



**Universidad Nacional de Córdoba**

Facultad de Ciencias Exactas,

Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial

Rediseño de Layout e Implementación de  
las 5S en la Industria Autopartista CilFren  
S.A.

GAGGIOTTI, MARIA PAULA

## **Agradecimientos**

Esta página de agradecimiento se la dedico a todo el equipo de Cilfren S.A., por sobre todo a Ricardo Scalenghe, gerente de esta planta quien constantemente desde su humilde generosidad e interés por mi desarrollo profesional me brindó su soporte en distintas perspectivas y actividades, desde visitas, consultas, contribuciones en debates, presentación de equipos, información confidencial, entre otros.

A la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, por estos años de educación integral en la carrera de Ingeniería Industrial, puntualmente gracias a todos los profesores que me crucé en este recorrido quienes me forjaron día a día en cómo ser una estudiante que persevera en sus deseos para convertirme en la profesional que desde hace años me propuse. En especial gracias a Nicolás Namur, por su predisposición y acompañamiento en este proceso final del Proyecto Integrador.

Y por último a mi familia y amigos por darme aliento cuando el camino se puso cuesta arriba, con su apoyo, mensajes y actitudes motivadoras ante toda situación.

A todos, mis más sinceros agradecimientos.

## Resumen

El presente proyecto se desarrolla en la empresa Cilfren S.A, dedicada a la fabricación de bombas y cilindros de freno para vehículos livianos y pesados en la ciudad de Rafaela.

La empresa enfrenta desafíos en la distribución de los bancos de trabajo y configuración de las estanterías estáticas y obsoletas que poseen actualmente dentro de la sala de armado. Esto se produce como consecuencia de que el negocio creció, pero no replanteó sus procesos al menos en estos ejes, conservándose a lo largo del tiempo el criterio definido en el comienzo de sus actividades años atrás.

Lo que impulsa el desarrollo es la ampliación de la sala antes mencionada, al doble de su capacidad, luego de que el directorio identifique que el cuello de botella se encuentra en los procesos de ensamble y embalaje. El consecuente objetivo es incrementar la obtención de productos finales para acercarse a la demanda excedente por parte del mercado que tiene un comportamiento sostenido en el tiempo. En paralelo a esta revisión, surgen nuevas oportunidades que se deciden plantear para trabajar y alcanzar los mejores resultados a lo largo del presente proyecto final, persiguiendo que sean logros sostenibles en el tiempo. Algunas son: Comité 5S, nuevo balanceo de línea, nuevo layout, nueva configuración de estanterías más flexibles, incorporación de proceso de picking automatizado junto con tablets, entre otros detalles menores.

Como metodología del proyecto se inicia relevando la situación actual e identificando qué es útil y funcional para mantener y cuál es la necesidad de cambio. Las actividades concretas en la sala de armado son: auditoría interna sobre situación de las 5S, relevamiento sobre layout y sobre estanterías tanto sobre su configuración como cantidad, como así también de los recursos humanos y materiales, interiorización en el proceso productivo, identificación del árbol de precedencia por línea de producto, entre otros procedimientos menores que se detallarán a continuación, para luego con esta información de entrada plantear los diferentes escenarios deseados y definir los pasos o modificaciones a implementar para alcanzarlos.

## **Abstract**

This project was developed in the company Cilfren S.A., dedicated to the manufacture of pumps and brake cylinders for light and heavy vehicles in the city of Rafaela.

The company faces strategic challenges in the distribution of the workbenches and configuration of the static and obsolete shelves they currently have inside the assembly room. This is a consequence of the fact that the business has grown, but it did not rethink its operations, at least in these areas, keeping the criteria defined at the beginning of its activities years ago.

What drives the development is the expansion of the aforementioned room, to double its capacity, after the board of directors identified that the bottleneck is in the assembly and packaging processes. The consequent objective is to increase the production of final products in order to get closer to the surplus demand from the market, which has a sustained behavior over time. In parallel to this review, new opportunities arise that are decided to raise to work and achieve the best results throughout this final project, pursuing that they are sustainable achievements over time. Some of them are: 5S Committee, new line balancing, new layout, new configuration of more flexible shelves, incorporation of automated picking process along with tablets, among other minor details.

The project methodology starts by surveying the current situation and identifying what is useful and functional to maintain and what is the need for change. The specific activities in the assembly room are: internal audit on the situation of the 5S, survey on layout and shelves both on their configuration and quantity, as well as human and material resources, internalization in the production process, identification of the precedence tree by product line, among other minor procedures that will be detailed below, and then with this input information we will propose the different desired scenarios and define the steps or modifications to be implemented to achieve them.

<b>1. Introducción</b>	8
<b>1.1 Localización</b>	8
<b>1.1.1. Características demográficas de la población</b>	8
<b>1.1.2 Estructura de la ocupación según sectores económicos y tipo de empresa</b>	8
<b>1.1.3. Estructura sector industrial</b>	10
<b>1.1.4. Composición del empleo industrial</b>	11
<b>1.1.5. PyME's en la ciudad</b>	12
<b>1.1.6. Mercados y comercialización</b>	12
<b>1.1.7. Equipamiento de producción</b>	13
<b>1.1.8. Tercerización</b>	13
<b>1.2 Presentación de la empresa</b>	15
<b>1.2.1. Recursos humanos</b>	16
<b>1.2.3. Visión y misión</b>	17
<b>1.2.4. Productos</b>	17
<b>1.2.5. Circuito de abastecimiento y proceso productivo</b>	18
1.2.5.1. Celda de armado	21
<b>1.2.6. Proceso de venta</b>	21
<b>1.2.7. Gestión de la calidad</b>	22
<b>1.2.8. FODA</b>	22
<b>1.2.9. Fuerzas de Porter</b>	23
<b>1.3. Planteo del problema y objetivos del PI</b>	25
<b>1.3.1. Planteo del problema</b>	25
<b>1.3.2. Objetivos P.I.</b>	26
<b>2. Marco teórico</b>	27
<b>2.1. Introducción al diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales</b>	27
<b>2.1.1. Procedimiento del diseño de instalaciones de manufactura</b>	29
<b>2.1.2. Tipos y fuentes de los proyectos del diseño de instalaciones de manufactura</b>	30
<b>2.1.3. Lista de materiales</b>	30
<b>2.1.4. Estudio de tiempos</b>	31
2.1.4.1. Estándar de tiempo	31
2.1.4.2. Técnicas del estudio de tiempos	31
<b>2.1.5 Análisis del proceso de ensamble</b>	33
2.1.5.1. Balanceo de la línea de ensamble	33
2.1.5.2. Diagrama de precedencias	34
<b>2.1.6. Orientación de la distribución</b>	34

<b>2.1.7. Análisis de flujo</b>	35
2.1.7.1. Flujo total de la planta	36
2.1.7.1.1. Diagrama de flujo	36
2.1.7.1.1.1. Procedimiento para el desarrollo de un diagrama de flujo	36
2.1.7.2. Resultados análisis de flujo	37
<b>2.1.8. Recepción y envíos</b>	37
2.1.8.1. Instalaciones requeridas para el proceso de recepción y envío	38
2.1.8.1.1. Puertas para plataformas	38
2.1.8.1.2. Plataformas, elevadores y tableros para plataformas	38
2.1.8.1.3. Pasillos	38
2.1.8.1.4. Oficinas	38
2.1.8.1.5. Balanzas para pesaje	39
<b>2.1.9. Almacén y estanterías</b>	39
2.1.9.1. Política inventario	39
2.1.9.2. Almacenes	39
2.1.9.2.1. Unidades de almacenamiento	40
2.1.9.3. Maximizar el uso del espacio volumétrico	40
2.1.9.3.1. Hoja de cálculo para los requerimientos de las instalaciones de almacenamiento	42
2.1.9.4. Pasillos	43
2.1.9.5. Manejo de materiales	43
2.1.9.5.1. Objetivos del manejo de material	44
2.1.9.5.2. Principios del manejo de materiales	44
2.1.9.5.3. Equipos para el manejo de materiales	45
2.1.9.5.3.1. Equipo móvil para almacenes	46
2.1.9.5.3.2. Equipo para ensamble	47
<b>2.2. Layout</b>	51
<b>2.2.1. Tipos de Layout</b>	51
2.2.1.1. Layout de posición fija o de proyecto	51
2.2.1.2. Layout orientado al proceso	52
2.2.1.3. Células de trabajo	52
2.2.1.4. Layout orientado al producto	52
<b>2.3. 5S</b>	54
<b>2.3.1. Introducción a las 5S</b>	54
<b>2.3.2. Primera “S”: Separar</b>	55
<b>2.3.3. Segunda “S”: Ordenar</b>	55
<b>2.3.4. Tercera “S”: Limpiar</b>	56

2.3.5. Cuarta “S”: Estandarizar	57
2.3.6. Quinta “S”: Disciplina y compromiso	57
2.3.7. Ventajas de la implementación de las 5”S”	58
2.3.8. Autoevaluación	58
2.3.9. Comité 5S	58
2.3.10. Auditorías	59
<b>2.4. Procesos de picking</b>	<b>61</b>
2.4.1. Fases del picking	61
2.4.2. Procesos de picking según el proceso	62
2.4.3. Tipos de picking en función al movimiento del operario y del producto	62
2.4.4. Tipos de picking en función a la tecnología implementada	63
2.4.5. Claves para optimizar el proceso de picking	64
2.4.6. Sistemas de almacenaje de picking,	64
<b>3. Aplicación en la empresa</b>	<b>66</b>
3.1. Diagrama de flujo del proceso de ensamble y embalaje	66
3.2. Listado de materiales	73
3.3. Definición de cantidad de puestos de trabajo	77
3.3.1. Situación actual: Balanceo de línea	78
3.3.2. Nuevo balanceo de línea	83
3.3.3 Propuestas de mejora: Nuevo balanceo de línea	89
3.3.3.1. Distribución de tareas y porcentajes de saturación de bancos de trabajo aplicado a las propuestas de mejora	92
3.3.4. Comparación porcentajes de saturación en los diferentes escenarios - Actual VS. propuestas de mejora	97
3.4. Situación actual: Layout y estanterías	97
3.4.1. Estanterías	98
3.4.1.1. Relevamiento de estanterías y contenedores de insumos exceptuando cascos y material de embalaje	102
3.4.1.1.1. Propuesta de nueva configuración de estanterías fijas para todo tipo de insumos a excepción de los cascos	104
3.4.1.2. Relevamiento de estanterías y contenedores de material de embalaje	107
3.4.1.3. Relevamiento de estanterías y contenedores de cascos	108
3.4.1.3.1. Propuesta de nueva configuración de estanterías móviles para cascos	108
3.4.1.4. Conclusión: Cantidad necesaria de estanterías	110
3.4.2. Layout	110
3.4.2.1. Propuesta: Distribución y análisis de flujo	112
3.4.2.1.1. Nueva distribución propuesta en sala de ensamble y embalaje.	115

3.4.2.1.2. Análisis de flujo de los productos en proceso en nueva distribución propuesta en sala de ensamble y embalaje.	116
<b>3.5. Situación actual: Herramienta 5S</b>	117
<b>3.5.1. Auditoría sobre las 5S</b>	119
3.5.1.1. Seiri - Separar	119
3.5.1.2. Seiton - Ordenar	124
3.5.1.3. Seiso - Limpieza	139
3.5.1.4. Seiketsu - Estandarizar	142
3.5.1.5. Shitsuke - Mantener / Disciplina	145
<b>3.5.2. Propuesta de mejora de la metodología 5S</b>	147
3.5.2.1. Plan de acción para la implementación de las 5S	148
3.5.2.1.1. Planificación	149
3.5.2.1.1.1. Concientización y compromiso de la Alta Dirección	149
3.5.2.1.1.2. Comité 5S	150
3.5.2.1.1.3. Difusión 5S	152
3.5.2.1.1.4. Planificación de actividades	152
3.5.2.1.1.5. Capacitación	152
3.5.2.1.2. Ejecución	153
3.5.2.1.3. Seguimiento y mejora continua	153
<b>3.6. Situación actual: Picking</b>	154
<b>3.6.1. Propuesta de nuevo proceso de picking</b>	154
<b>3.7. Discusión y Conclusiones</b>	157
<b>3.8. Glosario</b>	163
<b>3.9. Bibliografía</b>	169

## **1. Introducción**

### **1.1 Localización**

El proyecto que se desarrollará a continuación, se llevará a cabo en una empresa radicada en Rafaela, provincia de Santa Fe, Argentina. Esta es una ciudad ubicada en el centro de la llanura pampeana argentina, centro-oeste de la provincia, es cabecera del departamento Castellanos y la tercera localidad en importancia de la provincia de Santa Fe.

Se caracteriza por su ubicación geográfica estratégica, ya que se encuentra próxima a dos ciudades con puerto como Santa Fe y Rosario, localizadas a 96 y 234 km respectivamente. Y a su vez, cercana a dos ciudades comerciales como lo son Córdoba a 292 km y Buenos Aires a 530 km. Para los traslados terrestres, conecta con la Ruta Nacional N°19 y 34, dos rutas que concentran el mayor tráfico para gestiones comerciales en el país y a su vez es atravesada por cuatro vías férreas, de las cuáles en la actualidad sólo permanece con actividad una de las mismas, con transporte de mercancía y también de pasajeros.

#### **1.1.1. Características demográficas de la población**

Rafaela cuenta hoy con alrededor de 111.175 habitantes, estimados en el censo municipal realizado por la ciudad en 2022. Un 51,1% son mujeres y un 44,8% del total general son menores de 30 años. Por lo que es una ciudad con gran cantidad de población joven y con un leve predominio de mujeres.

#### **1.1.2 Estructura de la ocupación según sectores económicos y tipo de empresa**

En 2022, el Instituto de Capacitación y Estudios para el Desarrollo Local (ICEDeL) realizó un relevamiento socioeconómico en la ciudad avalado por el gobierno municipal. El desarrollo de la presente sección toma de referencia lo publicado en tal informe (ICEDeL, 2022).

Entre los puntos relevados se obtuvo la estructura de la ocupación según los sectores económicos locales. Los resultados ratificaron la predominancia de los servicios, con un 51,8% incluyendo a la administración pública, luego del sector industrial con un 21,2% superando al comercial con una presencia de 19% y por último se encuentran los sectores de la construcción y agropecuarios, con un 6,4% y 1,6% respectivamente.

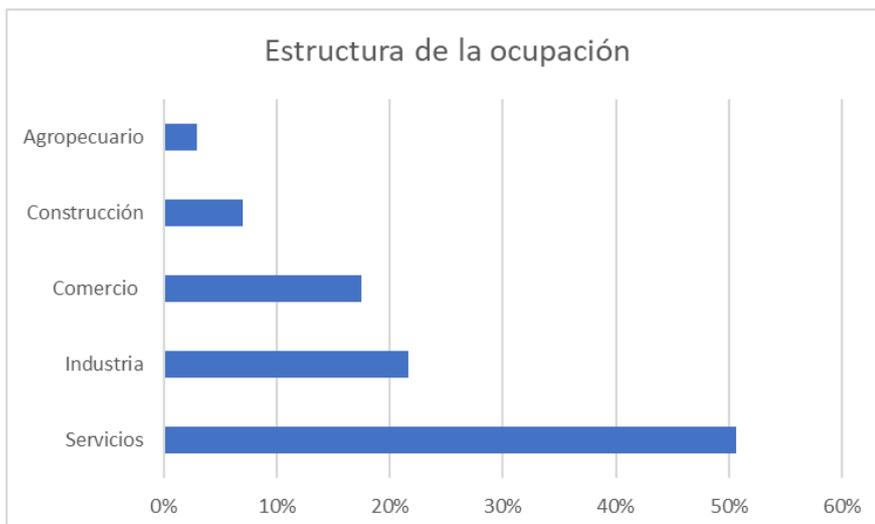


Figura 1.1.2. - Estructura de la ocupación en Rafaela (ICEDel, 2022)

Datos que merecen ser destacados son la fuerte presencia del sector de los servicios, incrementándose en 10 puntos desde el censo de 2012, y a su vez del sector industrial, que desde los primeros relevamientos han acaparado mayores niveles de empleo que el comercio, a pesar de la baja de ambos pero más significativa de la industria, desde lo último registrado en 2012.

Por otra parte, en cuanto a las personas ocupadas según el tipo de empresa, los resultados arrojan que Rafaela tiene un gran desarrollo del empleo privado, con un 85% del total, luego 14,6% empleo público, ya sea en organismos nacionales, provinciales o municipales y un 0,4% mixto. Se obtuvo que el 49,7% de las personas que están en condiciones de trabajar componen a esta población que integra el mercado de trabajo, mientras que un 50,3% restante representa la población económicamente inactiva, con un 31,9% de estudiantes, 27,4% menores de 10 años y un 29,9% de jubilados o pensionados.

A su vez en este censo se ha puesto énfasis en obtener información sobre evolución del desempleo y el perfil de la persona desocupada. Considerando como desocupada a la persona que se encuentra buscando empleo activamente y está en condiciones de trabajar, pero no lo consigue, teóricamente esto se justifica con que la demanda de empleo es superior a la oferta. Con respecto a la evolución del desempleo, disminuyó en 1,7 puntos con respecto al 2021, con un valor actual de 6,5%. Profundizando sobre este último porcentaje, y el perfil de la persona desocupada se obtuvo que un 64,2% de la población tiene menos de 30 años, un 64,2% son mujeres, un 35,8% no finalizó sus estudios medios, y un 29,9% son personas que hace más de un año que buscan trabajo y no lo consiguen.

### 1.1.3. Estructura sector industrial

Según el sitio web del gobierno municipal de la Ciudad de Rafaela (2022), esta comenzó a formarse en 1881, en el marco de un proceso colonizador emprendido en el centro-oeste de la provincia con inmigrantes provenientes de Europa, que tenían como oficio trabajar las tierras en su país natal. Estos oficios, combinados con el clima, condiciones geográficas y grandes extensiones de tierra para trabajar, con gran facilidad de crecimiento de cultivos, generaron el desarrollo y crecimiento de dos actividades económicas que hoy en día continúan siendo los principales sustentos económicos de la población, como lo son la agricultura y la ganadería. Con el paso de los años, los procesos se industrializaron y Rafaela es la ciudad protagonista de la cuenca lechera.

Otro tipo de industria que compone el ranking de principales actividades económicas es la metalmecánica, principalmente en el rubro autopartista. Esto sucedió debido a que emprendedores de la ciudad, identificaron las necesidades de fabricación nacional de piezas y repuestos para automóviles para abastecer tanto al mercado nacional como al internacional.

Hoy en día las representaciones de los sectores alimenticios y metalmecánicos alcanzan el 29,1% y 32,8%, respectivamente distribuidos en más de 540 industrias, luego le siguen en importancia las empresas dedicadas a la impresión y reproducción, las fábricas productoras de muebles y colchones y las de cartón y derivados del papel.

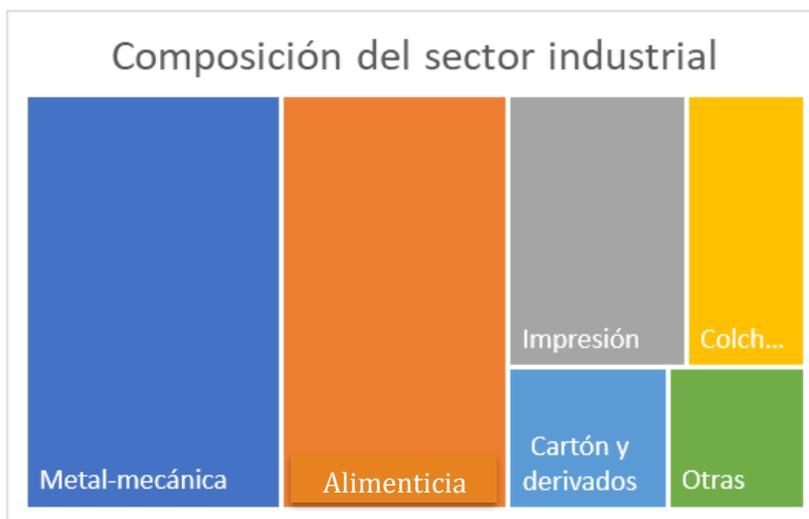


Figura 1.1.3. - Composición del sector industrial en Rafaela

La industria metalmecánica representa el sector industrial más relevante, con un leve crecimiento en la última década, manteniéndose prácticamente invariable, mientras que la alimenticia se incrementó en aproximadamente siete (7) puntos entre las dos últimas mediciones.

Se debe tener en consideración que la ClaNAE (Clasificación Nacional de Actividades Económicas) define a la actividad metalmecánica como una agrupación comprendida por las divisiones de: *Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo; fabricación de maquinaria y equipo; fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques y; fabricación de equipo de transporte.* (ClaNAE – 97;1997)

La mayoría de las industrias mencionadas, están ubicadas en el parque industrial o en sus cercanías, debido a su proximidad a la Ruta Nacional N° 34. Este parque está ubicado al noroeste de la ciudad y concentra la mayor parte de las industrias y las actividades económicas de mayor relevancia.

La ciudad resulta un punto estratégico en el corredor productivo comercial de la Argentina y países limítrofes. (UNRaf, 2022)

#### 1.1.4. Composición del empleo industrial

Debido a su fuerte presencia a nivel local, las industrias metalmecánicas y alimenticias son las mayores generadoras de empleo en Rafaela. En conjunto agrupan a más del 72% de los puestos de trabajos creados localmente a nivel industrial, con un 40,9% y 31,1 respectivamente. Luego en el ranking se posicionan la fabricación de muebles y colchones, la industria del caucho y plástico, seguido por el sector de minerales no metálicos.

De todos estos puestos generados mencionados con anterioridad, son mayormente ocupados por el género masculino, alcanzando un porcentaje del 91,6%, y el restante 8,4% por el género femenino. A su vez, el 68,2% de empresas locales, no tienen mujeres en su estructura de personal actual, con la particularidad de que la presencia de mujeres se da mayormente en empresas unipersonales.

Creación de puestos de trabajo

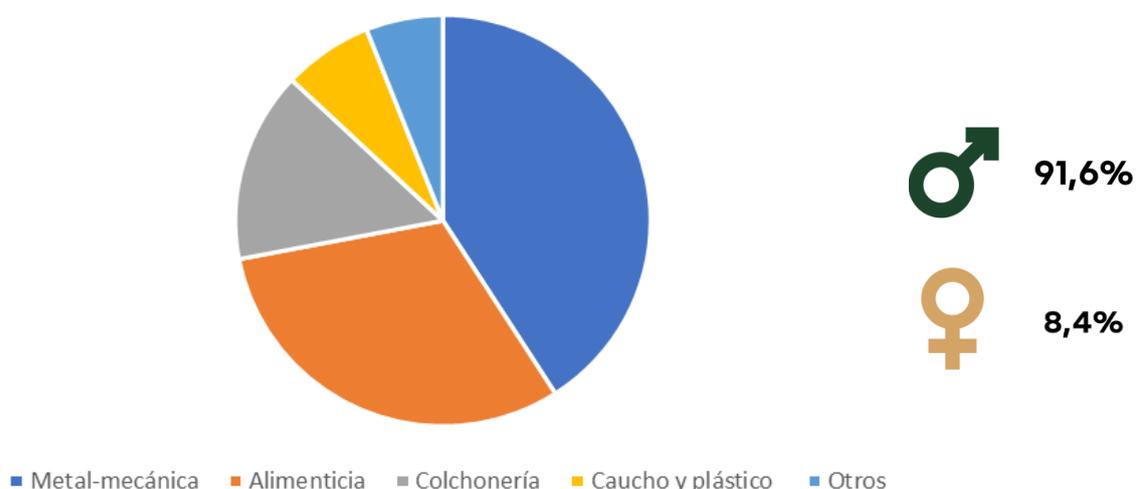


Figura 1.1.4. - Creación de puestos de trabajo según sector industrial en Rafaela

Por último, en cuanto a tipo de puestos generados, predomina el de operario de fábrica, con un porcentaje de casi un 70%, distribuido equilibradamente entre operarios calificados y no calificados. Y en cuanto a los puestos de trabajo gerenciales de la industria de Rafaela, un 7,9% es ocupado por personas que han finalizado sus estudios universitarios, con predominancia de ingenieros. (ICEDeL; 2019).

### 1.1.5. PyME's en la ciudad

Según la secretaría de emprendedores y de la pequeña y mediana empresa del ministerio de producción del país, en su Resolución 103-E/2017 se define como PyME a aquella micro, pequeña o mediana empresa cuya venta total anual, expresada en pesos nacionales no superen los valores establecidos en el cuadro que se detalla luego del presente párrafo, el 98,5% de las empresas a nivel local se incluyen en las categorías micro, pequeña y mediana empresa. (ICEDeL; 2019).

Con respecto al sector industrial, la PyME agrupa el 47,2% del empleo industrial directo de la ciudad de Rafaela, y concentra el 22% de la facturación total de la industria.

Construcción	Servicios	Comercio	Industria y minería	Agropecuario	
\$ 4.700.000	\$ 3.500.000	\$ 12.500.000	\$ 10.500.000	\$ 3.000.000	Micro
\$ 30.000.000	\$ 21.000.000	\$ 75.000.000	\$ 64.000.000	\$ 19.000.000	Pequeña
\$ 240.000.000	\$ 175.000.000	\$ 630.000.000	\$ 520.000.000	\$ 145.000.000	Mediana Tramo 1
\$ 360.000.000	\$ 250.000.000	\$ 900.000.000	\$ 760.000.000	\$ 230.000.000	Mediana Tramo 2

Tabla 1.1.5 - Cuadro obtenido de la Resolución 103-E/2017 de InfoLEG (Información Legislativa y documental) (2017).

### 1.1.6. Mercados y comercialización

En cuanto a los mercados para los que se produce, se obtuvo que el 77,8% de las empresas comercializa la mitad de su producción o más en la ciudad de Rafaela y/o localidades próximas, con la característica que la participación del mercado local como demandante va perdiendo protagonismo a medida que se acrecienta el tamaño de las firmas, ya que en estos niveles se incrementa la distribución a todo el país e inclusive al exterior.

En cuanto a los productos obtenidos del sector industrial, de principal interés en este proyecto, también resalta la importancia de la economía rafaquina ya que el 56,7% de las empresas tiene como destino de facturación exclusivamente el mercado local.

Con respecto a los criterios para comercialización, estos suelen definirse con mayor peso en función a la diversificación de la producción. Para casi la mitad de las empresas de la ciudad, más precisamente el 41,5%, cada una de las cinco empresas más significativas en cifras de ventas anuales representa menos del 1% de las ventas totales de la firma. Esto es más frecuente cuanto menor sea el tamaño de la organización, y mayor abanico de productos de menor especificidad se obtengan, lo que da como resultado mayor amplitud potencial de clientes. Por otro lado, aproximadamente un 10% ha declarado concentrar más del 80% de sus ventas totales en un conjunto de hasta 5 compradores. Por último, el 6,3% de los establecimientos producen exclusivamente para un único cliente, por lo general sucede cuando una empresa fue creada para abastecer a otra puntual con grandes volúmenes.

### 1.1.7. Equipamiento de producción

Con respecto al equipamiento para la producción industrial, la maquinaria de origen nacional toma protagonismo con un porcentaje de aproximadamente un 70%. Sólo un 5,3% de las industrias locales, tienen equipos críticos con componentes cuyos repuestos deben ser importados.

Debajo se puede identificar en la tabla confeccionada tomando de referencia el relevamiento del ICEDeL, el crecimiento de maquinarias con componentes 100% nacionales, vinculado a la dificultad, mayores tiempos y costos monetarios para conseguir repuestos de origen extranjero, sumado a su mayor complejidad de mantenimiento o reparación vinculada, ya que puede que el servicio técnico no tenga sede en el país. (ICEDeL; 2019).

Mejoras realizadas	CI 2000	CI 2006	CI 2012	CI 2018
Totalmente argentino	56,8%	49,8%	47,2%	57,3%
Mayoritariamente argentino	18,1%	16,9%	16,5%	12,5%
En partes iguales argentino y extranjero	6,7%	17,1%	16,1%	12,8%
Mayormente extranjero	12,3%	11,3%	12,5%	12,0%
Totalmente extranjero	6,1%	4,9%	6,9%	5,3%

Tabla 1.1.7. - Cuadro obtenido del relevamiento socioeconómico de la ciudad de Rafaela, extraído del informe del ICEDeL (2019).

### 1.1.8. Tercerización

La tercerización o externalización es el proceso de negocio mediante el cual una sociedad transfiere las responsabilidades referentes al cumplimiento de ciertas tareas a una empresa externa, llamada subcontratista, que se dedica a prestar diferentes servicios especializados. A

través de esta práctica de gestión se persigue la eficientización del proceso, transfiriendo la producción de ciertos componentes o partes de un proceso a una empresa que está especializada y dedica sus recursos para la obtención de resultados predefinidos, generando así reducción de los costos y capital invertido, aplicación de las mejores prácticas y mejora continua de las mismas, gracias a la experiencia del proveedor del servicio subcontratado que posee una flexibilidad máxima. En Rafaela, el 28,3% de las empresas produce una fracción de sus lotes por encargo de otras compañías que son principalmente de la misma localidad. La producción tercerizada, para casi la mitad de las empresas que realizan esta práctica, representa 10% o menos de la producción de tal empresa, por lo que no se convierte en una práctica significativa o condicionante para el funcionamiento del negocio. En contraparte, el 12,4% produce a pedido de otras organizaciones, como es el caso de la empresa en estudio. (ICEDeL; 2019).

## 1.2 Presentación de la empresa

CilFren S.A. es una empresa localizada en la ciudad de Rafaela, provincia de Santa Fe, dedicada desde 1998 a la fabricación de autopartes para vehículos livianos y pesados. Estos productos son cilindros y bombas de freno tanto para vehículos nuevos como antiguos. Su mayor porcentaje de producción se centra en los repuestos para los livianos y nuevos.

Esta razón social, forma parte del grupo RG Frenos comercial, fundada en 1981 y con el objetivo de fabricar todo tipo de componentes para sistemas de freno, tanto neumáticos como hidráulicos. La creación de este grupo en la ciudad se debió a la identificación de una necesidad de contar con mayor cantidad de componentes de freno en la zona. En el año de su fundación, tenía dos principales competidores: Establecimiento metalúrgico O.C.E. S.R.L. dedicada a la fabricación de elementos de chapa para freno y Frepilco S.A. productora de válvulas. Pero RG Frenos comercial estaba interesado en abarcar ambas ramas del mercado.

Con el paso de los años, este grupo tenía en claro su objetivo de ser la primera empresa argentina en desarrollar y fabricar un kit de freno completo, e identificó como camino más viable la integración hacia atrás, abriendo seis plantas productivas, cada una con su propia línea de productos de freno, entre las que se encuentra CilFren S.A., Las restantes empresas creadas por el grupo son: PlasGom S.A., fabricante de artículos de goma y plástico que obtiene como productos finales caños, fuelles de fusión, diafragmas, entre otros; Looping S.A. abocada a la parte mecánica del freno es decir lo que se encuentra en la rueda como ser zapata de freno, levas, campanas y su producción es para abastecer terminales de remolque o fábricas de acoplados; RG Frenos responsable de la obtención de la parte neumática del sistema de freno como por ejemplo válvulas y pulmones; Ibisa S.A., dedicada a la obtención de piezas de fundición gris y nodular y por último Inarcif S.A. empresa que fabrica cintas de freno y revestimientos de embrague.

Todas las empresas mencionadas en el párrafo anterior, a excepción de Ibisa, fabrican sus productos para RG Frenos comercial, marca con la que estos finales salen al mercado y a su vez producen para algunas de las otras empresas algunos productos. En cambio, IBISA no produce directamente para RG Frenos comercial, sino que tiene como principal objetivo abastecer a las

demás empresas de material de fundición. Todos los productos obtenidos por las restantes empresas, son comercializados con marca RG Frenos.



Figura 1.2. Fachada del edificio de Cilfren S.A.

### 1.2.1. Recursos humanos

La empresa Cilfren S.A. se caracteriza por ser una PyME, cuenta con un gerente de producción, un analista de compras y pagos quien se encarga de la compra de insumos, carga de facturas, pagos a proveedores, presupuestos y análisis de desvíos, un analista de compensaciones, y los restantes son operarios, contabilizando un total de 30, distribuidos entre depósito, celdas de producción y celdas de armado y embalaje.

Puntualmente, el equipo de trabajo de la sala de armado, objeto de estudio de este proyecto, está compuesto por un encargado que recibe insumos, organiza estanterías, genera órdenes de producción y despacha a diario y por un operario encargado del pre armado de bombas o cilindros maestros de freno, dos operarios de armado de bombas y cilindros de freno con intención de incorporar un tercero a futuro, y un operario responsable de embalar los productos.

Al tratarse de una PyME y con el objetivo de que los operarios no se sientan estancados realizando a diario a través de los años las mismas tareas, y a su vez puedan reemplazarse ante licencias o cambiar de puesto en caso de que exista un cuello de botella definido, se los capacita para que sean polivalentes. Esta tarea resulta algo compleja en la sala de armado porque al tener

un gran mix productivo de alrededor de 600 productos, ciertas tareas son estandarizadas, pero otras no.

### 1.2.2. Organigrama

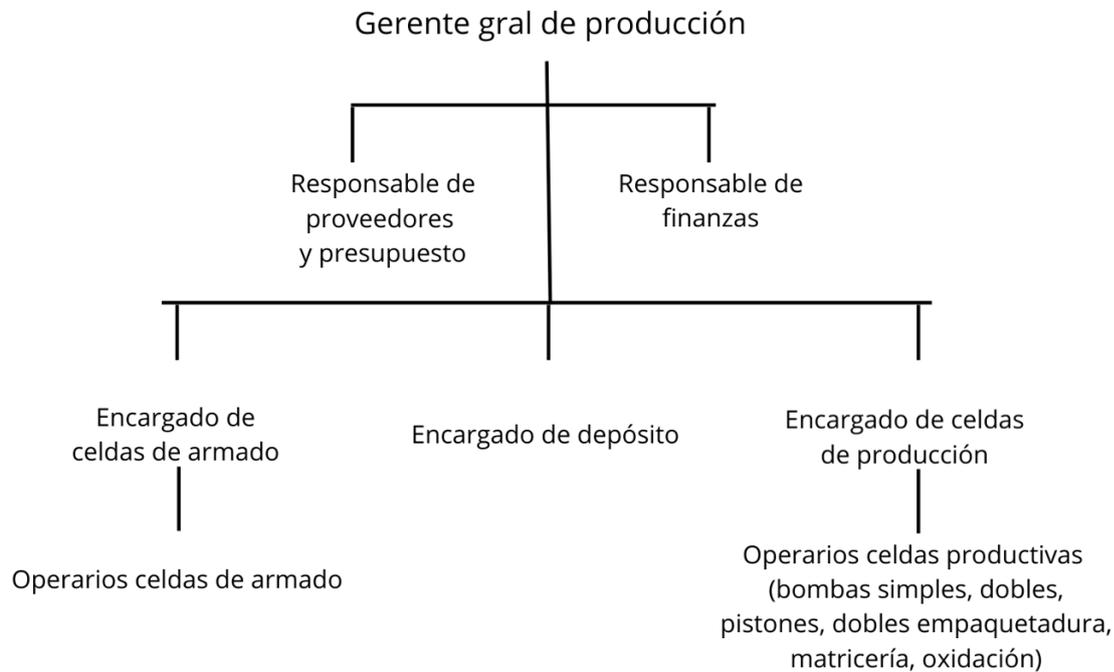


Figura 1.2.2. - Organigrama de la empresa CilFren S.A..

### 1.2.3. Visión y misión

El propio grupo en los últimos años ha formalizado su visión y misión detalladas a continuación:

- **Visión:** “Ser un grupo empresario que ofrezca el mejor servicio a clientes actuales y potenciales, siendo el referente en los rubros que comercializamos”.
- **Misión:** “Suministrar productos y servicios a los sistemas de frenado y suspensión neumática de vehículos, que contribuyan a satisfacer las necesidades del mercado global, según las exigencias de seguridad vigentes”.

### 1.2.4. Productos

- **Bombas de freno:** Es la pieza encargada de convertir la fuerza mecánica que se ejerce al presionar el pedal de freno, en presión hidráulica. Pueden ser de simple circuito para vehículos más antiguos con un solo pistón o de doble circuito para vehículos más modernos, con

dos circuitos independientes que alimentan los diferentes ejes (trasero-delantero o cruzado) disminuyendo el riesgo.

- Cilindros de freno: Acoplados en las ruedas del vehículo. Su función es la de convertir la fuerza hidráulica generada por la bomba de freno y transmitida a través del líquido de freno, en fuerza mecánica empujando los extremos de los patines o zapatas, para que la cinta friccionen con la campana de freno y se obtenga como consecuencia la disminución de velocidad o detención del vehículo.

