



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE MEJORAS DEL  
USO DEL USO DE LOS BLADDERS DE  
VULCANIZADO EN LA EMPRESA  
PIRELLI DE VENEZUELA C.A.**

**Autor:** Daniel Machado

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master)



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PAEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE MEJORAS DEL USO DE LOS BLADDERS DE  
VULCANIZADO EN LA EMPRESA PIRELLI DE VENEZUELA, C.A.**

Empresa: Pirelli de Venezuela, C.A.

**Autor:** Daniel Machado  
CI: 18.396.494  
**Tutor:** Ing. Oswaldo Rodríguez

San Diego, Diciembre de 2018



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORAS DEL USO DE LOS BLADDERS DE  
VULCANIZADO EN LA EMPRESA PIRELLI DE VENEZUELA, C.A.**

**CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN**

Tutor Académico: Ing. Oswaldo Rodríguez C.I. V- 9.997.927

Tutor Empresarial: Felix Tenia C.I. V- 5.884.034

**Autor: Daniel Machado**  
CI: 18.396.494

San Diego, diciembre de 2018



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INDUSTRIAL**

**ACEPTACION DEL TUTOR**

Quién suscribe, Oswaldo Rodríguez, portador de la cedula de identidad N° V-9.997.927, en mi carácter de tutor del informe de pasantías presentado por el ciudadano: Machado Daniel, portador de la cedula de identidad N° V-18.396.494 titulado: **PROPUESTA DE MEJORAS DEL USO DE LOS BLADDERS DE VULCANIZADO EN LA EMPRESA PIRELLI DE VENEZUELA, C.A.** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho informe reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 14 días del mes de Diciembre del año dos mil dieciocho.

Ing. Oswaldo Rodríguez  
C.I.: 9.997.927

## **DEDICATORIA**

Este informe de pasantías va dedicado primeramente a Dios, Padre Todopoderoso, por permitirme vivir y ser mi soporte para la realización de todos los objetivos que me planteo día a día.

A mi esposa Marian, por siempre apoyarme y siempre estar a mi lado dándome las fuerzas y voluntad de seguir adelante, por empujarme en aquellos momentos difíciles, y definitivamente por darme la razón de vivir y luchar en mi vida y que está representa en una sola persona que es mi hija.

A mi madre María Lourdes, por su amor incondicional y por haberme dado la fuerza de seguir adelante sin importar el problema, por estar para mí en cada momento que la necesito siendo un pilar fundamental en mi vida y en mi formación como persona.

A mi padre Ángel, por su cariño y sus valiosos consejos a lo largo de mi vida, los cuales he tomado como ejemplo de superación y forma de atacar los problemas, y por ser un ejemplo de lo que es ser un profesional de calidad.

A mi hermano Alejandro, el cual siempre fue la imagen a la cual seguir, el ejemplo del cual guiarme, que siempre cuidó de mí y al cual siempre estaré agradecido por sus consejos y palabras de aliento.

A mi abuela Jenny y a mi tía Marisela, que en paz descansen, dos personas a las cuales agradezco mucho su apoyo en momentos difíciles y que siempre me dieron su voz de aliento y esperanza para cumplir mis metas y que siempre amaré y tendré en mi corazón.

A todos mis amigos y compañeros de estudio, esto también se lo dedico a ustedes. Ya que jugaron un papel fundamental en esta etapa de mi vida, gracias a su amistad, apoyo, confianza y sacrificio me han ayudado a conseguir cada una de mis metas propuestas.



## CONTENIDO

PP.

ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRAFICAS .....	xiii
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I.....	2
LA EMPRESA .....	2
1.1 Descripción General de la Empresa .....	2
1.1.1 Visión .....	2
1.1.2 Misión.....	2
1.1.3 Valores.....	2
1.1.3.3 Integración .....	3
1.1.4 Políticas .....	4
1.2 Reseña Histórica.....	5
1.3 Estructura Organizativa .....	6
1.3.1 Horario de Trabajo .....	7
1.3.2 Número de Trabajadores .....	8
1.4 Descripción del departamento .....	8
1.5 Descripción General del Proceso.....	8
1.6 Descripción del Producto .....	10
1.6.1 Neumáticos Radiales .....	10
1.6.2 Neumáticos Convencionales.....	10
CAPITULO II .....	11
EL PROBLEMA .....	11
2.1 Planteamiento del Problema .....	11
2.2 Formulación del Problema .....	12
2.3 Objetivos de la Investigación .....	12

2.3.1 Objetivo General.....	12
2.3.2 Objetivos Específicos .....	12
2.4 Justificación de la Investigación.....	12
2.5 Alcance .....	14
CAPÍTULO III.....	15
MARCO TEÓRICO.....	15
3.1 Antecedentes .....	15
3.2 Bases Teóricas.....	16
3.2.1 Mejoramiento Continuo (Kaisen).....	17
3.2.2 Ventajas y Beneficios del Kaisen .....	18
3.2.3 Lean Manufacturing.....	20
3.2.3.1 Orígenes y antecedentes de Lean Manufacturing .....	21
3.2.3.2 Principios del Sistema Lean.....	22
3.2.4 Concepto de desperdicio y valor añadido.....	23
3.2.5 Métodos para la reducción de desperdicios .....	32
3.2.6 Conceptos de manejos de materiales .....	32
3.2.7 Productividad.....	33
3.2.8 Calidad.....	34
3.2.9 Diagrama de Pareto.....	36
3.2.9.1 Elaboración de un diagrama de Pareto .....	37
3.2.10 Diagrama Causa-Efecto (Diagrama de Ishikawa) .....	38
3.2.10.1 Pasos para elaborar un diagrama Causa-Efecto.....	38
3.2.11 Kanban.....	39
3.2.11.1 Funciones del Kanban.....	40
3.2.11.2 Implementación del kanban en cuatro fases .....	41
3.2.11.3 Reglas del Kanban .....	42
3.3 Definición de Términos Básicos .....	44
CAPITULO IV.....	47
FASES METODOLÓGICAS .....	47
4.1 Tipo de Investigación .....	47

4.2 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	48
4.3 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos .....	48
4.4 Fases Metodológicas .....	49
Fase I. Diagnóstico de la actual situación de los bladders en el almacén de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A. ....	49
Fase II. Análisis de las causas por las cuales no se hace uso adecuado de los bladders en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A. ....	51
Fase III. Diseño de las estrategias para mejorar la utilización de los bladders en el área de Vulcanizado.....	51
Fase IV. Evaluación económica la propuesta a través de una relación Beneficio/Costo. ....	52
CAPITULO V .....	53
RESULTADOS.....	53
5.1 Fase I. Diagnóstico de la actual situación de los bladders en el almacén de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.....	53
5.2 Fase II. Análisis de las causas por las cuales no se hace uso adecuado de los bladders en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.....	60
5.2.1 Causas del desuso y mala aplicación de los bladders .....	60
5.2.2 Grafica de Eficiencia de Bladders .....	62
5.3 Fase III. Diseño de las estrategias para mejorar la utilización de los bladders en el área de Vulcanizado.....	64
5.3.1 Tabla de resumen de propuestas de mejoras.....	66
5.3.1.1 Desarrollo de las propuestas .....	66
5.4 Fase IV. Evaluación económica la propuesta a través de una relación Beneficio/Costo. ....	75
5.4.1 Costos de las horas requeridas para realizar la propuesta.....	76
5.4.1.1 Costos de herramientas/repuestos.....	78
5.4.2 Beneficios económicos de la propuesta. ....	79
CONCLUSIONES .....	80
RECOMENDACIONES .....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	82
ANEXOS .....	83

Anexo 1.....	85
Anexo 2.....	86
Anexo 3.....	87
Anexo 4.....	88
LAY OUT DE LA PLANTA DONDE SE APRECIA EL ÁREA EN ESTUDIO .....	89

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>Pp.</b>	
1		Rastreabilidad de uso de bladders ..... 10
2		Tabla de Bladders Especificados / Alternativos..... 12
3		Rendimiento Esperado por Bladders de Vulcanizado..... 26
4		Defecto por Cambio de Bladders ..... 28
5		Tabla Dinámica de Rendimiento de Bladders..... 29
6		Tabla de Propuestas y Acciones para la Mejora de los Desperdicios .. 37
7		Inventario de Bladders en Almacenes..... 47
8		Costo de Mano de Obra ..... 52
9		Costo de Insumos para mejoras..... 53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>Pp.</b>
1	Estructura Organizativa de Pirelli de Venezuela, C.A.....	10
2	Estructura Área de Industrial de Pirelli de Venezuela C.A.....	12
3	Diagrama de Pareto .....	26
4	Diagrama Causa-Efecto .....	28
5	Tarjeta de Control de Vejigas (Frente).....	29
6	Tarjeta de Control de Vejigas (Dorso).....	37
7	Diagrama Causa-Efecto Cambio de Bladders.....	47
8	Instructivo Durante Cambio de Bladders.....	47
9	Especificación de Trabajo en Prensa .....	52
10	Data SheetBladders de Bajo Espesor .....	53

## ÍNDICE DE GRAFICAS

### GRÁFICA Pp.

1	Diagrama de Pareto Cambio de Bladders .....	10
2	Gráfica de Eficiencia de Bladders.....	12

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>IMAGEN</b>		<b>Pp.</b>
1	Foto 1 de Almacén de Materia Prima .....	10
2	Foto 2 de Almacén de Materia Prima .....	12
3	Foto 3 de Almacén de Materia Prima .....	26
4	Foto 4 de Almacén de Materia Prima .....	28
5	Foto 5 de Almacén de Materia Prima .....	29
6	Foto 1 Reinducción de Operadores .....	37
7	Foto 2 Reinducción de Operadores .....	47

## INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente modernización en la tecnología manufacturera, Pirelli de Venezuela, C.A. ubicada en Guacara, estado Carabobo, encargada de la producción de una gama de neumáticos de alto performance. Al enfrentar a un mundo cada vez más competitivo, es de vital importancia realizar cambios y poder innovar en la utilización de los recursos propios de la empresa aplicando firmemente herramientas de mejora continua para analizar, implementar y hacer un seguimiento de las buenas practicas, creando una cultura organizacional eficiente y eficaz con el fin de brindarle al cliente un producto o servicio con un valor agregado diferente al de la competencia.

El objetivo primordial de este informe de pasantías es mejorar el área de vulcanizado para aumentar y mantener la capacidad de producción garantizando la mayor certificación de neumáticos radiales, sabiendo que al implementar cualquier cambio en esta área, puede verse afectado el uso de materia prima directa e indirecta debido ya que es un área critica donde se realizan muchas actividades muchas actividades con diferentes propósitos que agregan valor al producto final, trayendo como consecuencia mejoramiento en el uso de los recursos de la empresa sobre todo tomando en cuenta la actual situación del país. La intención del autor es generar con este informe de pasantías es generar un buen rendimiento en todas las operaciones que intervienen para garantizar que se cumpla con la meta propuesta por la empresa de neumáticos exportados mensualmente, proporcionar seguridad y reducir costos por reposición de inventario de materia prima directa e indirecta.