### **1.2.5. Circuito de abastecimiento y proceso productivo**

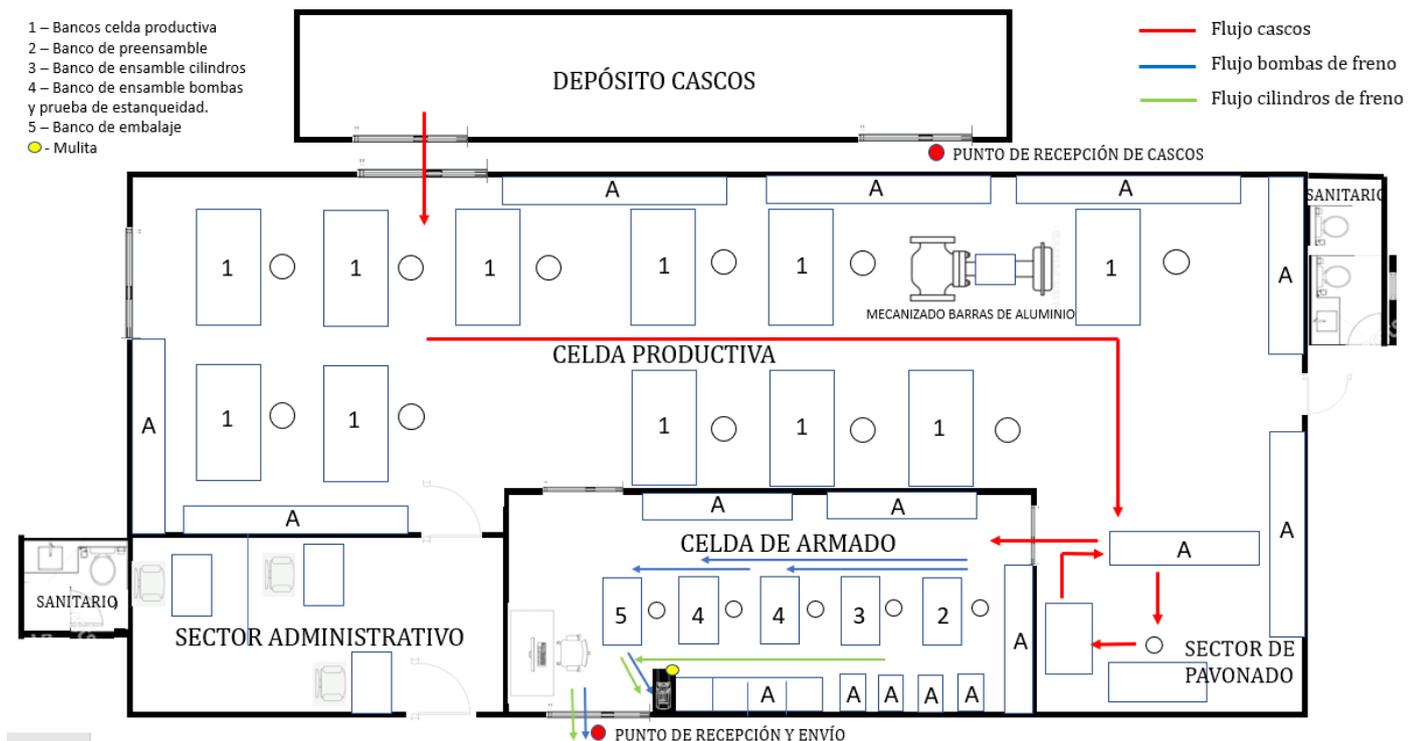
El proceso de obtención de productos comienza en RG Frenos comercial, sede central del grupo. Es esta empresa la que envía a CilFren S.A. y al resto de las empresas según necesidad una orden de compra que inicia los procesos de producción. La orden se genera tomando un stock de referencia. Este procedimiento es explicado a continuación con mayor detalle.

El stock ideal o al 100% lo calculan para poder abastecer sus puntos de venta por un período de tres meses, tomando de referencia el histórico de ventas con cierta flexibilidad haciendo pequeñas modificaciones según la respuesta del mercado actual en cuanto a volúmenes de compra de sus clientes. Cuando este stock llega al 50%, es decir que permite cubrir un período de un mes y medio, automáticamente RG Frenos comercial genera la orden de compra antes mencionada para las empresas correspondientes. Por ejemplo se necesita en la sede comercial la reposición de 300 bombas de freno para un modelo particular, para ello se lanza una orden de compra a IBISA S.A. empresa encargada de la fundición para la obtención de cascos, luego otra orden de compra de fabricación de esas bombas de freno a CilFren S.A.. Esta lógica se replica para cada pedido.

A partir de la orden de compra o de producción recibida, cada empresa es responsable de proveerse de su propia materia prima, realizando la explosión de la orden, es decir lanzar una nueva solicitud de compra a sus proveedores según las cantidades de insumos necesarios en función a la producción definida por la orden de compra inicial enviada por RG Frenos comercial. A su vez se debe planificar la producción del próximo período, para que una vez se obtengan los insumos se comience instantáneamente con la producción. A modo de resumen, cada razón social del grupo genera nuevas órdenes de compra para terceros y en paralelo órdenes de producción internas.

CilFren S.A. no compra la totalidad de sus insumos en el primer instante, sino que va pidiendo para períodos de quince días o según los lotes mínimos que acepta cada proveedor. Esto se debe a tres motivos: El primero es por cuestiones meramente económicas ya que necesita vender entre cada período de abastecimiento para poder stockearse para la totalidad de los insumos, en segundo lugar, la orden de compra inicial enviada desde RG Frenos comercial que define la producción para las diferentes empresas, puede ir ajustándose según la demanda del mercado, criterio que utilizan desde el origen de las empresas pero que no permite proyectar con certeza la producción y por último se debe a que no cuentan con la capacidad suficiente para almacenar los volúmenes totales de insumos para los tres meses.

A continuación, se detallan los procesos productivos dentro de CilFren S.A., empresa objeto de estudio, diferenciando por cada tipo de producto. Se debe tener en cuenta que la explicación toma un escenario de punto de partida en donde todos los insumos necesarios para la producción ya fueron recepcionados y se encuentran físicamente en la planta. A modo de complemento, se incluye un esquema simplificado (esquema 1) de los diferentes sectores de la planta remarcando los flujos de sus dos líneas de productos y de los cascos.



Esquema 1. Esquema simplificado de la distribución física de la planta CilFren S.A. y representación de sus principales flujos productivos.

El primer proceso para explicar es el realizado para obtener las bombas de freno. El principal insumo es el casco de la bomba, proveniente de Ibis S.A. Una vez que llega a la empresa, este subproducto pasa por un depósito y luego se dirige a la línea de mecanizado en CilFren S.A. en su celda correspondiente dependiendo si es casco para bomba doble, doble con empaquetadura, simple, etc.. El proceso de la totalidad de los cascos comienza con un perforado central y refrentado, luego se realizan las perforaciones secundarias, se bruñe con diamante y se pule, para posteriormente pasar por un proceso de pavonado, éste último consiste en un proceso de oxidación controlada. El mecanizado puede hacerse con CNC o con máquinas manuales. El bruñido consiste en un proceso de mecanizado de arranque de viruta duro para elevar la precisión y calidad superficial de la pieza, pero al ser con diamante requiere un posterior pulido para eliminar rugosidades y permitir así que el pistón y las cubetas se deslicen sin fricción en el interior de la pieza.

Los pistones, que forman parte del interior de la bomba, son el resultado de un proceso del mecanizado de barras de aluminio en la propia empresa, mediante diferentes tornos, los cuales se emplean dependiendo el diámetro mayor requerido del pistón.

Otro artículo necesario para el ensamble y correcto armado son las piezas de goma, provenientes de PlasGom S.A., empresa que integra el grupo. Por último, los resortes, anillos Seeger, trabas, cajas de embalaje, bolsas plásticas, son insumos que por el volumen mínimo de compra a proveedores son recepcionados y almacenados por el encargado de la sala de armado cada uno a dos meses.

Posterior al mecanizado del casco y de los pistones, estos son trasladados a la celda de armado, objeto de estudio del proyecto. A su vez en este espacio, el encargado es el responsable de recibir los demás insumos necesarios para el ensamble y correcto armado de los productos finales como ser: piezas de goma provenientes de PlasGom S.A., resortes, anillos Seeger, trabas, cajas de embalaje, bolsas plásticas, manuales.

Retomando la descripción del flujo productivo, en la celda mencionada en el párrafo anterior, las bombas primeramente pasan por un banco de prearmado, donde se ensambla el interior del producto, luego se llevan a un banco de armado final con posterior ensayo de vacío de una muestra representativa de las piezas, para continuar su proceso con el embalaje final y envío a RG Frenos Comercial.

El ensayo mencionado con anterioridad consta de una prueba de vacío realizado al 7% de las piezas aproximadamente, comprobando la estanqueidad de la misma y que todas sus perforaciones estén comunicadas.

En el caso de los cilindros de freno es más sencillo ya que no tienen un proceso de mecanizado previo, sino que simplemente se obtienen los insumos y son ensamblados en un sólo banco de trabajo directamente, sin previo preensamblado.

#### **1.2.5.1. Celda de armado**

En la sección de armado, es donde culmina el proceso productivo de CilFren S.A.. Esta sala está compuesta por un banco de preensamble, tres bancos de ensamble, un banco de embalaje, escritorio y módulos de estanterías con materia prima. El equipo que se desenvuelve en esta área está compuesto por un encargado y cuatro operarios.

Aquí tienen gran protagonismo las estanterías ya que es una cuestión fundamental para mantener orden y conocer la ubicación de cada insumo para la producción. Compuesto por una gran cantidad de estanterías, cada una contiene cajas que están debidamente identificadas con su código dependiendo el tipo de producto que contenga.

El encargado de armado es el responsable de recibir los componentes de proveedores externos o de la misma empresa y las deposita en su caja correspondiente. Otra responsabilidad de esta posición es emitir la orden de producción diaria para los operarios y éstos pueden identificar en el documento los insumos y métodos para el ensamble y la posterior obtención del producto final.

La variedad de productos producidos y ensamblados alcanza un mix de 600, por lo que la capacitación es fundamental debido a que cada uno requiere de un procedimiento distinto y la estandarización se complejiza con partidas de producción cortas.

#### **1.2.6. Proceso de venta**

RG Frenos comercial, empresa encargada de la venta de estos productos, provee a la gran mayoría de Terminales de Remolques de Argentina, sistemas de freno ABS, sistemas de suspensión neumática, sistemas automáticos de levanta eje e Inclínómetros para Semirremolques de vuelco trasero, siendo Equipo Original en un porcentaje representativo de los Remolques fabricados en Argentina.

A su vez, abastece también a Terminales de Máquinas Agrícolas con sistemas de freno y suspensión neumática y atiende el Mercado de Reposición directamente con vendedores propios, llegando a más de 1000 clientes distribuidos en todo el territorio nacional.

En cuanto a la exportación, aproximadamente un 5% de su producción es destinada a países extranjeros de Sudamérica y Europa, superando con éxito las rigurosas exigencias de calidad.

La particularidad que mencionan desde la empresa, es la gran competencia por precio que existe en el rubro de ventas a casas de repuestos, que son su fuerte, pero es un mercado que a pesar de tratarse de productos con un costo relativamente bajo respecto a los demás repuestos de un auto, reacciona con gran sensibilidad al precio, caracterizado por una demanda de tipo elástica, lo cual complejiza las ventas.

Por otra parte, en cuanto a las ventas a fabricantes de máquinas agrícolas. que son a baja escala, se tiene gran competitividad tanto en cantidad, calidad y precio.

### **1.2.7. Gestión de la calidad**

En cuanto a la gestión de la calidad, se puede mencionar que previo a la nueva actualización de la Norma ISO 9000:2015 Sistemas de Gestión de la Calidad, CilFren S.A. era una empresa que contaba con esta certificación, pero luego de su última modificación, decidieron no volver a certificar, ya que sus principales compradores no le exigen contar con esta Norma para adquirir sus productos. Por el momento tampoco tienen proyectado hacerlo en un futuro cercano.

En relación con gestión de calidad interna, las piezas que se reciben de proveedores externos, el encargado de la sala de armado es el responsable de recibir las piezas y realizar un control de calidad; en caso de estar en condiciones adecuadas, pasan directamente a ser almacenadas.

### **1.2.8. FODA**

El análisis FODA se realiza en las empresas para poder reconocer fortalezas y debilidades internas, y a su vez amenazas y oportunidades externas, lo cual permite que la organización desarrolle un plan de acción para afianzarse en el mercado, luego de identificar la situación actual en la que se encuentran tanto interna como externamente según condiciones del mercado y prever situaciones a futuro. (Kotler & Armstrong, 2016).

Primero se mencionan los factores internos y luego los externos según lo definen los autores referenciados en el párrafo anterior:

En cuanto a **fortalezas**, se pueden enumerar las siguientes: Cuentan con personal polivalente como resultado de numerosas capacitaciones técnicas. Tienen garantizados sus

insumos principales, de los cuáles hay faltante en el mercado, ya que el grupo se ha integrado hacia atrás con una empresa propia que provee de los cascos de fundición de los principales productos. Y por último se puede mencionar que la marca en las casas de repuestos es reconocida y prestigiosa ya que hace más de 30 años se puede adquirir en el mercado.

Al ser una PyME, les da flexibilidad ante cambios del mercado.

En referencia a las **debilidades**: No cuentan con la certificación de ISO 9000, lo cual puede producir que al certificar otra empresa de la competencia, las empresas de mayor renombre cambien de proveedor y dejen de comprarles. No cuentan con numerosas automatizaciones en los procesos. La producción no alcanza a igualar la demanda, ya que no está realizado el balanceo de línea considerando el takt time, motivo que a su vez impulsó el presente proyecto.

Con respecto a las **oportunidades**: La demanda en el mercado es superior a la oferta, debido a que existe un faltante de mercadería por la disminución de importaciones en el país, y a su vez porque las principales fundiciones a nivel nacional que se dedicaban a producir los cascos de bombas y cilindros de freno disminuyeron sus volúmenes productivos, para producir otro tipo de productos, por lo que los competidores nacionales de CilFren S.A. no tienen insumos para producir.

Lo mencionado en el párrafo anterior, permite a las empresas fabricantes de estos productos vender al mercado a mayores precios, debido a la gran demanda y disminución de oferta generando menor sensibilidad al precio por parte de los demandantes.

Por último, en lo que respecta a **amenazas** que se pueden enumerar se reconocen a las pequeñas empresas de 2 a 3 personas, que tercerizan la mayoría de los procesos a empresas especializadas, por sobre todo la parte de mecanizado y luego se encargan del ensamble y comercializan a casas de repuestos, teniendo menores costos, responsabilidades y cargas sociales e impositivas. Esto es posible ya que en cuanto a ventas a este nicho de mercado, el precio de venta es lo más importante de la transacción.

### 1.2.9. Fuerzas de Porter

Analizando las fuerzas que le dan forma a la competencia en el mercado, Porter (2008) afirma que “existen cinco fuerzas que definen la estructura de un sector y dan forma a la naturaleza de la interacción competitiva, brindando un marco para anticiparse a la competencia e influir en ella, lo cual es clave para un posicionamiento estratégico eficaz” (p.2).

Las fuerzas identificadas por el autor antes mencionado son las siguientes:

**Poder de negociación de los clientes:** Como se menciona en el punto 1.2.6., sus principales ventas son las casas de repuestos, las que reaccionan fuertemente ante los precios caracterizándose por una demanda elástica, es decir que ante un incremento de precio la cantidad demandada se reduce más que proporcionalmente al aumento y viceversa, por lo cual abstrayéndose de la situación actual de faltante de mercadería, el poder de negociación con clientes es bajo frente a estos.

**Poder de negociación de los proveedores:** Sus principales proveedores son empresas del grupo, que tienen el mismo objetivo principal que CilFren S.A.: proveer a RG Frenos comercial de productos finales, por lo que la autora considera que en esta situación particular no existe poder de una empresa por sobre la otra. Con respecto a sus insumos secundarios, como ser resortes, su poder de negociación es alto porque hay gran cantidad de proveedores en el mercado. En contraposición el aluminio de sus pistones es importado debido a la deficiente producción en Argentina de este material a nivel industrial, y en consecuencia su poder es bajo ya que inciden factores externos.

**Amenaza de nuevos competidores entrantes:** Se puede considerar que esta es baja, ya que son pocas las industrias que producen este producto a nivel nacional y las importaciones se prevé que continúen disminuidas en cuanto a volúmenes por un largo período de tiempo.

**Amenaza de nuevos productos sustitutivos:** Es nula, no existen productos sustitutos.

**Rivalidad entre competidores:** Analizando el mercado se concluye que la rivalidad es baja porque hay muy pocas empresas que realizan en grandes volúmenes estos productos. Las principales están localizadas próximas a la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, entre las que se pueden enumerar: Metaliza S.A., Imbasa S.A., VDR SR33.

### 1.3. Planteo del problema y objetivos del PI

#### 1.3.1. Planteo del problema

La situación que motiva la realización de este proyecto es que actualmente la empresa CilFren S.A., amplió las dimensiones de su celda de armado, donde se realizan los últimos procesos de ensamble, ensayo y embalaje de los productos finales a comercializar, aproximadamente al doble de su capacidad. Las dimensiones superficiales iniciales de la sala de armado eran de 14 m x 6 m, mientras que luego de la ampliación la sala resultó con medidas de 14 m x 12 m.

A pesar de su ampliación, el equipo continúa desempeñándose en una sección del espacio, hasta establecer de manera definitiva la nueva distribución.

Actualmente los principales conflictos, son los espacios reducidos con los que cuenta el personal para realizar sus tareas diarias, el cruce de tráfico entre cada proceso realizado por los operarios y encargado del área, el complejo proceso de picking manual, la capacidad de almacenamiento insuficiente con estanterías rígidas y la falta de automatización en numerosos procesos, entre otros déficits menores.

A través de esta modificación se persigue mejorar la distribución de los elementos que son parte de la sala, incluyendo redistribución de bancos de ensamble y embalaje, estanterías para productos de pequeño y gran volumen, escritorio del encargado, montacargas, balanza en este espacio y a su vez identificar aquellos nuevos recursos necesarios con los que no cuentan en la actualidad. Como complementario al rediseño de la sala, detectaron la necesidad de incluir dentro de estos cambios nuevos procesos internos principalmente con la incorporación de tecnología, estudiando los métodos más factibles para hacerlo en el presente proyecto, con el objetivo final de eficientizar el proceso completo realizado en la sala, con una distribución más funcional que la actual, optimizando el proceso y flujo productivo, aprovechando su capacidad y disminuyendo operaciones que no agreguen valor.

La propuesta a través de este desarrollo, es dar a conocer a la empresa luego de un estudio teórico-práctico las diferentes configuraciones factibles y entregar la solución más adecuada en cuanto a la distribución de estanterías y sus criterios para almacenamiento, tipos de layout, técnicas de manejo de materiales, implementación exitosa de un proceso de 5S, e incorporación de nuevas tecnologías para agilizar el proceso de ensamble en sí, como ser proceso de picking estandarizado y hoja de producción u orden de trabajo digital.

### 1.3.2. Objetivos P.I.

Este proyecto tendrá como objetivo general realizar el rediseño del LayOut y la implementación de las 5S en la sala de ensamble y embalaje de CilFren S.A.

Al finalizar el Proyecto Integrador (PI) se pretende que la empresa pueda contar con una alternativa de solución para el caso en estudio y a su vez una vez implementada tener las herramientas suficientes para mantener los resultados alcanzados y gestionar en futuras ocasiones modificaciones según necesidades puntuales.

Del objetivo general, se desprenden los siguientes objetivos específicos enumerados en ítems a continuación:

1) Incrementar el ensamble y embalaje diario de productos finales teniendo como objetivo 200 unidades diarias de bombas de freno y 200 unidades diarias de cilindros de freno.

2) Reubicación de bancos productivos y estanterías: Para garantizar la optimización del flujo de trabajo. A través del estudio de las diferentes disposiciones posibles de Layout y almacenes junto al manejo de materiales.

3) Optimizar el diseño y capacidad de las estanterías: Profundizando en las configuraciones de almacenes y estanterías, persiguiendo las de mayor flexibilidad y adaptación al proceso puntual.

4) Incorporación del proceso de picking: Para simplificar la selección de los subcomponentes que conforman cada producto final ensamblado.

5) Aplicación de las 5S: Mediante una introducción teórica sobre el concepto de 5S y una auditoría interna, identificando puntos claves de mejora para luego implementar el método de la forma correcta en el día a día y simplificar su gestión interna.

6) Hoja de producción digital e incorporación de nuevas tecnologías al proceso: Con enfoque en el análisis de tecnologías y metodologías aplicables a cada una.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Introducción al diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales**

En la presente sección se reproducirán conceptos teóricos extraídos de bibliografía de Meyers F. y Stephens M. (2012).

El diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales es una cuestión fundamental en cuanto a la planificación ya que incide sobre la productividad y rentabilidad de una empresa.

El diseño de instalaciones incluye ambos puntos antes mencionados y persigue disponer las mismas de forma tal de obtener un uso eficiente de sus recursos, incluyendo personal, equipo, materiales y energía. Durante este proceso hay que enfocarse en definir la ubicación de la planta y diseño del inmueble, distribución interna y manejo de materiales.

La ubicación de la planta es definida en un comienzo por el nivel jerárquico más alto de la empresa o inversionistas, por razones vinculadas a proximidades de fuentes productivas, rutas, o por mayores beneficios económicos.

El diseño del inmueble es un proceso destinado a profesionales de la rama arquitectónica, condicionado por sus procesos productivos y las dimensiones de la línea según el objetivo de volumen productivo.

La configuración de layout hace referencia al arreglo físico de máquinas y equipos para la fase productiva, estaciones de trabajo, personal, ubicación de materiales y el equipo de manejo de los mismos. Surge como resultado del proyecto de diseño de instalaciones de manufactura.

El manejo de materiales consiste en definir los métodos más eficientes para mover los materiales dentro de las instalaciones. Este ítem se define y va de la mano al diseño de la distribución de la planta, ya que involucra almacenes, estanterías y equipos físicos que ocupan su espacio y son necesarios en la diaria incidiendo según su disposición en los flujos productivos.

El objetivo es encontrar los flujos más cortos, ya que esto usualmente se transforma en una reducción de tiempos y por ende de costos de operación.

Entre los métodos más renombrados para trabajar los costos, se encuentran: Fórmula de reducción de costos y los cinco principios y porqués.

La fórmula de reducción de costos suele implementarse cuando se trabaja en el diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Consiste en plantearse 6 preguntas claves

(columna 1) sobre qué puede sucederle a un elemento que fluya a través de la planta (columna 2), analizando qué decisión tomar para optimizar resultados, con respecto a eliminar, combinar, cambiar la secuencia o simplificar (columna 3).

<i>Pregunta</i>	<i>Para todo</i>	<i>Por tanto se puede</i>
¿Por qué?	Operación	Eliminar
¿Quién?	Transporte	Combinar
¿Qué?	Inspección	Cambiar la secuencia
¿Dónde?	Almacenamiento	Simplificar
¿Cuándo?	Retraso	
¿Cómo?		

Tabla 2.1. - Método de reducción de costos (Meyers y Stephens, 2012.)

Los cinco principios toman de referencia los conceptos de: 1. mantener sólo lo necesario, 2. acomodar y definir un espacio para cada cosa, 3. limpiar para ceder lugar a todo, 4. ordenar para una planta segura y con agilidad para acceder a los elementos y 5. ser estrictos para mantener los procedimientos y métodos a lo largo del tiempo. Están vinculados a los principios del método de las 5S, el que se explicará en capítulos posteriores.

Meyers y Stephens (2012) definen que los cinco por qué es un método que persigue profundizar en el problema para llegar a su causa raíz y reducir su posibilidad de aparición o repetición. Se parte de un problema puntual, debajo detallado un ejemplo:

La producción se paró.

1. ¿Por qué?
2. Sucedió un accidente a un operario. ¿Por qué?
3. No llevaba puestas sus protecciones. ¿Por qué?
4. Desconocía qué elementos de protección personal debía usar en el sector. ¿Por qué?
5. No había carteles en el área de trabajo. ¿Por qué?

No hay un procedimiento estandarizado desde higiene y seguridad para revisar que la cartelería de seguridad esté presente en todos los departamentos y los empleados la respeten, combinado con una capacitación deficiente del personal.

### 2.1.1. Procedimiento del diseño de instalaciones de manufactura

Según Meyers y Stephens (2012) los resultados y la calidad del diseño de una instalación de manufactura, dependen de la información tomada como input para el análisis, recabada por el planeador, mientras que el plano es la etapa final. La forma sistemática para pensar un proyecto de este tipo es:

1. Determinar el producto.
2. Definir el objetivo en cuanto a las unidades de artículos a producir por unidad de tiempo.
3. Establecer qué partes se fabricarán y cuáles se comprarán de proveedores.
4. Definir el proceso que tendrá cada parte que se producirá.
5. Secuenciar el ensamblado, en conjunto con el balanceo de la línea de ensamble.
6. Calcular tiempos estándares para cada operación.
7. Determinar la tasa de la planta, es decir qué tan rápido se necesita manufacturar.
8. Calcular el número de máquinas necesarias a partir de los puntos 6 y 7.
9. Balancear líneas de ensamble o celdas de trabajo. Dividir el trabajo según la tasa de cada línea.
10. Estudiar flujos de material para perfeccionarlos y reducir distancias recorridas mediante: Diagramas de cadena, de flujo o gráficas de proceso.
11. Determinar relaciones entre actividades realizadas por cada área y dentro de las mismas.
12. Distribuir cada estación de trabajo.
13. Identificar las necesidades de oficinas y de servicios para reservar el espacio requerido por el mismo.
14. Desarrollar requerimientos de espacio.
15. Tomar la decisión sobre qué equipo de manejo de materiales es el óptimo.
16. Armar un plan gráfico y forma de construcción, esto último en caso de que sea de cero.
17. Armar plan maestro.
18. Analizar las fallas y ajustar según necesidad y consejos.
19. Instalar la distribución, materializando las ideas.

### 2.1.2. Tipos y fuentes de los proyectos del diseño de instalaciones de manufactura

El diseño de estas instalaciones puede surgir por diferentes motivos: una nueva instalación sin adaptarla a algo que ya existe, pero comenzando de cero, un producto nuevo o un cambio de diseño para mejorar costo, calidad, facilidad de ensamble, una reducción de costo y retroajuste. (Meyers y Stephens, 2012)

El retroajuste, se refiere al proceso de optimizar la distribución de plantas antiguas, en este caso se cuenta con limitaciones de espacio, materiales, construcciones y resultan un obstáculo para el objetivo del proyecto.

### 2.1.3. Lista de materiales

Una ayuda importante en el diseño por sobre todo en la configuración de las celdas y la línea de ensamble es la lista estructurada de materiales. La misma enumera y proporciona información sobre los componentes y sub partes que conforman al producto final, identificando cada ensamble, subensamble y las partes requeridas en cada proceso. (Meyers y Stephens, 2012)

Permite conocer la composición del producto pero a su vez identificar el flujo de partes, si es necesaria una compra a proveedores especializados, conocido como compra externa o provienen de producción propia. Aquellas empresas que adquieren la totalidad de sus piezas de proveedores, se denominan plantas de ensamble.

Compañía: <u>ACME, Inc.</u>			Preparado por: <u>M.P.S.</u>		
Producto: <u>Supergismo</u>			Fecha: _____		
<i>Nivel</i>	<i>Núm. de parte</i>	<i>Nombre de la parte</i>	<i>Núm. de dibujo</i>	<i>Cantidad por unidad</i>	<i>Fabricar o comprar</i>
0	0012	Supergismo	0012	1	Fabricar
.1	0034	Estructura principal	0034	1	Fabricar
.1	0421	Soporte de 4'	0421	2	Fabricar
..2	0344	Correas sujetadoras	0344	4'	Comprar
.1	0113	Inserción de 1/4"	0113	2	Fabricar
..2	0123	Tubo	0123	1	Fabricar
...3	0014	Pintura clara		1 gal/100	Comprar
.1	0019	Abrazadera	0019	3	Fabricar
..2	0177	Tuerca de 1/4-20	0177	4	Comprar
..2	0192	Collar de 3/16"	0192	2	Fabricar
.1	0330	Cilindro	0330	1	Comprar

Figura 2.1.3. -Ejemplo de lista de materiales. (Meyers y Stephens, 2012)

#### 2.1.4. Estudio de tiempos

Los estándares de tiempo se tornan una información fundamental para la distribución de instalaciones. Entre sus principales usos o funciones se incluyen definición de presupuestos y control de costos, producción, planeación y administración de inventarios, pago de incentivos a trabajadores/as según rendimiento, y evaluación de métodos nuevos de operación. (Meyers y Stephens, 2012)

Identificar los tiempos estándares del proceso, es el punto de partida para balancear la línea de ensamble, y en este proceso definir la cantidad de personas y estaciones necesarias para alcanzar los volúmenes de producción proyectados.

##### 2.1.4.1. Estándar de tiempo

El concepto de estándar de tiempo consiste en el tiempo requerido para obtener un artículo en una estación de manufactura, cumpliéndose tres condiciones: 1. trabajador calificado y bien capacitado, cuanto más experiencia tenga seguramente mejores resultados se obtendrán; 2. manufactura a ritmo normal, mantener un ritmo constante sin llegar a extremos en condiciones normales; 3. hacer una tarea específica contando con una descripción de tarea detallada incluyendo métodos, materiales, herramientas y equipos, posiciones de materiales que entran y salen, y cuestiones adicionales para la operación. (Meyers y Stephens, 2012)

Profundizando sobre el uso del estudio de tiempos, se pueden adicionar a lo anterior mencionado: determinar el desempeño individual de cada trabajador e identificar y corregir operaciones que resulten problemáticas.

##### 2.1.4.2. Técnicas del estudio de tiempos

Para realizar una correcta distribución de planta o sala que sea eficiente, es necesario realizar un estudio de tiempos. Esto debe suceder en paralelo al diseño del trabajo y la definición de máquinas y estaciones.

Meyers y Stephens (2012) definen que existen cinco técnicas posibles para desarrollar un estudio de estándares de tiempo, entre las que se enumeran: 1. Sistemas de estándares de tiempo predeterminados, 2. Estudio de tiempos con cronómetro, 3. Muestreo del trabajo, 4. Datos estándares, 5. Estándares según la opinión de expertos y datos históricos.

Debajo se detallarán brevemente las cinco técnicas.

Sistemas de estándares predeterminados de tiempo: Es una técnica implementada cuando se necesita un estándar de tiempo en una fase de planeación de desarrollo de un producto nuevo,

disponiendo información general y definiendo el especialista lo necesario en referencia a herramientas, equipos y métodos de trabajo. Durante el desarrollo de cada etapa de estación de manufactura, se definirá un patrón de movimiento y medirán los mismos con el fin de asignarles un valor en tiempo para cuantificar las necesidades de personal, maquinaria, espacio y precio de venta.

Estudio de tiempos con cronómetro: Es el proceso en que se determina el tiempo que necesita un operador hábil y capacitado correctamente trabajando a un ritmo normal para realizar una tarea específica. Este estudio se puede definir en diez (10) pasos para dar soporte al especialista o profesional del tema, los cuales se pueden resumir en el siguiente orden:

1. Seleccionar el trabajo a estudiar
2. Recabar información acerca del trabajo
3. Dividir el trabajo en elementos
4. Hacer el estudio de tiempos reales
5. Extender el estudio de tiempos
6. Determinar el número de ciclos por cronometrar
7. Calificar, nivelar y normalizar el rendimiento del operador (no tomar de referencia al más rápido, lento o con actitudes negativas)
8. Aplicar tolerancias
9. Verificar la lógica
10. Publicar el estándar de tiempo.

Muestreo del trabajo: Es una técnica que consiste principalmente en la observación realizada por un técnico sobre el trabajo de los internos de la organización en cuanto a tiempo de trabajo y tiempo de ocio o puestos con personas activas y puestos donde al mismo momento no hay nadie trabajando. De los porcentajes de rendimiento que se obtienen se recomienda tomar un 10% de variación en más o menos, ya que depende del momento y de cuán profunda y perfecta fueron los datos registrados de la observación.

Datos estándares: Tomando de referencia estándares de tiempo establecidos con anterioridad, identificar qué situaciones podrían generar que el tiempo varíe de un trabajo a otro, para perfeccionar los mismos.

La opinión de los expertos en los estándares de tiempo y los datos históricos: Se refiere a una estimación de tiempos realizada por una persona con experiencia en el tema, que refleja lo necesario para realizar un trabajo puntual. Por lo general esta persona es el supervisor o gerente, dependiendo del tamaño de la empresa y la cercanía de los mismos con las operaciones puntuales

del sector en estudio. Por otra parte los datos históricos, constituyen un enfoque alternativo, pero no necesariamente reflejan el tiempo que debería tomar el trabajo, sino el real en el pasado.

En el siguiente cuadro, se define en función al ciclo de tiempo de cada operación y de los volúmenes de producción, cuáles consideran como métodos más eficientes a aplicar de los mencionados para cada situación.

<i>Ciclo de tiempo</i>	<i>Volumen de producción</i>		
	<i>Alto, miles</i>	<i>Medio, cientos</i>	<i>Bajo, decenas</i>
<b>Largo</b>	Muestreo del trabajo	Muestreo del trabajo Cronómetro	Opinión experta Muestreo del trabajo Historia
<b>Medio</b>	Muestreo del trabajo Cronómetro PTSS	Cronómetro Muestreo del trabajo	Opinión experta Historia Cronómetro
<b>Corto</b>	PTSS	PTSS Cronómetro	Cronómetro Opinión experta

Figura 2.1.4.2. -Ejemplo de lista de materiales. (Meyers y Stephens, 2012)

### 2.1.5 Análisis del proceso de ensamble

El ensamble junto con el embalaje, suelen ser los procesos posteriores de una planta de manufactura.

#### 2.1.5.1. Balanceo de la línea de ensamble

Balancear esta línea es importante para obtener los mayores rendimientos y a su vez darle más flexibilidad al proceso. A su vez hay otros propósitos que se desprenden de esto, entre los que se pueden mencionar. (Meyers y Stephens, 2012)

1. Igualar la carga de trabajo de cada estación/banco, mediante el desglose de la tarea en los movimientos básicos que la conforman, para redefinir tareas en labores con la misma o similar suma de tiempo.
2. Identificar el cuello de botella que limita los volúmenes de producción. Enfocarse en esta estación para eficientizar y obtener mejores resultados generales, ya que los resultados de la misma impacta en todas las otras.
3. Establecer la velocidad de la línea de ensamble.
4. Determinar el número de estaciones o bancos necesarios para poder cumplir con los objetivos de producción definidos con anterioridad.
5. Obtener la carga de trabajo porcentual de cada operador.
6. Auxiliar en la distribución de planta.

## 7. Reducir el costo de producción.

Con respecto al trabajo de empaque, se considera parte del trabajo de ensamble siempre que esté involucrado el balanceo de la línea de ensamble. El hecho de por qué no se considera un subensamble es porque no pueden almacenarse en pilas los productos ya listos para comercializar.

### 2.1.5.2. Diagrama de precedencias

Este diagrama resume las secuencias y los tiempos de realización de cada estación por la que pasa un producto al momento de ensamblar.

Según Dennis (2016) como primer paso deben definirse las tareas, los tiempos que demanda cada una con una unidad de medida de referencia, y el circuito en cuanto a precedencias entre sí indicando que cierta tarea no se puede llevar a cabo hasta que otra no se haya finalizado previamente.

Existen ciertas definiciones y conceptos claves de este esquema, que se detallan debajo según su orden de resolución para lograr equilibrar la línea de producción según Heizer y Jones (2007).

- Tiempo de ciclo o Takt time: Tiempo máximo del producto en proceso permitido por estación para alcanzar la demanda del mercado. *Tiempo de ciclo* =

$$\frac{\textit{Tiempo de producción disponible por día}}{\textit{Demanda diaria de unidades}}$$

- Número mínimo de estaciones: Es un valor teórico, que se redondea al número entero inmediatamente superior.

$$\textit{Número mínimo de estaciones} = \frac{\sum_{i=1}^n \textit{Tiempo para la tarea } i}{\textit{Tiempo ciclo}}$$

n= número de tareas total que resultan del montaje.

- Equilibrar la línea: Asignar tareas de montaje específicas a cada estación de trabajo, de manera tal que se igualen o sean lo más similares posibles la suma de los tiempos de operaciones realizadas en cada estación.

### 2.1.6. Orientación de la distribución

Como mencionan Meyers y Stephens (2012) existen dos orientaciones básicas para la distribución: Producción en masa y trabajo en taller.

En cuanto a la producción en masa, la misma se orienta al producto y se sigue una trayectoria fija a través de las instalaciones. Las máquinas se agrupan en función a las familias de partes o productos, simplificando el flujo y a su vez por lo general los operadores de cada celda se

capacitan en varias operaciones para dar flexibilidad lo cual se refleja en la calidad resultante del producto.

La distribución de trabajo en taller es guiada por el proceso, dependiendo por cuál maquinaria o estación tiene que pasar el producto, por lo general cuando las trayectorias no son fijas.

Por lo general, en la sala de ensamble se implementa la orientación de producción en masa.

### **2.1.7. Análisis de flujo**

Este análisis es fundamental en el proceso de distribución de planta y de manejo de materiales según afirman Meyers y Stephens (2012). A través de este se analizan las trayectorias de las operaciones que conforman una planta o sala de trabajo, con el objetivo de reducir distancias, retrocesos, tráfico cruzado y costo de producción.

El flujo productivo está muy ligado a la productividad y rentabilidad, y de esta forma una distribución que dé como resultado un flujo eficiente dará mayores resultados frente a otro con cruces, largas distancias, posiciones o alturas inalcanzables.

Uno de los métodos para optimizar el flujo es desarrollar o agrupar en clases o familias de productos o partes, con procesos similares, implementando la tecnología de grupo.

Este flujo difiere principalmente dependiendo de los dos tipos básicos de orientación de distribución de las instalaciones, mencionadas en el punto 2.1.6.

Las diferencias que se pueden mencionar entre la distribución orientada al proceso y la orientada al producto son: Flujo de material más suave en lo orientado al producto frente al proceso ya que se sigue una trayectoria fija con secuencia definida previamente, pero esto por lo general tiene como consecuencia que se adquieren maquinarias que solamente sirven para una parte del proceso puntual con tarea especializada y no son multifuncionales, limitando frente a cambios de disposición o proceso productivo en sí. Por otra parte, en cuanto a herramientas de gestión y procesos, son más sencillas de desarrollar y aplicar en una distribución orientada al producto.

Un gran número de plantas por lo general comienzan con un flujo eficiente, pero van perdiendo la virtud al expandirse y crecer y no redefinir la distribución de personal y equipos, dejando de lado la consideración sobre el flujo del producto.

Con respecto a las plantas pequeñas, pueden tolerar esto porque las operaciones son compactas, las distancias son cortas, y los operarios pueden tener más contacto entre sí, pero en

grandes dimensiones estos problemas se hacen más visibles. Esta distribución suele verse como beneficiosa o al menos no se vinculan directamente las deficiencias a esto, pero no resulta bueno para el flujo del producto, ya que existen pérdidas como consecuencia de estos déficits, como manejo excesivo de material, movimiento continuo, grandes requerimientos de inventario, lo cual deriva en un proceso más caro.

#### 2.1.7.1. Flujo total de la planta

En la presente sección se define el diagrama de flujo, técnica utilizada para analizar el flujo de una planta según Meyers y Stephens (2012).

##### 2.1.7.1.1. DIAGRAMA DE FLUJO

Esta herramienta permite plasmar la trayectoria recorrida por un producto o parte del mismo desde su recepción, paso por almacenes, fabricación y subprocesos vinculados, sub-ensamble, ensamble final, empaque, almacenamiento y envío. Esto es realizado dibujando la secuencia en la distribución existente de la fábrica, con el objetivo de identificar y reducir el tráfico cruzado donde líneas de flujo se crucen entre sí, los retrocesos con movimientos hacia atrás del material y por último la distancia recorrida que impacta en tiempos y por ende costos y a mayor distancia se aumenta la posibilidad de que se incrementen las dos ineficiencias antes mencionadas.

El tráfico cruzado no es deseado en los flujos ya que puede provocar accidentes, demoras, desvíos, mayores distancias recorridas. (p.152)

Los retrocesos también deben reducirse y tender a eliminarse, ya que la trayectoria ideal del producto es comenzar desde recepción y siempre moverse en la dirección y sentido hacia donde se encuentre el despacho del producto. (p.154)

Para reducir los tres ejes antes mencionados, por lo general se debe realizar una redistribución sobre maquinarias y materiales en función a la trayectoria del producto.

##### 2.1.7.1.1.1. PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE UN DIAGRAMA DE FLUJO

A continuación, se enumera el procedimiento para obtener un diagrama de flujo en tres pasos. (Meyers y Stephens, 2012).

1 - Este diagrama comienza con una distribución que puede ser existente o propuesta, dibujada a escala la cual luego se estudiará y buscará de eficientizar.

2 - Tomando de referencia la hoja de ruta, se dibuja cada etapa de la fabricación de las partes que componen al producto final, conectando a través de una línea.

3 - Luego con las partes ya fabricadas, se procede a la definición de la secuencia específica en la línea de ensamble. En principio hay que considerar de dónde provienen las partes individuales, ya sea de procesos internos de fabricación o de almacenes porque son adquiridas de proveedores. Así todas las líneas de ensamble se reúnen, continúan por el empacado, el almacén y el envío.

#### 2.1.7.2. Resultados análisis de flujo

De esta manera, posterior a un análisis de flujo, se obtienen mejoras en la distribución, aumentando eficiencia y eficacia lo cual va de la mano de la reducción de costos, mediante la eliminación o combinación de etapas y reacomodamiento de equipos para eliminar las principales tres ineficiencias antes mencionadas, teniendo en cuenta los requerimientos de operaciones, manejo de materiales y sus respectivos almacenamientos.

#### 2.1.8. Recepción y envíos

Constituyen el comienzo y el final del proceso en una planta productiva, existen dos posibilidades por lo general y las cuales condicionan el flujo del material, puede ser que ambos procesos estén ubicados en el mismo punto o en extremos de la construcción. (Meyers y Stephens, 2012).

La primera de las posibilidades hace referencia a un flujo centralizado de recepción y envío, lo cual permitirá tener un equipo de trabajo para ambas operaciones, mejor utilización del espacio y reducción de costos constructivos y de maquinaria ya que los procesos de carga y descarga requieren movimientos y espacios y construcciones similares. Pero al mismo tiempo se puede generar congestión si ambas operaciones suceden en el mismo momento, con menor disponibilidad de equipos físicos y humanos y a su vez pudiendo generar lesiones y daños a productos. Por ello se define que el flujo más eficiente de materiales se obtiene al pasar en forma recta por la planta.

A su vez existe otra posibilidad de tener varios puntos físicos de recepción, diferenciando si la pieza es un insumo que luego será transformado en la línea de fabricación o si directamente se utilizará para el ensamble sin ningún proceso previo.

Esta decisión dependerá de la ponderación sobre ventajas y desventajas y la disponibilidad de espacio.

#### 2.1.8.1. Instalaciones requeridas para el proceso de recepción y envío

Tomando de referencia las instalaciones necesarias enumeradas por Meyers y Stephens (2012) para la descarga de mercadería/ insumos productivos, se pueden listar: plataformas, rampas, pasillos, estacionamientos exteriores, espacio para maniobras, oficinas, entre otras instalaciones. Los tamaños dependen de los camiones que realizan la descarga y del tamaño de productos y cajas que se reciben.

##### 2.1.8.1.1. PUERTAS PARA PLATAFORMAS

El número de puertas para plataformas depende directamente de la tasa de arribo y posibilidad de superposición de entrega por parte de proveedores y también de la tasa de servicio, es decir el tiempo promedio de descarga. Un ejemplo es si llegan a la empresa 14 camiones para descargar por hora, y cada uno demora en promedio 30 minutos en ser descargado, se necesitarán 7 plataformas de descarga, ya que la capacidad de cada una es de 2 camiones por hora. (p. 227).

##### 2.1.8.1.2. PLATAFORMAS, ELEVADORES Y TABLEROS PARA PLATAFORMAS

Herramientas o soportes que se usan generalmente para compensar la diferencia entre el piso de las construcciones y la plataforma de los camiones. (p. 227).

##### 2.1.8.1.3. PASILLOS

Deben considerarse las dimensiones de los equipos que se utilizarán para mover los materiales, ya sea exteriormente un camión o interiormente un elevador, y a su vez tener presente si ese vehículo llevará cargado algún material sobresaliente. (p. 227).

Se profundiza sobre este punto en el inciso 2.1.9.4.

##### 2.1.8.1.4. OFICINAS

En el diseño de oficinas hay que considerar que deben incluirse espacios para colocar un escritorio, archivos de órdenes de compra o remitos, excedentes, faltantes y daños ya sea de insumos directos de proveedores o de recepción y producción, dependiendo si el punto donde se encuentra la oficina es un punto de recepción y envío o sólo una de las dos operaciones. (p. 228).

#### 2.1.8.1.5. BALANZAS PARA PESAJE

En los puntos donde se realiza la recepción o envío de productos, hay que disponer un espacio particular para las balanzas que realizan los pesajes de cajas provenientes de proveedores o de aquellas resultantes de la producción interna, listas para ser comercializadas. (p. 231).

#### 2.1.9. Almacén y estanterías

A continuación, se describen conceptos técnicos que intervienen en el diseño de un almacén y el cálculo teórico de su capacidad, de acuerdo con lo desarrollado por Meyers y Stephens (2012).

##### 2.1.9.1. Política inventario

La política de inventario de una empresa va a depender de los volúmenes promedio productivos y los requerimientos que deriven de esto, pero equilibrando con los espacios e instalaciones disponibles en planta. Una correcta gestión integral de inventario, habilitará a la empresa a conocer anticipadamente y de manera confiable cantidades y niveles, productos con mayor y menor rotación, momentos de reabastecimiento, situación económica en cada periodo, entre otros factores.

Entre las consideraciones que se deben tener, hay que tener presente que el inventario es un activo que se deprecia y que tiene costo fijo, pero que a su vez los desabastecimientos son oportunidades perdidas en el mercado lo que se traduce en menores ganancias y a mayores volúmenes de compra a proveedores los costos de adquisición disminuyen.

##### 2.1.9.2. Almacenes

Los almacenes hacen referencia a un área reservada para guardar hasta el momento indicado de su uso materias primas, partes y suministros. Por este motivo es que existen distintos tipos de almacenes según lo antes mencionado.

El espacio de estos tiene que calcularse teniendo presente los requerimientos totales, por lo general los que más volumen total demandan son los de materias primas o partes terminadas. Los procedimientos para definir espacios necesarios son similares para todos los tipos.

Hay que tener presente que la política de inventario es un condicionante e información de entrada para su definición.

#### 2.1.9.2.1. UNIDADES DE ALMACENAMIENTO

Existen diferentes tipos de configuraciones para las unidades de almacenamiento. Entre las que se pueden optar por:

Anaqueles para guardar partes pequeñas.

Armazones: Para guardar material sobre plataformas. Estos también pueden ser de doble profundidad o portátiles (añadiendo plataformas a medida que es necesario).

Mezzanines: Construidos en altura para incrementar el área de almacenamiento. Por lo general se construyen anaqueles sobre los mismos.

Cajones: Para almacenar partes pequeñas en un área chica.

Estas alternativas pueden combinarse entre sí para dar mayor flexibilidad a las unidades de almacenamiento, dependiendo de las unidades de almacenamiento que se utilicen en la empresa.

#### 2.1.9.3. Maximizar el uso del espacio volumétrico

Para lograr el objetivo de maximizar el uso del espacio volumétrico se requiere de la implementación de elementos de diferentes tamaños y capacidades, como ser armazones, estantes y mezzanines y en paralelo minimizar los espacios vacíos y para pasillos.

Un criterio que suele utilizarse para el almacenamiento, es definir espacio para el 50 por ciento del inventario requerido, considerando que en promedio tomando de referencia picos máximos y mínimos, un almacén con capacidad para la máxima en promedio estaría lleno al 50 por ciento y en estos casos para momentos críticos donde las cantidades sobrepasan este valor, se almacenan los insumos en lugares aleatorios registrándose mediante un sistema automático, para que luego cuando se libera el espacio localizarlo rápidamente y reubicarlo.

Para materializar este concepto es que se adjunta un gráfico debajo.

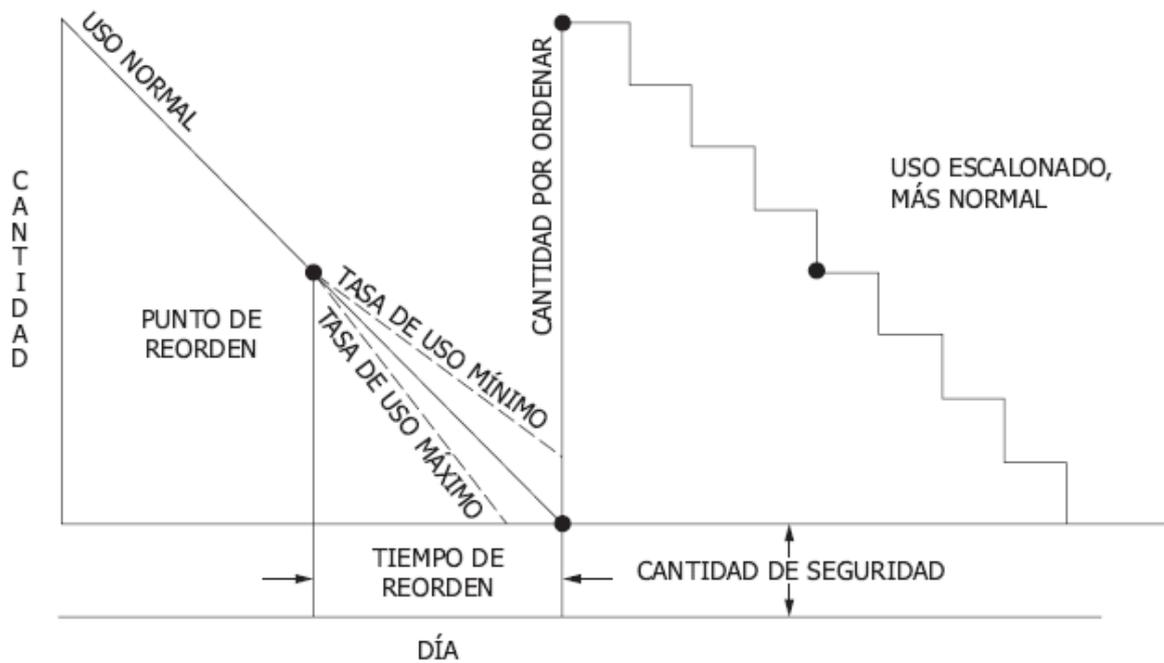


Figura 2.1.9.3. - Gráfico sobre el consumo de insumos y tiempos de pedido

**Definiciones:**

1 - Unidades disponibles: En el eje de coordenadas se representa la cantidad de unidades que permanecen en el inventario.

2 - Días: En el eje de abscisas se mide el día del año que representa hoy.

3 - Cantidad por ordenar: Representa el número de unidades que se ordenan por vez, esto va a depender del período de tiempo por el cual se pide y espera cubrir, considerando la capacidad máxima y la cantidad mínima de unidades sin tocar el stock de seguridad.

4 - Uso normal: Tasa de uso que refleja el balanceo que hay al final de cada día en promedio.

5 - Uso mínimo: Tasa de consumo levemente más baja, tendencia con menor pendiente, ya que el tiempo en consumirse es menor al uso normal.

6 - Uso máximo: Tasa de producción levemente más rápida en la que se consumen las partes.

7 - Distribución normal entre las tasas de uso mínimo y máximo: Refleja una curva de distribución normal, representando que en la mitad de las situaciones la tasa de uso es más rápida de lo normal y en la otra mitad es menor, compensando.

8 - Cantidad de seguridad: Se define para respaldar a la producción, considerando la variabilidad promedio de los tiempos de entrega y la producción, también promedio, en ese tiempo.

9 - Puntos de reorden: Es el momento en que según el nivel de inventario es necesario pedir un nuevo lote de producto, ya que se calcula que en el tiempo promedio que demora ese pedido se llegará a la cantidad mínima sin incluir el Stock de seguridad.

10 - Tiempo de reorden: Es el tiempo en días que transcurre entre la orden de material nuevo y la recepción en almacenes de los mismos, ya disponibles para su utilización en el proceso productivo.

11 - Uso escalonado: Llevado a la realidad, contabilizando la utilización al finalizar cada día en lugar de cada unidad consumida.

#### 2.1.9.3.1. HOJA DE CÁLCULO PARA LOS REQUERIMIENTOS DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO

Para realizar esta hoja de cálculo de forma eficiente y con resultados, deben considerarse y medirse en volumen todos los elementos necesarios de almacenamiento identificando de esta forma la necesidad de espacio.

Los pasos a seguir se enumeran en:

1 - Enlistar materias primas y partes adquiridas en el exterior, definiendo el número de partes y su nombre, en las columnas 1 y 2 respectivamente.

2 - De cada artículo identificado, enlistar la longitud, ancho, alto y el volumen para cada parte, en las columnas 3,4,5 y 6.

3 - En la columna 7 se define la cantidad establecida por la política de inventario dividida entre 2.

4 - Luego, en la columna 8, se enlistan el número de unidades de almacenamiento que requiere cada parte. Dependiendo del volumen que ocupe cada parte es que puede almacenarse en entrepaños o plataformas.

#### 2.1.9.4. Pasillos

Los pasillos son protagonistas en el diseño de una instalación de manufactura ya que están presentes y distribuidos en toda la planta, el foco debe estar en que los pasillos no consuman la mayor parte del espacio de la planta, pero sí debe considerarse que son para que la gente circule, así como también el equipo y material y por ende el dimensionamiento depende de estos valores.

La longitud de los pasillos, se verá condicionada por la necesidad existente de almacenamiento, la disposición de estanterías y su capacidad de almacenamiento.

Los pasillos para dos personas deben tener al menos un ancho de 1,5 m, por otra parte si se utiliza montacargas hay que tener en consideración el ancho del equipo o si lleva carga sobresaliente contabilizar esta última y adicionarle un espacio de seguridad de 0,6 m aproximadamente.

El objetivo es que los pasillos sean largos y estrechos, distribuyéndose a través de la planta desde la recepción hasta los envíos.

Con el objetivo de reducir los mismos, se puede tener como referencia usar vehículos para manipular objetos, donde la persona que lo maneje esté de pie debido a su menor radio de giro, o utilizar armazones o estanterías con doble profundidad para reducir el número de pasillos a la mitad.

Reduciendo el espacio de pasillos, se optimiza la disponibilidad para almacenamiento o para equipos para la producción.

#### 2.1.9.5. Manejo de materiales

El manejo de materiales es una operación fundamental dentro de una industria manufacturera y consiste en llevar el material y su cantidad correcta, al lugar correspondiente en el momento preciso en que se requiera para minimizar los costos de producción y reducir al mínimo los traslados y posibilidad de accidentes potenciales. (p. 287):

Puede realizarse el movimiento con diversos equipos, esto estará condicionado en función al tipo de material, sus dimensiones y las cantidades a trasladar.

Existen sistemas de control del manejo de materiales, que permiten identificar rápidamente y tener los registros actualizados sobre inventarios tanto de insumos como de producto terminado, en cuanto a su localización, cantidad, tamaño de lote, stock de seguridad, técnicas de identificación, entre otros.

No es posible realizar una distribución de planta sin considerar esta operación, ya que en función a la optimización del manejo de materiales es que se definirán la ubicación de estanterías,

equipos y movimientos del personal. Puede que este movimiento se realice de forma manual o automática, por grandes o pequeños volúmenes, almacenado en alturas o a nivel del piso, es decir las combinaciones posibles son muchas pero hay que definirlo de un principio y si se realiza una modificación reconsiderar la distribución general.

Es fundamental realizar una correcta selección del equipo a utilizar para el movimiento, ya que el mismo suele ser costoso. Aquellos que no requieren energía eléctrica para funcionar son muy eficientes en referencia a costo, por lo que de ser posible se debe pensar en su implementación, entre estos se encuentran: Caídas por gravedad, rodillos, carros y gatos de mano son los más populares.

#### 2.1.9.5.1. OBJETIVOS DEL MANEJO DE MATERIAL

Entre los principales objetivos del manejo de material se encuentran: reducir costos unitarios de producción, seguridad en las maniobras y reducir tiempos. Para alinearse y lograr esto es que deben cumplirse ciertos subobjetivos enumerados debajo (p. 290):

- 1 - Enfocarse en la calidad del producto, reduciendo daños y protegiendo los materiales
- 2 - Velar por la seguridad y condiciones del trabajo
- 3 - Aumentar la productividad implementando una o varias de las siguientes acciones:

Mover los materiales en línea recta con la menor distancia posible, implementar el uso de gravedad, movimientos masivos, automatizar operaciones vinculadas, mejorar constantemente el manejo.

4 - Optimizar el uso de las instalaciones a través de: Uso de espacio volumétrico, equipos versátiles y estandarización de los mismos.

- 5 - Reducir el peso inútil.
- 6 - Controlar el inventario.

#### 2.1.9.5.2. PRINCIPIOS DEL MANEJO DE MATERIALES

A continuación, se definen de manera simplificada algunos de los principios resaltados por Meyers y Stephens (2012) sobre el manejo de materiales, seleccionando aquellos que tienen mayor relevancia para el desarrollo del presente proyecto:

Principio de planeación: Planear el almacenamiento y manejo de materiales con anticipación.

Principio del flujo de materiales: Establecer una secuencia de operaciones y distribución de equipos de forma tal que se optimice el flujo del material y se reduzcan los obstáculos.

Principio de simplificación: Identificar si existe la posibilidad de eliminar, combinar, reducir distancias o simplificar, en ese orden, en el movimiento de material. Para la simplificación se propone usar carros en lugar de cargas manuales, transportadores de rodillos, rampas o caídas, mesas de rodillos, mecanización o automatización.

Principio de gravedad: Usar la gravedad, método gratuito, para el movimiento del material, sin esfuerzos adicionales.

Principio de utilización del espacio: Usar al máximo posible el volumen del inmueble, aprovechando el apilamiento de materiales en altura.

Principio del tamaño unitario: Aumentar cantidad, tamaño o peso de cargas unitarias para reducir los movimientos. Se considera a la carga unitaria como aquella que está conformada por muchas partes que se mueven como una sola. Las limitaciones ante esto son: el costo de separar las partes una vez que finaliza el movimiento, acumulación de peso inútil como por ejemplo cajas, necesidad de equipo con mayor capacidad de carga y espacios mayores para dejar esta carga unitaria.

Principio de selección del equipo: Considerar aspectos del material que se manipulará y en función a ello los métodos y movimientos.

Principio de estandarización: Estandarizar métodos de manejo, entre los que se puede optar por cajas de plástico, contenedores, plataformas, anaqueles, armazones, transportadores, camiones, etc. Según la decisión es que se tendrá asociado un costo, que incluye el de la compra del equipo, su posterior mantenimiento y el costo de operación que incluyen principalmente el costo de capacitar al personal para su uso y la energía consumida.

#### 2.1.9.5.3. EQUIPOS PARA EL MANEJO DE MATERIALES

Para el manejo de materiales, el equipo es un punto clave a definir. El mismo se puede agrupar en cuatro grupos: de ruta fija, de área fija, de ruta y área variable y de herramientas y equipos auxiliares y a su vez se puede realizar según Meyers y Stephens (2012) una subclasificación dependiendo del proceso para el que se lo utilice.

Equipos de ruta fija: Para manejar el material a través de una trayectoria fija que no se modifica.

Equipos de área fija: Con alcance para cualquier punto dentro de una zona tridimensional determinada.

Equipos de ruta y área variable: Para mover material a través de cualquier área. Una de las posibilidades son los carros de mano de dos o cuatro ruedas, gato de mano o elevador hidráulico,

plataformas y montacargas. Este último enumerado es el más conocido para carga y descarga y manejo de material en PyMEs, debido a su versatilidad, por lo general elegidos para estandarizar los procesos de manejos.

Equipos auxiliares y herramientas: Entre los que se pueden enumerar plataformas, patines, contenedores.

#### *2.1.9.5.3.1. EQUIPO MÓVIL PARA ALMACENES*

Hay varios tipos de vehículos según los autores antes mencionados, que son eficientes en almacenes por sobre todo para pasillos angostos, entre los que se encuentran:

1- Carro de alcance: Permite apilar plataformas y moverlas en conjunto debido a su aditamento similar a unas tenazas. (p. 329) (Imagen 2.1.9.5.3.1.1.).

2- Carro de tijeras: Tiene la capacidad de aprisionar una plataforma con un soporte frontal sobre el piso, a ambos lados de ella. (p. 329) (Imagen 2.1.9.5.3.1.2.).

3- Carro elevador de cambio lateral: Es el equipo móvil mencionado en este punto que ahorra mayor cantidad de espacio en pasillos angostos de los almacenes, y a su vez tiene la capacidad de mover piezas largas. (p. 331) (Imagen 2.1.9.5.3.1.3.).

4- Dollies y rueditas: Utilizados para mover equipos, colocando estos equipos por debajo del objeto a mover, de esta forma al tener ruedas es menor el esfuerzo manual que debe hacer la persona que lo manipula. (p. 331) (Imagen 2.1.9.5.3.1.4.).

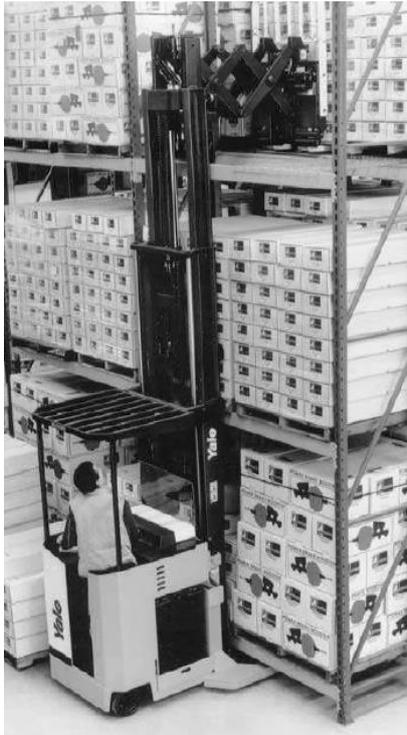


Imagen 2.1.9.5.3.1.1.- Carro de alcance (Stephens, 2012)

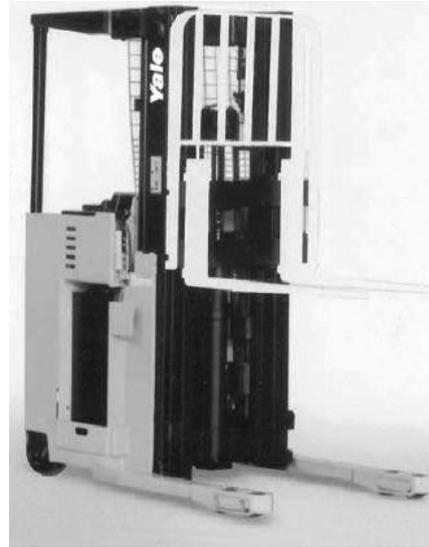


Imagen 2.1.9.5.3.1.2- Carro de tijeras (Meyers y



Imagen 2.1.9.5.3.1.3 - Carro elevador de cambio lateral (Stephens, 2012)



Imagen 2.1.9.5.3.1.4- Dollies y rueditas (Meyers y

### 2.1.9.5.3.2. EQUIPO PARA ENSAMBLE

En el proceso de ensamble y subensambles secundarios existen una gran cantidad de elementos y equipos para el movimiento del material. Para estos manejos pueden utilizarse

métodos que también se utilizan para el área productiva, como ser contrapesos, contenedores de piezas, tinas y cestas y transportadores.

Contenedores de piezas: Por lo general son cajas resistentes, que tienen la capacidad de apilarse entre sí y que se utilizan para mover varias piezas en cargas unitarias, para reducir la cantidad de movimientos. (p. 336) (Imagen 2.1.9.5.3.2.1).

Tinas y cestas: Son similares a los contenedores pero de mayores dimensiones y capacidad, la consecuencia que genera esto es que al tener mayor profundidad, sea más complejo retirar las piezas que quedan en el fondo. (p. 336) (Imagen 2.1.9.5.3.2.2).

Cestas de caída por el fondo: Un armazón es responsable de mantener la cesta en un plano inclinado, de esta forma las partes caen desde el fondo de la cesta al frente y la persona encargada de trabajar con estas piezas tiene un acceso más ágil. (p. 338) (Imagen 2.1.9.5.3.2.3).

Contrapesos: Mantienen la herramienta de trabajo en una posición cómoda para quien está realizando la operación y a su vez con el contrapeso se logra que casi no tenga peso alguno para manipularlo, reduciendo el esfuerzo físico al máximo. (p. 340) (2.1.9.5.3.2.4).

Ruedas de patines y transportadores rodantes (no energizados): Se utilizan para guiar el material por una cierta dirección, se aplica la gravedad ya que la pendiente se ajusta para que las partes rueden sin requerir energía eléctrica, en caso de que alguna pieza no lo hiciese individualmente se coloca sobre alguna superficie que sí lo haga. (p. 351) (2.1.9.5.3.2.5).

Transportadores de rodillos energizados: Similar al anterior, pero su funcionamiento es accionado por energía, por lo general para transportar por trayectorias fijas extensas. (p. 353) (2.1.9.5.3.2.6)

Transportadores tipo carro: Se utiliza un cable, el cual tirando del mismo se acciona el sistema a través de una trayectoria fija. Este transportador se desplaza a través de un riel. (p. 353) (Imagen 2.1.9.5.3.2.7).

Transportadores de tablillas: Sus tablillas pueden ser de madera o metal y lo que los mueve son cadenas paralelas ubicadas y unidas a cada una por los costados del transportador. (p. 354) (Imagen 2.1.9.5.3.2.8).



Imagen 2.1.9.5.3.2.1- Contenedores de piezas  
(Meyers y Stephens, 2012)



Imagen 2.1.9.5.3.2.1.2 - Tinas y cestas

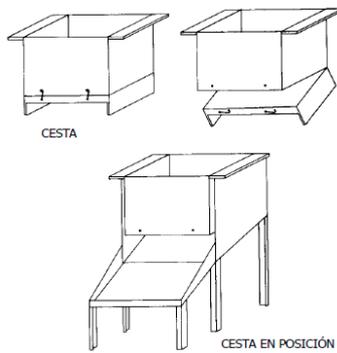


Imagen 2.1.9.5.3.2.3. - Cestas de caída por el fondo (Meyers y Stephens, 2012)



Imagen 2.1.9.5.3.2.4 - Contrapesos  
(Meyers y Stephens, 2012)



Imagen 2.1.9.5.3.2.5. -Transportador de rodillos energizados

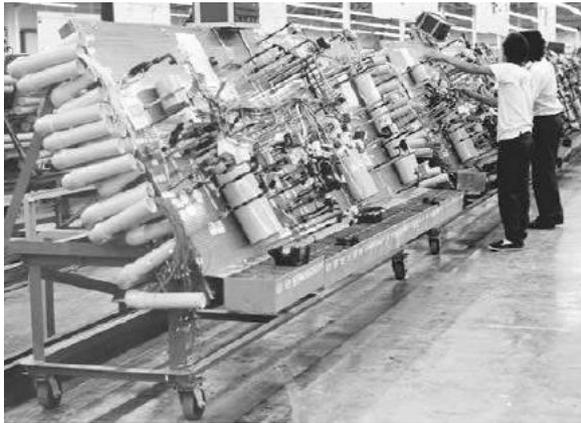


Imagen 2.1.9.5.3.2.6.- Transportador tipo carro  
(Meyers y Stephens, 2012)

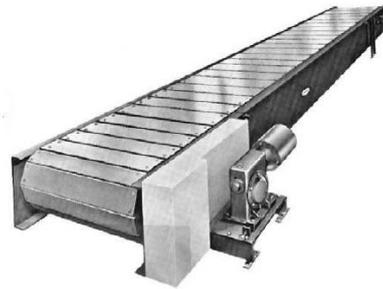
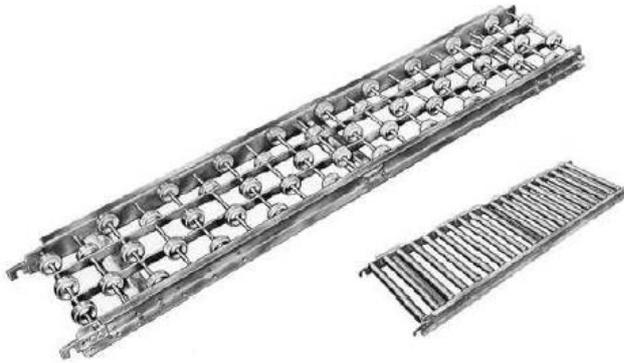


Imagen 2.1.9.5.3.2.7. - Transportador de tablilla



■ Cambio de ruedas de patín de seis modos

Este cambio de ruedas de patín de "seis modos" está diseñado para transferir productos desde dos líneas divergentes hacia una principal. Esta unidad también se provee con rieles especiales removibles.

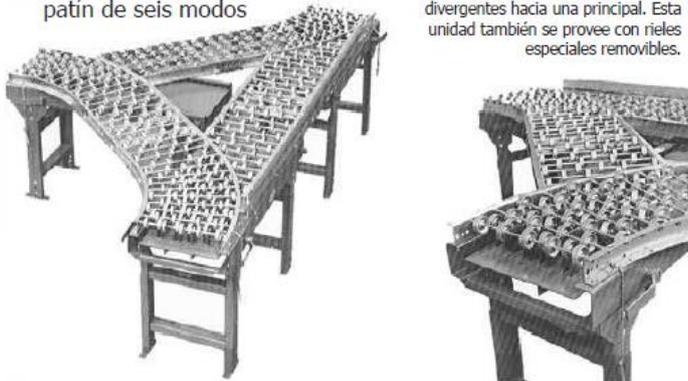


Imagen 2.1.9.5.3.2.8. - Ruedas de patines y transportadores rodantes (no energizados). (Meyers y Stephens, 2012)

## 2.2. Layout

El layout dentro de una empresa, es una decisión estratégica de las más importantes, ya que en función al diseño de la distribución de procesos, equipos y personal, se construye la estrategia de competencia en el mercado, ya sea por diferenciación, bajos costos o rapidez en la respuesta según los autores Heizer y Jones (2007).

Toda concepción de layout tiene que maximizar el uso de sus recursos, mejorar los flujos existentes y condiciones de seguridad de los trabajadores, y diseñar de manera tal que se caracterice por su flexibilidad.

Por lo último mencionado en el párrafo anterior, es que se debe pensar en equipos y estructuras móviles, ya que el mercado, ya sea con mayor o menor intensidad, tiene cambios más bruscos que años atrás y hay que adaptarse rápidamente para no perder cuota de mercado y aprovechar las oportunidades, así como también tener empleados polivalentes.

### 2.2.1. Tipos de Layout

Las decisiones que involucran definir un layout, por lo general persiguen obtener la mejor ubicación de la maquinaria, de despachos, almacenes, mesas de trabajo entre otros, para obtener el flujo más adecuado.

Tomando de referencia aquellos definidos por Heizer y Jones (2007) existen diferentes tipos de layout que se enumeran a continuación y se explican en secciones posteriores:

Layout de posición fija o de proyecto: Se implementan por sobre todo cuando los proyectos o productos con los que se trabaja son voluminosos.

Layout orientado al proceso: Protagonista en la producción de bajo volumen y alta variedad.

Layout de célula de trabajo: La maquinaria y los equipos de trabajo se agrupan de manera tal de trabajar sobre la producción de un único producto o productos similares.

Layout orientado al producto: Enfocado en una producción repetitiva y continua, por sobre todo las líneas de fabricación y ensamble.

#### 2.2.1.1. Layout de posición fija o de proyecto

En este caso, el producto o proyecto permanece fijo y los trabajadores y equipos se mueven alrededor. Los principales desafíos son: el espacio limitado, el excesivo movimiento de

material de un punto hacia donde está el centro del trabajo y que el volumen de material es dinámico.

#### 2.2.1.2. Layout orientado al proceso

En este tipo de layout la distribución se concentra en establecer los principales procesos por los que pasan los productos de una planta. Por lo general se hace de esta forma cuando la variedad es amplia y la cantidad de cada producto final es baja, por lo tanto no se justifica establecer líneas que sigan una secuencia puntual ya que existe variedad en esto.

Según las operaciones que requiera cada producto es que se van combinando y enviando por diferentes etapas o procesos. Esto le da flexibilidad a la planta en cuanto a la asignación de equipos y tareas, ya que las maquinarias son más genéricas y se pueden utilizar para diferentes productos y al mismo tiempo es reemplazada más fácilmente ante una avería, pero al no ser especializada en ciertas tareas suele demandar mayor tiempo de programación o puesta a punto entre cada cambio.

Lo que se persigue al diseñarlo es analizar y distribuir cercanas las secciones por proceso que mayor intercambio tienen entre sí, y en consecuencia se minimizan los costos los cuáles mayormente se miden en distancia recorrida.

#### 2.2.1.3. Células de trabajo

Se centra en la producción de un único producto o grupo de productos relacionados, de esta forma se reorganiza a las personas o máquinas que estarían dispersas en la planta alrededor de los mismos.

Con esta distribución, se consiguen ciertos beneficios: reducción de inventario de trabajo en curso como así también de producto terminado, menor espacio porque todo se concentra en un punto, menor headcount porque uno de los objetivos es poder alternar las tareas y reemplazarse entre sí, fomento del trabajo en equipo y mayor responsabilidad sobre cada celda de trabajo en cuanto a resultado.

#### 2.2.1.4. Layout orientado al producto

Es el que mejor se adapta cuando los tipos de productos que se fabrican se mantienen constantes, con altos volúmenes productivos. De esta forma se diseña el proceso en función a las etapas por las que pasa esta familia de productos.

Por lo general en este caso, al enfocarse en el producto y no en el proceso, se adquieren maquinarias especializadas en la operación puntual, lo que da mayor calidad pero menor flexibilidad. A su vez, de la mano de la maquinaria, hay que garantizar el suministro de materias primas y componentes adecuados y con la calidad necesaria.

Un claro ejemplo de este tipo de layout son las líneas de producción y ensamble. Tomando de referencia la última mencionada, este proceso se caracteriza por ser repetitivo, puede que incluya pequeñas variaciones. Para lograr éxito es necesario contar con una línea equilibrada en tareas y tiempos por cada estación, sin perder el target de producción diaria garantizando un flujo eficiente desde la línea de fabricación hasta el embalaje del producto.

El objetivo principal es minimizar el desequilibrio en la línea de fabricación o montaje.

Como ventajas de esta distribución se pueden mencionar: Bajos costos por productos estandarizados y por reducido manejo de materiales e inventario de productos en curso, formación y supervisión más sencilla y producción rápida. Mientras que como contracara se puede enumerar que debe justificarse la estandarización con altos volúmenes de producción, los cuellos de botella se convierten en una amenaza mayor por existir un flujo que si se frena retrasa lo siguiente y por último deficiente flexibilidad.

## 2.3. 5S

### 2.3.1. Introducción a las 5S

Las 5S es una metodología que fue implementada en sus principios por el grupo Toyota, en los años 60, con el objetivo de trabajar en lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

Esta metodología dio resultados y comenzó a esparcirse en diferentes países e industrias. Dorbessan (2006) en su bibliografía sobre esta temática, explica que el nombre característico surge del significado de sus siglas en japonés, las cuales son: Seiri (separar), seiton (ordenar), seiso (limpiar), seiketsu (estandarizar) y seiketsuke (autodisciplina) y define otros conceptos claves para su implementación que serán descritos a continuación en el presente capítulo. Si bien esto introduce una idea de mejora, se consiguen mejores resultados al aplicarlos de manera grupal y esto es lo que se propone.

Mediante su implementación se persiguen objetivos diversos pero que todos se concentran en la mejora continua y eficientización de procesos y por ende de resultados. Si se trabaja correctamente a diario alcanzando las metas, se pueden conseguir los siguientes beneficios: mejora de calidad, productividad, seguridad y ambiente de trabajo, favorecimiento de la interacción y comunicación interna, instaurar el aprendizaje en conjunto de la organización y fomentar la contribución de todos en el proceso.

Introducirlo en una empresa implica cambiar en la manera de pensar a nivel grupo y de actuar. Este cambio se persigue reemplazando conocimientos y maneras de hacer las cosas antiguas por nuevas y hacerlas parte del día a día. Para esto debe instaurarse una comunicación continua donde la escucha y la participación colaborativa sean las protagonistas, ya sea una comunicación formal o informal.

La comunicación formal es aquella que surge del despliegue según las relaciones jerárquicas y organigrama de la empresa, por lo general es descendente, mientras que la informal refiere a aquellas consecuencias de las relaciones personales entre compañeros, por lo general horizontal. Las mismas se complementan entre sí.

Cuanto más se fomente y trabaje sobre la comunicación, más valores se desarrollan, como ser expresarse libremente y aportar ideas, aceptar las de otros, desarrollar un espíritu de equipo y acatar a las decisiones tomadas en conjunto.

### **2.3.2. Primera “S”: Separar**

En la primera etapa del proceso e implementación de las 5S debe considerarse todos los elementos que forman parte del proceso y realizar una clasificación entre elementos necesarios e innecesarios y conservando sólo los primeros mencionados.

Es fundamental que se defina a nivel organización o celda de trabajo una política que incluya el concepto sobre qué es útil y qué no, para que todos cuenten con la misma referencia al momento de definir. (Thurman J.E., Louzine A.E. y Kogi K, s.f.).