Una vez que se diagnostique la situación actual y se analicen todas las variables que forman parte de esta investigación se debe proceder a las propuestas de mejoras que son la esencia de este estudio, considerando lo importante, que es una evaluación beneficio-costos la cual represente una ganancia para la empresa, que permita la ejecución más adelante de este informe.

## **CAPITULO I**

### **LA EMPRESA**

#### **1.1 Descripción General de la Empresa**

La empresa PIRELLI DE VENEZUELA C.A., está ubicada Carretera Nacional Guacara - Los Guayos, Municipio Guacara, Fábrica de Cauchos. Estado Carabobo. Es una empresa de la rama cauchera la cual satisface al mercado automotriz tanto al nivel nacional como internacional y está establecida en nuestro país desde el 10 de octubre de 1990. La planta actualmente tiene una capacidad instalada de 4.545 Neumáticos Radiales, 355 Neumáticos Convencionales y 600 Neumáticos de Motos diarios.

##### **1.1.1 Visión**

Fabricar y comercializar neumáticos y servicios asociados, para asegurar la máxima rentabilidad de la empresa y la satisfacción de nuestros clientes: distribuidoras, ensambladoras y usuarios de vehículos y maquinarias

##### **1.1.2 Misión**

Ser la empresa venezolana líder del mercado venezolano en los segmentos de camionetas y alto desempeño. Ser reconocida en el resto de los segmentos y en los mercados donde actúa por su productividad, calidad y servicios.

##### **1.1.3 Valores**

###### ***1.1.3.1 Transparencia***

Ser abiertos y honestos con relación a los resultados. Aceptar los diferentes puntos de vistas y estimular los cambios y flujo reciproco de información entre los diferentes niveles de la organización.

###### ***1.1.3.2 Excelencia profesional***

Poseer conocimiento técnico y profesional y utilizarlo para surgir. Ser metódicos y apasionados con lo que se está realizando.

### **1.1.3.3 Integración**

Encuadrar cada iniciativa individual en el contexto más amplio del negocio. Trabajar con y entre las funciones y los países en dirección a un objetivo común. Aumentar la eficiencia minimizando las posibles duplicaciones en varias partes de la organización.

### **1.1.3.4 Responsabilidad**

Direccionar las acciones propias para el alcance del resultado final por medio de un fuerte involucramiento personal y una cuidadosa definición de los planes, acciones de monitoreo de avance de los trabajos, persiguiendo un resultado concreto.

### **1.1.3.5 Velocidad**

Percibir la urgencia de proporcionar por anticipado una solución que satisfaga al cliente. Gerenciar con rapidez las necesidades de mejorar constantemente los productos y procesos, identificando con eficacia la mejor solución.

### **1.1.3.6 Enfoque al cliente**

Comprender el escenario competitivo en el cual se encuentra Pirelli operando y considerar el impacto de nuestras propias acciones y comportamientos con el cliente (interno y externo). Aprovechar todas las oportunidades que el trabajo proporciona para verificar en la empresa y con los clientes cuáles son sus necesidades.

### **1.1.3.7 Innovación**

Ser los primeros en imaginar una solución radicalmente nueva y realizable en términos de productos, servicios, soluciones. Perseguir la excelencia, ir más allá de lo establecido. Buscar continuamente nuevas oportunidades en el ambiente externo, para mejorar los procesos y sistemas existentes.

## **1.1.4 Políticas**

### ***1.1.4.1 Política de Calidad***

Es política de Pirelli de Venezuela, C.A., asegurar que la calidad de sus productos y servicios, sean competitivos en el mercado mundial y lograr la plena satisfacción de sus clientes. Para ello se establecen los siguientes objetivos:

- Tener constante anticipación a las necesidades y expectativas del mercado
- Atender plenamente a los requisitos contractuales de los clientes y a las legislaciones técnicas sobre el producto.
- Participar con los proveedores y clientes, en pro del cumplimiento a los requisitos de calidad, costos y plazos.
- Evaluar sistemáticamente el desempeño con la comunidad y el medio ambiente.
- Capacitar el recurso humano, para desarrollar su potencial y promover el trabajo en equipo.

### ***1.1.4.2 Política Ambiental***

Pirelli de Venezuela empresa dedicada a la fabricación y comercialización de neumáticos, se compromete a la protección del medio ambiente y considera a este un objetivo común de todos los que en ella trabajan. Determinando como principios básicos lo siguiente:

- Considerar los aspectos ambientales entre los factores determinantes para la toma de decisión en las inversiones.
- Identificar cada efecto negativo de su actividad en el medio ambiente, con el fin de eliminarlo o minimizarlo, cumpliendo con las regulaciones ambientales que la empresa reconozca.
- Evaluar previamente el impacto ambiental de nuevas instalaciones y procesos.
- Implantar procesos que prevengan la contaminación, tanto en condiciones normales, anormales o de emergencia.

- Promover la mejora continua del desempeño ambiental, estableciendo objetivos que tienen como premisas:
- Minimizar la emisión de sustancias contaminantes
- Minimizar los desperdicios durante las operaciones
- Disponer de forma segura los desperdicios
- Racionalizar la utilización de los recursos naturales y energéticos;
- Incentivar el reciclaje y la reutilización.
- Difundir su política ambiental a sus trabajadores, proveedores, contratistas, clientes, y organismos oficiales de regulación y colaborar con ellos en la prevención / solución de problemas ambientales.

## **1.2 Reseña Histórica**

La historia de Pirelli comienza en el año de 1872, cuando Giovanni Battista Pirelli, Ingeniero Italiano de 24 años, fundó la compañía Pirelli en Milán y al año siguiente abrió la primera fábrica de productos de caucho. Pirelli, desarrolló su primer neumático para bicicletas en el año de 1890, sin embargo, para fines del siglo, empezó el proceso de diversificación con la fabricación de cables aislados y cables submarinos para telégrafos

El primer neumático para vehículos de pasajeros se desarrolló en 1901. En el Año de 1908 nace el símbolo de la “P larga” firma inconfundible de los productos Pirelli. Debido al estímulo del rápido crecimiento de la compañía, se abrieron fábricas de cables en España (1902), Gran Bretaña (1914), y Argentina (1917).

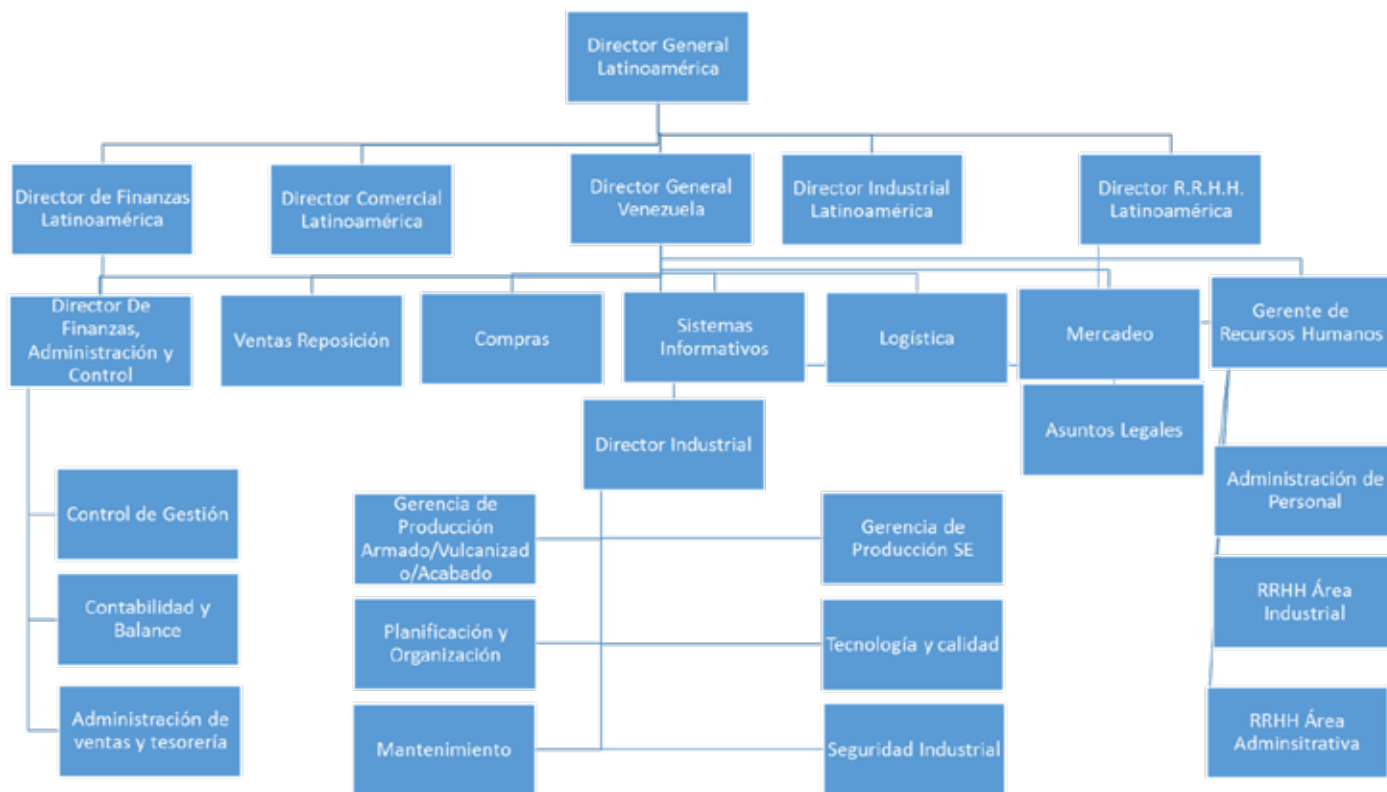
En el año de 1985, Pirelli compró el 16% de las acciones de Neumaven (anterior empresa en lo que hoy es Pirelli de Venezuela, C.A.) iniciando operaciones en 1986, con la unión de Neumaven con tecnología Pirelli. Esta unión no dio los resultados esperados, debido a que el proceso de calandrado y vulcanización no fue satisfactorio y esto originó la fabricación de cauchos Neumaven de muy baja calidad. Por este

motivo, Pirelli decide comprar todas las acciones de Neumaven y así disolver la unión.

Gracias a la introducción en el mercado de nuevas tecnologías, Pirelli se acreditado más de 87 victorias en campeonatos mundiales de corredores y *Grand Prix*. En el Presente Pirelli se encuentra establecida en 14 países, generando cerca de 37.000 fuentes de trabajos.

### **1.3 Estructura Organizativa**

La estructura organizativa, se encuentra orientada al compromiso de suministrar en forma permanente, productos que satisfagan las necesidades de los consumidores, mediante la distribución de cargos que mejor se adapte a los objetivos de la organización. Pirelli de Venezuela, C.A., tercera planta de la región Sudamericana, está conformada de la siguiente manera (Ver Figura 1).



**Figura 1.** Estructura organizativa de Pirelli de Venezuela, C.A.

Fuente: Dirección Industrial / RRHH, (2018).

### 1.3.1 Horario de Trabajo

El horario de trabajo establecido para el personal de Pirelli de Venezuela está comprendido en dos partes:

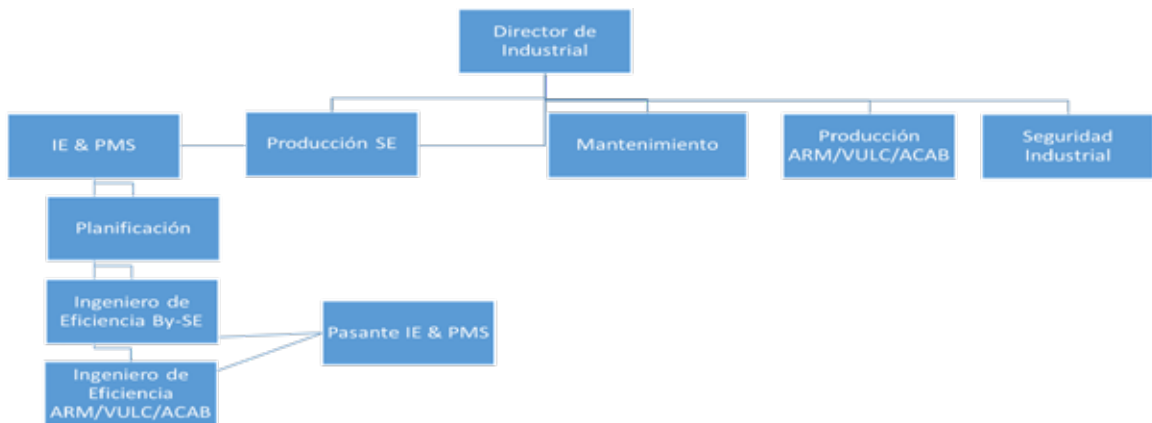
1. Horario por turno: El mismo está comprendido con rotación de 3,2,1 y los mismos están comprendidos de 6:00am a 2:00pm, de 2:00pm a 10:00pm y de 10:00pm a 6:00am de lunes a viernes con descanso de 30 min para uso del comedor. Este horario solo es cumplido por el personal de producción y de control de calidad de planta.
2. Horario de Oficina: Este está comprendido desde las 8:00am a 5:00pm de lunes a viernes con 1 hora para uso del comedor. En este horario solo trabajan el personal administrativo y personal de ingeniería industrial.

### 1.3.2 Número de Trabajadores

En Pirelli de Venezuela, C.A. existes 705 empleos directos y 100 empleos indirectos aproximadamente los cuales trabajan en planta al día de hoy, los mismos están distribuidos a lo largo del día en los diferentes turnos para garantizar la máxima capacidad de producción en planta.

### 1.4 Descripción del departamento

El departamento donde se realizaron los estudios y análisis para este informe de pasantías fue el departamento de Ingeniería Industrial, el mismo está compuesto por 27 personas, los cuales existen 14 ingenieros repartidos en las diferentes áreas anteriormente descritos en la fig.1, el personal remanente, repartido entre técnicos medios y pasantes del área.



**Figura 2.** Estructura Área de Industrial Pirelli de Venezuela, C.A.  
Fuente: Dirección de Industrial, (2018).

### 1.5 Descripción General del Proceso

El proceso general de fabricación del caucho está compuesto por varias etapas de las cuales podemos separar en las siguientes áreas: Semi-Elaborado, Armado y Vulcanizado, adicionalmente a las áreas ya nombradas, existe un área llamada acabado-logística la cual representa la parte final del proceso productivo.

En el área de semi-elaborado, el proceso inicia cuando desde el almacén de materia prima, se hace llegar la base fundamental del neumático que es la goma de caucho la cual puede ser ya sea sintética o natural hacia el banbury, elemento el cual

toma la materia prima compuesta por la anteriormente mencionada goma de caucho, negro de humo, aceite parafínico, y químicos varios, los cuales hacen las diferentes mezclas necesarias para la elaboración del neumático.

Una vez realizada la mezcla, la misma se dirige a las diferentes máquinas que producen los elementos del neumático radial, convencional y de moto, las áreas de Semi-elaborado son: Banbury, Calandra Adamson, Calandra Kitchener, Calandra Metálica, Tubera 8+10, TuberaDuplex ,Tubera 6”y AnilladoraANS. En estas áreas es generado, los elementos que conforman el neumático tal y como lo conocemos, específicamente, el neumático radial, está compuesto por las siguientes partes:

1. Primera Tela: Hecha por Calandra Adamson (Tejido Textil) y Calandra Kitchener
2. Talón: Hecha con anillos (AnilladoraANS) y el ápex (Tubera 6”, extrusora de Goma)
3. Costados: Hecho por TuberaDuplex (Extrusora de Goma)
4. Cintura Metálica: Hecho en Calandra Metálica
5. Nylon: Hecho en Calandra Adamson
6. Rodado: Hecho en Tubera 8+10 (extrusora de Goma)

Una vez generado todos los elementos anteriormente mencionados, estos son llevados al área de armado, esta, está conformada por dos partes, 1 fase donde se unen la primera tela, el talón y los costados, y 2 fase donde se le da forma de “caucho crudo” sumando la cintura metálica, el nylon el rodado. Esta fase es muy importante debido a que a través de esta se le da la integridad física al neumático.

Teniendo listo el “caucho crudo” este se lleva al área de vulcanizado el cual a través de un tratamiento térmico por medio de una prensa se le da la forma final y se vulcaniza la goma que lo compone pasando de un estado elástico a plástico proporcionándole la dureza que lo caracteriza.

Una vez vulcanizado el neumático, este pasa a través de un transporte tipo teleférico, son llevados del área de vulcanizado al área de acabado donde son revisados hasta por 3 puntos de control humano por defectos visuales y estructurales

y otro electro-mecánico llamado “TUG” el cual analiza el exterior del neumático desde el punto de desempeño.

El último proceso de la planta es la entrega al área de Logística (Almacén de producto Terminado) en donde es almacenada proveniente de acabado y distribuida la producción de Neumáticos en dos tipos, Nacionales y de Exportación.

## **1.6 Descripción del Producto**

En Pirelli de Venezuela C.A. son fabricados una gama de Neumáticos diseñados para satisfacer la demanda y los estándares de calidad exigidos por nuestros consumidores, por esta razón, los mismos están distribuidos neumáticos radiales, neumáticos y convencionales .Al momento solo están en producción debido a la situación país los neumáticos radiales para uso en vehículos livianos y de carga liviana.

### **1.6.1 Neumáticos Radiales**

Es un diseño particular de neumático para vehículos. En este diseño, las bandas de cables están colocadas en un patrón de forma perpendicular a la dirección de rodamiento, o radialmente (desde el eje de rotación del neumático). Los neumáticos se encuentran reforzados por una serie de bandas de cables de acero. Sin estos refuerzos, un neumático sería débil y demasiado flexible. El entramado de cables que le da fortaleza y forma es denominado la carcasa.

Desde la década de 1960, todos los neumáticos comunes poseen una carcasa de cables de poliéster, acero u otros materiales textiles, colocado junto con varias capas de caucho, ya sea natural o sintético.

### **1.6.2 Neumáticos Convencionales**

Es un diseño el cual forma parte de la primera generación de neumáticos hechos en la historia moderna para vehículos automotores. Estos son fabricados a base de capas de nylon exclusivamente, los cuales se colocan longitudinalmente en el caucho formando un ángulo de 60° entre sí, dándole así, la fortaleza para resistir los impactos del asfalto en el uso cotidiano.

## **CAPITULO II**

### **EL PROBLEMA**

#### **2.1 Planteamiento del Problema**

En la historia de nuestro país la Empresa PIRELLI DE VENEZUELA C.A. ha sido una de las compañías que se ha mantenido con mayor proyección dentro de nuestro país, convirtiéndose en una referencia a nivel de marcas en la industria cauchera venezolana. Esta se estableció desde el 10 de Octubre de 1990 como un proyecto de expansión de la casa matriz PIRELLI & C. S.P.A., compañía multinacional con sede en Milán, Italia y actualmente conocida alrededor del mundo por ser el proveedor oficial de Neumáticos de la FORMULA 1.

Debido a la situación político, económico y social de nuestro país y la imposibilidad de obtener por parte del Gobierno Venezolano las divisas para la importación de Materia Prima, se ha producido una merma en la capacidad de la empresa en reponer inventarios de materia prima e insumos, lo cual ha causado una reducción en la producción de la planta hasta en un 30% de su capacidad instalada.

Como parte de las acciones de la empresa, se hicieron estudios en el proceso de producción para poder detectar pérdidas u oportunidades de mejora, y así tener el mejor uso de los recursos disponibles en planta. En uno de los estudios realizados, se encontró que dentro del proceso de vulcanizado, no existía control ni seguimiento sobre la eficiencia de los bladders lo cual producía pérdidas en materia prima indirecta y producto terminado. Es importante resaltar que si existe problemas en el proceso de vulcanizado, esto puede llevar a un producto terminado con defectos y estos pasarían directamente al almacén de producto no conforme.

Por otra parte, también se observó que existía falta de seguimiento sobre la materia prima (aplicación del *FIFO*) lo cual produjo que algunos de los elementos de producción como las vejigas de vulcanizado, se excedieran en su fecha de caducidad.

La falta de seguimiento de esta política de inventario ha causado el uso de bladders alternativos en lugar de los especificados, la reposición de un lote de bladders para vulcanizado en condiciones normales sería de aproximadamente 200 unidades de cada medida esto representaría una inversión de 22.000\$ c/u. En un caso específico se encontró que había una medida con 580 unidades en inventario sin uso con un valor de 63.000\$ aproximadamente.

También se encontró que en algunos casos la falta de experticia de algunos operadores contratados recientemente, conlleva a daños en las vejigas de manera repetitiva, específicamente durante el proceso de cambio e instalación de las mismas como parte de la puesta a punto de las prensas de vulcanizado, esto reflejó una merma considerable tanto en el rendimiento de las vejigas como en el aumento de neumáticos defectuosos por mes.

## **2.2 Formulación del Problema**

¿Cuáles serán las estrategias que permitan mejorar el uso de los bladders en la empresa Pirelli de Venezuela C.A?

## **2.3 Objetivos de la Investigación**

### **2.3.1 Objetivo General**

Proponer estrategias para mejorar el uso de los bladders en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A. con el fin de optimizar los recursos de la empresa.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

1. Diagnosticar la actual situación de los bladders en el almacén de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.
2. Analizar las causas por las cuales no se hace uso adecuado de los bladders en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.
3. Diseñar las estrategias para mejorar la utilización de los bladders en el área de vulcanizado
4. Evaluar económicamente la propuesta a través de una relación Beneficio/Costo.

## **2.4 Justificación de la Investigación**

En el proceso de vulcanizado se reúnen todos los elementos hechos en la fábrica como parte del proceso productivo, esto requiere que los mismo hayan sido fabricados bajos los más altos estándares de calidad. Basado en esta premisa, las vejigas forma parten fundamental del proceso de vulcanizado, ya que las mismas ejercen presión sobre el caucho crudo para que este tome la forma del molde que lo contiene.