¿Cuál es el criterio utilizado para diferenciar lo necesario de lo innecesario?

Es sencillo, si el elemento o parte del proceso se usa o implementa entonces es necesario, en caso contrario no lo es.

Usualmente este conocimiento lo van a tener principalmente quienes realicen las tareas a diario, ya que estas personas son quienes conocen el procedimiento y los elementos implicados en las actividades.

¿Qué hacer con los elementos innecesarios?

Según Dorbessan (2006) se debe tomar uno de los siguientes caminos:

1. Si el objeto puede ser útil para otra área o proceso, cederlo allí.
2. Si el objeto no tiene valor, desecharlo.
3. Si el objeto tiene valor, venderlo y recuperar capital.

Luego del proceso, como resultado se va a tener mayor capacidad de almacenamiento en paralelo con menor necesidad de espacio con los elementos actuales y de una reducción de stock, así se puede disponer este espacio para otros requerimientos. Una vez definido qué es útil y que no, se evita la adquisición futura de materiales innecesarios al proceso, aumentando la productividad y reduciendo gastos que no contribuyen al resultado.

### **2.3.3. Segunda “S”: Ordenar**

En la segunda etapa hay que definir sobre los elementos que se conservan en el proceso, dónde se deben colocar. Para esto se debe hacer otra clasificación sobre quiénes son las personas o puestos de trabajo que lo usan y con qué frecuencia.

Es fundamental definir un único lugar estratégico según lo mencionado anteriormente para cada cosa y que esto sea difundido y conocido por todos, de esta manera se tendrá un acceso más rápido sobre los elementos. Debe recordarse que luego de utilizarlo, hay que devolver este elemento a su lugar para cumplir con este principio.

Si se hace un análisis estratégico sobre la localización de cada elemento, se obtendrán como beneficios: reducción del transporte interno, menos cruces en los recorridos, reducción del tiempo de acceso al material y aumento de productividad, mejor comodidad de empleados y clima laboral.

El enfoque está en un sistema de almacenamiento eficiente y efectivo.

¿Cuál es el criterio fundamental para definir ubicaciones y posteriormente ordenar?

Cuanto más se usan, más cercano y accesible a los empleados debe estar, de lo contrario más alejados.

Por ende, si no se cuenta con espacio suficiente de almacenamiento, se deben dejar los menos utilizados en un almacén y a su vez este almacén ordenarlo según frecuencia de utilización. Aquellos que se usan a diario entonces sí deben estar ubicados en el mismo espacio que el proceso productivo y el equipo de trabajo. Si es de uso continuo, entonces que los empleados lo tengan como una extensión de su uniforme y lleven con ellos.

Lo mejor es complementar esto con un sistema de almacenamiento automático que deje registrado donde se guarda cada elemento del proceso productivo, de ensamble o embalaje.

#### **2.3.4. Tercera “S”: Limpiar**

En la tercera etapa, se pone el objetivo en la limpieza del espacio de trabajo, ya que proporciona mayor seguridad y favorece la calidad en procesos y producto. Con áreas de trabajo más limpias se consigue reducir los daños en los productos finales o insumos por ende se traduce en menores pérdidas, así como también reducir los accidentes como por ejemplo por líquidos esparcidos en el suelo y obtener una mejor sensación en la empresa, tanto en el personal como para el exterior.

La forma de implementarlo es asignar a cada persona que es parte del proceso, un área que debe mantener limpia, distribuyendo de manera tal que se logre la cobertura de la totalidad de la superficie.

En una primera instancia puede ser un proceso arduo, pero luego consistirá en desarrollar constancia sobre el ejercicio de ensuciar y limpiar al rato para mantener los resultados alcanzados y que perdure en el tiempo. Esto desarrolla un sentimiento de pertenencia de la persona que es responsable del sector.

Por último, con un ambiente más despejado es posible identificar problemas que antes pasaban desapercibidos como ser fugas o pérdidas de aceite u otros fluidos en máquinas o productos, excesivas vibraciones o temperaturas, riesgos de contaminación, entre otros.

Debe trabajarse en hallar las fuentes que generan mayor suciedad y elaborar un plan de acción sobre las mismas, para que se mantengan las áreas limpias.

#### **2.3.5. Cuarta “S”: Estandarizar**

El proceso de estandarización debe ponerse en marcha al momento de aplicar esta cuarta norma. Esto consiste en definir procedimientos documentados de antemano y difundirlo a todas las personas que están involucradas en el proceso, para que cada operación pueda llegar a ser realizada por diferentes personas, reduciendo las diferencias por manipulación o recambio de personal al máximo.

Una característica fundamental es inculcar disciplina en el personal, que esto pase a uno de los principales valores del clima laboral. La estandarización debe ser un proceso en el que los propios trabajadores del sistema sean los protagonistas o redactores de los manuales.

En esta fase existen cuatro pilares principales: higiene, mantenimiento, limpieza y orden.

El control visual, basado en criterios preestablecidos, se vuelve fundamental para poder lanzar un alerta en caso de que algún procedimiento esté fuera de control o performando por debajo de lo esperado. El mismo consiste en definir el estado de un proceso con imágenes que se traducen en mensajes claros y precisos, para así compartir esta información, luego distinguir, evidenciar y corregir desvíos, eliminar los desperdicios y dar autonomía al trabajador. A medida que el tiempo pasa, las observaciones se agudizan y por lo general va junto con la mayor autonomía del grupo.

Los objetivos generales de un proceso de estandarización son varios, pero se pueden resumir en la persecución de la eficiencia de procesos productivos y en la toma de decisiones.

#### **2.3.6. Quinta “S”: Disciplina y compromiso**

Esta etapa final es la más compleja de desarrollar porque es consecuencia de la actitud que tenga cada persona frente al proceso a lo largo del tiempo, ya que deben mantenerse los resultados y esto se logra a través de la disciplina, es decir la voluntad de llevar a cabo las tareas de la manera correcta en que deben hacerse, ejercitando los buenos hábitos a diario y a partir de esto comprometerse a mantenerlo en el largo plazo y mejorar continuamente.

Un indicio de que se tiene compromiso es lo actitudinal en cuanto a respetar y hacer cumplir normas impuestas, cumplir con procedimientos de higiene y seguridad, entre otros.

### **2.3.7. Ventajas de la implementación de las 5”S”**

Mediante esta aplicación se persiguen múltiples beneficios que si se trabaja en equipo y se desarrolla constancia se lograrán alcanzar. Entre los mismos se pueden mencionar: aumento y mejora en calidad, seguridad, resultados, clima laboral y tiempos productivos, acompañado de reducción de costos y el mayor conocimiento general por parte de los empleados sobre la empresa y los procesos que lo conforman, pudiendo participar y siendo protagonistas en los cinco ejes mencionados.

### **2.3.8. Autoevaluación**

Al momento de implementar una nueva herramienta en una planta, es necesario hacer controles periódicos y relevar la situación para ajustar lo que fuese necesario. Para esto previamente debe definirse la situación de partida, tomándola de referencia para mantener o mejorar. Esto se puede llevar a cabo mediante auditorías internas. (Dorbessan (2006)

La autoevaluación puede realizarse tanto sobre procesos de oficina como productivos.

Con respecto a las oficinas, se pone el foco en separar aquella documentación o elemento almacenado en cajas o escritorios que no sea útil para tomar una decisión sobre lo innecesario, luego en ordenar en lugares debidamente identificados y de fácil acceso aquello que sea necesario estableciendo el criterio del “más usado, más accesible” en conjunto con la distribución de escritorios o maquinarias, continúa la etapa de limpiar definiendo cómo se encuentran áreas comunes o maquinarias en este aspecto y definiendo en paralelo las frecuencias a contemplar, luego la estandarización con la imposición de la mejora continua y el control visual y por último la autodisciplina relevando el cumplimiento de normas y realización de acciones definidas por cronograma.

### **2.3.9. Comité 5S**

Continuando con las referencias de Dorbessan (2006) sobre la temática, se define el al comité como el organismo que coordina las funciones y actividades que son necesarias para la puesta en marcha del sistema, a su vez luego realiza seguimiento y por último acciones de consolidación.

El comité está conformado por diversos roles, entre los que se pueden mencionar: coordinador, facilitador, auditor, líder. En el caso del coordinador es quien coordina reuniones y define los temas a tratar, realiza una minuta y lleva la documentación; el facilitador es quien genera el vínculo entre el comité y las diversas áreas, asiste y convoca a reuniones entre líderes y

verifica documentación de cada grupo e incentiva el accionar de los mismos; el auditor (ajeno a las áreas que le correspondan) es quien debe realizar y diseñar las auditorías en los grupos en todas las etapas del proceso de implantación, comunicando luego los resultados obtenidos; mientras que el líder de grupo es quien negocia y representa al grupo frente al comité.

Los roles mencionados con anterioridad deben asumir un compromiso excepcional de velar por el cumplimiento de las 5S y ser ejemplo actitudinalmente.

### **2.3.10. Auditorías**

Durante las auditorías es que el comité 5 “S” entra en juego. En ese momento pasan a verificarse los procesos de aprendizaje de las 5S en sus diferentes estadios, corrigiendo desvíos y maximizando resultados positivos alcanzados. Dorbessan (2006)

Las mismas son definidas en conjunto por el auditor y los líderes de cada grupo, definiendo con claridad la finalidad de cada una.

Para poder tomar una referencia, es que se debe fijar un valor máximo total por auditoría que se desglosa en los diferentes ítems a evaluar. Por lo general se toma un valor de 100 porque es sencillo de manejar.

Se realizan tres tipos de auditorías: inicial, de desarrollo y de consolidación.

La inicial, llevada a cabo en 2 o 3 auditorías cada tres a cuatro meses, apela a cuestiones más generales y transversales a todos los equipos como ser documentación general, y aplicación de las tres primeras “S”.

Luego la instancia de auditoría de desarrollo, donde el hincapié está en el aprendizaje e interiorización por parte del personal de las tres primeras “S”. Un papel fundamental es la motivación al comienzo ya que se suele sacar a la persona de su zona de confort, y ante un desvío que no es correctamente corregido la desmotivación se hace presente. En este momento aún no está consolidado el proceso, por lo que es el momento de corregir.

Por último, la auditoría de consolidación, que comienza cuando se intensifica la aplicación de la cuarta “S”, el control visual y la quinta “S”. Ya con los grupos funcionando de forma autónoma y conviviendo con las 5S a diario y fomentando su aplicación. En este momento las auditorías se van distribuyendo como menor frecuencia en el tiempo.

Ejemplo de auditoría inicial:

Puntaje total:100 puntos.

ítems a evaluar:

- Realización y periodicidad de reuniones.

- Documentación, en cuanto a confección y utilización.
- Autoevaluación.
- Aplicación de las primeras 3 “S”: separar, ordenar y limpiar.
- Negociar con otros grupos del área.

En las primeras auditorías se pone mayor énfasis en la coordinación general y no en los resultados finales. Por ende, se le da más peso a los tres primeros definidos, pesando a cada uno con 20 puntos sobre el total y a los restantes 10.

Las primeras auditorías, según lo mencionado con anterioridad, es recomendable realizarlas con una frecuencia de tres a cuatro meses, hasta que el proceso esté más aceitado y puede reducirse el plazo.

## **2.4. Procesos de picking**

El picking es una actividad realizada por un empleado o equipos de trabajo dentro de los almacenes, mediante la cual se persigue identificar y recolectar el mix de productos que sean demandados para la producción o por el cliente directamente. Por lo general la carga que se recoge es no unitaria y ligera, y surge de la combinación de diferentes artículos y debido a la complejidad de localizar y seleccionar varios elementos es que se comienza a desarrollar y poner en práctica este proceso. Para lo que son cargas más pesadas se utilizan soluciones paletizadas, contrariamente al proceso de picking que es manual. Muther (2015).

Para poder implementar el proceso de picking dentro de una industria es que se necesita tener un listado detallado y preciso de artículos necesarios, entrenamiento de la persona que es parte del proceso y un método y equipo definido de recolección.

Por lo general el picking es implementado cuando las órdenes de producción demandan una gran cantidad de artículos variables, por lo que la estandarización de otro modo se vuelve compleja. Así la empresa se garantiza reducir la tasa de fallos en la recogida de productos al máximo, impactando en una mejor calidad del producto final, reduciendo los costos de logística inversa y de oportunidad ante productos defectuosos.

Los procesos de recogida son actividades costosas ya que involucran el desplazamiento de los trabajadores tanto en la ida hacia el almacén como en la vuelta, el tiempo insumido en la búsqueda de componentes, devolución de sobrantes y control.

Los principios básicos del picking son: minimizar en la recogida los recorridos con una zonificación ABC de las líneas de pedido y también reducir al máximo las manipulaciones por parte del equipo de trabajo.

Existen ciertas variables que influyen sobre la preparación de pedidos, entre las que se pueden mencionar: dimensiones del producto, número de pedidos al día y número de líneas de pedido.

### **2.4.1. Fases del picking**

El proceso de picking tiene cuatro fases predefinidas sobre la que se basa su implementación, detalladas debajo. Muther (2015).

Preparación: En esta fase se realizan dos procesos claves: recogida de datos y lanzamiento de órdenes clasificadas con recursos necesarios y preparación de elementos de manutención.

Recorridos: En la misma se definen las distancias y movimientos desde la zona de operaciones hacia el punto de ubicación del producto y al siguiente en caso de ser necesario, y luego la vuelta a la base en último lugar.

Extracción: Definir mediante qué equipo se va a realizar y transportar internamente la carga que contenga el picking de productos y el modo de extracción en sí del almacén.

Verificación del acondicionado: Control, embalaje, acondicionado en cajas, pesaje y etiquetado en caso de ser necesario, finalizando con el traslado del paquete hacia su lugar de destino definido en la etapa de recorridos.

#### 2.4.2. Procesos de picking según el proceso

Variables	Farmacia	Ferretería	Industrial
Unidad de almacenamiento	Palets y caja	Palets y caja	Palets
Unidad de picking	Cajas y envases	Cajas y envases	Palets y cajas
Número de referencias	Pocas	Muchas	Muchas
Número de líneas de pedido por día	Muchas	Muchas	Muchas
Número de pedidos por día	Muchas	Muchas	Pocas
Tipo de estantería	Compactas/ dinámicas	Convencionales/ cargas ligeras	Convencionales
Tipo de equipo/ carretilla	Retráctil/ manual	Apilador/ manual	Recoge pedidos a baja altura

Tabla 2.4.2. - Picking y manejo de materiales según tipo de actividad de la empresa Muther (2015).

#### 2.4.3. Tipos de picking en función al movimiento del operario y del producto

Según Díaz (2017) existen tres clasificaciones diferenciadas:

Picking de operario a producto: Es la persona encargada del proceso quien se desplaza hacia los almacenes para recoger los artículos que conforman el pedido. Este picking puede ser a nivel del suelo, sin necesidad de maquinaria para la recogida ya que los productos están sobre estibas y son de fácil acceso; a nivel bajo, no supera la altura del hombro de la persona que lo retira con la misma situación anterior sin necesidad de maquinaria; a nivel medio ubicado desde

los hombros hacia arriba en altura, por lo general para las mercancías menos demandadas ya que exigen de equipos para extraerlos y de tiempo; a nivel alto para aprovechar las alturas en espacios pequeños, misma situación o más compleja con respecto al nivel medio en cuanto a maquinaria y tiempo.

Picking de producto a operario: Es una máquina programada mediante software la que realiza el proceso de picking, trabajando con un mapa sobre el punto de extracción y de entrega al operario.

Picking mixto: Con un almacén automatizado en el que interactúa la persona encargada del proceso que demanda el picking.

#### **2.4.4. Tipos de picking en función a la tecnología implementada**

Existen dos tipos principales de picking semi-automáticos: “Pick to Light” y “Pick to Voice”.

Con respecto al primer método mencionado, Pick to Light, es implementado en empresas con espacio de almacenamiento y artículos pequeños, con zonas de almacenaje densas. El proceso comienza mediante el escaneo del código de barra de la hoja de producción del producto final, de esta forma el sistema registra el artículo y la cantidad necesaria para recoger y llevar a la línea y se refleja esto mismo en un visor que es parte de cada unidad de almacenamiento que contienen los diferentes elementos en almacén, ya que el mismo se enciende localizando rápidamente el producto e indicando la cantidad a extraer. Una vez marcado como retirado, lo descuenta del stock disponible. (McClellan, 2016).

Es un sistema que suele implementarse cuando las zonas de almacenamiento son pequeñas y están cercanas a la línea, ya que si el almacén estaría compuesto por dos o más pasillos ya esto sería ineficiente debido a la complejidad de localización, las distancias recorridas y los tiempos de demora.

Mientras que el método denominado “Pick to Voice” indica a la persona que debe recolectar el mix mediante un dispositivo de radiofrecuencia y auriculares, la ubicación de artículos en grandes almacenes. Por lo general es utilizado para aquellos procesos en donde las cargas son paletizadas y por este motivo y debido a las distancias recorridas es que la persona debe trasladarse con carretillas manuales o motorizadas. (McClellan, 2016).

#### **2.4.5. Claves para optimizar el proceso de picking**

Para optimizar el armado de pedidos, es fundamental poner atención en las ubicación y referencia de mercadería, en los niveles donde se almacenan las mismas y el método de acceso, las distancias recorridas y pedidos por lote. (Díaz, 2017)

Con respecto a la ubicación y referencia de la mercadería, es clave esto ya que un incorrecto posicionamiento del material en las estanterías generará que luego la persona que recoja tome un artículo que no es necesario, pudiendo generar no calidad en el producto con un cliente insatisfecho y mala imagen para la empresa o en el mejor de los casos aplicar logística inversa para su devolución, alargando los tiempos del proceso.

En relación con los niveles de altura en el almacenamiento y métodos de acceso, lo ideal es que todo esté al alcance de los operarios, y que estén por debajo de los hombros las cargas más usuales y pesadas para evitar accidentes o lesiones laborales ante sobre exigencias de carga. A su vez agilizará la recolección en cuanto a tiempos y reducirá la fatiga de la persona encargada del proceso, contribuyendo indirectamente también en la reducción de tiempos.

Con respecto a las distancias recorridas, la alternativa más conveniente es reducir el desplazamiento horizontal de la persona al máximo.

Por último, es conveniente de ser posible, organizar para que la persona pueda recoger lotes de productos en lugar de unidades sueltas, ya que reduce el tiempo de recogida y minimiza la cantidad de veces que se debe acercar al almacén a buscar las piezas sueltas al hacerlo por lotes.

#### **2.4.6. Sistemas de almacenaje de picking,**

Tomando de referencia los sistemas de almacenaje definidos por Diaz (2017) en su libro “Picking, el nuevo enfoque del almacenaje”, se pueden enumerar diferentes metodologías para tal actividad:

**Estanterías picking manual - media carga:** Es el sistema más versátil y convencional, con facilidad para adaptación a variados tamaños y volúmenes de materiales.

**Pasillos elevados:** Construcción de almacenaje en altura con acceso mediante escaleras, es una opción factible cuando la superficie horizontal de un sector es reducida, pero tiene capacidad en altura. Sobre todo, implementados para almacenar cargas con peso medio o ligero.

**Estanterías para picking dinámico:** Para almacenar cargas ligeras o de peso medio con un método de First In, First Out, implementando el sistema dinámico para estibas en el que las unidades de carga se deslizan a través de la estantería por camas de rodillos. Sistema compacto que reduce las necesidades de espacio y de recorrido por parte del personal. Por lo general para el

deslizamiento se utiliza la gravedad, con niveles inclinados que al mismo tiempo reducen el espacio necesario horizontalmente.

Estanterías para cargas ligeras: Sencillas de montar y tienen una gran adaptación en espacios reducidos. Se le pueden incorporar accesorios diversos.

### 3. Aplicación en la empresa

El rediseño de las instalaciones en el área de ensamble y embalaje de la empresa Cilfren S.A. está impulsado por un proceso de retro ajuste de la planta ya en funcionamiento, ya que duplicar el espacio físico disponible fue el puntapié para mejorar la distribución existente. La misma no fue evolucionando durante los años a la par de la demanda de los productos en el mercado.

#### 3.1. Diagrama de flujo del proceso de ensamble y embalaje

En esta sección se representan los diferentes procesos que suceden dentro de la empresa y que serán objeto de estudio en el proyecto, para tomarlos de referencia y evaluar la situación actual, presentando luego propuestas de mejora.

Comenzando por la recepción de materia prima, la misma sucede en dos puntos físicos de la empresa. En un punto se reciben las estructuras de los cascos, tanto de las bombas como de los cilindros de freno; estos insumos consisten en piezas de fundición provenientes de IBISA S.A., los cuales permanecen en una sala para luego pasar por procesos industriales dentro de la planta Cilfren S.A., para finalizar en la sala de ensamble y embalaje obteniendo el producto final.

En otro punto estratégico de la fábrica se reciben aquellos insumos que son comprados a proveedores especializados y directamente almacenados para luego ser ensamblados. Este grupo comprende todos los insumos necesarios a excepción de los cascos.

DIAGRAMA DE FLUJO: RECEPCIÓN MATERIA PRIMA						
ETAPA	DETALLE	Operación	Transporte	Inspección	Demoras	Almacena miento
10	Recepción camión de descarga					
20	Descarga de productos en montacargas					
30	Demora por firma de remito					

40	Pesaje de cargas aleatorias					
50	Carga de stock en sistema					
60	Identificación del tipo de artículo en canasto/caja					
70	Traslado de la carga hacia estanterías o zona de almacenes					
80	Almacenamiento de la carga (sólo para el caso de artículos que no son tratados luego en planta)					

Tabla 3.1.a) Tabla de proceso de la recepción de materia prima en Cifren S.A.

Como se mencionó anteriormente existen dos puntos de recepción y por ende dos procesos diferentes de almacenamiento de materia prima. Debido al alcance del proyecto, se hace foco en los procesos que suceden dentro de la sala de ensamble y embalaje, por ende se representa debajo su tabla de procesos.

<b>DIAGRAMA DE FLUJO: ALMACENAMIENTO MATERIA PRIMA</b>						
ETAPA	DETALLE	Operación	Transporte	Inspección	Demoras	Almacena miento
10	Traslado del material desde el punto de recepción al punto de almacenamiento.					

20	Identificación de espacio disponible para almacenar el insumo en su familia de productos					
30	Almacenamiento en estanterías					
30*	Búsqueda de escalera para almacenar artículos en altura de +1,8 m					

Tabla 3.1.b). Tabla de proceso del almacenamiento de materia prima en CilFren S.A.

En cuanto al almacenamiento y tomando de referencia que en la actualidad los cascos ya mecanizados y tratados permanecen hasta ser requeridos para el ensamble en la sala de pavonado, CilFren S.A. tiene como objetivo almacenarlos dentro de la misma sala de ensamble y embalaje para agilizar el proceso de picking de los operarios y así reducir los obstáculos en la sala de pavonado.

De este rol de recepción de insumos está a cargo el encargado de la sala.

Haciendo foco en el proceso de ensamble en sí, se separan las tablas en función al tipo de producto ensamblado: bombas o cilindros de freno. La diferencia consiste en que las bombas de freno requieren de un preensamble, proceso que consiste en pretensar el pistón con el resorte para alinearlos y verificar tolerancias, mientras que los cilindros de freno simplemente se ensamblan sin un proceso previo.

Debajo se detalla el proceso de preensamble de las bombas de freno:

<b>DIAGRAMA DE FLUJO: PREENSAMBLE</b>						
ETAPA	DETALLE	Operación	Transporte	Inspección	De moras	Almacenamiento

10	Identificación de artículos necesarios para posterior preensamble.					
20	Recolección de los artículos identificados en la operación 10.					
20*	Búsqueda de escalera para recolectar artículos en altura de +1,8 m.					
30	Preensamble (Montaje de cubetas, resortes, protectores sobre pistón y proceso de pretensado).					
40	Revisión de tolerancias.					
40*	Reproceso de corrección de tolerancias.					
50	Traslado del cajón de artículos preensamblados desde el banco de trabajo de preensamble al banco de ensamble de bombas de freno.					

Tabla 3.1.c). Tabla de proceso de preensamble de bombas de freno en CilFren S.A.

De este rol de ensamble están a cargo los operarios de la sala.

A continuación, el proceso de ensamble tanto de bombas como de cilindros de freno.

DIAGRAMA DE FLUJO: ENSAMBLE						
ETAPA	DETALLE	Operación	Transporte	Inspección	Demoras	Almacena miento
10	Traslado del operario de la sala de ensamble a la sala de pavonado.					
20	Recolección por parte del operario del insumo casco en la sala de pavonado.					
30	Transporte del casco desde la sala de pavonado hacia la sala de ensamble.					
40	Identificación de artículos necesarios para posterior ensamble.					
50	Recolección de los artículos identificados en la operación 20.					
50*	Búsqueda de escalera para recolectar artículos en altura de +1,8 m.					
60	Identificación y selección de la herramienta de trabajo correspondiente.					
70	Ensamble (colocar lo preensamblado dentro del casco).					

80	Prueba de calidad mediante vacío de una muestra significativa.					
80*	Reproceso en caso de pérdida (debe ser un circuito cerrado).					
90	Colocación de precinto según lote.					
100	Traslado del cajón de artículos ensamblados desde el banco de ensamble al banco de embalaje.					

Tabla 3.1.d). Tabla de proceso de ensamble de bombas y cilindros de freno en Clifren S.A.

De este rol de ensamble están a cargo los operarios de la sala.

Luego el siguiente paso es el embalaje en una caja que tiene un tamaño estandarizado, en la cual se coloca el producto y su manual. Con respecto a estas cajas, es otro producto que actualmente no tiene un sector definido en el área de ensamble, sino que se encuentra en grandes bolsas esparcidas ubicadas aleatoriamente en la zona, cercano a las estanterías.

<b>DIAGRAMA DE FLUJO: EMBALAJE</b>						
ETAPA	DETALLE	Operación	Transporte	Inspección	Demoras	Almacenamiento
10	Identificación visual de la ubicación aleatoria de artículos para embalaje.					
20	Selección de la caja y bolsa de embalaje correspondiente al artículo.					

30	Traslado de los artículos seleccionados hasta el banco de trabajo.					
40	Embalaje del producto en bolsa plástica.					
40*	Armado de caja de cartón.					
50	Colocación del producto embalado y manual en la caja correspondiente.					

Tabla 3.1.e). Tabla de proceso de embalaje en CilFren S.A.

Por último, se hace referencia al proceso de despacho diario o envío de los productos finales. Los mismos, listos para salir al mercado bajo la marca RG Frenos, son cargados manualmente uno por uno en el contenedor ubicado sobre los brazos de la mula de carga que se encuentra en la misma sala. La capacidad máxima de este contenedor es de 300 cajas de las siguientes dimensiones: 230 mm ancho x 100 mm alto x 105 mm profundidad, estas cajas son las de mayores dimensiones.

Este rol de despacho está a cargo del encargado de la sala.

<b>DIAGRAMA DE FLUJO: DESPACHO</b>						
ETAPA	DETALLE	Operación	Transporte	Inspección	Demoras	Almacenamiento
10	Traslado manual unitario del producto final desde el banco de embalaje hasta la mula de carga.					

Tabla 3.1.f). Tabla de proceso de despacho en CilFren S.A.

### 3.2. Listado de materiales

En el interior de la sala de ensamble y embalaje se realiza el proceso de ensamble de diferentes líneas o familias de productos: bombas de freno y cilindros de freno.

A su vez, las bombas de freno pueden ser de simple o doble circuito. Esto implica que cada uno de los mencionados, demande diferentes combinaciones de artículos para su obtención.

De modo general, se referencia debajo los insumos de cada línea de producto con sus variantes. Se toma como criterio referenciar al artículo más representativo en cuanto a volúmenes de producción.

Línea de producto	Tipo de circuito	Artículo más producido	Proceso	Grupo de Insumos	Insumo
	Doble	Bomba doble de freno de Renault Kangoo	Preensamble	KM: Resortes	
				KF: Pistón	
				KI: Elementos de goma	cubetas
				KL: Trabas y depósitos	protectores
				KG: Piezas mecanizadas	casquillo
				KQ: Bulonerías, tuercas en general	Tornillo
				KD: Casco	
				KL: Trabas y depósitos	Conector depósito
					Traba pistón
					guardapolvo

Bombas de freno			Ensamble	KI: Elementos de goma	retén depósito
					O 'ring
				KE: Seeger y arandelas	seeger
				RC: Piezas metálicas	bolita de acero al carbono
			KG: Piezas mecanizadas	Tapón	
			Embalaje	KZ: Material de embalaje	Instructivo de reparación
					Bolsa impresa
	Caja embalaje				
	Simple	Bomba simple de freno de Ford 100	Preensamble	KM: Resortes	
				KF: Pistón	
				KI: Elementos de goma	cubetas
				KL: Trabas y depósitos	protectores
				KG: Piezas mecanizadas	casquillo
				KQ: Bulonerías, tuercas en general	Tornillo
			Ensamble	KD: Casco	
KG: Piezas mecanizadas				Tapón y cono	
		Tapas varias			
		Asiento			

				KI: Elementos de goma	Válvulas
				KE: Seeger y arandelas	Seeger
			Embalaje	KZ: Material de embalaje	Instructivo de reparación
					Bolsa impresa
					Caja embalaje
			Ensamble	KD: Casco	
				KF: Pistón	
				KF: Purgador	
				KG: Piezas mecanizadas	Cono cilindro
				KI: Elementos de goma	Cubeta
Guardapolvo					
KL: Trabas y depósitos	Protectores varios (rosca y purgador)				
KM: Resortes					
Embalaje	KZ: Material de embalaje	Instructivo de reparación			
		Bolsa impresa			
		Caja embalaje			
Cilindros de freno		Cilindro de freno de Volkswagen Gol			

Tabla 3.2. Lista de materiales de la sala de ensamble y embalaje en CilFren S.A. según línea de producto.

Debajo se detalla la función que cumple cada uno de los elementos mencionados con anterioridad.

- Resortes: Su función consiste en comprimirse cuando el usuario del automóvil ejerce presión sobre el pedal de freno, esta compresión es la resultante del desplazamiento del pistón conectado a la barra de empuje del pedal.
- Pistón: Su función principal es desplazarse a lo largo de un eje para cambiar el volumen y la presión del fluido y así conseguir movimiento.
- Cubeta: Consiste en un recipiente que generalmente tiene forma de cono truncado que se utiliza para transportar líquidos.
- Protector de pistón: Su función es proteger el pistón de desgastes y garantizar que corra sin obstáculos.
- Retén de depósito: Es un elemento de goma cuya funcionalidad es evitar fugas del líquido de freno. Son similares al o 'ring pero no necesariamente sus secciones son circulares sino que tienen formas especiales.
- Casco: Es una carcasa metálica, es la estructura externa de bombas y cilindros de freno y en su interior aloja las diferentes piezas que generan la transformación de energía mecánica en hidráulica.
- Tapón metálico.
- Protector de rosca: Su funcionalidad es la preservación mecánica de la rosca.
- Válvulas: Consiste en un elemento mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante piezas móviles que abren o cierran, de forma parcial o total, el paso del fluido.
- Segger: Es un anillo de acero usado para la sujeción o de retención de algún tipo de pieza, conformado por un aro de un metal semi-flexible con extremos abiertos que puede ser encajado en una ranura mecanizada, sobre un pasador o en alguna otra parte, de manera que permite la rotación de dicha pieza, pero evitando su movimiento lateral.
- Guardapolvo: Su función es proteger a los rodamientos y otros órganos delicados de la dirección y de la transmisión para que no se ensucien de polvo.
- Cono: Es un elemento metálico que cierra el caño del sistema de freno del vehículo.
- O 'ring: Es un anillo de goma de sección circular. Previene pérdidas y escapes de gases o fluidos presentando las siguientes ventajas: Sellan en diversos rangos de presiones y temperaturas. No necesitan ajustes. Requieren espacios reducidos y son económicos.
- Conector: Elemento nexa para la conexión del caño del auto con la pieza, puntualmente la bomba de freno.
- Bolita de acero: Elemento metálico utilizado para tapar perforaciones, funciona como un tapón.

### 3.3. Definición de cantidad de puestos de trabajo

En la actualidad en la sala de ensamble y embalaje, se obtienen 300 artículos por día. El mix está conformado por 150 bombas, desglosado en 100 dobles y 50 simples y 150 cilindros de freno. Esta sala representa el cuello de botella de la fábrica, considerando que existen dos secciones de la fábrica bien diferenciadas: fabricación, donde se realiza el mecanizado y tratamiento del casco en bruto y por otro lado ensamble y embalaje de bombas y cilindros de freno. Los volúmenes diarios de fabricación son superiores a los de ensamble y embalaje.

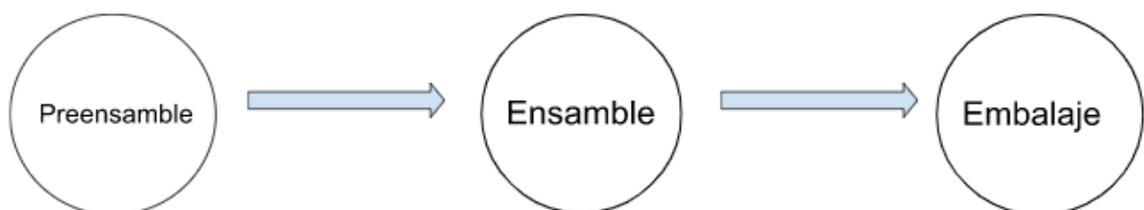
Debido al crecimiento en la demanda, el objetivo es incrementar la capacidad de ensamble y embalaje logrando obtener al finalizar cada jornada 400 artículos, con un mix de 200 bombas, desglosado en 125 dobles y 75 simples y 200 cilindros de freno.

Como criterio para la definición de cantidades necesarias de bancos de trabajo y operarios para cumplir con la demanda diaria de 400 artículos, se realiza un balanceo de línea para cada línea de producto y en consecuencia conocer la cantidad mínima de estaciones necesarias para cumplir con el número objetivo. Este mismo criterio se aplica previamente en la situación actual para luego comparar resultados entre los diferentes escenarios.

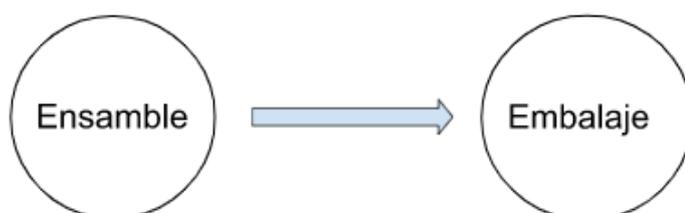
Previo a realizar este análisis es importante mencionar que CilFren S.A. no se encuentra condicionada por políticas sindicales en cuanto a porcentajes de saturación de los puestos de trabajo.

1er paso: Se define el árbol de precedencia de cada línea de producto a continuación:

Árbol de precedencia bombas de freno:



Árbol de precedencia cilindros de freno:



### 3.3.1. Situación actual: Balanceo de línea

En la actualidad en la sala de ensamble hay 4 personas que desempeñan las tareas de preensamble, ensamble y embalaje. La producción diaria es de 300 artículos por día pero no llegan a cubrir la demanda, por este motivo la variación planteada anteriormente.

2do paso: Se calcula el Takt Time o tiempo de ciclo para cada línea de producto.

Takt time de bombas de freno:

Demanda diaria: 150 unidades

Turnos de trabajo: 1

Jornada laboral: 9 h

Descansos por comida: 30 min

Descansos adicionales/ necesidades personales: 10 min

$$Takt\ time: \frac{9 \frac{h}{día} \times 60 \frac{min}{h} - 30\ min - 10\ min}{150 \frac{u}{día}} = \frac{500 \frac{min}{día}}{150 \frac{u}{día}} = 3,33\ min/u$$

Takt time de cilindros de freno:

Demanda diaria: 150 unidades

Turnos de trabajo: 1

Jornada laboral: 9 h

Descansos: 30 min, comida

Descansos adicionales/ necesidades personales: 10 min

$$Takt\ time: \frac{9 \frac{h}{día} \times 60 \frac{min}{h} - 30\ min - 10\ min}{150 \frac{u}{día}} = \frac{500 \frac{min}{día}}{150 \frac{u}{día}} = 3,33\ min/u$$

Se desglosa considerando a su vez las variaciones de cada línea de producto.

Número mínimo de estaciones de trabajo de bombas de freno:

Bombas de freno dobles

$$N^{\circ}\ estaciones\ mín. = \left( \frac{\sum_{i=1}^n\ Tiempos\ tareas\ i}{Takt\ Time} \right)$$
$$N^{\circ}\ estaciones\ mín. = \left( \frac{7,5 \frac{min}{u}}{3,33\ min/u} \right) = 2,25 \approx 3$$

Desglosando:

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín. preensamble}} = \left( \frac{2,5 \frac{\text{min}}{u}}{3,33 \text{ min/u}} \right) = 0,75 \approx 1$$

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín. ensamble}} = \left( \frac{5 \frac{\text{min}}{u}}{3,33 \text{ min/u}} \right) = 1,5 \approx 2$$

Bombas de freno simples

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín.}} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempos tareas } i}{\text{Takt Time}} \right)$$

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín.}} = \left( \frac{5,5 \frac{\text{min}}{u}}{3,33 \text{ min/u}} \right) = 1,65 \approx 2$$

Desglosando:

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín. preensamble}} = \left( \frac{2,5 \frac{\text{min}}{u}}{3,33 \text{ min/u}} \right) = 0,75 \approx 1$$

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín. ensamble}} = \left( \frac{3 \frac{\text{min}}{u}}{3,33 \text{ min/u}} \right) = 0,9 \approx 1$$

Número mínimo de estaciones de trabajo de cilindros de freno:

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín.}} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempos tareas } i}{\text{Takt Time}} \right)$$

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín. ensamble}} = \left( \frac{2 \frac{\text{min}}{u}}{3,33 \text{ min/u}} \right) = 0,6 \approx 1$$

Para conocer el número mínimo de estaciones de trabajo necesarias para el proceso de embalaje, hay que considerar que por este banco pasan todos los artículos producidos en la jornada, por ende, el Takt Time debe calcularse con las 300 unidades diarias:

Takt time de embalaje:

Demanda diaria: 300 unidades

Turnos de trabajo: 1

Jornada laboral: 9 h

Descansos: 30 min, comida

Descansos adicionales/ necesidades personales: 10 min

$$Takt\ time: \frac{9 \frac{h}{día} \times 60 \frac{min}{h} - 30\ min - 10\ min}{300 \frac{u}{día}} = \frac{500 \frac{min}{día}}{300 \frac{u}{día}} = 1,67\ min/u$$

Número mínimo de estaciones de trabajo de embalaje:

$$N^{\circ}\ estaciones\ mín. = \left( \frac{\sum_{i=1}^n\ Tiempos\ tareas\ i}{Takt\ Time} \right)$$
$$N^{\circ}\ estaciones\ mín.\ embalaje = \left( \frac{0,5 \frac{min}{u}}{1,67\ min/u} \right) = 0,3 \approx 1$$

Como se mencionó, hoy en día hay 4 personas distribuidas en estos bancos, que van alternando sus tareas.