Por esta razón, es importante resaltar que para el proceso de vulcanización es muy importante hacer el correcto seguimiento de las fechas de expiración de las vejigas y sus aplicaciones, ya que el caso de que se utilice fuera de especificación, esto puede causar que el rendimiento de las mismas se vea reducido hasta en un 35% por debajo de su uso estandarizado, así como también, si estas se usan fuera de la fecha optima de aplicación esto puede causar una reducción en el rendimiento de un 10% adicional.

En la empresa recientemente y por la situación del país, existió la ausencia de una persona de calidad en el área de vulcanizado, lo cual trajo como consecuencia, una excesiva falta de atención de los estándares de calidad del proceso de vulcanizado de neumáticos radiales. Actualmente esto fué corregido y esta persona se encuentra como miembro activo para la creación del comité de bladders y vulcanizado, sin embargo, todavía no se ha llegado a mejorar la situación de manera permanente.

Es importante resaltar que hay que tomar la dificultad para acceder a las divisas por medio del gobierno venezolano el cual no ha autorizado las mismas a la industria cauchera desde el año 2016 por lo que es imperativo aumentar el mejor uso de los recursos disponibles para aumentar la productividad de la empresa. En este sentido es importante resaltar que el mejor rendimiento de los bladders, aumentaría la cantidad de neumáticos disponibles en el mercado, así como también, reduciría los costos por reemplazo de bladders en el proceso productivo.

Por lo anteriormente expuesto es de suma importancia el desarrollo de los objetivos trazados para resolver la problemática que actualmente afecta a la empresa

a niveles de la calidad del producto, ya que esto traería beneficios tanto al empleado como al empleador así como también, al consumidor final.

### **2.5 Alcance**

Desarrollar un plan de mejora en el área de vulcanizado y Almacén de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A. ubicada en Guacara, Edo. Carabobo, donde se pueda realizar previa capacitación del personal del área un sistema de utilización de materia prima indirecta así como también la maximización del inventario actual disponible según las requisiciones y necesidades del área, para que esto permita preservar su correcto proceso y aumentar los estándares de producción y calidad requeridos por la empresa.

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Antecedentes

En esta sección del trabajo de investigación, se exponen diferentes referentes teóricos, cuya información recopilada es pertinente y de interés para el problema planteado; sustentando teóricamente y orientando el desarrollo del estudio. Al respecto, Hernández et al. (2010) explican que en este capítulo “se comenta y profundiza la manera de contextualizar el problema de investigación planteado, mediante el desarrollo de una perspectiva teórica” (p.50).

Para iniciar los antecedentes bibliográficos se encuentra la investigación realizada por Correa P. (2018) en su trabajo de grado denominado “**Propuesta de Mejora del área de tercer control en el departamento de acabado en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.**” el objetivo de la investigación se basó en proponer e implementar adaptar y mejorar el área de tercer control. Este trabajo se enmarcó en una investigación de campo en el departamento de acabado de neumáticos la cual no se encontraba en condiciones óptimas para aumentar la cantidad de neumáticos inspeccionados con carácter de exportación.

Como aporte, este trabajo facilitó la comprensión de las características generales en la aplicación de la herramienta 6 sigma, para el diagnóstico y evaluación del proceso productivo de los neumáticos para aumentar la producción y disminuir las pérdidas.

Por otra parte, Hernandez M. y Baute Y. (2014) en su trabajo de grado denominado “**Propuestas de Mejoras para la reducción de scrap, en la línea dos, del área de llenado de cuidado bucal, en la empresa Colgate - Palmolive Venezuela**”, el objetivo de esta investigación se basó en proponer un plan de mejoras para reducir el scrap. Este informe se enmarcó en una investigación de campo la

cual permitió al investigador reducir la cantidad de desperdicios a través de la utilización de herramientas de ingeniería industrial de mejora continua.

Como aporte de esta investigación está el *Lean Manufacturing* herramienta utilizada por TOYOTA ,Kaisen, Ishikawa y Diagrama de Pareto con el objetivo de generar propuestas que permitan reducir el costo por desperdicios y aumentar la productividad.

Por último, Liendo R. (2013) Presentó informe de pasantías para optar al título de Ingeniero Industrial en la universidad José Antonio Páez, titulado “ **Proponer plan de mejora para la reducción de pérdida de fosfato en el área de fabricación de crema de Colgate – Palmolive Venezuela, C.A.**” El objetivo de esta investigación se basó en un plan de mejoras cuyo fin era disminuir las pérdidas de fosfato en el área de fabricación de crema dental, a través de herramientas de ingeniería industrial. Este informe se enmarcó en una investigación de campo, en la cual evidenció pérdidas de materia prima durante la carga de fosfato, fallas de control del PLC, descalibración de equipos, entre otros; y de esta manera el autor pudo realizar un plan de mejoras en el proceso, obteniendo como resultado, una notable reducción de costos.

Entre los principales aportes de esta investigación, se encuentran las diferentes alternativas presentadas por el autor para la reducción de desperdicios y la factibilidad de su posible implementación, mediante los diagramas de Ishikawa y Pareto, encontrando las causas que generan tales pérdidas y mejorando esta problemática.

### **3.2 Bases Teóricas**

Las bases teóricas representan la referencia del problema planteado, es por ello que toda la investigación deberá estar estructurada por la teoría y el método de trabajo para complementar los hechos y permitir la relevancia del estudio. Según Arias (1999) infiere que “las bases teóricas comprenden un conjunto de conceptos y proporciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado”. Por lo tanto, se señalarán las siguientes:

### **3.2.1 Mejoramiento Continuo (Kaisen)**

Aguilar (2010), señala que la mejora continua:

Se refiere al hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva. Estamos siempre en un proceso de cambio, de desarrollo y con posibilidades de mejorar. La vida no es algo estático, sino más bien un proceso dinámico en constante evolución, como parte de la naturaleza del universo. Y este criterio se aplica tanto para las personas, como para las organizaciones y sus actividades. (p.03).

Otra definición es la dada por MazaakiImai (2001) quien define el kaisen como: “mejoramiento progresivo que involucra a todos, incluyendo tanto a gerentes como a trabajadores, supone que nuestra forma de vida debe ser mejorada constantemente”.

La expresión kaizen viene de las palabras japonesas “kai” y “zen” que en conjunto significan la acción del cambio y el mejoramiento continuo, gradual y ordenado. Adoptar el kaizen es asumir la cultura del mejoramiento continuo que se centra en la eliminación de los desperdicios y los despilfarros de los sistemas productivos. Se trata de un reto continuo para mejorar estándares, y la frase: un camino largo comienza por pequeño paso, grafica el sentido del kaizen.

El kaizen retoma las técnicas del control de la calidad diseñadas por Edgard Deming, pero incorpora la idea de que nuestra forma de vida merece ser mejorada de manera constante. El mensaje de la estrategia kaizenesque no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento, sea a nivel social, laboral, o familiar. Se debe ser muy riguroso y encontrar la falla o problema y hacerse cargo

de él. La complacencia es el enemigo número uno del kaizen. Y su idea de mejoramiento continuo se involucra en la gestión y el desarrollo de los procesos, enfatizando las necesidades de los clientes para reconocer y reducir los desperdicios y maximizar el tiempo.

Al desarrollo del kaizen han contribuido autores como Masaaki Imai, Ishikawa, Taguchi, Kano, Shiego, Shingo, y Ohno. El éxito que el kaizen ha adquirido en la actividad empresarial deviene justamente de la incitación a mejorar los estándares, sean niveles de calidad, costes, productividad o tiempos de espera. Además dicha metodología permite establecer estándares más altos y las empresas japonesas como Toyota, Hitachi o Sony fueron desde los años 80 un buen ejemplo del mejoramiento continuo de los estándares productivos.

En el desarrollo y aplicación del kaisen se ven amalgamados conocimientos y técnicas vinculados con la administración de operaciones, ingeniería industrial, comportamiento organizacional, calidad, costos, mantenimiento, productividad, innovación y logística entre otros. Por tal motivo bajo lo que podríamos llamar el paraguas kaizen se encuentran involucradas e interrelacionadas métodos y herramientas tales como: control de la calidad, círculos de calidad, sistemas de sugerencias, automatización, mantenimiento productivo total, kanban, mejoramiento de la calidad, just in time, cero defectos, actividades en grupos pequeños, desarrollos de nuevos productos, mejoramiento de la productividad, cooperación trabajadores-administración y disciplina en el lugar de trabajo, entre otros.

### **3.2.2 Ventajas y Beneficios del Kaisen**

El kaizen es un sistema es un sistema de mejora continua e integral que comprende todos los elementos, componentes, procesos, actividades, productos e individuos de una organización. No importa a que actividad se dedique la organización, si es privada o pública, y si persigue o no los beneficios económicos, siempre debe mejorar su desempeño a los efectos de hacer un mejor y más eficiente

uso de los escasos recursos, logrando de tal forma satisfacer la mayor cantidad de objetivos posibles.

A la hora de inventariar las ventajas y beneficios en la implementación y puesta en práctica del sistema kaisen cabe apuntar las siguientes:

- Reducción de inventarios, productos en proceso y terminados.
- Disminución en la cantidad de accidentes.
- Reducción en fallas de los equipos y herramientas
- Reducción en tiempos en los tiempos de preparación de maquinarias.
- Aumento en los niveles de satisfacción de los clientes y consumidores.
- Incrementos en los niveles de rotación de inventarios.
- Importante caída en los niveles de fallas y errores.
- Mejoramiento de la autoestima y motivación del personal.
- Altos incrementos en materia de productividad.
- Importante reducción en los costes.
- Mejoramientos en los diseños y funcionamiento de los productos y servicios.
- Aumento en los beneficios y rentabilidad.
- Menores niveles de desperdicios y despilfarros. Con su efecto tanto en los costes, como así también en los niveles de polución ambiental, entre otros.
- Notables reducciones en los ciclos de diseños operativos.
- Importantes caídas en los tiempos de respuestas.
- Mejoramiento en los flujos de efectivo.
- Menor Rotación de clientes y empleados.
- Mayor y mejor equilibrio económico-financiero. Lo cual trae como consecuencia una mayor solidez económica.
- Ventaja estratégica en relación a los competidores, al sumar en forma continua mejoras en los procesos, productos y servicios.
- Mejora en la actitud y aptitud de directivos y personal para la implementación continua de cambios.

- Acumulación de conocimientos y experiencias aplicables a los procesos organizacionales.
- Capacidad para competir en los mercados globalizados.
- Derribar barreras o muros interiores, permitiendo con ello un potente y autentico trabajo en equipo.
- Capacidad para acomodarse de manera continua a los bruscos cambios de mercado (generadas por razones sociales, culturales, económicas y políticas entre otras).

### **3.2.3Lean Manufacturing**

Hernandez (2013), señala que el lean manufacturing: “Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la mayor mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios” (p.11).

Lean mira lo que no se debería estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar los objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica en la totalidad de las áreas operativas de fabricación: Organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo de interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministros. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible, y económica.

Sánchez J (2010), sostiene que el lean manufacturing:

Tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5S, SMED, Kanban, Kaisen, heijunka, jikoda, etc.), que se desarrollaron en Japón. Los pilares del lean manufacturing son: la filosofía de mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el

aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena el valor y la participación de los operarios. (p.01).