3er paso: Asignación de tareas a cada puesto y cálculo de tiempo ocioso por la línea de producto y considerando tipo de circuitos.

Como información para poder realizar este cálculo se necesita conocer cuál es la sumatoria total en tiempo que demanda al operario realizar las tareas de cada subproceso o estación.

Con respecto a las bombas de freno dobles, demandan 2,5 minutos por unidad en el proceso de preensamble, luego 5 minutos en el ensamble para finalizar con 0,5 minutos en el proceso de embalaje final.

Luego en referencia a las bombas de freno simples, la diferencia está en el tiempo del proceso de ensamble debido a que es más sencillo de montar el conjunto preensamblado dentro del casco. Este proceso demanda 3 minutos por unidad.

Por último, el cilindro de freno es el artículo más sencillo de montar. Consume 2 minutos el ensamble y 0,5 minutos el embalaje final.

La definición de los tiempos arriba detallados, provienen de hojas de procesos que utiliza la empresa para calcular costos de mano de obra de cada tipo de producto y la fuente para su confección son datos históricos.

Bombas de freno dobles:

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
1	Preensamble	2,5	3,33 - 2,5 = 0,83

$$\% \text{ saturación del puesto} = 2,5 / (1 * 3,33) * 100 = 75,08\%$$

$$\textit{Tiempo demandado} = 2,5 \text{ min/ unidad} \times 100 \text{ unidades/ estación} = 250 \text{ min/estación}$$

$$\textit{Tiempo ocioso} = 0,83 \text{ min/unidad} \times 100 \text{ unidades/estación} = 83 \text{ min/estación}$$

Es importante realizar la aclaración de que el proceso de ensamble tiene la particularidad de que su duración es superior al "tiempo takt" para igualar la demanda, ya que es de 5 minutos frente a los 3,4 minutos objetivo. Pero a su vez sucede que no se puede desglosar en varias actividades diferentes con tiempos inferiores al "takt" ya que el procedimiento es solo uno: colocar el conjunto preensamblado dentro del casco junto con sus accesorios correspondientes y ajustarlo, para luego hacer la prueba de vacío, lo cual conlleva 5 minutos por unidad. Al día de hoy, esta actividad se realiza con ajuste manual del operario. Distribuirlo en varias estaciones de trabajo lo convertiría en un proceso engorroso que demandaría más tiempo.

Según el cálculo se requieren dos estaciones, por lo que se propone que estén trabajando en paralelo y así en el lapso de 5 minutos obtener 2 unidades ya ensambladas.

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
2 y 3	Ensamble	5	3,33 x 2 - 5 = 1,66

$$\% \text{ saturación del puesto} = 5 / (2 * 3,33) * 100 = 75,08\%$$

$$\textit{Tiempo demandado} = 5 \text{ min/ unidad} \times 125 \text{ unidades/ estación} = 625 \text{ min/estación}$$

$$\textit{Tiempo ocioso} = 1,66 \text{ min/unidad} \times 125 \text{ unidades/estación} = 207,5 \text{ min/estación}$$

$$\% \text{ Efic.} = 7,5 / (3 * 3,33) * 100 = 75,08\%$$

Bombas de freno simples:

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
--------	--------	--------------------	----------------------

1	Preensamble	2,5	3,33 - 2,5 = 0,83
---	-------------	-----	-------------------

$$\% \text{ saturación del puesto} = 2,5 / (1 * 3,33) * 100 = 75,08\%$$

$$\text{Tiempo demandado} = 2,5 \text{ min/ unidad} \times 50 \text{ unidades/ estación} = 125 \text{ min/estación}$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 0,83 \text{ min/unidad} \times 50 \text{ unidades/estación} = 41,5 \text{ min/estación}$$

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
2 y 3	Ensamble	3	3,33 x 1 - 3 = 0,33

$$\% \text{ saturación del puesto} = 3 / (1 * 3,33) * 100 = 90,09\%$$

$$\text{Tiempo demandado} = 3 \text{ min/ unidad} \times 50 \text{ unidades/ estación} = 150 \text{ min/estación}$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 0,33 \text{ min/unidad} \times 50 \text{ unidades/estación} = 16,5 \text{ min/estación}$$

$$\% \text{ Efic.} = 5,5 / (2 * 3,33) * 100 = 82,58\%$$

Ponderando en función a la producción diaria, se obtiene que la eficiencia del balanceo en bombas de freno es la siguiente:

$$\% \text{ Efic. ponderada línea bombas de freno} = 75,08\% * 100/150 + 82,58\% * 50/150 = 77,58\%$$

Cilindros de freno:

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
1	Ensamble	2	3,33 - 2 = 1,33

$$\% \text{ saturación del puesto} = 2 / (1 * 3,33) * 100 = 60,06\%$$

$$\text{Tiempo demandado} = 2 \text{ min/ unidad} \times 150 \text{ unidades/ estación} = 300 \text{ min/estación}$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 1,33 \text{ min/unidad} \times 150 \text{ unidades/estación} = 199,5 \text{ min/estación}$$

$$\% \text{ Efic.} = 2 / (1 * 3,33) * 100 = 60,06\%$$

Embalaje:

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
1	Embalaje	0,5	1,67 - 0,5 = 1,17

$$\% \text{ saturación del puesto} = 0,5 / (1 * 1,67) * 100 = 29,94\%$$

$$\text{Tiempo demandado} = 0,5 \text{ min/ unidad} \times 300 \text{ unidades/ estación} = 150 \text{ min/estación}$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 1,17 \text{ min/unidad} \times 300 \text{ unidades/estación} = 351 \text{ min/estación}$$

$$\% \text{ Efic.} = 0,5 / (1 * 1,67) * 100 = 29,94\%$$

Como se mencionó anteriormente, son 4 los operarios en la sala. Actualmente sucede la particularidad de que la persona que se encarga del proceso de ensamble de cilindros, tiene un tiempo ocioso de 199,5 minutos por este motivo también desempeña el rol de embalar, lo cual demanda 150 minutos por jornada, adicionando 10 minutos por contingencias que puedan suceder.

Recalculando los porcentajes de saturación de cada puesto:

Proceso	Tiempo ocupado (min)	Tiempo ocioso (min)	% Saturación
Preensamble	375	124,5	75,08%
Ensamble bombas de freno	775	224	77,58%
Ensamble cilindros de freno	300	39,5	88,37%
Embalaje	150	10	93,75%

Tabla 3.3.1. Porcentajes de saturación de los bancos de trabajo en la situación actual

En todo este análisis de balanceo de línea, tanto de la situación actual como de las situaciones propuestas a continuación, no se consideró el recurso humano del encargado de almacén. Este puesto permanece con la misma carga y distribución de tareas que en la actualidad en todos los escenarios.

### 3.3.2. Nuevo balanceo de línea

Considerando el mismo árbol de precedencia antes definido tanto para bombas como para cilindros, se continúa con el análisis para la producción de 400 artículos por día, compuesto por 200 bombas de freno y 200 cilindros de freno.

Con respecto a las bombas de freno el mix está conformado por 125 bombas de freno dobles y 75 simples.

2do paso: Se calcula el Takt Time o tiempo de ciclo para cada familia de producto.

Takt time de bombas de freno:

Demanda diaria: 200 unidades

Turnos de trabajo: 1

Jornada laboral: 9 h

Descansos: 30 min, comida

Descansos adicionales/ necesidades personales: 10 min

$$Takt\ time: \frac{9 \frac{h}{día} \times 60 \frac{min}{h} - 30\ min - 10\ min}{200 \frac{u}{día}} = \frac{500 \frac{min}{día}}{200 \frac{u}{día}} = 2,5\ min/u$$

Takt time de cilindro de freno:

Demanda diaria: 200 unidades

Turnos de trabajo: 1

Jornada laboral: 9 h

Descansos: 30 min, comida

Descansos adicionales/ necesidades personales: 10 min

$$Takt\ time: \frac{9 \frac{h}{día} \times 60 \frac{min}{h} - 30\ min - 10\ min}{200 \frac{u}{día}} = \frac{500 \frac{min}{día}}{200 \frac{u}{día}} = 2,5\ min/u$$

Como tercer paso se define el número mínimo de estaciones de trabajo para cada familia de producto.

Número mínimo de estaciones de trabajo de bombas de freno:

Bombas de freno dobles

$$N^{\circ}\ estaciones\ mín. = \left( \frac{\sum_{i=1}^n\ Tiempos\ tareas\ i}{Takt\ Time} \right)$$

$$N^{\circ}\ estaciones\ mín. = \left( \frac{7,5 \frac{min}{u}}{2,5\ min/u} \right) = 3$$

Desglosando:

$$N^{\circ}\ estaciones\ mín.\ preensamble = \left( \frac{2,5 \frac{min}{u}}{2,5\ min/u} \right) = 1$$

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín. ensamble}} = \left( \frac{5 \frac{\text{min}}{u}}{2,5 \text{ min/u}} \right) = 2$$

Bombas de freno simples

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín.}} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempos tareas } i}{\text{Takt Time}} \right)$$

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín.}} = \left( \frac{5,5 \frac{\text{min}}{u}}{2,5 \text{ min/u}} \right) = 2,2 \approx 3$$

Desglosando:

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín. preensamble}} = \left( \frac{2,5 \frac{\text{min}}{u}}{2,5 \text{ min/u}} \right) = 1$$

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín. ensamble}} = \left( \frac{3 \frac{\text{min}}{u}}{2,5 \text{ min/u}} \right) = 1,2 \approx 2$$

Número mínimo de estaciones de trabajo de cilindros de freno:

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín.}} = \left( \frac{\sum \text{Tiempos tareas}}{\text{Takt Time}} \right)$$

$$\underline{N^{\circ} \text{ estaciones mín. ensamble}} = \left( \frac{2 \frac{\text{min}}{u}}{2,5 \text{ min/u}} \right) = 0,8 \approx 1$$

Para conocer el número mínimo de estaciones de trabajo necesarias para el proceso de embalaje, hay que considerar que por este puesto pasan todos los artículos producidos, por ende el Takt Time debe ser general, se calcula debajo:

Takt time de embalaje:

Demanda diaria: 400 unidades

Turnos de trabajo: 1

Jornada laboral: 9 h

Descansos: 30 min, comida

Descansos adicionales/ necesidades personales: 10 min

$$Takt\ time: \frac{9 \frac{h}{día} \times 60 \frac{min}{h} - 30\ min - 10\ min}{400 \frac{u}{día}} = \frac{500 \frac{min}{día}}{400 \frac{u}{día}} = 1,25\ min/u$$

Número mínimo de estaciones de trabajo de embalaje:

$$N^{\circ}\ estaciones\ mín. = \left( \frac{\sum\ Tiempos\ tareas}{Takt\ Time} \right)$$

$$N^{\circ}\ estaciones\ mín.\ embalaje = \left( \frac{0,5 \frac{min}{u}}{1,25\ min/u} \right) = 0,4 \approx 1$$

3er paso: Asignación de tareas a cada puesto y cálculo de tiempo ocioso.

Bombas de freno dobles:

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
1	Preensamble	2,5	2,5 - 2,5 = 0

$$\% \text{ saturación. del puesto} = 2,5 / (1 * 2,5) * 100 = 100\%$$

$$Tiempo\ demandado = 2,5\ min/ unidad \times 125\ unidades/ estación = 312,5\ min/estación$$

$$Tiempo\ ocioso = 0,0\ min/unidad \times 125\ unidades/estación = 0\ min/estación$$

Nuevamente hay que considerar que el tiempo de ensamble de bombas de freno dobles es de 5 minutos frente a los 2,5 minutos objetivo y que este subproceso no se puede desglosar en varias actividades diferentes con tiempos inferiores al "takt" ya que el procedimiento es solo uno. Según el cálculo se requieren dos estaciones, por lo que se propone que estén trabajando en paralelo y así en el lapso de 5 minutos obtener 2 unidades ya ensambladas.

Por lo que se propone la siguiente variación:

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
2 y 3	Ensamble	5	2,5 x 2 - 5 = 0

$$\% \text{ saturación del puesto} = 5 / (2 * 2,5) * 100 = 100\%$$

$$Tiempo\ demandado = 5\ min/ unidad \times 125\ unidades/ estación = 625\ min/estación$$

$$Tiempo\ ocioso = 0\ min/unidad \times 125\ unidades/estación = 0\ min/estación$$

$$\% \text{ Efic. del balanceo bombas dobles} = 100\%$$

Bombas de freno simples:

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
1	Preensamble	2,5	2,5 - 2,5 = 0

$$\% \text{ saturación del puesto} = 2,5 / (1 * 2,5) * 100 = 100\%$$

$$\text{Tiempo demandado} = 2,5 \text{ min/ unidad} \times 75 \text{ unidades/ estación} = 187,5 \text{ min/estación}$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 0 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} \times 75 \frac{\text{unidades}}{\text{estación}} = 0 \text{ min/estación}$$

Ídem a la situación de bombas de freno dobles, el proceso de ensamble de la bomba simple consiste en una sola operación que no se puede desglosar en varias y tiene una duración de 3 minutos por unidad.

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
2 y 3	Ensamble	3	2,5 x 2 - 3 = 2

$$\% \text{ saturación del puesto} = 3 / (2 * 2,5) * 100 = 60\%$$

$$\% \text{ Efic. del balanceo bombas simples} = 5,5 / (3 * 2,5) * 100 = 73,33\%$$

$$\text{Tiempo demandado} = 3 \text{ min/ unidad} \times 75 \text{ unidades/ estación} = 225 \text{ min/estación}$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 2 \text{ min/unidad} \times 75 \text{ unidades/estación} = 150 \text{ min/estación}$$

Ponderando en función a la producción diaria, se obtiene que la eficiencia del balanceo en bombas de freno es la siguiente:

$$\% \text{ Efic. ponderada} = 100\% * 125/200 + 73,33\% * 75/200 = 90\%$$

Cilindros de freno:

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
1	Ensamble	2	2,5 - 2 = 0,5

$$\% \text{ saturación del puesto} = 2 / (1 * 2,5) * 100 = 80\%$$

$$\text{Tiempo demandado} = 2 \text{ min/ unidad} \times 200 \text{ unidades/ estación} = 400 \text{ min/estación}$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 0,5 \text{ min/unidad} \times 200 \text{ unidades/estación} = 100 \text{ min/estación}$$

$$\% \text{ Efic.} = 80\%$$

Embalaje:

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
1	Embalaje	0,5	1,25 - 0,5 = 0,75

$$\% \text{ saturación del puesto} = 0,5 / (1 * 1,25) * 100 = 40\%$$

$$\text{Tiempo demandado} = 0,5 \text{ min/ unidad} \times 400 \text{ unidades/ estación} = 200 \text{ min/estación}$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 0,75 \text{ min/unidad} \times 400 \text{ unidades/estación} = 300 \text{ min/estación}$$

$$\% \text{ Efic.} = 40\%$$

En este caso el tiempo ocioso es superior al tiempo ocupado para la realización de la tarea.

A modo de resumen se consolida lo anterior mencionado en las siguientes tablas:

Línea de producto	Proceso	Tipo de circuito	Tiempo demandado estación (min)	Tiempo ocioso estación (min)	Cantidad de operarios por estación
Bombas de freno	Preensamble	Simple	187,5	0	1
		Dobles	312,5	0	1
	Ensamble	Simple	225	150	2
		Dobles	625	0	2
Cilindros de freno	Ensamble		400	100	1
Bombas y cilindros de freno	Embalaje		200	300	1

Tabla 3.3.2. Nuevo balanceo de línea

Línea de producto	Proceso	Tiempo demandado estación (min)	Tiempo ocioso estación (min)	Cantidad de operarios por estación	% Saturación
Bombas de freno	Preensamble	500	0	1	100%
	Ensamble	850	150	2	85%
Cilindros de freno	Ensamble	400	100	1	80%
Bombas y cilindros de freno	Embalaje	200	300	1	40%

Tabla 3.3.2. Porcentajes de saturación de los bancos de trabajo en el escenario de nuevo balanceo de línea

Se verifica que la suma de tiempo ocupado y tiempo ocioso en todas las estaciones da un total de 8,33 horas por operario, equivalente a 500 minutos. Este último representa el tiempo disponible definido en el cálculo del Takt Time.

Se puede identificar que los puestos más críticos en cuanto a saturación de puesto son:

- Proceso de embalaje producto final.
- Proceso de ensamble de cilindros de freno.
- Proceso de ensamble de bombas de freno simples.

Detallando los tiempos ociosos de los últimos dos:

- Ensamble cilindros de freno = 100 min.
- Ensamble de bombas de freno simples= 75 min/operario. Involucrados 2 operarios, por ende son 150 min en total.

La sumatoria entre ambos es de 250 min.

Mientras que el tiempo demandado del proceso de embalaje es de 200 min/día.

### 3.3.3 Propuestas de mejora: Nuevo balanceo de línea

Por este motivo es que se plantean dos posibles soluciones:

Opción 1: Distribuir la carga de trabajo entre los recursos existentes

Los dos operarios involucrados en el ensamble de bombas de freno simples en conjunto con el operario de ensamble de cilindros de freno, sean quienes alternadamente ocupen la estación de embalaje final de los artículos, ya que el tiempo ocioso total de estos bancos es superior a la demanda de tiempo del embalaje para las 400 unidades diarias.

A su vez esto fomenta la polivalencia del operario, lo que trae como ventajas:

- Tener una experiencia más diversificada y con mayores conocimientos.
- Capacidad de ayudar a los compañeros con facilidad.
- Disponer de un perfil más completo y competitivo.
- Reducir la monotonía. Mayor motivación del personal.

Opción 2: Aumentar la producción de una línea de producto

La otra posibilidad es aumentar la capacidad de producción de cilindros de freno, para trabajar en incrementar su saturación, solo en el caso de que el análisis de demanda del mercado confirme que la producción adicional se absorbe.

En este último caso se realiza el siguiente cálculo considerando que el takt time fuese 2 minutos por unidad, alcanzando una eficiencia cercana 100% con 10 minutos por contingencias:

Demanda diaria: X unidades

Turnos de trabajo: 1

Jornada laboral: 9 h

Descansos: 30 min, comida

Descansos adicionales/ necesidades personales: 10 min

$$Takt\ time: \frac{9 \frac{h}{día} \times 60 \frac{min}{h} - 30\ min - 10\ min}{x \frac{u}{día}} = \frac{500 \frac{min}{día}}{x \frac{u}{día}} = 2\ min/u$$

$$x \frac{u}{día} = \frac{9 \frac{h}{día} \times 60 \frac{min}{h} - 30\ min - 10\ min}{2 \frac{min}{u}} = 250 \frac{u}{día}$$

Así al incrementarse la producción de una línea de productos, impacta sobre el tiempo ocioso de embalaje reduciéndolo, quedando configurado de la siguiente manera:

Takt time de embalaje:

Demanda diaria: 450 unidades

Turnos de trabajo: 1

Jornada laboral: 9 h

Descansos: 30 min, comida

Descansos adicionales/ necesidades personales: 10 min

$$Takt\ time: \frac{9 \frac{h}{día} \times 60 \frac{min}{h} - 30\ min - 10\ min}{450 \frac{u}{día}} = \frac{500 \frac{min}{día}}{450 \frac{u}{día}} = 1,11\ min/u$$

Número mínimo de estaciones de trabajo de embalaje:

$$N^{\circ}\ estaciones\ mín. = \left( \frac{\sum\ Tiempos\ tareas}{Takt\ Time} \right)$$

$$N^{\circ}\ estaciones\ mín.\ embalaje = \left( \frac{0,5 \frac{min}{u}}{1,11\ min/u} \right) = 0,45 \approx 1$$

Embalaje:

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
1	Embalaje	0,5	1,11 - 0,5 = 0,61

$$\% Efic. = 0,5 / (1 * 1,11) * 100 = 45,04\%$$

Aun así, el operario que se encuentre en este puesto de trabajo, pasará más de la mitad de su tiempo sin tareas para desempeñar.

La posibilidad ante esta situación es que la persona que se encargue del puesto de embalaje, se desempeñe de manera part-time.

Por ende, recalculando el porcentaje de eficiencia:

Takt time de embalaje:

Demanda diaria: 450 unidades

Turnos de trabajo: 1

Jornada laboral: 4 h

Descansos adicionales/ necesidades personales: 10 min

$$Takt\ time: \frac{4 \frac{h}{día} \times 60 \frac{min}{h} - 10\ min}{450 \frac{u}{día}} = \frac{230 \frac{min}{día}}{450 \frac{u}{día}} = 0,51\ min/u$$

Número mínimo de estaciones de trabajo de embalaje:

$$N^{\circ}\ estaciones\ mín. = \left( \frac{\sum\ Tiempos\ tareas}{Takt\ Time} \right)$$

$$N^{\circ} \text{ estaciones mín. embalaje} = \left( \frac{0,5 \frac{\text{min}}{u}}{0,51 \text{ min/u}} \right) = 0,98 \approx 1$$

Embalaje:

PUESTO	TAREAS	Tiempo. acum (min)	Tiempo no asig (min)
1	Embalaje	0,5	0,51 - 0,5 = 0,01

$$\% \text{ Efic.} = 0,5 / (1 * 0,51) * 100 = 98,04\%$$

3.3.3.1. Distribución de tareas y porcentajes de saturación de bancos de trabajo aplicado a las propuestas de mejora

Opción 1

- Cantidad necesaria de puestos de trabajo: 1 preensamble + 2 ensamble de bombas de freno + 1 ensamble de cilindros = 4 puestos de trabajo. Considerar que el proceso de embalaje final es realizado por los operarios que principalmente desarrollan sus tareas en los bancos de ensamble de bombas y cilindros de freno.

La distribución de las tareas a través de la jornada laboral se podría realizar de la siguiente manera:

Operario	Franja horaria	Proceso	Producción/ embalaje en unidades	Tiempo ocioso (min)
Operario 1 (Preensamble)	7:00 a 12:15 h *5 min no disponibles	Bombas de freno doble	124	0
	ALMUERZO			
	12:45 a 16 h *5 min no disponibles	Bombas de freno simples	76	0
	FIN JORNADA			

Operario	Franja horaria	Proceso	Producción/ embalaje en unidades	Tiempo ocioso (min)
Operario 2 (ensamble bombas de freno)	7:30 a 11:15 h	Ensamble bba. doble	45	0
	11:15 a 12:15 h *5 min no disponibles	Embalaje bba. doble	100	5
	ALMUERZO			
	12:45 a 14:00 h *5 min no disponibles	Ensamble bba. doble	12	10
	14 a 16:30 h	Ensamble bba. simple	50	0
Operario 3 (ensamble bombas de freno)	7:30 a 12:15 h *5 min no disponibles	Ensamble bba. doble	55	5
	ALMUERZO			
	12:45 a 14:00 h	Ensamble bba. doble	13	10
	14:00 a 15:00 h	Embalaje cilindros	120	0
	15:00 A 16:30 h *5 min no disponibles	Ensamble bba. simple	25	10
Operario 4 (ensamble cilindros de freno)	8:00 a 12:45 h *5 min no disponibles	Ensamble cilindro	140	0
	ALMUERZO			
	13:15 a 15:30 h *5 min no disponibles	Ensamble cilindro	60	10
	15:30 a 17:00 h	Embalaje cilindros y bombas.	180	0

Tabla 3.3.3.1. Opción 1: Distribución de tareas y porcentajes de saturación de bancos de trabajo aplicado a las propuestas de mejora

En esta distribución se propone que comiencen sus turnos de manera escalonada según el proceso y línea de producto, con el objetivo de asegurar el abastecimiento al siguiente banco de trabajo y finalizar con todos los artículos embalados al cierre de la jornada.

Esta solución requiere cierta complejidad con respecto a la coordinación y que los números de artículos en los cortes de cada proceso no necesariamente son múltiplos de 5. Para esto se propone que en la tablet puedan ir tildando o sumando a medida que se termina el proceso en una unidad, para llevar un control constante confiable.

Otro punto a revisar es la cantidad de tiempo ocioso diario de cada posición, persiguiendo que estén dentro de un rango.

En esta solución los tiempos ociosos de los operarios que participan en dos estaciones de trabajo están entre 20 a 32 minutos. Para que no impacte en el clima organizacional, los operarios 2 y 3 pueden intercambiarse cada 2 semanas, mientras que en el caso de los operarios 1 y 4 puede considerarse su mayor saturación en la compensación.

A su vez se propone que cada estación tenga un carro para trasladar la producción terminada a la siguiente estación.

Recalculando los porcentajes de saturación de cada puesto:

Proceso	Tiempo ocupado (min)	Tiempo ocioso (min)	% Saturación
Preensamble	500	0	100%
Ensamble bombas de freno	850	35	96,05%
Ensamble cilindros de freno	400	10	97,56%
Embalaje	200	5	97,56%

Tabla 3.3.3.1. Opción 1: Porcentajes de saturación de los bancos de trabajo

En esta opción se observa que todos los procesos tienen mayor saturación que en el escenario de la situación actual, demandando la misma cantidad de recursos humanos y aumentando en 50 artículos diarios la producción de bombas y cilindros de freno.

Proceso de preensamble: 73,53% situación actual VS. 100% escenario opción 1.

Proceso de ensamble de bombas de freno: 75,98% situación actual VS. 96,05 % escenario opción 1.

Proceso de cilindros de freno: 85,71% situación actual VS. 97,56 % escenario opción 1.

Proceso de embalaje: 93,75% situación actual VS. 97,56 % escenario opción 1.

Opción 2 (aumentar la cantidad producida de cilindros de freno y llevarlo por encima de 250 unidades diarias y contratar un operario adicional part-time.)

- Cantidad necesaria de puestos de trabajo: 1 preensamble + 2 ensamble de bombas de freno + 1 ensamble de cilindros + 1 embalaje final = 5 puestos de trabajo.

Se propone la siguiente distribución:

Operario	Franja horaria	Proceso	Producción/ embalaje en unidades	Tiempo ocioso (min)
Operario 1 (preensamble bombas de freno)	7:00 a 12:15 h *5 min no disponibles	Bombas de freno doble	124	0
	ALMUERZO			
	12:45 a 16 h *5 min no disponibles	Bombas de freno simples	76	0
Operario 2 (ensamble bombas de freno)	7:30 a 12:15 h *5 min no disponibles	Ensamble bba. doble	55	5
	ALMUERZO			
	12:45 a 14:00 h	Ensamble bba. doble	5	50
	14 a 16:30 h *5 min no disponibles	Ensamble bba. simple	40	25
Operario 3 (ensamble bombas de freno)	7:30 a 12:15 h *5 min no disponibles	Ensamble bba. doble	55	5

	ALMUERZO			
	12:45 a 14:00 h	Ensamble bba. doble	10	25
	14:00 A 16:30 h *5 min no disponibles	Ensamble bba. simple	35	40
Operario 4 (ensamble cilindros de freno)	8:00 a 12:45 h *5 min no disponibles	Ensamble cilindro	140	0
	ALMUERZO			
	13:15 a 17:00 h *5 min no disponibles	Ensamble cilindro	110	
Operario 5 (embalaje)	13:00 a 17:00 h *10 min no disponibles	Embalaje	450	

Tabla 3.3.3.1. Opción 2: Distribución de tareas y porcentajes de saturación de bancos de trabajo aplicado a las propuestas de mejora

Proceso	Tiempo ocupado (min)	Tiempo ocioso (min)	% Saturación
Preensamble	500	0	100%
Ensamble bombas de freno	850	150	85%
Ensamble cilindros de freno	500	0	100%
Embalaje	225	5	97,83%

Tabla 3.3.3.1. Opción 2: Porcentajes de saturación de los bancos de trabajo

En esta opción se observa que todos los procesos tienen mayor saturación que en el escenario de la situación actual, pero se debe considerar que demanda un recurso humano adicional, aumentando en 50 artículos diarios la producción de bombas y cilindros de freno.

Proceso de preensamble: 73,53% situación actual VS. 100% escenario opción 2.

Proceso de ensamble de bombas de freno: 75,98% situación actual VS. 85% escenario opción

2.

Proceso de cilindros de freno: 85,71% situación actual VS. 100% escenario opción 2.

Proceso de embalaje: 93,75% situación actual VS. 97,83% escenario opción 2.

### 3.3.4. Comparación porcentajes de saturación en los diferentes escenarios - Actual VS. propuestas de mejora

Proceso	% saturación		
	Sit. inicial	Opción 1	Opción 2
Preensamble	73,53%	100%	100%
Ensamble bombas de freno	75,98%	96,05%	85%
Ensamble cilindros de freno	85,71%	97,56%	100%
Embalaje	93,75%	97,56%	97,83%

Tabla 3.3.4. Comparación porcentajes de saturación en los diferentes escenarios - Actual VS. propuestas de mejora

### 3.4. Situación actual: Layout y estanterías

Como se mencionó anteriormente, la empresa CilFren S.A. enfrenta una situación de mercado con una demanda en constante crecimiento, esto generó que desde las posiciones estratégicas de la organización se decida a realizar una ampliación del área que actualmente es el principal cuello de botella de la planta de fabricación de bombas y cilindros de freno, que resulta ser el área de ensamble y embalaje.

Comenzar con esta ampliación edilicia no resultó complejo, ya que la empresa disponía de terreno propio en las mismas instalaciones donde está construida la fábrica.

La ampliación estructural del área duplicó la superficie disponible para esta actividad, pasando de 6m x 14m a 12m x 14m, con el objetivo de aumentar volúmenes productivos y mejorar la comodidad y clima de trabajo.

Esta ampliación generó que desde la empresa se replanteen la disposición tanto de estanterías como así también el tipo de layout que se utiliza y se alerte a la autora del presente proyecto sobre la necesidad de cambio.

En el rediseño de layout, se hará foco en el rediseño de las estanterías y unidades de almacenamiento y su posterior distribución en la sala en conjunto con los bancos de trabajo.

### 3.4.1. Estanterías

En cuanto a las **estanterías** existen por sobre todo dos situaciones que se persiguen modificar y mejorar, las cuales son:

- Reubicar las estanterías con los cascos mecanizados y tratados dentro de la sala de ensamble y embalaje.
- Incrementar la cantidad de estanterías en la zona de ensamble para cubrir la necesidad y actualizar sus estructuras y contenedores.

#### Reubicar los cascos mecanizados y tratados dentro de la sala de ensamble y embalaje.

Este punto hace referencia a las estanterías que almacenan los cascos de las bombas y cilindros de freno que hoy se ubican en el área de pavonado, dentro del sector de fabricación.

En la actualidad son 12 estanterías que continuamente se van reponiendo con stock de cascos, las mismas están dispuestas en disposición de “L” frente al portón que conecta con ensamble, pero no son de fácil acceso ya que entre ambos puntos hay tachos metálicos con los mismos productos que están aguardando hasta pasar al proceso de pavonado.

Cada estantería tiene una dimensión de 1,5 m de ancho, 2 m de alto y 0,65 m de profundidad, con 5 niveles para almacenar, por ende en cuanto a superficie ocupan un total de  $11,7 m^2$ . Los contenedores de estos productos en estanterías son cajas de cartón con sus tapas abiertas, por lo que se genera un desaprovechamiento de volumen, ya que aproximadamente la mitad de altura de cada estante es ocupada por las tapas de cartón de la caja desplegadas.

A modo de reflexión este punto tiene un gran potencial de mejora, comenzando con la disposición física de los cascos dentro de la planta, puntualmente en la sala de ensamble, ya que no tienen un lugar definido para almacenarse hasta que se utilicen, entorpeciendo de esta manera el flujo de personas y equipos para mover materiales, y atentando contra el orden y limpieza. A su vez, los contenedores que se están implementando no están adaptados a los productos y el tipo de estantería es rígida y fija, lo que genera que se tengan que realizar una gran cantidad de movimientos de carga y descarga y de traslado de los productos listos para ensamble del punto donde se realiza el pavonado hacia la estantería y luego de este punto al área de ensamble.

Debajo se adjunta en la imagen 3.4.1. sobre la situación actual de estas estanterías para graficar lo antes mencionado.



Imagen 3.4.1.: Estanterías con cascos en el área de pavonado

Incrementar la cantidad de estanterías en la zona de ensamble y actualizar sus estructuras y contenedores

En referencia a la cantidad, el objetivo principal es que todo insumo que se encuentre en el área tenga un espacio definido para ser almacenado y que este material no permanezca en cajas en el suelo sobresaliendo del espacio delimitado, como así también comenzar a almacenar las cajas de embalaje e instructivos ya que actualmente se encuentran en grandes bolsas sobre el suelo en el punto donde haya lugar, alejado de quien realiza el proceso final de embalaje.

Mientras que las estructuras están estandarizadas de manera tal que, entre cada fila de las mismas, todas se configuran para contener cajas de grandes tamaños pero esto genera que se desaproveche espacio cuando se guardan elementos en cajas pequeñas, que finalmente en la

mayoría de los casos terminan apilándose y esto genera desorganización o desestabilización de la pila.

Por último, los cajones que contienen los insumos no están estandarizados, pueden ser grandes cajones plásticos, cajas pequeñas plásticas con tapa, cajas medianas de cartón o bolsas.

Debajo se ilustra con imágenes tomadas de la sala de ensamble y embalaje de bombas y cilindros de freno, la situación con respecto a la falta de espacio para almacenar los insumos para embalaje y a su vez la situación de que las estanterías no están configuradas para almacenar cajas de pequeño tamaño y las mismas son apiladas unas sobre otras, siendo poco eficiente por ejemplo si se debe sacar la que se encuentra abajo de la columna apilada y a su vez tiene poca estabilidad.



Imágenes 3.4.1. Estanterías de la sala de ensamble y embalaje

### 3.4.1.1. Relevamiento de estanterías y contenedores de insumos exceptuando cascos y material de embalaje

Con respecto a las **estanterías**, previo a definir su diseño y su posterior distribución en el espacio disponible, es necesario relevar las existentes para conocer la necesidad de capacidad que existe en el sector y los tipos de contenedores.

De este relevamiento se obtuvo lo siguiente:

Armazones con resortes (KM): 3 armazones de 1,5 m de ancho x 2 m de alto x 1 m de profundidad cada uno. Cada armazón contiene 48 cajones de 0,35 m de alto x 0,35 m de ancho x 0,35 m de profundidad, los mismos se distribuyen en 8 por fila en total de manera tal que se identifican 4 al frente pero son 2 en profundidad por cada línea de la estantería.

Armazones con pistones (KF): 5 armazones de 0,9 m de ancho x 2,1 m de alto x 0,31 m de profundidad cada uno. Cada estructura contiene 60 cajas de 0,15 m de alto x 0,15 m de ancho y 0,28 m de profundidad, distribuidos de manera tal que hay 6 por fila.

Armazones con piezas mecanizadas (KG): 3 armazones de 1,32 m de ancho x 2 m de alto x 1 m de profundidad, el cual contiene 60 cajas de 0,15 m de altura, distribuidas en 10 cajas por cada hilera. Y a su vez hay en promedio sobre el último nivel de la estantería 8 cajones en cada armazón, cada uno con las siguientes dimensiones: 0,35 m de alto x 0,35 m de ancho x 0,35 m de profundidad.

Armazones con elementos de goma (KI): Para este tipo de artículos, está designada la estantería de mayor dimensión si se toman las diversas estructuras como una sola unidad de almacenamiento. Desglosando se obtiene lo siguiente:

- Armazón 1,2 y 3: Cada armazón cuenta con una capacidad para almacenar 48 cajas pequeñas en una línea de frente, mediante una distribución de 8 cajas de 0,15 m de alto por fila. Pero a su vez cada armazón tiene dos líneas de insumos, por ende contabilizan un total de 96 cajas.
- Armazón 4: Para almacenar bultos de mayor tamaño, con capacidad para 12 cajas de una dimensión de 0,35 m de alto. Y a su vez los dos estantes que se ubican en la parte superior, contienen cajas pequeñas de 0,15 m de alto, contabilizando un total de 14 cajas por cada fila.

Armazón 1,2,3 y 4 tienen las mismas dimensiones de 1,25 m de ancho x 2,7 m de alto x 0,68 m de profundidad.

- Armazón 5: Contienen 24 cajas de 0,35 m de altura en total, distribuidas en las 6 filas de manera tal que se encuentran 4 por fila.
- Armazón 6: ídem armazón 5.

- Armazón 7: Contienen 28 cajas de 0,35 m de altura en total, ya que se utiliza también el último estante para almacenar.

Armazón 5,6 y 7 tienen las mismas dimensiones y son las siguientes: 1,45 m de ancho x 2 m de altura x 0,68 m de profundidad.

Armazones con anillos Seeger (KE), arandelas y trabas (KL), bulones y tuercas (KQ):

Compuesto por 4 armazones de 0,9 m x 2,1 m x 0,68 m de profundidad. Los mismos contienen diversos productos de pequeñas dimensiones que están a su vez almacenados en cajas de 0,15 m de alto. Cada armazón contiene 132 cajas de este tamaño.

Realizando este relevamiento se concluye que existen 2 tipos de contenedores en cuanto a altura, factor que condiciona al diseño de las estanterías en cuanto al alto para definir la capacidad de cada uno y en conclusión la cantidad que deberían tener para garantizar el almacenamiento de todos sus productos. Estos tipos se denominan a continuación cajones y cajas y sus alturas son 0,35 m y 0,15 m respectivamente.

Debajo se realiza un cuadro a modo resumen para consolidar la información sobre este punto.

Del nuevo balanceo de línea se debe considerar que la producción aumentará en un 33%, tanto en bombas como en cilindros de freno, por ende, esto impactará en la cantidad de insumos almacenados de manera proporcional, lo cual se plasma en la última fila de la tabla a continuación.

Armazón	Número de armazón	Contenedores				Aumento de producción en 33%
		0,35 m altura	Cantidad (cajones)	0,15 m altura	Cantidad (cajas)	Cantidad
KM: Resortes		X	48 x 3=144			
KF: Pistones				X	60 X 5 = 300	
KG: Piezas mecanizadas		X	8 x 3= 24	X	60 x 3= 180	

KI: Elementos de goma	Armazones 1, 2 y 3			X	$48 \times 3 \times 2 = 288$	
	Armazón 4	X	12	X	$7 \times 2 \times 2 = 28$	
	Armazones 5 y 6	X	$24 \times 2 = 48$			
	Armazón 7	X	28			
KE, KQ, KL y RC:: Anillos Seeger y arandelas, bulonería, trabas y piezas metálicas				X	$132 \times 4 = 528$	
<b>TOTAL</b>			<b>256</b>		<b>1324</b>	
<b>TOTAL CON AUMENTO DEL 33% EN PRODUCCIÓN DERIVADO DEL NUEVO BALANCEO</b>			<b>341</b>		<b>1761</b>	

Tabla 3.4.1.1. Relevamiento cantidad y tipo de contenedores necesarios en estanterías

Se concluye que, con los nuevos volúmenes productivos diarios, la necesidad de almacenamiento se compone de 341 cajones y 1761 cajas.

Según confirma el gerente de la empresa, en los días que se realizó el relevamiento de estanterías, la capacidad de estas era representativa con respecto a la fluctuación que tienen las mismas a través de los días.

#### 3.4.1.1.1. PROPUESTA DE NUEVA CONFIGURACIÓN DE ESTANTERÍAS FIJAS PARA TODO TIPO DE INSUMOS A EXCEPCIÓN DE LOS CASCOS

A continuación se realiza una propuesta para una nueva configuración de estanterías, combinando los criterios de estandarización y flexibilidad. Esta última característica mencionada, se vuelve un factor fundamental en esta empresa, ya que debe adaptarse rápido a los cambios del mercado.

Para poder iniciar el proceso de diseño y definir las dimensiones y las cantidades necesarias de estanterías, es necesario considerar 3 dimensiones que son alto, ancho y profundidad de los contenedores, como así también la cantidad total que hay de cada tipo. Según el relevamiento, se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Cajas de 0,15 m de alto x 0,15 m de ancho x 0,28 m de profundidad
- Cajones de 0,35 m de alto x 0,35 m de ancho x 0,35 m de profundidad

Se propone una estantería con la siguiente configuración, considerando que las medidas están expresadas en metros:

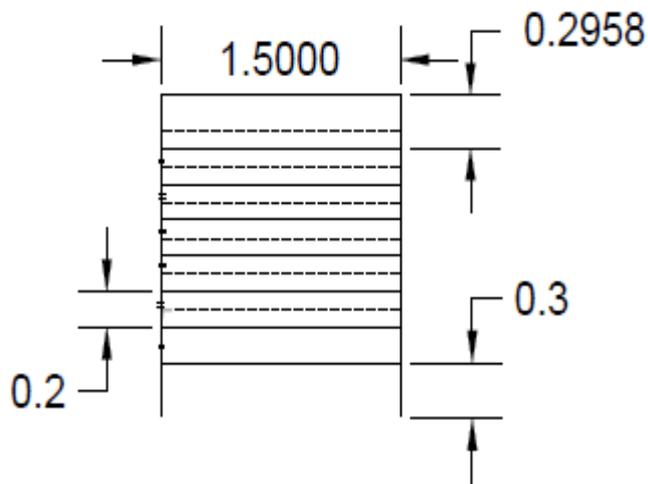


Imagen 3.4.1.1.1. a) vista frontal de la nueva configuración de estanterías fijas

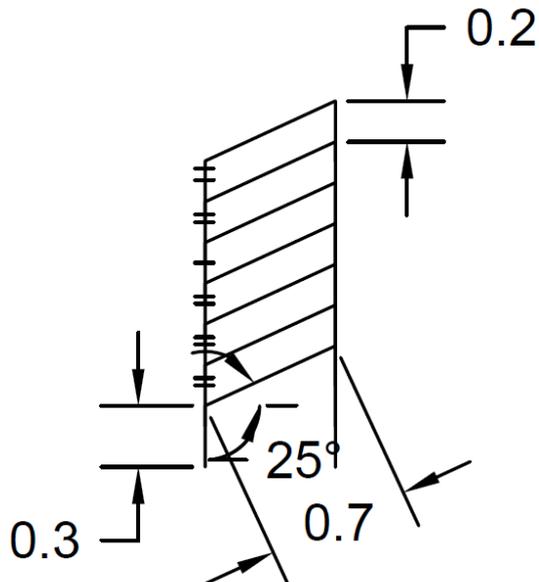


Imagen 3.4.1.1.1 b), vista lateral de la nueva configuración de estanterías fijas.

Ancho: 1,5 m

Altura piso estantería superior: 1,5 m

Altura piso estantería inferior: 0,3 m

Separación entre cada estante fijo: 0,4 m con posibilidad de colocar un nuevo estante extraíble cada 0,2 m para otorgar flexibilidad y poder almacenar tanto cajas como cajones según necesidad.

Profundidad de cada estantería: 0,7 m.

A su vez se propone que tenga caída por gravedad en cada uno de los estantes, con un ángulo de inclinación de 25°, de esta manera la reposición y retiro es más ágil y se ocupa menor superficie de piso ya que la profundidad horizontal al suelo de cada estantería es menor.

Profundidad de cada armazón paralelo al suelo:  $\cos 25^\circ \times 0,7m = \text{adyacente}$   
 $0,63 m = \text{adyacente}$

Para incrementar aún más la flexibilidad de estas estanterías, se podría generar una configuración de estanterías apilables. Debido a que la cantidad de stock de insumos se mantiene estable no se propone esta configuración, pero se comenta como una posibilidad a futuro en caso de cambios en las cantidades.

#### **Capacidad de almacenamiento de las estanterías:**

- (1)  $4 \text{ cajones/hilera} \times 2 \text{ hileras/estante} \times 4 \text{ estantes/armazón} = 32 \text{ cajones/armazón}$
- (2)  $341 \text{ cajones} / 32 \text{ cajones/armazón} = 10,66 \text{ armazones} \approx 11 \text{ armazones}$
- (3)  $10 \text{ cajas/hilera} \times 2 \text{ hileras/estante} \times 8 \text{ estantes/armazón} = 160 \text{ cajas/armazón}$
- (4)  $1761 \text{ cajas} / 160 \text{ cajas/armazón} = 11 \text{ armazones}$

Con esta configuración planteada, según las ecuaciones (1) y (3) cada armazón podría almacenar 32 cajones o 160 cajas pequeñas respectivamente y teniendo en cuenta la necesidad de almacenar es de 341 y 1761 respectivamente, se necesitan construir **22 armazones** con la capacidad planteada con anterioridad.

Esta configuración por supuesto demanda la disponibilidad de espacio para su distribución. Se procede a calcular esto debajo:

$$\begin{aligned} \text{Superficie de pared armazones} &= 1,5 m (\text{anchura}) \times 1,8 m (\text{altura}) \times 22 \text{ armazones} \\ &= 59,4 m^2 \end{aligned}$$

Debido a que la altura no es un condicionante en este caso, se calcula la longitud considerando que se disponen uno al lado del otro.

*Longitud de pared armazones = 1,5 m (anchura) x 22 armazones = 33 m.*

Como otra mejora generada se puede mencionar que en la actualidad, hay una gran cantidad de contenedores que deben ser alcanzados mediante escalera, porque los insumos necesarios para el proceso de ensamble se encuentran por encima de 1,8 m que es la altura promedio que los trabajadores llegan a alcanzar sin utilizar ningún tipo de soporte. Lo que se busca con esta nueva estructura de estanterías es hacerlas más flexibles pero también más funcionales, tanto en capacidad de almacenamiento como accesibilidad para el personal, ya que garantizar esto hace que se reduzcan los tiempos de picking, como así también las posibilidades de que sucedan accidentes al subir y bajar por la escalera.

#### 3.4.1.2. Relevamiento de estanterías y contenedores de material de embalaje

Otros materiales que en la actualidad no tienen un espacio definido en almacenamiento y tienen un volumen sustancial, son las cajas de cartón utilizadas para embalaje y demás productos asociados a este proceso final como ser bolsas plásticas que envuelven el producto final y los manuales de uso y garantía. Las cajas de cartón se compran personalizadas a un solo proveedor, y en 6 tamaños diferentes, ya que considerando un ejemplo práctico no tienen las mismas dimensiones bombas de freno para un vehículo particular de pasajeros o para un camión Mercedes Benz.

Las cajas de embalaje llegan en cajas de cartón de 1,4 m de anchura x 0,4 m de altura x 1,6 m de profundidad y no se sacan de ese contenedor hasta ser utilizadas en el embalaje final del producto. En la actualidad se colocan al lado de estanterías ya que no tienen un lugar asignado y cuando se las necesita, se las retira. Mientras que las bolsas plásticas y manuales llegan en una gran bolsa, que se deposita de igual manera que las cajas.

Estos materiales se compran en volúmenes elevados, ya que el bajo costo unitario lo permite, de lo contrario los costos logísticos se elevan y no resulta conveniente. Aproximadamente se compra para la producción quincenal. Esto se materializa en 8 cajas del tamaño antes mencionado que contienen las cajas de cartón y un bolsón de 1m de ancho x 1 m de alto x 0,5 de profundidad que contiene bolsas plásticas y uno idéntico para los manuales de los productos finales.

Para el caso de las cajas de embalaje, utilizando la nueva configuración de estantería antes planteada, se requerirían de **2 estanterías** para poder almacenar las 8 cajas que llegan para abastecerse durante un plazo de 15 días.

### 3.4.1.3. Relevamiento de estanterías y contenedores de cascos

Con respecto a los **cascos** que se encuentran en la sala de pavonado, los mismos actualmente se distribuyen en 2 grandes armazones.

El primero está compuesto por 6 estanterías con 6 niveles cada una. En cada nivel se almacenan dos cajas de cartón que en su interior contienen los cascos de bombas y cilindros de freno. Las dimensiones de cada estantería son de 1 m de anchura x 2 m de altura x 0,65 m de profundidad.

Mientras que el segundo, está compuesto por 4 estanterías de mayores dimensiones, con 7 niveles distintos y en cada uno se ubican 4 cajas con los mismos tipos de insumos que acaban de ser mecanizados y pavonados en el área productiva. Estas estanterías tienen una dimensión de 1,5 m de anchura, 2 m de altura x 0,65 m de profundidad.

$$\text{armazón 1} = 2 \times 6 \times 6 = 64 \text{ cajas}$$

$$\text{armazón 2} = 4 \times 7 \times 4 = 112 \text{ cajas}$$

$$\text{Total de cajas con cascos} = 176 \text{ cajas}$$

Debido a que la intención está en trasladar estos insumos que ya han finalizado su proceso de mecanizado y pavonado, hacia la sala de ensamble y embalaje, hay que considerar que se debe tener una capacidad de 176 cajas. Estas cajas según el relevamiento también tienen una altura de 0,3 m aproximadamente, ya que al ser de cartón sus medidas son irregulares al compararlas entre sí, sin considerar sus tapas desplegadas, con 0,35 m de ancho y 0,5 m de profundidad.

Para almacenar estos productos, se recomienda utilizar el mismo tipo de contenedor que para los resortes o demás insumos que tienen un mayor tamaño unitario y que ocupan un volumen significativo. Es decir el contenedor del tamaño de 0,35 m de alto x 0,35 m de ancho x 0,35 m de profundidad, ya que se ha realizado la prueba y tiene la capacidad suficiente para almacenar el contenido de cada caja de cartón.

#### 3.4.1.3.1. PROPUESTA DE NUEVA CONFIGURACIÓN DE ESTANTERÍAS MÓVILES PARA CASCOS

En este caso, se proponen las estanterías similares a las anteriores pero con una pequeña modificación añadiendo ruedas con freno, para poder hacerlas móviles y que a su vez tengan trabas para poder fijarlas cuando sea debido. El objetivo de esta transformación apunta a hacerlas flexibles, ya que lo de mayor practicidad es poder transportarlas en una misma estructura desde el proceso de mecanizado, hacia el de oxidación y por último al de ensamble.

Existe un portón entre la sala de ensamble y la de oxidación pero no es un problema ya que la altura es mayor que las estanterías.

La configuración sería de la siguiente manera:

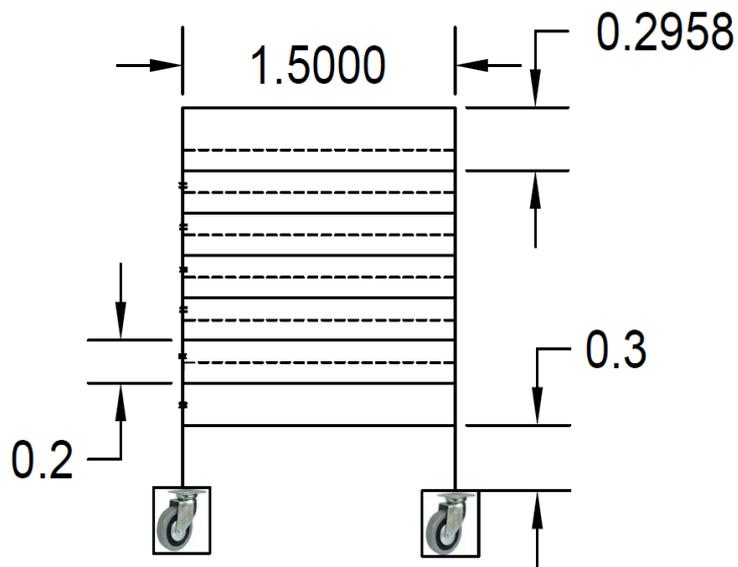


Imagen 3.4.1.3.1.a), vista frontal de la nueva configuración de estanterías para cascos.

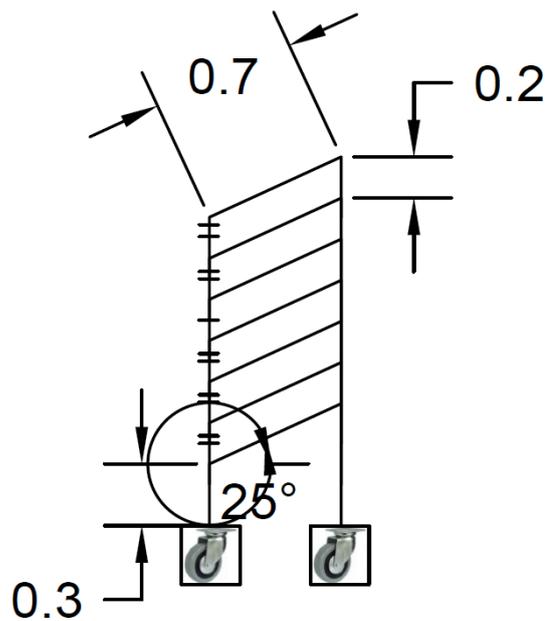


Imagen 3.4.1.3.1.b), vista lateral de la nueva configuración de estanterías para cascos.

Para definir la cantidad necesaria se debe realizar el siguiente cálculo:

$$\begin{aligned} \text{Armazón individual} &= 4 \text{ cajas/hilera} \times 2 \text{ hileras/ estante} \times 4 \text{ estantes/armazón} \\ &= 32 \text{ cajas/armazón} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de armazones} &= 176 \text{ cajas} / 32 \text{ cajas/armazón} = 5,5 \text{ armazones} \\ &\simeq 6 \text{ armazones} \end{aligned}$$

Estos **6 armazones**, considerando una anchura de 1,5 m, una altura de 1,5 m y 0,65 m de profundidad, ocupan un volumen de  $8.775 m^3$ .

Se realiza el mismo procedimiento que en el caso anterior.

Debido a que la altura no es un condicionante en este caso, se calcula la longitud considerando que se disponen uno al lado del otro.

$$\text{Longitud de pared armazones} = 1,5 m (\text{anchura}) \times 6 \text{ armazones} = 9 m$$

#### 3.4.1.4. Conclusión: Cantidad necesaria de estanterías

A modo de **conclusión** de la sección de cálculo para estanterías, se obtiene que son necesarias:

- 24 estanterías con la nueva configuración, no móviles
- 6 estanterías con la nueva configuración, móviles

$$\begin{aligned} \text{Longitud total de pared ocupada por los nuevos armazones} \\ = 1,5 m (\text{anchura}) \times 30 \text{ armazones} = 45 m \end{aligned}$$

#### 3.4.2. Layout

En referencia al **layout** adoptado por la empresa en la actualidad y tomando de referencia las configuraciones teóricas de layout mencionadas en la sección teórica, se concluye que dentro del área de ensamble y embalaje no se tomó un criterio teórico al momento de definir el layout, ya que las mesas de trabajo están dispuestas sin tener en consideración que se realiza el proceso de ensamble de dos líneas de productos: bombas y cilindros de freno, y los mismos tienen procesos diferentes.

Como se puede identificar en la imagen 3.2, actualmente la disposición de los bancos de trabajo es en línea recta, comenzando con el banco de preensamble, luego se ubica el banco ensamble de cilindros de freno, continúan dos bancos seguidos de ensamble de bombas de freno y por último el de embalaje, localizado cercano al punto de despacho de los productos embalados.

De esta forma el banco de ensamble de cilindros de freno interrumpe el flujo de las bombas y a su vez se ubica a dos bancos entre medio de distancia del punto donde se realiza el embalaje de estos.

Un punto crítico que se ha relevado en las visitas a la fábrica y confirmado por el gerente de la planta es a su vez que esta distribución de layout actual, que no diferencia por tipo de producto, genera que las estanterías que almacenan los insumos necesarios para cada producto no están

segmentadas de manera tal y que haya un cruce continuo entre los operarios al momento de hacer el picking de insumos.

Como otro punto de mejora se identificó que la persona encargada del banco de preensamble, debe trasladar manualmente en grandes cajones estos productos intermedios a los dos bancos de ensamble de bombas de freno que no se encuentran cercanos a su punto de trabajo, ya que el banco de ensamble de cilindros es un obstáculo y aumenta la distancia entre los puntos.

A su vez se reconocieron problemas de congestión de insumos y zonas que deberían estar destinadas a pasillos ocupados por bolsas o cajas de materia prima sin almacenar e identificar.

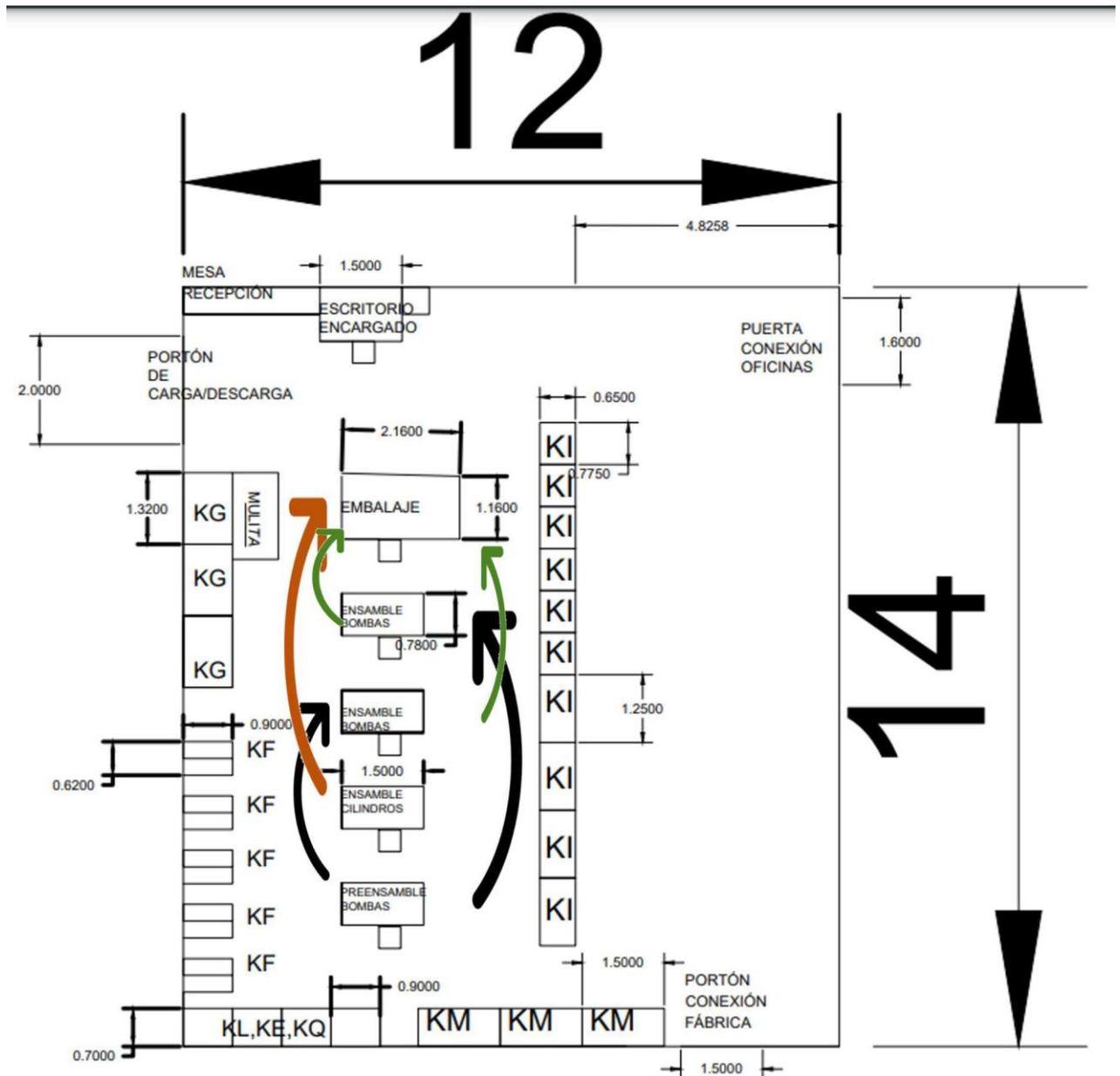


Imagen 3.2. Distribución actual de bancos de trabajo y estanterías en la sala de ensamble y embalaje y análisis de flujo del producto en proceso.

### 3.4.2.1. Propuesta: Distribución y análisis de flujo

Para la configuración de la nueva distribución de bancos de trabajo y estanterías, debe considerarse los resultados obtenidos del nuevo balanceo de línea. La necesidad actual es de 5 bancos de trabajo: 1 banco de preensamble de bombas de freno, 2 bancos de ensamble de bombas de freno, 1 banco de ensamble de cilindros de freno y 1 banco de embalaje.

Si bien las cantidades objetivas de bancos de trabajo no cambian con respecto a la situación actual, sí lo hará su distribución.

Se adoptará un layout orientado al producto, o según también fue definido en el marco teórico con orientación de producción en masa ya que hay dos líneas de producto claramente identificables que demandan procesos diferentes, por un lado, las bombas de freno que requieren un preensamble, luego ser ensambladas y por último embalaje, y por otra parte los cilindros de freno que a diferencia del primero no requiere preensamble y posterior al armado pasan directamente al embalaje.

Consideraciones adicionales:

- Incorporar una nueva estantería para el encargado de recepción y almacenamiento de la sala, para almacenar aquellos insumos que no logran ser depositados en su respectiva estantería en el momento. A su vez se propone otra estantería adicional para almacenar ordenadamente insumos que no tengan la calidad suficiente y no se detecta al momento de la recepción.
- Separar físicamente el área de trabajo del encargado de la sala de ensamble en sí.
- Los pasillos de circulación deben garantizar que 1 persona pueda circular por el mismo y a su vez movilidad sin barreras del montacarga. Las medidas del montacarga existente en la sala son las siguientes: 1,10 m de ancho x 1,5 m de profundidad considerando la caja que sobresale utilizada para trasladar la producción diaria de la sala al camión encargado de llevar la producción desde Cilfren S.A. a RG Frenos comercial.
- Colocar 2 estanterías para el almacenamiento del material de embalaje. A su vez se aconseja solicitar al proveedor, que envíe los insumos en unidades de almacenamiento que cada una contenga a su vez 300 u (o divisores de este número) de cajas, bolsas e instructivos para realizar el embalaje final.
- Distribuir los 5 bancos de trabajo diferenciando por la línea de producto, conocido como orientación de producción en masa y a su vez de manera tal que los operarios tengan fácil acceso a los insumos que realizan en sus operaciones. Debajo se adjunta una tabla sobre los insumos necesarios para cada línea de producto y puesto:

Línea de producto	Banco de trabajo	Insumo	Abreviatura
<b>BOMBAS DE FRENO</b>	PREENSAMBLE	Resortes	KM
		Pistones	KF
		Elementos de goma (cubetas)	KI

		Trabas y depósitos (protectores)	KL
		Piezas mecanizadas (casquillo )	KG
		Bulonerías, tuercas en general (tornillo)	KQ
	ENSAMBLE	Cascos mecanizados	KD
		Anillos seeger y arandelas	KE
		Piezas mecanizadas (tapón y cono)	KG
		Trabas y depósitos	KL
		Elementos de goma (o´ring, retén, guardapolvo, válvulas)	KI
	<b>CILINDROS DE FRENO</b>	ENSAMBLE	Cascos mecanizados
Resortes			KM
Pistones			KF
Elementos de goma (cubetas,guardapolvo)			KI
Trabas y depósitos (protectores)			KL
Piezas mecanizadas (cono)			KG
<b>BOMBAS Y CILINDROS DE FRENO</b>	Embalaje	Material de embalaje	KZ

Tabla 3.4.2.1. Insumos utilizados en cada proceso

Es importante aclarar que aproximadamente el 5% del total de los insumos se comparten entre las líneas de producto de bombas y cilindros de freno, lo restante solo se utiliza para una de las dos líneas. Por ende, debido a que las cantidades producidas de bombas y cilindros de freno es la misma, las estanterías segmentadas por insumos se dividen mitad y mitad.

En la actualidad al recepcionar la materia prima, la misma se rotula e identifica, pero en esta identificación no hay distinción visual sobre qué corresponde a cilindros y qué a bombas de freno. Como propuesta de mejora en la recepción, se aconseja marcar cintas de color las cajas diferenciando los insumos que corresponden a bombas de cilindros. Así la reposición de insumos en estanterías será más ágil para el encargado del almacén considerando que las mismas se compondrán de elementos según la línea de producto.

### 3.4.2.1.1. NUEVA DISTRIBUCIÓN PROPUESTA EN SALA DE ENSAMBLE Y EMBALAJE.

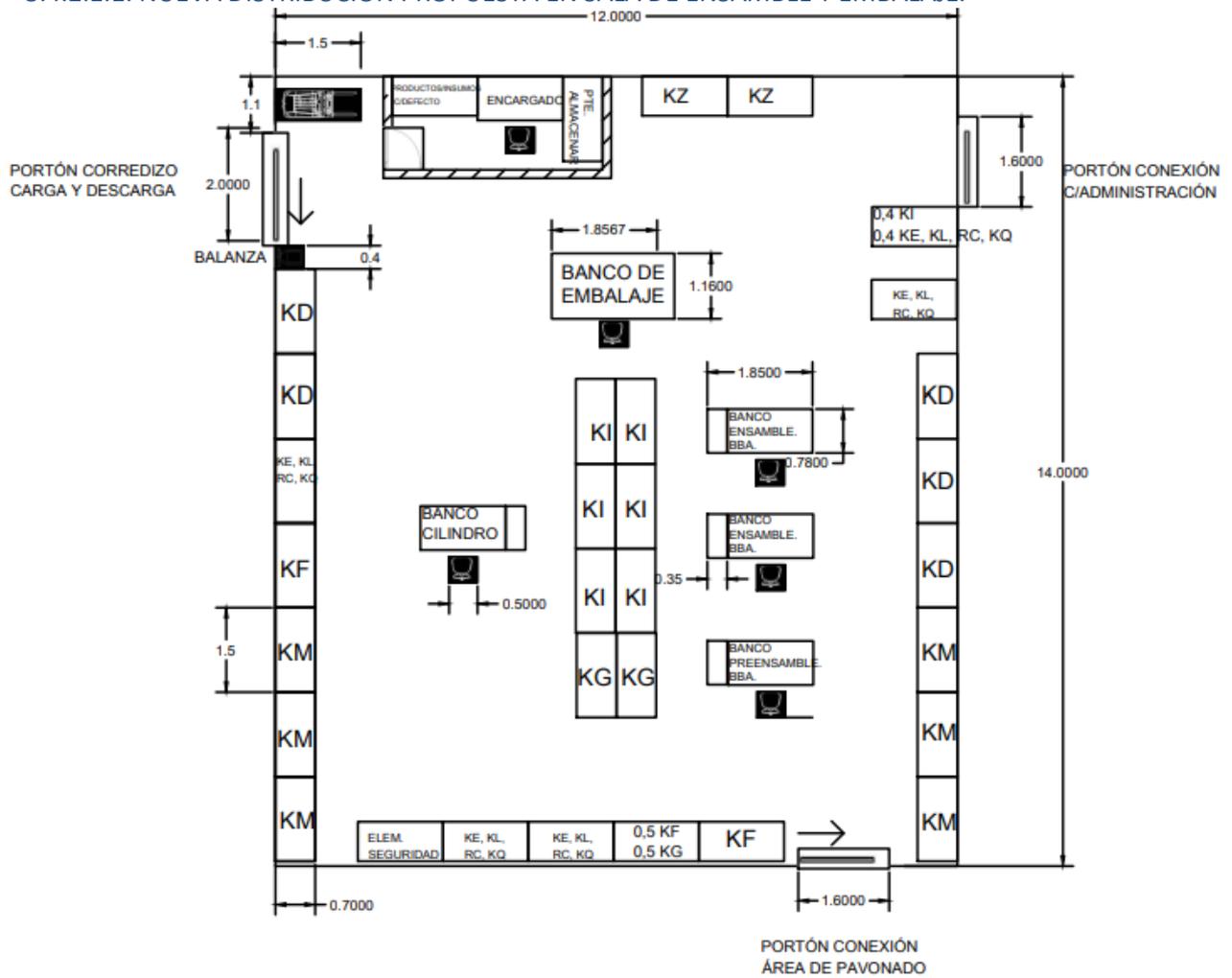






Imagen 3.4.2.1.1.a) Configuración bancos de trabajo



Imagen 3.4.2.1.1.b) Carro para picking y traslado de productos en proceso. \*Pueden adicionarse más niveles en caso de ser necesario.

### 3.5. Situación actual: Herramienta 5S

En cuanto a la herramienta de las 5S, el gerente general confirmó que si bien se aplicó en el pasado, ya hace años que no se hace seguimiento ni se tiene presente en el día a día, debido a que no tienen estandarizado el proceso ni difundido e interiorizado en su personal y todo esto

demanda tiempo en cuanto a planificación y capacitaciones pero se debe tener en claro que luego genera muy buenos resultados.

Al ser una empresa que se califica como PyME, esta situación les demanda tener que responder en la diaria a problemas que surgen y deben ser solucionados rápidamente para poder garantizar su producción diaria y que no peligre su rentabilidad. Pero se está ignorando que al tener correctamente implementada la herramienta de las 5S se reducen los accidentes o resultados no deseados en la planta, ya que disminuye el desorden y los malentendidos en la fábrica.

En el mercado, sucede que el contexto y por ende el cliente final, a medida que las tecnologías evolucionan pasa a ser más exigente en cuanto a calidad y costo del producto que finalmente recibe, pero reconoce que detrás existe una larga cadena productiva y logística, que tiene incidencia directa en los resultados.

La implementación de las 5S a su vez sirve para definir una base a partir de la cual construir para garantizar una mejora continua a través del paso del tiempo. Ahí es cuando se vuelve una ventaja competitiva, cuando ya está instaurado en la empresa como un proceso natural y el único camino adecuado para realizar una tarea.

Al recorrer la empresa y observar los procesos que suceden en paralelo, se observa que la disposición de los elementos usados en los productos finales, como así también el orden y la limpieza no son los óptimos para poder desempeñar los procesos con la mayor eficiencia. Sobre todo en la transición entre el sector fabricación y el de ensamble y embalaje, ya que están dispuestos una gran cantidad de cascos listos para ser enviados a la sala de ensamble pero que se dejan esperando en estanterías fijas hasta ser utilizados, lo cual obstaculiza el paso, la limpieza y visual.

A su vez durante el recorrido, no se identificó que alguien esté cuestionando esta disposición, más precisamente estaban desempeñándose en condiciones normales sin alterarse por el desorden. La aplicación de este método permitirá mejorar la situación y generar una nueva cultura en la empresa, concientizando sobre las ventajas que resultan en resultados beneficiosos.

Llevar a la práctica el método teórico, tomará un tiempo y su aplicación será paulatina, ya que no sólo es estructural, sino también cultural, pero dará resultados. A su vez una de las ventajas con las que se cuenta es con la ampliación de la sala de ensamble y embalaje y su redistribución, aprovechando este cambio para tener como estandarte durante el proceso a la metodología de las 5S, en lo que respecta a movimientos de equipos, maquinarias y estanterías y sus nuevas disposiciones y otras cuestiones de clima del área.

### 3.5.1. Auditoría sobre las 5S

La autora propone realizar una auditoría sobre la situación inicial de la empresa en cuanto a la implementación de las 5S para tener un claro punto de partida, sobre el cual trabajar luego. Para esto se realizan diversas planillas de auditoría atacando los 5 ejes de la herramienta, considerando en cada una de ellas los puntos más importantes a relevar.

Previamente a esto debe definirse con qué método es que se calificará los diversos ítems que conformen cada planilla. El mismo se define de la siguiente manera:

Puntaje	Referencia
0	Completamente malo/ inexistente
2	Malo
4	Regular
6	Bueno
8	Muy bueno
10	Excelente

Tabla 3.5.1. Equivalencias de puntajes y referencias en la auditoría de las 5S

De esta manera se pasa a confeccionar cada planilla referente del proceso de auditoría.

Primero se comienza con los procesos que están dirigidos a los objetos y espacios, para luego al finalizar trabajar sobre las últimas dos "S", dirigidas a las personas.

#### 3.5.1.1. Seiri - Separar

Seiri - Separar			Fecha			
			Auditor	Agg	oti	
Ítem	Nombre del ítem	Puntos a auditar sobre el ítem				

10	Insumos	<p>¿En la sala de ensamble hay materiales o insumos que no son necesarios para los procesos que se realizan y pueden ser desechados?</p> <p>¿Existen en la zona materiales que se consideran necesarios pero siempre para utilizar en un futuro?</p> <p>¿Hay piezas de proveedores con calidad deficiente y que no serán utilizadas ni devueltas almacenadas en algún lugar?</p>		4		
20	Materiales en exceso	<p>¿Hay material que está duplicado “por las dudas” y no se utiliza hace tiempo?</p> <p>¿Hay material en exceso? Ya sea insumos, máquinas, herramientas.</p>		6		
30	Equipos o herramientas	<p>¿Todos los equipos se utilizan en el proceso de ensamble?</p> <p>En caso de existir alguno obsoleto, ¿está separado e identificado como tal?</p> <p>¿Hay herramientas innecesarias en el área?</p>		2		
40	Protecciones personales	<p>¿Hay EPIs que se guardan en el área y que se encuentran en mal estado?</p> <p>Documentación o indicaciones</p>		8		
50	Pasillos	<p>¿Existen elementos que bloqueen u obstruyan el paso a través de los pasillos?</p>		4		

Tabla 3.5.1.1. Temas de auditoría “Seiri – Separar”

### Observaciones

#### Insumos

En el caso de este ítem al relevar se obtuvo que no existen insumos innecesarios almacenados en estanterías, todo lo que forma parte del almacenamiento del área de ensamble y embalaje es utilizado en mayor o menor medida. Lo que sí se identifica al momento de la inspección visual es material proveniente de proveedores externos, con calidad insuficiente para ser utilizados para el producto final, separado en la superficie que utiliza de mesa el encargado del área, sin tener un lugar puntual destinado para tales materiales, se puede visualizar en la imagen 3.5.1.1 a). Desde la empresa informan que estas situaciones son poco usuales y los volúmenes de rechazo bajos.

Se califica como un punto en estado “regular”.



Imagen 3.5.1.1 a) -Insumos

### **Material en exceso**

En cuanto a este punto, no se ha identificado material de ensamble que no se utilice, todo es consumido en el plazo de dos semanas aproximadamente.

En el caso de las maquinarias, se ubica en el área una máquina utilizada para realizar perforaciones que no es utilizada actualmente en el proceso de ensamble, ya que fue reemplazada por maquinaria moderna, se puede identificar en la imagen Imagen 3.5.1.1 b).

Con respecto a las herramientas, cada banco de trabajo tiene sus herramientas identificadas, no hay en exceso ni distribuidas en la sala en lugares que no estén destinados para tal.

Este inciso se califica como “bueno”.



Imagen 3.5.1.1 b) Material en exceso

### **Equipos o herramientas**

En la recorrida se identifica un único equipo mencionado en el punto anterior que no es utilizado en el proceso de ensamble. El mismo no se encuentra identificado como tal, pero sí se encuentra separado del sector de bancos de trabajo.

Este punto se califica como “malo”.

### **Protecciones personales**

La totalidad de los elementos de protección personal identificados en el área están en buen estado y son utilizados a diario por el personal.

Este punto se releva como “muy bueno”.

### **Pasillos**

Existen elementos que bloquean el paso por pasillos e imposibilitan el acceso a las estanterías. Mediante una inspección ocular, entre los que se relevaron se encuentran: mula de carga (Imagen 3.5.1.1 c)), que bloquea gran parte de una estantería y ocupa un volumen de  $1 m^2$ , cajones apilados con insumos que no se tiene la capacidad para almacenar en estanterías (Imagen 3.5.1.1 d)), bolsas con insumos para embalar que están distribuidas a lo largo de uno de los pasillos (Imagen 3.5.1.1 e)).

Si bien lo antes mencionado, sucede por sectores, si se analiza la proporción, un cincuenta por ciento del total de la superficie de pasillos está cubierto por objetos, por lo que se califica como una situación en estado “regular”.

Se adjuntan imágenes debajo sobre lo mencionado.