### **3.2.3.1 Orígenes y antecedentes de Lean Manufacturing**

Las técnicas de organización surgen a principios del siglo XX con los trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan los conceptos de fabricación en serie que habían empezado a ser aplicados a finales del siglo XIX que encuentran sus ejemplos más relevantes en la fabricación de fusiles (EEUU) o turbinas de barco (Europa). Taylor estableció las primeras bases de la organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimientos.

Posteriormente Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en donde hizo uso intensivo de la normalización de productos, la utilización de máquinas para tareas elementales, la simplificación-secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y formación especializada. En ambos casos se trata conjuntos de acciones y técnicas que buscan una nueva forma de organización y que surgen y evolucionan en una época en donde era posible la producción rígida en masa de grandes cantidades de producto.

La ruptura con estas técnicas se produce en Japón, en donde se encuentra el primer germen reconocido con el pensamiento Lean. Ya en 1902, Sakiichi Toyota, el que más tarde fuera fundador con su hijo Kiichiro de la corporación Toyota Motor Company, inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba una señal visual al operador que la maquina necesitaba atención.

Este sistema de “automatización con un toque humano” permitió separar al hombre de la máquina. Con esta simple y efectiva medida un único operario podía controlar varias máquinas, lo que supuso una tremenda mejora de la productividad que dio paso a una preocupación permanente para mejorar los métodos de trabajo. Por sus contribuciones al desarrollo industrial del Japón, Sakiichi Toyota es conocido como el “Rey de los inventores Japanesees”.

En 1929, Toyota vende todos los derechos de sus patentes de telares a la empresa BritanicaPlattBrothers y encarga a su hijo kiichiro que invierta en la industria automotriz naciendo, de este modo, la compañía Toyota. Esta firma al igual que el resto de las empresas japonesas, se enfrentó, después de la segunda guerra mundial, al reto de reconstruir una industria competitiva en un escenario post-guerra. Los japoneses concienciaron de la precariedad de su posición en el escenario económico mundial, pues, despropósitos de materias primas, solo podían contar con ellos mismos para poder sobrevivir y desarrollarse.

El reto para los japoneses era lograr beneficios de productividad sin recurrir a economías de escala. Comenzaron a estudiar los métodos de producción de Estados Unidos, con especial atención a las practicas productivas de Ford, a el control estadístico de procesos desarrollado por W. Shewart, a las técnicas de calidad de Edward Deming y Joseph Moses Juran, junto con las desarrolladas en el propio Japón por Kaoru Ishikawa.

El modelo toyotista sistemáticamente se resume en los siguientes puntos:

- Eliminación del despilfarro y suministro Just-in.time de los materiales
- La relación, basada en la confianza y la transparencia, con los proveedores elegidos en función de su grado de compromiso en la colaboración a largo plazo.
- Una importante participación de los empleados en decisiones relacionadas con la producción: para la producción, intervenir en tareas de mantenimiento preventivo, aportar sugerencia de mejora, etc.
- El objetivo de la calidad total, es decir, eliminar los posibles defectos lo antes posible y en el momento en que se detecten, incluyendo la implantación de elementos de certificar la calidad en cada momento.

### **3.2.3.2 Principios del Sistema Lean**

Según Hernández J. (2013), además de la casa Toyota los expertos recurren a explicar el sistema identificado los principios sobre los que se fundamenta el Lean

Manufacturing. Los Principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

- Trabajar en planta y comprobar las cosas in situ.
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- Interiorizar la cultura de “parar la línea”
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
- Respetar a la red de proveedores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinarios.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

A estos principios hay que añadir los relacionados con las medidas operacionales y técnicas a usar:

- Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas a la superficie.
- Utilizar sistema “pull” para evitar la sobreposición.
- Nivelar la carga de trabajo para equilibrar las líneas de producción.
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.
- Utilizar el control visual para la detección de problemas.
- Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.
- Conseguir la eliminación de defectos.

### **3.2.4 Concepto de desperdicio y valor añadido**

Hay E. (2013), asegura que: “Las Únicas actividades que agregan valor son las que producen una transformación física del producto.”(p.11).

Según Hernández J. (2013), muchos de los principios enunciados anteriormente están en consonancia con los objetivos que persiguen prácticamente la totalidad de las empresas industriales. En principios puede parecer una lista de buenas intenciones pero surge inmediatamente la pregunta de cómo realmente pueden llevarse a la práctica. Para ello Lean Manufacturing propugna un cambio radical cultural. Este cambio consiste en analizar y medir la eficiencia y productividad de todos los procesos en términos de “valor añadido” y “despilfarro”.

Un ejemplo de este cambio es la única forma en la que Lean mide la eficiencia y productividad de los sistemas de fabricación. Las empresas usan los indicadores de productividad como medida clave del rendimiento de sus procesos pero si de las mediciones que se realizan sobre lo que hacemos, sin plantearnos o no si está bien hecho, si tiene o no “valor”, es muy probable que las cifras camuflen todo el potencial de mejora de competitividad y costes de nuestro sistema.

El valor se añade cuando todas actividades tienen un objetivo de transformar las materias primas del estado en que se han recibido a otro de superior acabado que algún cliente esté dispuesto comprar. Entender esta definición es muy importante a la hora de juzgar y catalogar nuestros procesos. El valor añadido es lo que realmente mantiene vivo el negocio y su cuidado y mejora debe ser la principal ocupación de todo el personal de la cadena productiva.

La empresa Toyota, en su metodología Justo a tiempo, define los desperdicios como: “Todo lo que sea distinto a la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción”.

En la metodología de Lean Manufacturing un desperdicio: “se considera como todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal, tecnología, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio.”

Para Liker y Meier (2006), dentro del concepto de Lean Manufacturing, se identifican siete tipos de desperdicios, estos ocurren en cualquier clase de empresa o negocio y se presentan desde la recepción de la orden, hasta la entrega del producto. Adicionalmente, se considera un octavo tipo de desperdicio especial que

da origen a lo que Lean se llama siete más un tipo de desperdicio. A continuación se explica cada uno de ellos

**Sobreproducción:** Procesar artículos más temprano o en mayor que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios. La sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita para nada, lo que representa claramente un consumo inútil de material que a su vez provoca un incremento de los transportes y de los almacenes.

a) Características:

- Gran cantidad de stock.
- Ausencia de un plan para la eliminación sistemática de problemas de calidad.
- Equipos sobredimensionados.
- Tamaño grande de lotes de fabricación.
- Falta de equilibrio en la producción
- Ausencia de plan para la eliminación sistemática de problemas de calidad.
- Equipamiento Obsoleto.
- Necesidad de mucho espacio de almacenaje.

b) Causas Posibles:

- Procesos no capaces y poco fiables.
- Reducida aplicación de la automatización.
- Tiempo de cambio y de preparación elevados.
- Respuesta a las previsiones, no a las demandas.
- Falta de comunicación.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Flujo pieza a pieza (Lote unitario de Producción).

- Implementación del sistema Pull mediante Kanban.
- Acciones de reducción de tiempos preparación SMED.
- Nivelación de la producción.
- Estandarización de las operaciones.

**Transporte:** Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o productos terminados hacia y el almacenamiento.

a) Características

- Los contenedores son demasiados grandes difíciles de manipular.
- Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales.
- Los equipos de manutención circulan vacíos por la planta.

b) Causas Posibles

- Layout obsoleto.
- Gran tamaño de lotes.
- Procesos deficientes y poco flexibles.
- Programa de producción no uniforme.
- Tiempos de preparación elevados.
- Excesivo almacenes intermedios
- Baja eficiencia de los operarios y las maquinas.
- Reprocesos frecuentes.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro

- Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.
- Cambio gradual a la producción en flujo según tiempo de ciclo fijado.
- Trabajadores polivalentes o multifuncionales.
- Reordenación y reajuste de las instalaciones.
- Adiestramiento polivalente de operarios.

**Tiempo de espera:** Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono. Los

procesos mal diseñados pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Para ello, es preciso estudiar concienzudamente como reducir o eliminar el tiempo perdido durante el proceso de fabricación.

a) Características

- El operario espera a que la máquina termine.
- Exceso de colas de material dentro del proceso.
- Paradas no planificadas.
- Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas.
- Tiempo para ejecutar reproceso.
- La máquina espera a que el operario acabe la tarea pendiente.
- Un operario espera a otro operario.

b) Causas Posibles

- Métodos de trabajo no estandarizados.
- Layout deficiente por acumulación o dispersión de procesos.
- Desequilibrios de capacidad.
- Falta de maquinaria apropiada.
- Operaciones retrasadas por omisión de materiales y piezas.
- Producción en grandes lotes.
- Baja coordinación entre operarios.
- Tiempos de preparación de máquinas / cambios de utillajes elevados.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro

- Nivelación de la producción. Equilibrado de la línea.
- Layout específico de producto. Fabricación en células en U.
- Automatización con un toque humano (Jikoda).
- Cambio rápido de técnicas y utillaje (SMED).
- Adiestramiento polivalente de operarios.
- Sistema de entregas de proveedores.

- Mejorar manutención de la línea de acuerdo a secuencia de montaje.

**Sobre-Procesamiento o procesos inapropiados:** Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.

**Exceso de Inventario:** Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso de inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa. El almacenamiento de productos presenta la forma de despilfarro más clara porque esconde ineficiencias y problemas crónicos hasta el punto que expertos han denominado al stock “la raíz de todos los males”.

Desde la perspectiva Lean, los inventarios se contemplan como síntomas una fábrica ineficiente porque:

- Encubre productos muertos que generalmente se detectan una sola vez al año cuando se realizan los inventarios físicos. Se trata de productos y materiales obsoletos, defectuosos, caducados, rotos, etc., pero que no se han dado de baja.
- Necesitan de cuidados, mantenimiento, vigilancia, contabilidad y gestión, etc.
- Desvirtúan las partidas de los activos de los balances. La expresión “inversión en stock” es un error, porque no ofrecen retribución sobre las inversiones y, por tanto, no pueden ser considerados como tales en ningún momento.
- Generan costes difíciles de contabilizar: Deterioros en la manipulación obsolescencia de materiales, tiempo empleado en la detección de errores, incremento del *lead time* con posible insatisfacción para los clientes, mayor dependencia de las previsiones de ventas, etc.

El despilfarro por almacenamiento es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de

producción no es continuo. El mantenimiento de almacenes permite mantener los problemas ocultos pero nunca los resuelve.

a) Características

- Excesivo espacio del almacén.
- Contenedores o cajas demasiado grandes.
- Rotación baja de existencias.
- Costes de almacén elevados.
- Excesivos medios de manipulación (Carretillas Elevadores, etc.).

b) Causas Posibles

- Procesos con poca capacidad.
- Cuello de botella no identificado o fuera de control.
- Tiempos de cambio de máquina excesivamente largos.
- Previsiones de ventas erróneas
- Sobreproducción
- Reproceso por defectos de calidad del producto.
- Problemas e ineficiencias ocultas.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro

- Nivelación de la producción.
- Distribución del producto en una sección específica.
- Sistema JIT de entrega de proveedores.
- Monitorización de tareas intermedias.
- Cambio de mentalidad en la organización y gestión de la producción.

**Defectos:** Repetición o corrección de procesos, también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente.

a) Características

- Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
- Planificación inconsistente.
- Calidad Cuestionable.

- Flujo de proceso complejo.
- Recursos humanos adicionales necesarios para la inspección y reprocesos.

b) Causas Posibles

- Movimientos Innecesarios.
- Proveedores o procesos no capaces.
- Errores de los operarios
- Formación o experiencia de los operarios inadecuada.
- Técnicas o utillaje inapropiados.
- Proceso Productivo deficiente o mal diseñado.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro

- Automatización con toque humano (Jikoda).
- Estandarización de las operaciones.
- Implantación de elementos de aviso o señales de alarma (Andon).
- Mecanismos o sistemas anti-error (Poka-Yoke).
- Incremento de la fiabilidad de las máquinas.
- Implantación del mantenimiento preventivo.
- Aseguramiento de la calidad en puesto.
- Producción en flujo continuo.
- Control Visual: Kanban, 5s y Andon

**Movimientos Innecesarios:** Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.

**Talento Humano:** Este es el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Cuando los empleados no se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte de ideas, oportunidades de mejoramiento, etc.

La eliminación de desperdicios presenta resultados inmediatos en la reducción del costo, aumento de la productividad, organización del área de trabajo, entre otros. Sin embargo, generalmente se presentan problemas con el mantenimiento de los mejoramientos alcanzados, esto sucede debido a que no se implementa un sistema que en el largo plazo sea capaz de mantener y adaptar la empresa a nuevos cambios.

Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso, aunque no tengan un valor añadido. En este caso los despilfarros tendrán que ser asumidos. Si las empresas actúan en la línea de eliminación de los despilfarros dispondrán de las herramientas necesarias y más adecuadas para mejorar sus costes. Precisamente Lean surgió cuando las empresas ya no podían vender productos a partir del cálculo de sus costes, fueran los que fueran, más un porcentaje de incrementos por beneficios.

Con el pensamiento Lean, la estructura de precios se fundamenta en la ecuación simple:

$$\text{Coste} = \text{Precio de mercado} - \text{Beneficio}$$

En un planteamiento Lean se parte del que el mercado está dispuesto a pagar y del beneficio que se desea obtener para afrontar la minimización de costes combinando, reduciendo o eliminando tantas actividades sin valor añadido como sea posible. Las organizaciones cuentan con un enorme potencial para reducir costes y ofrecer mejores productos a los clientes si simplifican o eliminan las actividades de valor reducido.

En el entorno Lean, la eliminación sistemática del desperdicio se realiza a través de tres pasos que tienen como objetivo la eliminación del despilfarro y todo aquello y todo aquello que resulte improductivo, inútil, o que no aporte valor añadido y que recibe el nombre de hoshin (brújula).

- Reconocer el desperdicio y el valor añadido dentro de nuestros procesos.
- Actuar para eliminar el desperdicio la técnica de Lean más adecuada.

- Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora.

La idea fundamental de Hoshin es buscar, por parte de todo el personal involucrado, soluciones de aplicación inmediata tanto en la mejora de la organización del puesto de trabajo como en las instalaciones o flujos de producción. Uno de los puntos clave del éxito del sistema se encuentra en la aplicación de todo el personal, empezando por la dirección y terminando en los operarios.

### **3.2.5 Métodos para la reducción de desperdicios**

Según el departamento conservación ambiental de Tennessee, 1999, los métodos para lograr la reducción de desperdicios se dividen convenientemente en tipos básicos: La reducción de la fuente y reciclaje. La reducción de la fuente es cualquier acción que reduzca la cantidad de basura que sale de un proceso. Las medidas de reducción de la fuente incluyen:

- Modificaciones al equipo o las tecnologías.
- Modificaciones a los procesos o a los procedimientos
- Reformulación o reajuste de productos.
- Sustitución de materias primas y mejoras de control de la economía doméstica, del mantenimiento, del entrenamiento o de inventario.
- El reciclaje es el uso, la reutilización o la recuperación de desperdicio, dentro o fuera de sitio, después de que se genere.

### **3.2.6 Conceptos de manejos de materiales**

Según la sociedad americana de manejo de materiales (2008), se define como “El arte y la ciencia del movimiento, empaqueo, y almacenamiento de sustancias en cualquiera de sus formas”.

El propósito de las técnicas y equipos de manejo de materiales es el suministro de los materiales necesarios, en el tiempo preciso, en el lugar adecuado, así como la maximización y la utilización del espacio y la minimización del número de pasos de

manejo, realizando los estrictamente necesarios, tan eficientemente como sea posible.

Las técnicas de manejo de materiales pueden mejorar las operaciones de la siguiente manera:

- **Reducción de costos:** El costo de una operación puede reducirse por la eliminación de manejo innecesario, repetitivo y por la integración de pasos de manejos de materiales a través de la planta.
- **Reducción de la mano de Obra:** Buenas prácticas de manejo de materiales evitan el exceso de esfuerzo manual y generalmente reducen la mano de obra a niveles mínimos necesarios.
- **Incremento de la capacidad productiva:** El manejo de materiales puede incrementar la capacidad de una fábrica con el uso eficiente del espacio disponible para el trabajo y el almacenamiento, promoviendo el excesivo control de inventario aumentando la capacidad mediante el uso de equipos mecanizados.
- **Reducción de desperdicios:** Mejora el manejo de materiales en proceso, mejora la calidad del producto, reduce los desperdicios y minimiza los daños al mismo. Un eficiente manejo del mismo reduce el desperdicio y las pérdidas de materiales mediante un eficiente control de inventario.
- **Mejora el servicio a los clientes:** Mejores métodos de manejo ayudan a servir a los clientes más eficientemente, asegurando que los suministros lleguen a tiempo, en la cantidad requerida con daños mínimos.
- **Mayor productividad:** Efectivo manejo de materiales incrementa la productividad de los empleados, mejora la utilización de la maquinaria y ayuda a la empresa a ser más competitiva.

### **3.2.7 Productividad**

Según López J (2012), para definir productividad se necesita entender que aun con la tecnología más desarrollada en los procesos, y con el equipo más sofisticado

en informática, no puede activarse la productividad si no hay participación coordinada de toda la gente involucrada, en la creación de bienes y servicios. Lo individual está muy limitado en la productividad. Desde un director general de empresa o el presidente de un país, hasta el empleado más modesto de una organización, todos dependen de un trabajo en equipo.

La productividad es de conjunto como sistema. El éxito productivo se da en grupos, los resultados dependen sin excepción de articular a todos los recursos involucrados, incluyendo por supuesto a los humanos, todos deben estar integrados, para lograr optimizar la rapidez. Integración significa saber simplificar lo complejo para conseguir facilitar los resultados. En los procesos de transformación para fabricar o crear objetos, la productividad siempre está afectada por la eficiencia, como ya hemos visto, la eficiencia es la optimización de los recursos disponibles.

La productividad puede definirse como lo producido en un tiempo; en el lenguaje empresarial, es la producción del número de objetos en el tiempo. La productividad siempre es afectada por un nivel de eficiencia, esta siempre es menor proporcionalmente a la unidad. La eficiencia siempre reduce de forma directa a la productividad y la convierte en una productividad estándar, sirve para calcular y planear, la cantidad y la capacidad de producción.

### **3.2.8 Calidad**

Para Fernández R (2010). La calidad se constituye básicamente a través de seis etapas, veamos brevemente cada una de ellas:

- Primera etapa: El control de calidad mediante la inspección. Esta etapa coincide con el periodo en el que comienza a tener mucha importancia la producción de artículos en serie. Se verificaba, al final de la línea de producción, si el artículo era apto o no para lo que estaba destinado. Surge en las fábricas un departamento especial a cuyo cargo estuviera la tarea de inspección. A este nuevo organismo se lo denominó control de calidad.

- Segunda etapa: El control estadístico de la calidad: Los trabajos de investigación llevados a cabo en la década de los treinta por Bell Telephone Laboratories fueron el origen de lo que actualmente se denomina como control estadístico de la calidad que se basa en reconocer que en toda producción industrial se da variación en el proceso. Esta variación debe ser estudiada con los principios de la probabilidad y la estadística. No se trata de suprimir la variación, esto es imposible, sino de ver que rango de variación es aceptable sin que se generen problemas. Surgen conceptos como control de lotes dado que es imposible inspeccionar todos los productos y tablas de muestreo basadas en el concepto de niveles aceptables de calidad en base al máximo porcentaje de defectos tolerables para la producción de un proveedor pudiera ser considerada satisfactoria.
- Tercera Etapa: El aseguramiento de la calidad, esta tercera etapa está caracterizada por dos hechos, la toma de conciencia por parte de la administración del papel que le corresponde en el aseguramiento de la calidad y la implementación del nuevo concepto del control de calidad en Japón. Hasta esta etapa el enfoque de la calidad se había orientado hacia el proceso de fabricación, no existía la idea de la calidad en servicios de soporte y menos de calidad en el servicio al consumidor. Es a principios de los años cincuenta cuando Juran impulsa el concepto del aseguramiento de la calidad y da una respuesta económica al cuestionamiento de hasta donde conviene dar calidad a los productos.
- Cuarta Etapa: La calidad como estrategia competitiva, en las dos últimas décadas ha tenido lugar un cambio importante de la alta dirección respecto a la calidad, debido, sobre todo, al impacto que por su calidad, precio y rentabilidad, han tenido los productos japoneses en el mercado internacional. Si en épocas anteriores se pensaba que la falta de calidad era perjudicial en la compañía, ahora se volverá a la calidad como estrategia fundamental para

alcanzar la competitividad. Y pasa a ser una estrategia desde el momento en que la alta dirección toma como punto de partida para su planificación estratégica los requisitos del consumidor y la calidad de los competidores con el fin de entregar al consumidor artículos que responden a sus requerimientos y que tengan un rendimiento superior en carácter de calidad en relación a lo que ofrecen sus competidores.

- Quinta etapa: La reingeniería de procesos, con la mejora informática y la renovación de sistemas de comunicación así como la globalización de mercado de los últimos años, hubo que mejorar de una manera muy rápida y radical los procesos administrativos, de producción, así como de comercialización, ya que el no renovarlos, les ha restado competitividad. Con la llamada reingeniería de procesos es como un “empezar de nuevo”. Esto conllevó un cambio radical en la manera de pensar y actuar de una organización, lo que conlleva un cambio de procesos, estructuras organizacionales, estilos y comportamiento de liderazgo, sistemas de compensación y reconocimiento, así como las relaciones con los accionistas, clientes, proveedores y otros grupos externos.
- Rearquitectura de la empresa y roturas y estructuras del mercado: El principio básico de esta etapa es: “La calidad se orienta a desarrollar el capital intelectual de la empresa”, hacer la reingeniería de la mentalidad de los administradores y romper la estructura del mercado, con el fin de buscar nuevas formas de llegar con el cliente. La información, tecnología y capital humano, el trabajo, la gestión administrativa y el concepto mismo de liderazgo forman parte del conocimiento.