Imagen 3.5.1.1 c) -Pasillos



Imagen 3.5.1.1 d) -Pasillos



Imagen 3.5.1.1 e) -Pasillos

Con respecto a esta “S”, considerando que se obtuvo un puntaje de 24 puntos y la puntuación máxima posible es de 50 puntos, la performance resultante que se toma de punto de partida es de

$$\frac{24}{50} = 0,48 \times 100 = 48\%$$

### 3.5.1.2. Seiton - Ordenar

Seiton - Ordenar (con enfoque en un almacenamiento eficiente y efectivo)			Fecha		
			Auditor	G a g g i o t i	
Ítem	Nombre del ítem	Puntos a auditar sobre el ítem			

10	Insumos	<p>¿En la sala de ensamble hay materiales o insumos que no están almacenados?          Los almacenados, ¿están etiquetados según el tipo de producto?          Los almacenados, ¿están almacenados en el mismo envase de origen o son trasvasados a contenedores personalizados?          ¿Se encuentran próximos a la persona que los utiliza a diario?          ¿Son de fácil acceso?          ¿Son de sencilla localización?</p>		4	
20	Materiales en exceso	<p>¿Dónde está almacenado? ¿Separado del resto?</p>		4	
30	Equipos o herramientas	<p>¿Siguen un orden lógico según el proceso productivo?          ¿Las mesas de trabajo tienen marcado dónde se guarda cada elemento/ herramienta?</p>		2	
40	Protecciones personales	<p>¿Está claramente identificado dónde se encuentran guardadas?          ¿Están separadas entre sí, según de qué elemento se trate?</p>		0	
50	Delimitación de áreas	<p>¿Están delimitadas zonas de rechazo?          ¿Están marcadas las zonas para las mesas de trabajo? ¿Y para los equipos que mueven material?          ¿Está definido y separado del sector productivo el espacio para el escritorio del encargado del área?          ¿Están delimitados los pasillos para el paso de los equipos?          ¿Hay zonas de descanso definidas?</p>		0	
60	Estanterías	<p>Las estanterías, ¿están distribuidas ordenadamente en el espacio? ¿Alcanzan para alojar toda la materia prima?          ¿Son de fácil acceso?</p>		4	
70	Seguridad/ cartelería	<p>¿Están en buen estado aquellos elementos necesarios ante situaciones de emergencia? Ej: Kit de primeros auxilios, matafuegos.          ¿Están indicadas las salidas de emergencia? ¿Y el sector de matafuegos o mangueras hidrantes?</p>		2	
80	Layout de materiales	<p>¿Está definida un área de almacenamiento para productos en proceso?</p>		0	

90	Soportes adecuados	¿Están definidos los soportes adecuados para contener la totalidad de los materiales que son parte de la sala?		4	
100	Cableado	¿Está debidamente contenida la estructura de cableados?		2	
110	Planos	¿Existen planos digitales o físicos sobre tal distribución? ¿Se actualizan ante cada modificación? ¿Hay algún estudio de flujo de procesos realizado?		2	

Tabla 3.5.1.2. Temas de auditoría "Seiton - Ordenar"

Se profundiza debajo la situación con respecto a cada uno de los puntos auditados en la empresa CilFren S.A. en referencia a la segunda "S" del método, orden.

**Insumos:**

En cuanto a este ítem dentro de la sala de ensamble, se puede identificar que existen materiales que son utilizados en el proceso y no están almacenados correctamente. Un ejemplo de esto, son las cajas de embalaje del producto final que se encuentran dentro de grandes bolsas detrás de las estanterías utilizadas a diario y a su vez están colocadas del lado opuesto de la persona que desempeña esta tarea, por lo que no solo no es correcta su disposición sino que también se encuentran alejadas del puesto de trabajo que las utiliza como insumo principal (Imagen 3.5.1.2. a)). En la misma situación se encuentran unos envoltorios de plástico que se utilizan para embalar el producto final (Imagen 3.5.1.2. b)).

Los volúmenes que ocupan ambos elementos son significativos, ya que en profundidad ocupan más de la capacidad con la que cuenta una estantería.

Con respecto al etiquetado, en la mayoría de los casos cada producto almacenado tiene una referencia en su contenedor, si bien existen aquellos que no están identificados (Imagen 3.5.1.2. c)), son los menos. Esto es una cuestión fundamental ya que la cantidad de componentes y a su vez variaciones de los mismos, son muy numerosas. Para acomodarlos, se sigue un orden alfabético y numérico que en la mayoría de las ocasiones es respetado.

En referencia a la cercanía de los insumos al puesto de trabajo, no necesariamente se encuentran cercanos a las mesas de trabajo, ya que como criterio para su organización se definió hacerlo de manera alfabética. Por lo que sucede que al momento de buscar los insumos requeridos para el preensamble o ensamble, los operarios deben cruzar por las mesas de trabajo de sus compañeros o inclusive cruzarse toda la sala, existiendo en estos casos tráfico cruzado lo que

genera un flujo interrumpido, tanto de personas como de material. A su vez, debido a la cantidad y capacidad de las estanterías, se observa que hay una gran cantidad de insumos que no son alcanzados por los operarios, sino que para llegar a ellos deben subirse a una escalera que se encuentra en la zona, o mismo la situación contraria de que se encuentran al nivel del piso o sólo de veinte centímetros por sobre nivel, lo que tampoco resulta práctico para realizar el picking. Esta situación se repite en la mayoría de las estanterías que están dispuestas en la sala de ensamble, ya que claramente la capacidad de estas está excedida (Imagen 3.5.1.2. d)).

Por último, con respecto a la localización, para aquella persona que está en la empresa e interiorizada con los procesos, es de sencilla localización, ya que sigue un orden lógico alfabético y numérico.

A modo de conclusión de este punto, son 5 ítems los que se analizan: localización, cercanía y accesibilidad, insumos almacenados e identificación de estos, se obtiene que están realizando correctamente un sólo ítem y otro de manera parcial, por lo que se define una evaluación de “regular”.



Imagen 3.5.1.2 a) -Insumos



Imagen 3.5.1.2 b) -Insumos



Imagen 3.5.1.2 c) -Insumos



Imagen 3.5.1.2 d) -Insumos

### **Materiales en exceso:**

En referencia a este punto, si bien se hacen pedidos de materia prima de manera semanal por lo general para evitarlo, todo aquello que se encuentra en exceso, es colocado en grandes cajas contiguas a las estanterías, para cuando exista más espacio ubicarlas. Por lo que también se lo define como un punto “regular”.



Imagen 3.5.1.2 e) Material en exceso

### **Equipos o herramientas:**

Los mismos siguen un orden lógico en cuanto a preensamble, ensamble y embalaje final, pero con la falencia de que entre el banco de preensamble (proceso que sólo lleva la bomba de freno) y el ensamble, se encuentra el de cilindros de freno, y este proceso es simplemente un banco donde se ensambla y se debería enviar directamente a embalaje, por ende, es una falencia. Esto mencionado se puede mencionar en la imagen debajo, donde la mesa de trabajo del medio es justamente la de ensamble de cilindros de freno, que está entre medio de preensamble (mesa de la izquierda, detrás) y de ensamble de bombas de freno (mesa de la derecha, adelante).

Por otra parte, en las mesas de trabajo, se utilizan diversas herramientas y las mismas por lo general están dispuestas al costado del banco, pero la plancha donde se cuelgan no tiene marcado dónde va cada una de ellas

Por ende, este punto se considera como “malo”.



Imagen 3.5.1.2 f) Equipos o herramientas

### **Protecciones personales:**

Los elementos de protección personal, no tienen asignado un lugar puntual dentro de la sala de ensamble y embalaje, sino que se encuentran distribuidos en donde hay espacio o es útil dejarlos para luego ser tomados por cada trabajador.

En las imágenes se puede observar cómo hay orejeras, protección ante ruidos, colgadas de una de las estanterías que almacena pistones (Imagen 3.5.1.2 g) ), como así también las máscaras se encuentran apiladas sobre un banco de trabajo, unas encima de otras (Imagen 3.5.1.2 h)).

A su vez no se encuentran separados según qué tipo de elemento de protección personal se trate.

Por ende, este punto se lo califica como “inexistente”.



Imagen 3.5.1.2 g) Protecciones personales



Imagen 3.5.1.2 h) Protecciones personales

### **Delimitación de áreas:**

No se encuentra definida una zona de rechazo para todas aquellas piezas que salgan no conformes debido a que no pasan el control de calidad de ensayo de vacío, si bien el gerente de producción explica que sucede con un porcentaje bajo, esta situación se da en la diaria.

Con respecto a las zonas para las mesas de trabajo, como así también para el caso del carro o de la mula de carga que utilizan para mover grandes volúmenes de insumos, no se encuentra marcado o delimitado donde tienen que ir. Inclusive la mula de carga, se encuentra paralela a una estantería ocupando una  $1m^2$  del área de pasillos, y a su vez en caso de necesitar algún insumo que se encuentra almacenado detrás de este equipo, el mismo se debe correr.

Por otra parte, el escritorio del encargado de almacén, compuesto por una mesa de trabajo de 1,5 m de largo y 1 m de ancho con su correspondiente silla, computadora y carpetas con papeles vinculados a los procesos de los que es responsable, se encuentra a tan sólo 2 metros del portón de recepción y envíos de insumos y productos finales respectivamente, por lo que es un lugar estratégico, pero no está separado del área de ensamble; es un banco de trabajo más, lo cual no es lo óptimo, no sólo por una cuestión de organización, sino también porque esta persona está expuesta constantemente a los ruidos de los propios procesos del taller sin tener ningún tipo de protección auditiva (Imagen 3.5.1.2 i)).

Tampoco está definido el espacio de pasillos contiguos a estanterías y no existen zonas de descanso; los operarios tienen su momento libre en el mismo lugar donde realizan sus operaciones diarias.

En referencia a este ítem se concluye que no existe delimitación de áreas en el sector. Por lo tanto su calificación es “inexistente”.



Imagen 3.5.1.2 i) Delimitación de áreas

### **Estanterías**

De la totalidad de las estanterías, hay dos que se encuentran en una disposición de perfil, es decir con sus puntos de acceso en dirección a las otras estanterías y en estos casos se define que la disposición no es la óptima porque no permite hacer un picking ágil, ya que los espacios entre cada infraestructura son reducidos. A su vez, como se mencionó anteriormente, hay insumos que están en cajas o en bolsas en los pasillos o contiguos a las estanterías, por lo que la capacidad de las mismas no es suficiente. Y tienen zonas de difícil acceso para buscar un elemento a diario en varias ocasiones, que no resultan eficientes y a su vez tampoco contribuyen a la seguridad de los

movimientos de los operarios. Debido a lo anterior mencionado, se define como “regular” su calificación.

Se adicionan nuevas imágenes con respecto a la capacidad de las estanterías debajo.



Imagen 3.5.1.2 j) Estanterías



Imagen 3.5.1.2 k) Estanterías

### **Seguridad/ cartelería**

El único elemento que se ubica en la sala ante una emergencia es un matafuego, cubierto por una máscara para soldadura, el mismo aún no tiene un lugar definido en el área, se encuentra contiguo al portón de carga y descarga ubicado sobre el suelo sin cartelería indicatoria (Imagen 3.5.1.2 l) y m)).

Se consulta sobre kit primeros auxilios y responden que existe este botiquín, pero los colaboradores de la empresa no tienen en claro dónde se encuentra ante una emergencia, necesitan el soporte de otra área para poder actuar.

En lo que respecta a cartelería, no está indicado el punto de salida ante una emergencia, ni se visualizan otros carteles indicativos que dividan sectores o recomienden comportamientos correctos. Se utilizan en varios puntos de la sala, papeles escritos a mano con recordatorios puntuales. Lo único que existe de cartelería en el área es cartelería sobre producto, sobre una certificación y un papel enmarcado de fundación (15).

Este punto se clasifica como “malo”.



Imagen 3.5.1.2 I) Seguridad/ cartelería



Imagen 3.5.1.2 m) Seguridad/ cartelería

### **Layout de materiales**

No existe un área para los productos que se encuentran en proceso. En el caso de los cascos para las bombas de freno o cilindros de freno, pasan inicialmente dentro de CilFren S.A. por un proceso industrial de mecanizado y oxidación controlada dentro de la planta y constituyen el insumo principal en el proceso de ensamble. Una vez finalizados los dos procesos mencionados anteriormente, son almacenados provisoriamente en una zona improvisada entre el área de la planta industrial y el área de ensamble, sin lugar definido formalmente, cuando este producto en proceso constituye el insumo de mayor volumen (Imagen 3.5.1.2 n)).

Luego no existe tampoco un área para aquellos productos en proceso de ensamble, ya que por lo general la producción es diaria y todo lo que ensamblan es despachado ese mismo día a RG Frenos Comercial. Pero en caso de necesitarlo, no existe esa zona, y los mismos deben quedar en

los cajones que utilizan para mover el producto de un banco de trabajo a otro, o en la estantería pequeña que tiene el encargado del almacén junto a su mesa (Imagen 3.5.1.2 o)).

Por lo que este punto es considerado como “inexistente”.



Imagen 3.5.1.2 n) Layout materiales



Imagen 3.5.1.2 o) Layout materiales

### **Soporte adecuados**

En referencia a este punto, según lo mencionado anteriormente, se concluye que las estanterías actuales son insuficientes para la cantidad de insumos necesarios para el proceso de ensamble y embalaje. Las mismas podrían ser adaptadas para mayor accesibilidad, capacidad y personalización mediante un rediseño, en este proceso se aconseja adaptarlas a los tipos de contenedores que se utilizan desde hace años en la empresa, en cuanto a dimensiones y cantidades, para aprovechar mejor la utilización del espacio volumétrico.

Se concluye una nota de “regular”

### **Cableados**

En cuanto a este ítem, debido a la expansión las conexiones y los cables, no están ocultos como debería ser, sino que se observa a simple vista que se cruzan entre sí en la altura y están sin cobertura a menos de un metro de los operarios (Imagen 3.5.1.2 p)).

Por ende este punto se define como “malo”.



Imagen 3.5.1.2 p) Cableados

### **Planos**

Existen planos físicos de la planta y a su vez puntualmente del área, confirmado por el área central administrativa y expuestos pero los mismos no se encuentran actualizados a la disposición actual del área.

No existe un estudio de flujo de procesos realizado.

Este punto se califica como “malo” debido a la inconsistencia en los planos y la inexistencia del flujo de procesos.

Con respecto a esta “S”, considerando que se obtuvo un puntaje de 24 puntos y la puntuación máxima posible es de 110 puntos, la performance resultante que se toma de punto de partida es de

$$\frac{24}{110} = 0,2182 \times 100 = 21,82\%$$

### 3.5.1.3. Seiso – Limpieza

Seiso - Limpieza (mantener el área limpia y con una visual clara para detectar fallas y anomalías rápidamente)			Fec ha		
			Au dit or	G a g g i o t t i	
Ítem	Nombre del ítem	Puntos a auditar sobre el ítem			
10	Banco de trabajo	¿La mesa de trabajo diaria se encuentra limpia? Sin vasos, papeles, residuos generales, restos de productos.		4	
20	Estanterías	¿Están en condiciones óptimas de limpieza? ¿Se resguarda a los materiales para evitar procesos de desgaste o suciedad que pueden incidir en la calidad final del producto?		4	
30	Equipos	¿Se encuentran limpios y en buen estado de conservación? ¿con su correcto mantenimiento?		6	
40	Herramientas	¿Se encuentran limpias y en buen estado de conservación? ¿con su correcto mantenimiento?		8	
50	Cestos de residuos	¿Están visibles? ¿Tienen la capacidad suficiente para los residuos que se generan en un día? ¿Están limpios?		6	
60	Registro de limpieza	¿Se lleva a cabo y se evidencia en un registro? ¿Hay personas asignadas para realizar ciertas tareas de limpieza? ¿Qué criterio se utiliza para limpiar zonas comunes y cuál para limpiar las mesas de trabajo que cada uno utiliza de manera personal?		4	

Tabla 3.5.1.3. Temas de auditoría "Seiso – Limpieza"

#### Banco de trabajo

- ¿La mesa de trabajo diaria se encuentra limpia? Sin vasos, papeles, residuos generales, restos de productos.

Al revisar las condiciones de limpieza de las mesas de trabajo que son parte del área de ensamble y embalaje, se detectó que en dos de tres bancos de ensamble se encontraban botellas o vasos y residuos generales en poca cantidad. Mientras que restos de productos, fue un punto que se identificó en tres mesas. Considerando lo antes mencionado se concluye que este punto es “regular”.

### **Estanterías**

Las condiciones de limpieza no son las óptimas, ya que la mayoría de los contenedores tienen marcas de polvo en sus tapas, o mismo las bolsas que contienen a aquellos artículos que no van tapados debido a la estructura del contenedor. Por sobre todo esto resalta en todas las cajas o cajones que se encuentran por encima de la altura de los hombros, aproximadamente metro y medio sobre el nivel del piso y en los que se encuentran al ras del suelo, pero también aplica para el resto (Imagen 3.5.1.2 q)).

No existe una forma estandarizada de almacenar y conservar los artículos, por lo que hay materiales que están resguardados en sus contenedores o bolsas cerradas, pero muchos otros que no, se identificó mediante el relevamiento que aproximadamente cuatro de diez artículos estaban resguardados correctamente.

Este punto se lo releva en condición de “regular”.



Imagen 3.5.1.2 q) Estanterías

### **Equipos**

Los equipos tienen poco nivel de automatización, la totalidad para uso manual no automático. Los mismos se encuentran en buen estado de conservación y son funcionales. Se mencionan mantenimientos correctivos, pero no existe registro de tales acciones.

Se puntúa como “bueno”.

### **Herramientas**

La mayoría de las actividades de ensamble se realizan con herramientas. Las mismas se hallaron en buen estado en cuanto a limpieza y mantenimiento. Por lo que se coloca “muy bueno”, ya que tenían cierto desgaste por el propio uso.

### **Cestos de residuos**

Existe un único contenedor de grandes dimensiones, compuesto por una estructura metálica y un bolsón de rafia para contener todos los desechos de insumos generados por el área. Se encuentra dispuesto detrás de las estanterías actualmente ya que no tiene un lugar definido y se lo mueve según necesidad. Tiene una gran capacidad ya que sus dimensiones son de 1,2x0,9x0,9 m, por lo que puede estar entre dos a tres días sin ser retirado su contenido.

Se encuentra en buen estado de conservación.

Este punto se califica como “bueno”, ya que en cuanto a capacidad y estado está de acuerdo a los estándares que se persiguen pero no tiene un lugar fijo, y esto no sucede por decisión estratégica.

**Registro de limpieza**

La limpieza dentro del área es una actividad que tienen coordinada internamente entre los colaboradores que trabajan dentro de cada sala. Puntualmente en la sala de ensamble, son 4 operarios y 1 encargado y se gestiona de manera tal de que al finalizar cada jornada laboral, cada uno es encargado un día puntual de la semana de limpiar pasillos y demás superficies comunes previamente a retirarse de las instalaciones.

Cada operario es responsable de mantener limpia su área de trabajo personal.

Al momento de consultar sobre la limpieza, se menciona desde la empresa que la tarea estandarizada que se realiza a diario es una barrida general, el criterio que se toma de referencia es que visualmente se vea limpio, pero no existe ningún procedimiento puntual al respecto.

No existen registros físicos o digitales sobre la realización de las tareas.

Con respecto a este punto se califica como “regular”, ya que se tiene coordinada una rutina y les permite realizar las tareas en la diaria de manera correcta, pero hay ejes para perfeccionar como ser la metodología y llevar un registro de tal.

Con respecto a esta “S”, considerando que se obtuvo un puntaje de 32 puntos y la puntuación máxima posible es de 60 puntos, la performance resultante que se toma de punto de partida es de

$$\frac{32}{60} = 0,5333 \times 100 = 53,33\%$$

3.5.1.4. Seiketsu - Estandarizar

Seiketsu - Estandarizar (Seguir un estándar para obtener calidad)	Fec ha		
	Au dit or	G a g gi o tt i	

Ítem	Nombre del ítem	Puntos a auditar sobre el ítem			
10	Banco de trabajo	¿Está sectorizado dónde debería ir cada objeto?		0	
20	Estanterías	¿Está marcado dónde debería ir cada insumo?		4	
30	Equipos	¿Se delimitó el área para los equipos y su distribución?		0	
40	Herramientas	¿Se definió para que se usa cada una de ellas?		0	
50	Procesos	¿Existe un estándar sobre cómo realizar cada proceso? ¿Está registrado el estándar? ¿O es por sabiduría transmitida?		8	
60	Comités de estandarización	¿Se definen encuentros para revisar procesos y sumar nuevas ideas? ¿Las ideas son revisadas y registradas luego?		0	
70	Cumplimiento	¿Cómo se registra el cumplimiento del estándar?		0	
80	Plan de acción	¿Existe un plan de acción para la implementación y seguimiento de las 5S? ¿Está pensado para llevar a cabo? ¿Se implementó en algún momento? ¿Por qué se dejó de hacer?		0	

Tabla 3.5.1.4. Temas de auditoría "Seiketsu - Estandarizar"

### **Banco de trabajo**

Con respecto a este punto, no se tiene estandarizado y demarcado dónde debería ir ubicado cada objeto sobre la mesa de trabajo. Por ende el punto se califica como inexistente.

### **Estanterías**

Las mismas contienen diversos productos y a su vez dentro de cada grupo diversos artículos, cada uno con su correspondiente código. En la actualidad están agrupados en función a los códigos que se detallan debajo, y cada artículo tiene un número, el cual dentro del grupo es acomodado correlativamente:

KC: Cascos sin mecanizar (corresponden a la sala de producción/ mecanizado)

KD: Cascos mecanizados (actualmente se encuentran en la sala de oxidación controlada)

KM: Resortes

KI: Elementos de goma (cubetas, guardapolvos)

KF: Pistones

KG: Piezas mecanizadas

KL: Trabas y depósitos

RC: Piezas metálicas

KE: Anillos seeger y arandelas

KQ: Bulonerías, tuercas en general

KZ: Material de embalaje

En cuanto a su identificación, menciona el gerente de la planta que se intenta mantener siempre la misma distribución en estanterías de los insumos, para evitar confusiones al momento del picking de su personal. Es conocido por los operarios dónde se encuentra cada producto principalmente porque trabajan desde hace tiempo en la empresa, pero en cuanto a cartelería identificatoria de grupo de insumo en las estanterías algunas la tienen pero no todas, sólo KF y KG están debidamente marcadas con la cartelería correspondiente. Por ende este punto se marca como “regular”.

Este punto le da rigidez al almacenamiento, ya que no se modifica su disposición en estanterías para no confundir a quienes realizan el picking a diario, principalmente por no contar con la cartelería adecuada.

#### **Equipos**

No se encuentra delimitada el área para los equipos. Por ende, se califica como “inexistente”.

#### **Herramientas**

La definición de uso para cada herramienta se realiza con la interiorización de los procesos de ensamble a medida que se va adquiriendo experiencia. Por ende, se califica como “inexistente”.

#### **Procesos**

Existe una hoja de procesos para cada tipo de pieza a ensamblar, en donde se detalla un listado de materiales y cómo debe ensamblarse cada uno para la obtención del producto final. Este soporte es en papel, no está digitalizado y se utiliza en la mayoría de los casos, a excepción del montaje de aquellas bombas o cilindros que suelen hacerse con mayor frecuencia. La sabiduría transmitida quizás puede reflejarse en ciertos procesos que se realizan más ágiles de una forma diferente al estándar.

Por ende se coloca una puntuación de “muy bueno”.

#### **Comités de estandarización**

No se definen encuentros para revisar procesos y sumar nuevas ideas en el planning del sector. Por el momento, según ha comentado el gerente de la empresa, no se implementa la metodología de las 5S y la cultura de la estandarización no es fundamental en la diaria.

Este punto se califica como “inexistente”.

#### **Cumplimiento**

Al no existir un estándar según el cual se trabaja, no se registra el cumplimiento del mismo.

Al igual que los dos puntos anteriores, también se define como “inexistente”.

#### **Plan de acción**

Por el momento desde la empresa no han implementado la herramienta de las 5S, por ende no existe definido un plan de acción para comenzar a realizarla y realizar el debido seguimiento y así guiar a los resultados.

En el año 2015, se intentó implementar, pero debido a que los trabajadores no estaban familiarizados con la teoría ni con la cultura que fomenta aplicar las 5S, no dio sus resultados en el corto plazo y por ello se decidió no continuar haciendo empuje a este proceso, ya que los problemas de la diaria superaron a la gerencia.

Este inciso también se define como “inexistente”.

Con respecto a esta “S”, considerando que se obtuvo un puntaje de 12 puntos y la puntuación máxima posible es de 80 puntos, la performance resultante que se toma de punto de partida es de

$$\frac{12}{80} = 0,15 \times 100 = 15\%$$

En cuanto a la última “S”, que hace referencia al proceso de autodisciplina, se plantean preguntas de auditoría que sirven de referencia para conocer cuál es la situación de la empresa en caso de que se decida implementar la herramienta, pero no se realiza un análisis de la situación actual ya que al no estar aplicando esta metodología desde la empresa, el equipo de trabajo no tiene adquirida la cultura de las 5S en la diaria y los procesos de estandarización y autodisciplina tienen falencias o son inexistentes.

#### **3.5.1.5. Shitsuke - Mantener / Disciplina**

Shitsuke - Mantener / Disciplina  (Incorporar la aplicación de la filosofía 5S y tener como objetivo una mejora continua)	Fec ha		
	Au dit or	G a g gi o	

Ítem	Nombre del ítem	Puntos a auditar sobre el ítem			
10	Auditorías internas	¿Se llevan a cabo periódicamente? ¿Se realizan reuniones de seguimiento y capacitación?			
20	Compromiso	¿Existe compromiso en el grupo con las políticas adoptadas?			
30	Hallazgos de auditorías	¿Qué accionar se tiene con los hallazgos de las auditorías?			
40	Mejora continua	¿Hay evidencia de mejora continua? ¿cómo se trabaja para lograrlo? ¿Existe alguna política? ¿Algún incentivo ante cumplimientos?			

Tabla 3.5.1.5. Temas de auditoría "Shitsuke - Mantener / Disciplina"

Tomando de referencia lo relevado, y consolidando los puntajes obtenidos sobre las 5S, se obtiene lo siguiente:

- Separar: 48%
- Ordenar: 21,82%
- Limpiar: 53,33%
- Estandarizar: 15%
- Mantener: 0%

Estos porcentajes reflejan que aún no se está implementando las 5S en la empresa y no hay conocimiento y concientización sobre las ventajas que genera el método. Por sobre todo se puede identificar que los puntajes menores se obtuvieron en las "S" estandarizar y mantener para mejorar, ya que no se tiene la cultura en la organización y no se tiene planificado cómo gestionar los mismos.

Desarrollar una cultura institucional que fomente seguir los procedimientos acordados en equipo y a su vez valores tales como colaboración, orden y organización, autodisciplina, hará que se obtengan mejores resultados en una futura auditoría interna. Para alcanzar esto, se deberá capacitar al personal, realizar acciones por parte de la dirección para alentar la adopción de buenas prácticas y por sobre todo el compromiso de toda la organización.

En los ejes de limpiar y separar, se obtuvieron los mayores porcentajes, ya que si bien son parte de las 5S también son prácticas más usuales por fuera de este método que se adoptan en todos los ámbitos para poder alcanzar los resultados.

### 3.5.2. Propuesta de mejora de la metodología 5S

A continuación, se presentan posibles soluciones para mejorar los procesos dentro de la empresa CilFren S.A. para comenzar con la implementación de la herramienta de las 5S. Se realiza un punteo, profundizando sobre cada uno de los ejes.

Para comenzar con la primera “S”, **separar**, se recomienda comenzar con un relevamiento enumerando en un listado los elementos que forman parte de la sala de ensamble y embalaje, tanto de insumos, productos en proceso y terminados como así también de maquinarias y elementos de protección personal. Posterior a la confección del listado, identificar qué es utilizado por los operarios en sus tareas diarias y qué no, rotular todo lo enumerado y definir qué acciones realizar con aquellos elementos que no son utilizados para analizar su disposición final.

En referencia a la segunda “S”, **orden**, se recomienda asignar a cada insumo su propio espacio en estanterías incrementando la cantidad de las mismas y cambiando su configuración para aumentar su versatilidad, a su vez etiquetar cada artículo con su código y agrupar los mismos por tipo de materia prima pero a su vez en función de qué producto sean parte, bombas o cilindros de freno, mejorar el alcance de los insumos para el proceso de picking en cuanto a altura y distancia desde los bancos de ensamble, delimitar los espacios con marcaciones en el suelo con respecto a zonas comunes, distribución de estanterías, pasillos, montacargas, balanzas y con la misma metodología y concepto marcar los tableros que contienen herramientas con la silueta de cada una según dónde deben ubicarse y por último asegurar la máxima seguridad en cuanto a conexiones generando una infraestructura para las mismas, ocultándose del alcance de los trabajadores.

Implementar las acciones enumeradas, dará claros resultados para mantener el área ordenada y despejada, evitando una acumulación de materia prima esparcida por el área sin su debida identificación y contenedor y liberando el paso a los trabajadores y los equipos para mover materiales. A su vez, se busca fomentar un picking más ágil de materia prima para el operario, incrementando la cercanía y alcance de los artículos necesarios para montar, como así también agilizar el proceso de colocación de herramientas en su lugar adecuado.

Este punto es clave para generar un buen clima laboral, ya que garantiza comodidad espacial y física al trabajador, reduce la complejidad del entorno y fomenta la seguridad, logrando un mayor

rendimiento, principalmente por el ahorro de tiempos para realizar cada acción, lo que repercute directamente en la producción y resultados finales.

Un espacio ordenado y estructurado, fomenta la organización para sus recursos humanos.

En cuanto a la **limpieza**, se propone capacitar al personal en cuanto a la importancia de este eje fundamental en la aplicación de las 5S, haciendo hincapié en su incidencia para garantizar un espacio de trabajo agradable, donde aquello que esté fuera de norma o que presente anomalías en cuanto a cuestiones funcionales o físicas pueda ser identificado a simple vista y corregido. Para el comienzo se recomienda realizar esta práctica durante el primer mes con una frecuencia definida en un planning, asignando los responsables del proceso para limpiar áreas comunes y mesas de trabajo. Una vez se alcance la base cuando el lugar está limpio, simplemente cada persona deberá hacerse responsable de su perímetro de acción. Así se fomentará la conservación de máquinas y equipos, y el proceso de detectar anomalías visualmente se realizará con mayor eficiencia, incrementando su confiabilidad.

Con respecto al punto de **estandarización** se recomienda dar a conocer a los trabajadores los beneficios que genera con respecto a la generación de una base que sea conocida por todos y que se tome de referencia para repetir procedimientos y a partir de allí poder tomar un punto de partida para adoptar una cultura de mejora continua. A su vez, seguir un estándar disminuye las desviaciones igualando las condiciones en los procesos y uniformizando y aumentando la calidad de los productos.

Debe fomentarse el compromiso de partes relacionadas con este punto y en principio será mostrando resultados a corto plazo. De esta forma la empresa será más estable ante cambio de personal, sin depender del conocimiento de una persona puntual para poder continuar con su proceso interno y agilizará la inducción de los ingresos.

Lo fundamental en todos los puntos es realizar un proceso de concientización interno que debe difundirse, impulsarse y organizarse desde áreas estratégicas de la organización hacia los demás niveles de la estructura, para que todos sus recursos humanos velen a diario por la implementación de las 5S y su continuidad y se familiaricen con este tipo de acciones convirtiéndose en tareas adicionales de su rutina de trabajo.

#### 3.5.2.1. Plan de acción para la implementación de las 5S

Para llevar a cabo las propuestas mencionadas se debe poner en práctica dentro de la empresa esta herramienta, y a su vez perseguir que la misma sea sostenible en el tiempo.

Para un sólido desarrollo de la herramienta, primeramente se debe planificar, luego ejecutar y por último controlar y mejorar.

En cuanto a la planificación, se obtendrá una planificación sólida y perdurable en el tiempo, cuando todo el personal partiendo desde la Alta Dirección se comprometa con esta acción siendo conscientes de los resultados y se refleje en el accionar del día a día, lo cual se fomenta con una correcta capacitación y difusión. En este accionar cada uno debe tener un rol formalmente definido para actuar de manera ordenada y contribuir al logro de los objetivos.

A su vez, se requiere desarrollar un planning preciso con actividades para llegar a los resultados esperados.

Planificadas las actividades, y formado el personal de la empresa, se procede a la etapa de ejecución siguiendo el orden en que están planteadas las 5S.

Por último, velar por el seguimiento de la implementación, elaborando los planes correspondientes, auditorías internas y evaluando sus resultados para proponer mejoras.

### 3.5.2.1.1. PLANIFICACIÓN

#### 3.5.2.1.1.1. *CONCIENTIZACIÓN Y COMPROMISO DE LA ALTA DIRECCIÓN*

Se debe comenzar acercando la propuesta de implementación de la herramienta a la Alta Dirección de la empresa, enumerando todas las ventajas y beneficios que generará su aplicación, para conseguir su interés, concientizar y finalmente obtener el compromiso de realización.

Adoptar y mantener la cultura de las 5S impacta directamente en la performance de la empresa, ya que hay menor cantidad de accidentes y por ende mayor aprovechamiento del tiempo de producción y mejor clima laboral, a su vez se produce una mejoría significativa en el control de los productos lo que deriva en un menor volumen de productos con calidad defectuosa como así también mejor control visual de insumos en este aspecto y en cuanto a la cantidad disponible en stock, también se reducen la cantidad de movimientos y traslados inútiles, y disminuye la necesidad de mantenimiento correctivo adoptando procedimientos de este tipo más rápidos debido a que se parte de una condición con un buen estado de herramientas y equipos.

A su vez, profundizando en situaciones de clima que son mejoradas con esta implementación, se pueden mencionar:

- Mayor aprovechamiento del espacio al tener un sector de trabajo ordenado, con todos los elementos que lo componen debidamente identificados.
- Erradicar obstáculos y frustraciones.

- Aumentar la comodidad de los operarios en su espacio de trabajo.
- Crear las bases para una mayor motivación.

En paralelo y previo a la puesta en práctica, los directivos deben capacitarse en el uso de la herramienta y en sus conceptos básicos y luego difundirlo o hacer partícipes a las demás personas que componen a la organización, teniendo presente que es un trabajo en equipo y que identificar al personal con la cultura dará mejores resultados que implementarlo mediante órdenes que deben ser cumplidas.

Como conceptos básicos a tener en cuenta para garantizar la continuidad de la herramienta se consideran:

- Armar un grupo de trabajo que conforme un comité para trabajar sobre la Política de las 5S. De este equipo debe ser partícipe el directivo máximo de la empresa y otras personas con trayectoria y conocimiento del negocio como así también de la cultura organizacional. Luego encargarse de difundir internamente mediante cartelera y comunicaciones el responsable y referente para la implementación, las decisiones tomadas, las metodologías que se utilizarán como así también la obligatoriedad de las acciones, y diseñar y realizar el correcto seguimiento.
- Redactar la Política de las 5S, adaptándola a la organización.
- Actuar con consistencia y demostrar compromiso con el mensaje y lineamiento difundidos.
- Capacitar de manera continua a todo el equipo de trabajo.
- Incluir a los máximos referentes de cada sector en los procesos de decisión y trabajar en formaciones para líderes.

La política de las 5S es un documento que contiene los objetivos generales de la implementación de esta herramienta en la empresa y luego objetivos particulares en donde se profundiza más sobre cada uno, como así también procedimientos, responsabilidades, y alcance.

#### *3.5.2.1.1.2. COMITÉ 5S*

La **conformación del comité** debe ser la acción posterior al compromiso de la dirección sobre la utilización de la herramienta.

Este comité es el responsable de la gestión integral de las 5S, es decir trabajar en la implementación de la herramienta y realizar el debido seguimiento para garantizar una autoevaluación representativa y posteriormente una mejora continua. Esto involucra el planificar, hacer, verificar y actuar o corregir.

Este comité debe estar conformado de manera tal que sea representativo en cuanto a la composición de la organización y contener a los máximos referentes de cada sector. Es clave definir con exactitud las responsabilidades y el alcance de las tareas de cada rol.

Entre los roles que lo componen se encuentran:

- **Comité directivo:** Directivos o gerentes de la organización que a su vez conforman el comité 5S. Es fundamental su rol ya que la mayoría de las decisiones son estratégicas y a largo plazo. A su vez se persigue que la alta dirección desarrolle un compromiso y participación activa en todas las fases y etapas de la implementación, y esto lo fomenta.
- **Coordinador/a:** Coordina encuentros del grupo y define el alcance de las reuniones, confecciona la documentación, coordina el accionar del comité. Es definido por la máxima autoridad.
- **Facilitador/a del área:** Es parte del comité directivo de las 5S, se le asignan ciertos grupos sobre los que tiene que trabajar la vinculación con el comité, incentiva el accionar de los grupos, convoca a reuniones de los líderes de cada grupo. Es definido por el coordinador, en decisión conjunta con el jefe de cada área.
- **Auditor:** Es parte del comité 5S, es quien diseña las auditorías de los grupos, las realiza y luego eleva los resultados al comité. El procedimiento de designación es como el facilitador del área. En el rol del auditor recaen diversas tareas como definir las bases de la auditoría, el alcance, realizar el check list previo a llevarlo a cabo para tener definido con claridad qué se va a relevar, y luego presentar el informe de auditoría con conformidades y no conformidades.
- **Líder de grupo:** Coordina encuentros del grupo, es quien representa al mismo frente al comité y nexo entre el equipo y el facilitador del área. Negocia acuerdo con pares y lleva los registros de acciones y documentos del grupo. Es nombrado por el coordinador.

En el caso de Cilfren S.A. el comité directivo debe estar conformado por el gerente general de planta ya que es la máxima autoridad de la empresa. Con respecto a las restantes posiciones, corresponde un coordinador, tres facilitadores de área trabajando sobre las áreas de producción y mecanizado, ensamble y embalaje y sector administrativo, dos auditores internos para intercalarse entre sí ya que no pueden auditar su propia área, y por último la cantidad de líderes según grupo se definan, pudiendo ser tres o más.