### **3.2.9 Diagrama de Pareto**

Según Maneiro y Mejias (2009), Un histograma de ocurrencias por categoría (en el cual las categorías estén organizadas por el número de ocurrencias) se denomina comúnmente como un gráfico, diagrama o carta de Pareto. Se basa en el principio

80-20; el 20% de las causas representan el 80% de las ocurrencias. Aunque en principio fue representado por el economista Wilfredo Pareto (1848-1923) en términos de distribución de riqueza, su aplicación en el área de ingeniería y calidad se le atribuye a Joseph Juran (1904-2008).

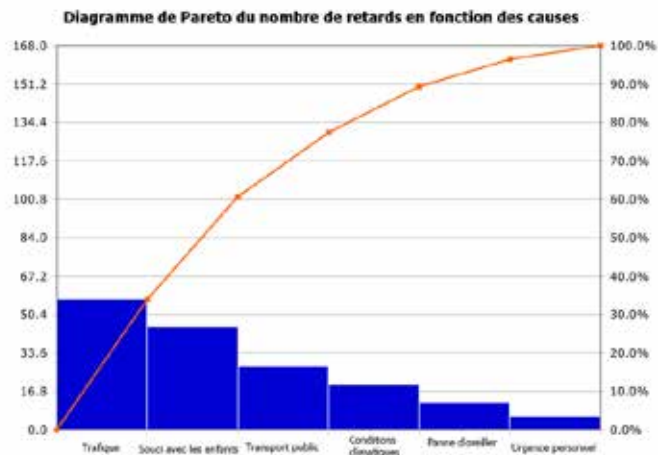
El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, los pocos (pasos, servicios, ítems, problemas, causas) son responsables por el mayor impacto negativo sobre la calidad. Si enfocamos nuestra atención en estos pocos vitales, podemos obtener la mayor ganancia potencial de nuestros esfuerzos por mejorar la calidad.

### **3.2.9.1 Elaboración de un diagrama de Pareto**

**Paso 1.** Formar dos columnas con los nombres de los defectos y su respectiva frecuencia. Luego ordenas las frecuencias de los datos comenzando por la de mayor valor.

**Paso 2.** Una vez ordenados, construir la columna de frecuencia y frecuencia acumulada.

**Paso 3.** Ahora se construye el gráfico. (Maneiro y Mejias, 2009).



**Figura 3.** Diagrama de Pareto

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Pareto](https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Pareto) (2018).

### 3.2.10 Diagrama Causa-Efecto (Diagrama de Ishikawa)

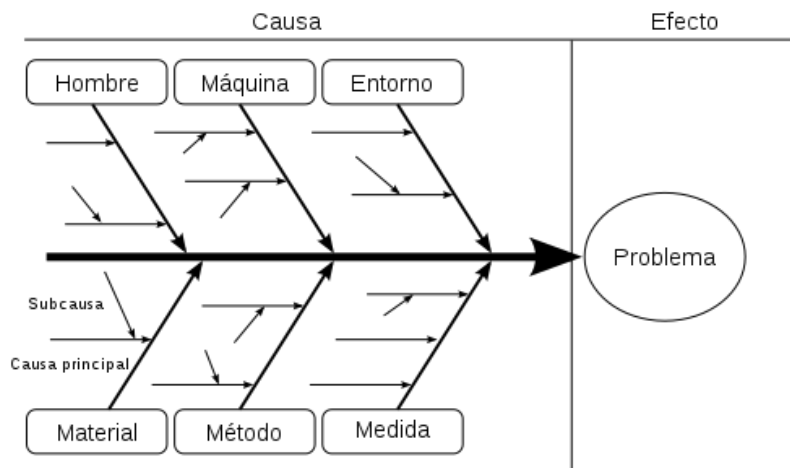
Según Maneiro y Mejías (2009), también conocido como diagrama de espinas de pescado o diagrama de Ishikawa, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto las posibles causas de problemas específicos o de carácter de calidad del producto. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre el resultado dado y los factores que influyeron para que se produjeran. De este modo, al conocer los factores de algún error dentro de los procesos de la empresa, se pueden tomar medidas específicas para evitar o minimizar en lo futuras fallas.

Un diagrama causa-efecto sirve también para guía las discusiones, al exponer con claridad los orígenes de un problema de calidad y permite encontrar más rápidamente las causas asignables cuando un proceso se aparta de su funcionamiento habitual.

#### 3.2.10.1 Pasos para elaborar un diagrama Causa-Efecto

- Encuadrar el efecto a la derecha y dibujar una línea gruesa central apuntándole.
- Definir claramente el efecto o síntoma cuyas causas no logran identificarse.

- Usar tormenta de ideas o un enfoque racional para identificar la posible causa.
- Distribuir y unir las causas principales a la recta central mediante líneas de 70°.
- Añadir Sub-causas a las causas principales a lo largo de las líneas inclinadas.
- Descender de nivel hasta llegar a las causas raíz.
- Comprobar la validez lógica de la cadena causal.
- Comprobación de integridad: ramas principales con, ostensiblemente, más o menos causas que las demás o con menos detalle.



**Figura 4.** Diagrama Causa-Efecto  
Fuente [https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Ishikawa](https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa) (2018).

### 3.2.11 Kanban

Para Maynard W. (2011), Es muy común la asociación del kanban=JIT (Just in Time "Justo a tiempo") o Kanban (Control de Inventarios), esto no es cierto, pero si está relacionado con estos términos. Kanban funcionara efectivamente en combinación con otros elementos del JIT, tales como la calendarización de producción mediante etiquetas, la buena organización del área de trabajo y el flujo de

la producción. Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. Kanban significa en japonés “etiqueta de instrucción”.

La etiqueta kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras, es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante qué medios y como transportarlo.

### **3.2.11.1 Funciones del Kanban**

Son dos las funciones principales de kanban: Control de la producción y mejora de los procesos. Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema JIT, en la cual los materiales llegaran a tiempo y calidad requerida en las diferentes etapas de la fabricación, incluso de ser posible incluyendo proveedores. Por mejora de los procesos se entiende facilitar la optimización en las diferentes actividades de la empresa mediante el uso del kanban, esto hace mediante técnicas de ingeniería (eliminación de desperdicio, organización del área de trabajo, reducción del setup, utilización de maquinaria vs utilización en base a la demanda, manejo de multiprocesos, poka-yoke, mecanismos a prueba de error, mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo total, etc.) con la consecuente reducción de los niveles de inventario.

Básicamente kanban es útil para poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento, dar instrucciones basadas en las condiciones actuales del área de trabajo y prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas ordenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo innecesario.

Otra función del kanban es la de movimiento de material, la etiqueta de kanban se debe mover junto con el material, si esto se lleva a cabo correctamente se logra priorizar la producción; el kanban con más importancia se pone primero que los demás y facilitar el control del material.

Durante la implementación del kanban, es importante que el personal encargado de producción, control de la producción y compras comprenda como un sistema kanban va a facilitar su trabajo y mejorar su eficiencia, mediante la reducción de la

supervisión directa. Básicamente los sistemas kanban pueden aplicarse en plantas con producción repetitiva. Antes de aplicar un kanban es necesario desarrollar una producción que suavice el flujo actual de material. Esta producción deberá ser practicada en la línea de ensamble final, si existe una fluctuación muy grande en la integración de los procesos el kanban no funcionará y por el contrario se creará un desorden.

También tendrán que ser implementados sistemas de reducción de set-ups, de producción de lotes pequeños, jidoka, control visual, Poka-Yoke, mantenimiento preventivo, etc., todo esto es prerequisite para la introducción del kanban. Además se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones antes de implementar kanban:

- Determinar un sistema de calendarización de la producción para ensambles finales que permita desarrollar un sistema de producción mixto y etiquetado.
- Se debe establecer una ruta de kanban que refleje el flujo de materiales, esto implica designar lugares para que no haya confusión en el manejo de materiales. Debe ser obvio cuando el material este fuera de su lugar.
- El uso del Kanban está ligado a sistemas de producción de lotes pequeños.
- Se debe tomar en cuenta que aquellos artículos de valor especial deberán ser tratados diferente.
- Se debe tener buena comunicación desde el departamento de ventas a producción para aquellos artículos cíclicos o de temporada que requieren mucha producción, de manera que se avise con bastante anticipación. El sistema kanban deberá ser actualizado contantemente y mejorado continuamente.

### **3.2.11.2 Implementación del kanban en cuatro fases**

**Fase 1:** Entrenar a todo el personal en los principios de los beneficios de usar kanban

**Fase 2:** Implementar el kanban en aquellos componentes con más problemas para facilitar la manufactura y resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continúa en la línea de producción.

**Fase 3:** Implementar kanban en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operadores ya han visto las ventajas del kanban, se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores ya son ellos los que conocen mejor el sistema. Es importante informales cuando se va a estar trabajando en su área.

**Fase 4:** Esta fase consiste de la revisión del sistema kanban, los puntos de reorden y los niveles de reorden, es importante tomar en cuenta en las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto del kanban:

- Ningún trabajo debe ser hecho fuera de secuencia
- Si se encuentra algún problema notificar al supervisor inmediatamente.

### **3.2.11.3 Reglas del Kanban**

**Regla 1:** No se debe mandar un producto defectuoso a los procesos subsecuentes. La producción de productos defectuosos implica costos tales como la inversión en materiales, equipo y mano de obra que no va a poder ser vendida. Este es el mayor desperdicio de todos. Si se encuentra un defecto, deben tomarse las medidas antes que todo para prevenir que este no vuelva a ocurrir. Observaciones:

- El proceso que ha producido un producto defectuoso, lo puede describir inmediatamente.
- El problema descubierto se debe divulgar a todo el personal implicado, no se debe permitir la recurrencia.

**Regla 2:** Los procesos subsecuentes requerirán solo de lo que es necesario. Esto significa que el proceso subsiguiente pedirá el material que necesita al proceso anterior, en la cantidad necesaria y en el momento adecuado. Se crea una pérdida si el proceso anterior surte de las partes y materiales al proceso subsiguiente en el momento que este no lo necesita o en una cantidad mayor a la que se requiere.

La pérdida puede ser muy variada, incluyendo pérdida por el exceso de tiempo extra, pérdida en el exceso de inventario y la pérdida en la inversión de nuevas plantas sin saber que la existente cuenta con la capacidad suficiente. La peor pérdida ocurre cuando los procesos no pueden producir lo que es necesario por estar produciendo lo que no es necesario. Para eliminar este tipo de errores se usa esta segunda regla.

Existe una serie de pasos que aseguran que los procesos subsecuentes no jalarán o requerirán arbitrariamente del proceso anterior:

- No se debe requerir material sin una tarjeta de kanban
- Los artículos que sean requeridos no deben exceder el número de kanban admitidos.
- Una etiqueta kanban debe siempre acompañar a cada artículo.

**Regla 3:** Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsiguiente. Esta regla fue hecha con la condición de que el mismo proceso debe restringir su inventario al mínimo.

**Regla 4:** Balancear la producción. De manera en que podemos producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsecuentes, se hace necesario para todos los procesos mantener el equipo y a los trabajadores de tal manera que pueda producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria. En este caso, si el proceso subsiguiente pide material de una manera incontinua con respecto al tiempo y a la cantidad, el proceso anterior requerirá personal y máquinas en exceso para satisfacer la necesidad. En este punto es el que hace énfasis la cuarta regla, la producción debe estar balanceada o suavizada (smooth, equalizad).