Como primera medida se deben definir estos roles para comenzar con la planificación y calendarización de acciones. La persona que tome el rol de coordinador es quien deberá realizar las correspondientes capacitaciones externas para luego mediante formaciones internas se difunda en la empresa. A su vez los facilitadores de área en conjunto con auditores definen áreas de

responsabilidad de cada grupo, como así también su conformación e identifican a los líderes de cada uno.

La definición de líderes debe provenir del acuerdo entre facilitadores y auditores, pero al mismo tiempo la persona que asume este rol debe tener predisposición para tomarlo, por lo que se recomienda que, mediante un formulario, cada persona que es parte de un grupo se postule para un tipo de rol en el equipo, para luego definir entre quienes se hayan postulado como líderes quien finalmente asumirá como tal.

#### *3.5.2.1.1.3. DIFUSIÓN 5S*

Cuando los roles ya están claros, se realiza la correspondiente **difusión** para comenzar el trabajo de campo. Se aconseja difundir a toda la organización el relevamiento inicial sobre la situación de la empresa en cuanto a la implementación de la herramienta, para que la totalidad de la nómina sea consciente sobre el punto de partida y se identifiquen las mejoras de los grupos entre sí, para aumentar la motivación entre equipos ante la concreción de logros de cada uno. Como medios para realizar esta difusión pueden ser: carteleras, reuniones con cierta periodicidad, correos o mensajes telefónicos. En el caso de CilFren lo más conveniente serían las dos primeras opciones ya que los operarios no tienen acceso a una computadora institucional personal.

#### *3.5.2.1.1.4. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES*

Posterior se debe continuar con la **planificación de actividades**, en este eje se debe organizar un cronograma, considerando comenzar con las acciones de las 5S en el siguiente orden: Capacitación sobre metodología, separar, ordenar, limpiar y planificar el día de la limpieza inicial, estandarizar, realizar las auditorías internas para retroalimentación de la situación y por último evaluar resultados y aplicar mejora continua en los puntos que sean tanto debilidades como fortalezas.

#### *3.5.2.1.1.5. CAPACITACIÓN*

Por último, se deben realizar las correspondientes **capacitaciones** de todo el personal, para luego pasar a la ejecución. Un programa de capacitación vigente en la ciudad de Rafaela es el de "Mejora continua y 5S" brindado por el INTI local en conjunto con la Universidad Nacional de Rafaela (U.N.RAF.), dentro del eje de formación de productividad y calidad que se brinda a estudiantes, emprendedores y PyMEs.

Por ende se concluye que en la etapa de planificación preliminar, se asumió el compromiso con la herramienta por parte de la alta dirección, luego impulsar y gestionar la generación de comité con la correspondiente difusión de las 5S para derivar en la planificación de acciones y programas de capacitación, con su debido planning y alcance, para luego una vez definidas las premisas, materializarlo en una acción concreta, identificando los recursos necesarios tanto materiales, humanos, monetarios y temporales, apuntando a performar de la manera más conveniente. Y por último comunicar estas actividades planificadas a todas las partes involucradas.

#### 3.5.2.1.2. EJECUCIÓN

Luego de capacitar se recomienda comenzar con el eje del **hacer**, llevando a cabo reuniones del comité y con resto del equipo, dando incentivos a la participación y resultado del personal y realizando y dirigiendo las actividades de ejecución del programa 5S.

#### 3.5.2.1.3. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

La concreción de acciones debe ir de la mano con la **verificación**, esto involucra realizar el debido seguimiento de las actividades tanto en calidad como en frecuencia, para tener la oportunidad de corregir desviaciones durante la ejecución, tomando resultados parciales que se van alcanzando, los cuales son analizados y contrastados con los objetivos propuestos para identificar y alertar sobre las desviaciones antes mencionadas. Se debe complementar con auditorías internas planificadas con anticipación, es fundamental remarcar que los auditores de cada proceso no deben estar involucrados con el mismo para garantizar objetividad.

Se puede tomar de modelo, el check list desarrollado en el presente trabajo, para relevar la situación actual de la empresa e ir actualizando para adaptarlo a las modificaciones que sucedan.

Lo fundamental de este proceso, es realizar la auditoría y comprometerse en realizar un plan de acción para trabajar sobre las no conformidades, definiendo alcance y fecha de realización de las acciones lo cual genera mayor compromiso y a su vez se debe establecer las personas responsables de dar respuesta a este punto.

Con respecto a la frecuencia de realización de la auditoría, lo mínimo es realizarla una vez al año. Pero al comenzar con la implementación se recomienda realizarla por períodos de seis meses entre la primera auditoría y la segunda, ya que se está comenzando con la implementación y las no conformidades suelen ser más numerosas cuanto menor tiempo del primer día de implementación se tenga.

Para cerrar el ciclo de mejora continua, se debe **actuar** en función a los resultados obtenidos, elaborando un plan de mejora que contenga las acciones correctivas que se tomarán para la atacar los errores, como así también planificar para aprovechar oportunidades de mejora que no necesariamente se derivan de errores.

Se pueden tomar de referencia para trabajar y corregir los resultados de la primera auditoría las propuestas de mejora ideadas en este proyecto integrador ya que fueron generadas partiendo de un procedimiento de auditoría de la situación actual de CilFren S.A.

Estas ideas se deben trabajar en conjunto, en reuniones de grupo del comité 5S, para permitir el aporte de toda persona que trabaje en la empresa. Esto es muy valioso debido a que la persona que se encarga de un proceso puntual a diario y está especializada en el mismo es quien mayor contribución tendrá para la optimización de las tareas asociadas al puesto.

### **3.6. Situación actual: Picking**

En la actualidad en el área de ensamble de la planta productiva CilFren S.A. el proceso de picking para el ensamble en sí, es manual. Como soporte para el momento del picking, se utiliza una hoja de proceso plastificada, la cual tiene una sección enumerando la lista de materiales que componen la pieza final y por otro el proceso en sí. Antes de comenzar con cada lote de ensamble el operario es el responsable de recolectar en las estanterías los componentes, leyendo, ubicando esos insumos en el área de almacenamiento y colocando cada uno dentro del cajón utilizado para el picking.

Se destaca que se realizan más de 600 artículos diferentes en la empresa, que si bien tienen componentes similares y los más usuales son bombas y cilindros de freno de autos modernos, también se producen para camiones o máquinas agrícolas, esto genera que esta hoja sea una referencia fundamental debido a la gran cantidad de combinaciones posibles.

Por este motivo, la autora del presente proyecto y el gerente de la empresa, concluyen que es una gran oportunidad para digitalizar las hojas de proceso y definir un proceso de picking que cuente con respaldo por parte de la tecnología, aumentando la automatización de este punto.

#### **3.6.1. Propuesta de nuevo proceso de picking**

Se considera necesario implementar una solución de picking para la selección y recogida de los insumos que se colocan dentro del casco tanto para el ensamble de las bombas de freno como en cilindros de freno, ya que las combinaciones necesarias de insumos para el ensamble cambian para cada modelo de bomba o cilindro dependiendo del vehículo.

Debido a que las estanterías que contienen los insumos productivos están dispuestas de manera tal que el operario puede identificarlas rápidamente en su campo visual, se recomienda aplicar la metodología de picking por luz, de esta manera cada cajón o caja con insumos estará asociada a una caja luminosa, que consiste en un dispositivo lumínico de localización recargable y se comunica de manera inalámbrica con el control central. Esta tecnología se puede combinar con lectores de código de barra. De esta manera se puede obtener la recogida de insumos de manera mucho más rápida.

Se hace hincapié en que el operario tiene visual completa sobre las estanterías, porque en el caso de que los insumos estuviesen distribuidos en espacios de mayores dimensiones a lo largo de pasillos, el picking por luz no sería eficiente y se debería migrar hacia picking por voz.

Por este motivo, junto con la reestructuración de la sala de ensamble y embalaje se propone incorporar a cada banco de trabajo una tablet, en la cual el encargado de distribuir la carga de trabajo diaria de cada operario pueda compartirles la hoja de proceso de cada tipo de modelo a fabricar en el día de manera digital. Esta hoja de procesos debe contener un código de barras, el cuál será escaneado y conformará el input para el sistema de picking por luz. Para que ésta codificación de la información, es decir crear un código de barra para cada combinación de insumos sea lo más eficiente posible para la empresa, debería estar dentro del paquete de soluciones del proveedor y ser gestionado por ellos.

A su vez a la implementación de tablets en cada banco de trabajo, se le podría dar un doble uso: adjuntar a cada hoja de proceso las instrucciones de cada operación con videos a modo de instructivos, dando mayor seguridad al operario sobre sus operaciones, reduciendo las posibilidades de defectos de calidad en los productos finales y servir de guía en sus primeras incursiones de este tipo de operaciones.

Por último, se propone que dentro de la tablet se pueda marcar una vez que se ha ensamblado la totalidad de productos por tipo de modelo y tener la opción de cargar el porcentaje de productos con defectos surgidos de la prueba de vacío. Esta información digitalizada, estará disponible para ser consumida en caso de que se necesite crear un tablero de indicadores, útil para el proceso de decisiones basados en datos.

A su vez el proceso de picking por luz puede ser utilizado para el abastecimiento de estanterías

Según fue mencionado en el teórico, el proceso de picking se constituye de cuatro fases para su implementación:

Preparación: Se materializa con el código de barra, el cual contiene la información vinculada a insumos necesarios.

Recorridos: Se delimitan entre el banco de trabajo del operario y los espacios físicos que se marquen con la luz luminosa, el objetivo a su vez de este trabajo es reducirlos, colocando las estanterías de acceso frecuente cerca del banco de trabajo del operario.

Extracción: Al ser insumos con pesos que pueden ser cargados por los operarios, la extracción será manual.

Verificación del acondicionado: Control, finalizando con el traslado del paquete hacia el banco de trabajo definido en la etapa de recorridos.

Debido a la gran variedad de artículos o modelos que se ensamblan a lo largo de la jornada, se propone sumarle un contador en cada estación de trabajo, el cual podría estar incorporado en la tablet para que les sea más sencillo identificar el corte de producción de un modelo y cambio a otro. Por otra parte, se propone que los operarios cuenten con un carro para realizar el picking de insumos y se realice de 3 modelos por vez, para que luego no haya confusión en las mesas de trabajo y se puedan diferenciar los insumos utilizando cajones para el procedimiento de 3 colores distintos.

A modo ilustrativo se adjunta la imagen 3.6.1. de lo que podría ser la solución propuesta ya implementada.



Imagen 3.6.1. Ejemplificación propuesta de picking por voz.

### 3.7. Discusión y Conclusiones

A partir de lo desarrollado a lo largo del Proyecto Final Integrador se han planteado una serie de alternativas para los diferentes desafíos y necesidades de cambios que surgieron en la empresa Cilfren S.A luego de la ampliación al doble de su capacidad de la sala de armado. Las mismas se debatieron con la gerencia de la empresa para materializar la posibilidad de aplicación.

Debajo se enumeran los objetivos específicos planteados en un comienzo sobre los que se puso principal atención para su potencial resolución.

**1) Incrementar el ensamble y embalaje diario de productos finales teniendo como objetivo 200 unidades diarias de bombas de freno y 200 unidades diarias de cilindros de freno:**

Cabe recordar que en la actualidad Cilfren S.A. produce 150 unidades diarias de ambas líneas de producto. Partiendo de esta situación, como primer paso se evalúa la criticidad del balanceo de línea haciendo foco en el tiempo ocioso de cada banco de trabajo, obteniendo como resultado que el de mayor criticidad es el banco de preensamble con 25% de ociosidad; estos valores son tomados de referencia para la comparación con escenarios hipotéticos de mejora.

Luego se recalcula el balanceo de línea con un objetivo de 200 unidades diarias de cada línea de producción, justificado por un aumento en la demanda que absorbería la misma y se obtiene un proceso más performante con mejores niveles de saturación.

Ante este escenario de nuevos volúmenes productivos es que se plantean dos alternativas para abordarlo:

Opción 1: Se analiza de manera tal que los operarios que se desempeñan en el proceso de ensamble de bombas y cilindros de freno sean responsables a su vez de la operación de embalaje final. De esta manera se evalúa la saturación de cada banco de trabajo consiguiendo que todos estén por encima del 96%. Es fundamental ante esta alternativa considerar que la jornada de trabajo del operario 1 y 4 son las de mayor saturación y puntualmente la del operario 1 es crítica porque alcanza el 100%.

Opción 2: Se eleva el volumen de producción de cilindros de freno a 250 unidades diarias e incorpora un nuevo recurso de manera part-time para cubrir la posición de embalaje. Con respecto a esto último, al no ser una posición que requiere de elevado expertiz técnico, rápidamente se puede capacitar a un/a practicante o pasante sin experiencia previa.

A modo de conclusión, se obtiene que en ambos escenarios los % de saturación son mayores que en la situación actual, pero hay que tener las siguientes cuestiones en consideración:

En el primer escenario, participan como recursos humanos para el ensamble y embalaje los 4 operadores que actualmente se desempeñan en la fábrica. La particularidad que tiene esta alternativa es que una de las posiciones queda saturada al 100%, por lo que debería considerarse en la compensación económica o los beneficios que goza este trabajador.

El segundo escenario resulta el de mayor criticidad considerando lo siguiente:

- El costo de contratar una persona como pasante (jornada part-time) es el monto de la asignación estímulo +8% sobre ese valor, que corresponde según la ley 26427 al costo de otorgar una cobertura de salud.

- Impredecibilidad de absorción de la producción de +50 cilindros de freno diarios por parte de la demanda en el mercado. Se concluye que en la actualidad y un futuro cercano es posible que sea absorbido debido a la baja competencia en el mercado por bajo nivel de importaciones, pero a largo plazo es incierto. Si cesa la situación de restricción a las importaciones, entonces se convertiría en sobreproducción y no sería absorbido por el mercado, teniendo en paralelo que desvincular al recurso part-time contratado.

Se concluye que se optará por el primer escenario, ya que permite alcanzar los nuevos objetivos de producción y se obtienen mejores niveles de saturación de los bancos de trabajo con los recursos humanos ya existentes.

Para el desarrollo del punto 2 y 3 que siguen a continuación se comienza con un relevamiento para conocer la situación actual con respecto a Layout y estanterías de la sala en estudio, impulsado por la ausencia de criterio en la distribución de los bancos de trabajo, congestión en el proceso de picking de insumos, estanterías poco funcionales e insuficientes y recorrido de productos en proceso obstaculizado por la disposición actual de los bancos.

Es importante destacar que los nuevos volúmenes productivos deben ser considerados para el cálculo de la cantidad de estanterías necesarias para el almacenamiento de materias primas ya que impacta directamente en la capacidad necesaria.

**2) Reubicación de bancos productivos y estanterías:** Para garantizar la optimización del flujo de trabajo. Se evalúa a través del estudio de las diferentes disposiciones posibles de Layout y almacenes junto al manejo de materiales.

Un punto ineficiente que se confirma en el relevamiento es la disposición de los bancos de trabajo distribuidos a lo largo de la sala ya que no existe un criterio preestablecido. De la mano a

esto las estanterías están ubicadas sin considerar la cercanía a los puestos de trabajo que requieren de ciertos insumos.

Con la nueva alternativa, se plantea una disposición de los bancos de trabajo en línea de producto o producción en masa, diferenciándose claramente dos líneas: bombas y cilindros de freno. Al implementarse esto propiciará: incremento de la productividad, minimización de los retrasos de la producción, mejora en la comunicación, mejora en el control de calidad del producto y supervisión del equipo ya que cada línea y operario tiene asignado su línea de acción.

En conjunto con este rediseño se realiza la redistribución de las estanterías recomendadas en el punto 3). Como criterio para su disposición se tomó la cercanía al banco de trabajo que utiliza ese insumo para el proceso de ensamble o embalaje para reducir el flujo cruzado y las distancias al momento del picking de materiales.

### **3) Optimización del diseño y capacidad de las estanterías: Se profundiza en las configuraciones de almacenes y estanterías, persiguiendo mayor flexibilidad y adaptación al proceso puntual.**

Se estudian las diferentes configuraciones de estanterías, con el objetivo de que las nuevas propuestas sean flexibles, obteniendo entonces los siguientes beneficios:

**Adaptabilidad:** Las estanterías flexibles están diseñadas para ajustarse y adaptarse a las necesidades cambiantes de almacenamiento. Pueden ser fácilmente reconfiguradas y ajustadas para acomodar diferentes tamaños y formas de productos, lo que maximiza el espacio disponible.

**Ahorro de espacio:** Estas estanterías permiten un mejor aprovechamiento del espacio disponible, ya que se pueden ajustar según las necesidades de almacenamiento. Al eliminar los espacios vacíos y optimizar la distribución de los productos, se puede aumentar la capacidad.

**Fácil acceso y mejor visibilidad:** Diseñadas para permitir un fácil acceso a los productos almacenados. Las estanterías flexibles tienen un diseño que permite una mejor visibilidad de los productos almacenados. Esto facilita la identificación rápida de los productos, reduce los errores y mejora la eficiencia en la gestión del inventario.

**Versatilidad:** Estas estanterías pueden adaptarse a una amplia gama de entornos y aplicaciones. Pueden adaptarse a diferentes tipos de productos, desde pequeños componentes hasta objetos voluminosos.

Luego del análisis, se recomiendan estanterías con caída por gravedad, para alcanzar con mayor facilidad los insumos y ocupar menos espacio de piso de la sala, con estantes removibles para adaptarlos a los distintos tamaños de cajas estándares usadas para almacenar, con alturas

mínimas y máximas de fácil alcance y por último como una variante de diseño en la que pueden ser con o sin ruedas, dependiendo de si trasladan insumos desde la sala de pavonado o no, respectivamente. En función al relevamiento antes mencionado se identifica como necesidad construir 24 armazones fijos y 6 móviles.

Otra modificación recomendada es estandarizar los tamaños de los contenedores que almacenan la materia prima a dos tamaños: cajones y cajas con dimensiones de 0,35 m de alto x 0,35 m de ancho x 0,35 m de profundidad y 0,15 m de alto x 0,15 m de ancho x 0,28 m de profundidad respectivamente. Los primeros permiten almacenar piezas de grandes dimensiones mientras que las cajas se diseñan con el objetivo de contener insumos pequeños o medianos.

#### **4) Incorporación del proceso de picking: Para simplificar la selección de los subcomponentes que conforman cada producto final ensamblado.**

Debido a las características de la sala de armado, donde las estanterías están contenidas en una misma sala con sencilla visualización es que se aconseja implementar picking por luz.

Se reconoce que en caso de que la gerencia decida implementarlo, será el proceso más extenso ya que previamente debe identificarse un proveedor competitivo y luego realizarse las debidas conexiones.

Se recomienda realizar una prueba piloto por el período de dos semanas luego de implementada la nueva disposición en la sala, para confirmar o descartar si un mayor orden colabora al proceso de picking manual, tal como se viene haciendo. De ser positivo y confirmarse un retorno de la inversión a largo plazo, podría continuar sin modificaciones el proceso.

**5) Aplicación de las 5S:** A partir de una primera visita a la planta se propone desarrollar la implementación de la herramienta de las 5S en la sala aprovechando el proceso de reestructuración.

Se comienza con una introducción teórica sobre el concepto de 5S como marco y disparador para la posterior auditoría interna realizada por la autora del presente proyecto final, identificando puntos claves de mejora para luego implementar el método de la forma correcta en el día a día y simplificar su gestión interna.

Realizada la auditoría surgieron resultados que desafían al equipo a futuro en caso de que se implemente ya que todos los porcentajes indican que aún queda un extenso y exigente camino por recorrer, obteniendo:

Separar: 48%, las mayores oportunidades se concentran en la sección de equipos y herramientas. Se propone realizar un relevamiento por dos personas que tengan roles diferentes en la organización para cada uno contribuir con su punto de vista sobre lo útil y no útil, para luego tomar una decisión final sobre qué se conserva y qué no.

Ordenar: Se relevan 11 ejes y se obtiene un 21% de positividad, siendo las más críticas protecciones personales, layout de materiales y delimitación de área, cableado, planos, equipos y herramientas, seguridad y cartelería. Luego de identificar que permanece como activo de la empresa, se deben enfocar los esfuerzos iniciales en asignar el espacio para cada recurso, etiquetar todos los equipos y mejorar el alcance de insumos.

Limpieza: Con un 53% de positividad la mayor criticidad está en la limpieza de bancos de trabajo y estanterías y en la falta de registro sobre este proceso. Capacitar y armar planning con frecuencia y responsables es lo que se propone para lograr mejoras significativas.

Mientras que estandarización y mejora continua son los más complejos porque al día de hoy no está puesto el foco en estandarizar, por ende no existe una base sólida en la que se trabaje para mantener y mejorar continuamente a lo largo del tiempo.

Al trabajar con la metodología de las 5S, toda estrategia e intención de cambio debe comenzar por la alta dirección para luego transmitir un mensaje claro y contundente sobre la visión de la empresa con respecto a la herramienta y poder desplegar con acciones concretas.

Se recomienda formar un comité que vele por el cumplimiento de las premisas, dejando en claro qué rol toma cada persona para evitar solaparse o dejar temas sin cubrir.

Durante este camino, la capacitación es crucial, primero se debe conocer para luego identificar, tener intenciones de cambiar y actuar en consecuencia y de manera sostenible. En las capacitaciones se recomienda que esté presente toda la planta para aprovechar esta instancia al máximo, no solamente las personas involucradas en estos grupos ya que debe adoptarse como un proceso que forma parte de la cultura de la organización.

En un comienzo deben realizarse auditorias intermedias, verificaciones y planes de mejora para siempre apuntar a una mejora continua.

Esta implementación es un desafío que implica desarrollar un comportamiento a nivel grupo y mantenerlo a lo largo del tiempo, estrechamente vinculado a la cultura empresarial.

Como adicional para fomentar y arraigar la cultura de la metodología de las 5S, la autora propone trabajar el primer año bajo un sistema de reconocimiento y premios para aquella área/grupo que obtenga un porcentaje de mejora superior que el resto en la totalidad de los ejes. El reconocimiento puede ser simplemente una mención o puede ser material como por ejemplo un

bono no remunerativo, un vale de compra o similar a las cajas navideñas o de fin de año que suelen otorgarse en las empresas.

**6) Hoja de producción digital e incorporación de nuevas tecnologías al proceso:** Con la incorporación de tablets se apunta a facilitar el proceso de picking y como doble funcionalidad incluir módulos didácticos de manuales o instructivos provenientes de proveedores que sirvan como capacitación para los operadores.

En paralelo permitirá llevar un conteo de piezas y que todos tengan disponible la misma información en tiempo real.

### 3.8. Glosario

**5S:** Método de organización y gestión visual originario de Japón, compuesto por cinco principios: clasificación, orden, limpieza, normalización y disciplina.

**Abastecimiento:** Acción de proveer o suministrar los materiales, recursos o productos necesarios para el funcionamiento de una empresa o proceso.

**Aditamento:** Elemento o componente adicional que se agrega a un objeto o sistema para mejorar su funcionalidad o rendimiento.

**Aleatorio:** Que ocurre al azar o de manera aleatoria, sin un patrón predecible o sin seguir un orden determinado.

**Anaquelel:** Estante o repisa, generalmente en una biblioteca o tienda, donde se colocan libros o productos para su exhibición o almacenamiento.

**Árbol de precedencia:** Representación gráfica o estructura jerárquica que muestra las relaciones de dependencia o precedencia entre las tareas de un proyecto o proceso.

**Armazón:** Estructura o esqueleto que proporciona soporte o forma a un objeto, como un armario, una cama o un edificio.

**Auditoría:** Examen sistemático e independiente de las operaciones, procesos, cuentas o sistemas de una organización para evaluar su cumplimiento, eficacia o conformidad.

**Autonomía:** Capacidad de una persona o sistema para actuar o tomar decisiones de manera independiente, sin requerir supervisión constante.

**Balanceo:** Acción de equilibrar o distribuir uniformemente el peso o la carga en un objeto o sistema para evitar vibraciones, movimientos inestables o desgaste irregular.

**Banco: (de trabajo)** Estructura o mesa resistente utilizada para sostener y trabajar sobre piezas o materiales durante procesos de fabricación o reparación.

**Bomba doble con empaquetadura:** Se trata de una bomba que utiliza un sistema de empaquetadura para sellar y evitar fugas en el fluido que se bombea.

**Bruñido:** Proceso de mecanizado de arranque de viruta duro para elevar la precisión y calidad superficial de la pieza.

**Calidad:** Conjunto de características o propiedades que determinan la capacidad de satisfacer los requisitos, necesidades o expectativas establecidos.

**Campanas: Del latín "campana".** Se refiere a un instrumento musical o resonador en forma de campana, también puede ser una cubierta protectora o una parte de los frenos de un vehículo.

**Casco en bruto:** Se refiere a la forma inicial o básica de un objeto o estructura antes de ser terminado o pulido.

**Casco:** Del latín "casco". Puede referirse a la parte rígida que protege la cabeza, tanto en humanos como en animales, o a la estructura externa de un barco.

**Celdas:** Espacios o compartimentos separados en una estructura o dispositivo, como las celdas de una batería o las celdas de una prisión.

**Comité:** Grupo de personas designadas o elegidas para llevar a cabo una tarea específica, tomar decisiones o discutir y resolver problemas en un ámbito determinado.

**Contenedor:** Recipiente o envase diseñado para el almacenamiento y transporte de mercancías, generalmente de gran tamaño y resistencia, como los contenedores marítimos.

**Contingencia:** Evento o situación imprevista o no planificada que puede afectar o influir en un proyecto, plan o actividad.

**Contrapesos:** Pesos o masas utilizadas para equilibrar o contrarrestar una carga o fuerza desequilibrada en un objeto o sistema.

**Demanda elástica:** Situación del mercado en la que la cantidad demandada de un bien o servicio cambia significativamente en respuesta a cambios en su precio. La elasticidad de la demanda se calcula como el porcentaje de cambio en la cantidad demandada dividido por el porcentaje de cambio en el precio. Si el resultado es mayor a 1, se considera que la demanda es elástica y se da que los demandantes tienen mayor sensibilidad a los cambios de precios.

**Despacho:** Acción de enviar o despachar mercancías, documentos u objetos, así como el lugar donde se realiza esta acción.

**Despacho:** Acción de enviar o entregar algo, generalmente mercancías o documentos, a una persona o destino específico.

**Desvío:** Diferencia o variación respecto a un estándar, objetivo o valor esperado.

**Diafragmas:** Del latín "diaphragma". Se refiere a una membrana que separa dos cavidades o recintos.

**Eficaz:** Que logra los resultados deseados o alcanza los objetivos establecidos.

**Eficiente:** Que realiza una tarea o proceso de manera óptima, maximizando los recursos disponibles y minimizando los desperdicios.

**Elementos de protección personal:** Equipos, dispositivos o prendas utilizadas para proteger al individuo contra riesgos o peligros presentes en el entorno laboral, como cascos, guantes, gafas de seguridad, entre otros.

**Elevador hidráulico:** Dispositivo que utiliza un sistema hidráulico para levantar objetos o vehículos a una cierta altura.

**Ensayo de vacío:** Prueba o procedimiento en el que se somete un objeto, equipo o sistema a un vacío para verificar su hermeticidad, resistencia o funcionamiento.

**Ensayo de vacío:** Prueba o test en la que se somete un objeto o sistema a un vacío para evaluar su comportamiento o resistencia bajo esas condiciones.

**Estación de trabajo:** Área o espacio designado donde una persona realiza su trabajo o tareas, generalmente equipada con herramientas y recursos necesarios.

**Estandarización:** Proceso de establecer y mantener estándares o normas para asegurar la uniformidad y calidad en los procesos o productos.

**Estanqueidad:** Propiedad de ser estanco o hermético, es decir, la cualidad de un objeto o sistema para evitar el paso de líquidos, gases o sustancias no deseadas.

**Estibas:** Plataformas o paletas utilizadas para apilar, almacenar o transportar mercancías en un almacén o durante la distribución.

**Familia de productos:** Conjunto de productos relacionados o similares que pertenecen a una misma categoría o marca.

**Fundición gris y nodular:** Técnicas de fundición de metales, donde "gris" se refiere a una aleación de hierro con grafito en forma de escamas y "nodular" se refiere a una aleación de hierro con grafito en forma de esferas.

**Gato de mano:** Herramienta manual utilizada para levantar objetos pesados o vehículos mediante un mecanismo de cremallera o sistema hidráulico.

**Headcount:** Término en inglés que se refiere al recuento o número total de personas que trabajan en una organización o departamento.

**Hoja de producción:** Documento o formulario donde se registran los datos o información relevante sobre la producción de un producto o el proceso de fabricación.

**Inclinómetros para semirremolques de vuelco trasero:** Instrumentos o dispositivos que miden o indican el ángulo de inclinación de un semirremolque en reversa, facilitando las maniobras y evitando situaciones de vuelco.

**Infraestructura:** Conjunto de elementos, instalaciones o estructuras físicas necesarias para el funcionamiento de una organización, industria o servicio, como edificios, carreteras, redes eléctricas, entre otros.

**Insumos:** Materias primas, componentes o recursos utilizados en la producción o fabricación de bienes o en la prestación de servicios.

**Jornada part-time:** Jornada de trabajo en la que el empleado trabaja menos horas que en una jornada completa, generalmente en un porcentaje menor.

**Layout:** Término inglés que se refiere a la distribución o disposición de los elementos o componentes de un espacio, como una planta industrial o una tienda.

**Levas:** Del italiano "leve". Son piezas mecánicas que se utilizan para transmitir movimiento en maquinarias o motores.

**Logística inversa:** Gestión de los flujos de productos, materiales o residuos desde el consumidor final hacia el origen, generalmente con el propósito de reciclaje, reutilización o retorno.

**Lote:** Grupo o conjunto de productos o materiales producidos o adquiridos en una misma serie o proceso.

**Mecanizado:** Proceso de dar forma, cortar, perforar o modificar un material mediante el uso de máquinas, herramientas o equipos específicos.

**Mejora continua:** Filosofía o enfoque que busca realizar cambios constantes y progresivos en los procesos, productos o servicios con el fin de lograr mejoras incrementales de manera continua.

**Metodología:** Conjunto de métodos, técnicas y procedimientos organizados y estructurados que se utilizan para llevar a cabo una tarea, proyecto o investigación.

**No calidad:** Término utilizado para referirse a la falta de calidad, es decir, la presencia de defectos, errores o fallas en un producto o proceso.

**Pavonado:** Del francés "pavonner". Se refiere al proceso de aplicar una capa de óxido de hierro negro en la superficie de un metal para protegerlo contra la corrosión y mejorar su apariencia.

**Plan de acción:** Documento o estrategia que describe las acciones específicas que se llevarán a cabo para lograr un objetivo o resolver un problema.

**Planning:** Término en inglés que se utiliza para referirse a la planificación, programación o cronograma de actividades, proyectos o tareas.

**Polivalencia:** Característica de ser versátil o tener múltiples usos o aplicaciones.

**Preensamble:** Etapa previa al ensamble final de un producto, en la que se unen o ensamblan componentes o subconjuntos para formar unidades parciales.

**Pretensado:** Técnica utilizada en la construcción para generar tensiones previas en una estructura, con el fin de mejorar su resistencia y capacidad de carga.

**Procedimientos:** Conjunto de pasos o acciones establecidas y documentadas que se siguen para realizar una tarea o alcanzar un objetivo.

**Proceso de mecanizado:** Conjunto de operaciones y técnicas utilizadas para dar forma y modificar piezas de metal mediante la remoción de material.

**Proceso de picking:** Proceso de selección y recolección de productos o materiales específicos en un almacén o centro de distribución.

**Productividad:** Relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados para obtenerlos, que indica la eficiencia y eficacia en la producción de bienes o servicios.

**Pulmones de freno:** Son dispositivos neumáticos que se utilizan en los sistemas de frenado de vehículos para controlar la presión y generar la fuerza necesaria para frenar.

**PyME:** Acrónimo de "Pequeña y Mediana Empresa", que hace referencia a empresas de tamaño reducido en términos de empleados, ingresos o activos.

**Rango:** Intervalo o espacio comprendido entre dos límites o valores extremos, generalmente utilizado para indicar una variación o amplitud.

**Refrentado:** Proceso de mecanizado en el que se utiliza una herramienta para eliminar material de la superficie de una pieza y lograr un acabado plano y perpendicular.

**Relevamiento:** Acción de recopilar o recolectar información, datos o detalles relevantes sobre un tema o situación específica.

**Reproceso:** Acción de volver a procesar o someter a un nuevo ciclo o etapa de producción a un producto o componente que no cumple con los estándares de calidad.

**Retorno de la inversión (ROI):** Métrica financiera utilizada para evaluar la rentabilidad de una inversión

$$\text{ROI} = (\text{Ganancia Neta} - \text{Costo de la Inversión}) / \text{Costo de la Inversión}$$

**Saturación:** Estado en el que un sistema, recurso o capacidad alcanza su límite máximo o se encuentra completamente ocupado o utilizado.

**Sistemas automáticos de levanta eje:** Mecanismos o dispositivos automáticos que permiten levantar o desactivar un eje de un vehículo cuando no es necesario su uso, mejorando la eficiencia y reduciendo el desgaste.

**Sistemas de freno ABS:** Sistema de frenos antibloqueo, que evita que las ruedas de un vehículo se bloqueen durante una frenada brusca, permitiendo un mayor control y estabilidad.

**Sistemas de suspensión neumática:** Sistemas de suspensión en vehículos que utilizan aire comprimido para proporcionar una mayor comodidad, estabilidad y capacidad de carga.

**Stock de seguridad:** Cantidad adicional de productos o materiales que se mantiene en inventario como reserva para evitar posibles faltantes o retrasos en la producción.

**Subproceso:** Proceso o actividad secundaria que forma parte de un proceso principal más amplio, generalmente con una función específica y dependiente.

**Suministro:** Acción de proveer o abastecer de algo, como materiales, productos o servicios.

**Tasa:** Valor o cantidad proporcional que se aplica a una base para calcular un impuesto, interés, tarifa, etc.

**Terminales de remolque:** Dispositivos o conexiones utilizadas para unir o acoplar un remolque a un vehículo de tracción, permitiendo la transmisión de señales eléctricas, flujo de líquidos, etc.

**Tiempo ocioso:** Período o intervalo de tiempo en el que una máquina, proceso o trabajador no está en uso o no está realizando ninguna tarea.

**Tolerancia:** Margen o rango permitido de variación o error aceptable en las dimensiones, medidas o características de un objeto o proceso.

**Transportadores:** Dispositivos o sistemas utilizados para mover o transportar objetos de un lugar a otro, como cintas transportadoras, carros o grúas.

**Transportadores:** Dispositivos o sistemas utilizados para mover o transportar objetos de un lugar a otro, como cintas transportadoras, carros o grúas.

**Válvulas:** Del latín "valvula". Dispositivo mecánico que regula el flujo de un fluido (líquido, gas, etc.) a través de un conducto o tubería.

**Zapata de freno:** Pieza de material resistente que se utiliza en el sistema de frenado de vehículos para ejercer presión sobre los frenos y generar fricción.

### 3.9. Bibliografía

- Dennis P. (2016). Lean production simplified. 3era edición. Editorial: CRC Press.
- Diaz A. (2017). Picking, el nuevo enfoque del almacenaje. Editorial: Editorial Académica Española.
- Dorbessan J.R. (2006). Las 5S, herramienta de cambio. Editorial: Editorial Universitaria de la U.T.N..
- Heizer, J y Jones J.H. (2007). Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones estratégicas. 8va edición. Editorial: Pearson.
- ICEDeL (Instituto de Capacitación y Estudios para el Desarrollo Local), (2019). 4to censo industrial: Rafaela 2018. Disponible en: <http://icedel.rafaela.gob.ar/archivos/ORDICEdel/4to%20Industrial.pdf>. (Acceso:05/02/2023).
- ICEDeL (Instituto de Capacitación y Estudios para el Desarrollo Local), (2022). Relevamiento socioeconómico de Rafaela. Disponible en: [http://icedel.rafaela.gob.ar/archivos/BV-PDF/relevamientocompleto2022\\_corregido%20final.pdf](http://icedel.rafaela.gob.ar/archivos/BV-PDF/relevamientocompleto2022_corregido%20final.pdf) (Acceso:03/02/2023).
- InfoLeg – Información Legislativa y Documental (2017). ¿Qué es una PyME?. Disponible en : <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/270000-274999/273192/norma.htm>. (Acceso: 15/03/2023).
- Kotler P., Armstrong G. (2016). Fundamentos de Marketing - 13va edición. Editorial: Pearson.
- Municipalidad de Rafaela (2006). Listado de industrias. Disponible en: [https://www.rafaela.gob.ar/nuevo/Files/Archivos/arc\\_103.pdf](https://www.rafaela.gob.ar/nuevo/Files/Archivos/arc_103.pdf) (Acceso:03/02/2023).
- Municipalidad de Rafaela (2023). Relevamientos y Datos de la Ciudad. Disponible en: <https://www.rafaela.gob.ar/gobiernoabierto/InfografiasLista.aspx?i=21> . (Acceso: 05/01/2023).
- McClellan M. (2016). Picking, Packing, and Shipping: An Introduction to Warehouse Operations. Editorial: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Meyers, F.E. y Stephens M.P. (2012). Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales. 3era edición. Editorial: Pearson.
- Muther R. (2015). Systematic Layout Planning. Editorial: Management & Industrial Research.
- Porter M. (2008) Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia. Editorial: Harvard Business Review.
- RG Frenos (2023) página comercial. Disponible en: <https://www.rgfrenos.com.ar/> (Acceso:04/02/2023).

- Tecnipesa (2023) Ventajas del Pick to Voice con respecto al Pick to Light. Disponible en: <https://www.tecnipesa.com/blog/34-ventajas-del-pick-to-voice-con-respecto> (Acceso:04/04/2023).
- “Tipos de picking en un almacén: Fases y claves para optimizarlo”. Disponible en: <https://www.ar-racking.com/co/actualidad/blog/soluciones-de-almacenaje-4/tipos-de-picking-en-un-almacen-fases-y-claves-para-optimizarlo> (Acceso:04/04/2023).
- Thurman J.E., Louzine A.E. y Kogi K. (s.f.). Mayor productividad y un mejor lugar de trabajo. Ideas prácticas para propietarios y gerentes de pequeñas y medianas empresas industriales. Editorial: Oficina internacional del trabajo.