**Regla 5:** Kanbanes un medio para evitar especulaciones. De manera que para los trabajadores, kanban, se convierte en su fuente de información para producción y transportación, ya que dependerán de kanban para llevar a cabo su trabajo, el balance del sistema de producción adquiere gran importancia. No se vale especular

sobre si el proceso subsiguiente va a necesitar más material la próxima vez, tampoco el proceso subsiguiente puede preguntarle al proceso anterior si podría empezar el siguiente lote un poco más temprano, ninguno de los dos puede mandar información al otro, solamente la que está contenida en las tarjetas kanban. Es muy importante que esté bien balanceada la producción.

### **3.3 Definición de Términos Básicos**

**Acción Correctiva:** Acción tomada para eliminar la causa principal de una no conformidad detectada u otra situación no deseable.

**Almacén:** Es una unidad de servicio y soporte en la estructura orgánica y funcional de una empresa comercial o industrial con objetivos bien definidos de resguardo, custodia, control y abastecimiento de materiales y productos.

**Bladder:** Es un elemento hecho de goma el cual permite que el caucho verde o “crudo” tome la forma final a través de la expansión del mismo dentro de la prensa durante el proceso de vulcanizado para cambiar su forma interna y externa. Este cumple la función adicional realizar la transferencia de calor de vapor de agua hacia el interior del neumático produciendo así, el vulcanizado del neumático en su parte interna.

**Corrida:** Se llama corrida cuando se elabora en una línea de producción de un producto desde una fecha hasta otra ya determinada previamente y en dicha línea se producen varios tipos de productos.

**Defecto:** es cualquier evento o caso en donde el proceso o producto falla según los deseos del cliente.

**Ergonómico:** Es una característica que se otorga cuando determinado elemento o proceso se adapta a la característica fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador.

**Estándares:** Término utilizado para referirse a especificaciones técnicas que definen y describen aspectos de un producto o proceso.

**Inventario:** Es la existencia de bienes mantenidos para su uso o venta en el futuro.

**Jikoda:** Término japonés que implica el uso de procesos automáticos o semiautomáticos para reducir la carga física y mental en los trabajadores.

**Just in Time (JIT):** Sistema de gestión de inventarios.

**Layout:** Esquema de distribución de elementos dentro un diseño de planta.

**Lean Manufacturing:** Es un modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios.

**Poka-Yoke:** Enfoque japonés de “A prueba de errores” en fabricación. Señales visuales que destacan errores claramente del resto, o dispositivos que paran una línea de ensamble o proceso si una parte o etapa se pasa por alto.

**Proceso:** Conjunto de pasos con el fin de que determinados insumos interactúen entre sí, para obtener de esa interacción un determinado resultado, esto implica transformación.

**Plan de Acción:** Es un tipo de plan que prioriza las iniciativas más importantes para cumplir con ciertos objetivos y metas. Es una guía que brinda un marco o una estructura a la hora de llevar a cabo un proyecto.

**Scrap:** Materiales sobrantes de la fabricación los cuales no pueden ser utilizados en el proceso de fabricación.

**Set-up:** Parte de un proceso o ciclo de producción en donde una máquina, centro de trabajo o línea de montaje está “preparado” para pasar de la producción de la última pieza buena del último lote a la primera pieza buena del nuevo lote.

**Sistema pull:** Consiste en planificar solo la producción que se va a enviar al cliente.

**Vulcanizado:** Es un proceso mediante el cual se calienta el caucho crudo en presencia de azufre, con el fin de volverlo más duro y resistente al frío. Se dice que fue descubierta accidentalmente por Charles Goodyear en 1839 al volcar un

recipiente de azufre y caucho encima de una estufa. Esta mezcla se endureció y se volvió impermeable, a la que llamó vulcanización en honor al dios Vulcano. Durante la vulcanización, los polímeros lineales paralelos cercanos constituyen puentes de entrecruzamiento entre sí.

El resultado final es que las moléculas elásticas de caucho quedan unidas entre sí a una mayor o menor extensión. Esto forma un caucho más estable, duro, mucho más durable, más resistente al ataque químico y sin perder la elasticidad natural.

## **CAPITULO IV**

### **FASES METODOLÓGICAS**

#### **4.1 Tipo de Investigación**

El presente trabajo está enmarcado en un modelo de proyecto factible, apoyado en una investigación de campo de tipo descriptivo y documental y esto se debe a que la información recaudada es propia de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.

El Manual de Trabajos de Grado de la UPEL (2006), indica que el Proyecto Factible “consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico para satisfacer necesidades de una institución o grupo social. La propuesta debe tener apoyo, bien sea en una investigación de campo o en una investigación documental; y puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos”.

Según Tamayo y Tamayo, (2006), una investigación de campo es: “Cuando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual los denominados primarios, su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, los cuales facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas”. (p. 154).

Se considera que la investigación es descriptiva dado que, se describirán los pasos de cómo es el proceso de fabricación del neumático, así como también de la generación de defectos en el área de vulcanizado.

En este caso Tamayo y Tamayo (2006) señalan que la investigación descriptiva “Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos”. (p.54).

Con respecto al tipo de investigación de tipo documental, Tamayo y Tamayo (2006) afirma que: “En este caso el investigador recurre a fuentes secundarias, es decir, a la información que proporcionan las personas que no participaron

indirectamente en ella. Estos datos los encuentra en enciclopedias, diarios, publicaciones periódicas y otros materiales.” (p.539).

#### **4.2 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Las técnicas de recolección de datos utilizadas en el estudio se describen de la siguiente manera:

Entrevista no estructurada al Gerente de IE & PMS, al gerente de Producción de Armado / Vulcanizado / Acabado, a los Coordinadores de Producción de Armado y Vulcanizado, al especialista de calidad de vulcanizado, a los puesto punto de vulcanizado, cambiadores de bladders y los operadores de prensa, donde se obtuvo información general a través de preguntas, que ayudaron a crear una atmósfera abierta y dinámica, proporcionando una mayor oportunidad para conocer de mejor manera los procesos internos, actitudes, ideas y creencias de cada uno. Esta información es de tipo primaria, se recolectó información utilizando la técnica de la entrevista dirigida a los responsables de los cargos nombrados anteriormente para establecer las actividades incluidas en el estudio. Para la recolección de datos también se usaron las instrucciones de trabajo y se registraron datos cuantificados del proceso a estudiar mediante observación directa, que permitieron conocer y analizar lo que realmente sucede en la unidad o tema de investigación, es decir la recolección, síntesis, organización y comprensión de los datos que se requirieron

Se procesó información secundaria proveniente de la revisión bibliográfica y en la revisión de los archivos, diagramas y estadísticas, para obtener la información de procesos internos referentes al proceso de vulcanizado.

También se buscó información en textos, trabajos científicos y consultas por internet asociadas al tema, a través de la técnica de la revisión documental con el fin de formular conclusiones y revisar metodologías de desarrollo.

#### **4.3 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos**

Dado que los datos recogidos, no muestran respuestas definitivas a los objetivos; se hizo necesario realizar un análisis minucioso y característico de los resultados obtenidos en comparación con las variables estudiadas, con el firme propósito de dar

respuesta a las interrogantes de este informe, así como establecer las debidas conclusiones y consolidar a un acertado diagnóstico de la situación actual y posterior propuestas de mejora.

En este estudio, la información obtenida del proceso, se analizó con datos cuantificados y con datos no estructurados. A través de una variedad de herramientas de ingeniería industrial para el análisis de datos. No es necesario hacer uso de todas las herramientas en todo momento, basado en la naturaleza del proceso la selección puede variar y se pudo utilizar en las diferentes fases del proceso de ejecución. Las herramientas comunes son:

- Diagrama de Pareto
- Diagrama Causa-Efecto (Diagrama de Ishikawa)
- *Lean Manufacturing*(Revisión de desperdicios por almacén, Procesos Inadecuados, Transporte, Defectos, Movimientos Innecesarios y Talento Humano).
- Kanban
- Productividad y Calidad

Después de haber obtenido los datos, producto de la aplicación de los instrumentos de investigación, se procedió a clasificarlos, tabularlos, y utilizar la informática a los efectos de su interpretación que permite la elaboración y presentación de tablas y gráficas estadísticas que reflejan los resultados. Las herramientas a usar para tal fin, involucraron el uso de un computador, como por ejemplo el software de Office Excel, Power Point, los cuales ofrecen mayores posibilidades en cuanto al diseño y a la presentación de las técnicas que ayudarán a la representación de los resultados.

#### **4.4 Fases Metodológicas**

##### **Fase I. Diagnóstico de la actual situación de los bladders en el almacén de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.**

En esta fase, se procedió a aplicar el análisis del desperdicio del sistema *lean Manufacturing* el cual nos permite verificar las causas por las cuales se encuentran

los bladders en el almacén. Se comenzó por la observación de los inventarios de los diferentes modelos de bladders identificando la manera específica en la cual se llevan los inventarios y usos de los bladders en el área de vulcanizado, esto llevó a identificar los bladders especificados para cada uno de los modelos de neumáticos vulcanizados en planta.

Allí se levantó información de los hallazgos encontrados en el proceso, lo que permitió identificar los factores que afectan directa e indirectamente al problema de estudio. Con la idea de poder conocer las maneras en que se realizan las actividades dentro del área y poder ir observando las posibles debilidades que se identificaron en la misma.

El desarrollo de esta fase de la investigación se ejecutó mediante las siguientes actividades:

Inicio de la revisión documental sobre los bladders y sus usos dentro del área de vulcanizado, específicamente tipos de bladders, los requerimientos por prensa y las distintas variables que influyen en dicho proceso. Luego de esto se realizaron algunas entrevistas no estructuradas al Gerente de IE & PMS, al gerente de Producción de Armado / Vulcanizado / Acabado, a los Coordinadores de Producción de Armado y Vulcanizado, al especialista de calidad de vulcanizado, a los puesto punto de vulcanizado, cambiadores de bladders y los operadores de prensa, investigando un poco sobre lo que se hace, como se hace y quien lo hace, con el fin de clasificar y cuantificar, las causas que ellos consideran que generan desperdicios para su posterior análisis.

Así mismo se realizó visita al almacén de materia prima lo cual permitió tener acceso visual a las cantidades y estado en cuestión de envejecimiento y características de los bladders dispuestos en el almacén. Con los datos obtenidos, se procedió a analizar los posibles usos dentro del área de vulcanizado para disminuir la pérdida por almacenaje lo cual representa un alto costo debido a su precio de reposición.

## **Fase II. Análisis de las causas por las cuales no se hace uso adecuado de los bladders en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.**

Basado en la información recabada en la fase I, fue necesario realizar un estudio sobre las causas que llevaron a la empresa a almacenar los bladders en almacén y las posibles soluciones para mejorar el uso y destino de los mismos ubicados en el almacén.

Como parte de las acciones lean para este despilfarro, fue necesario verificar las aplicaciones de los bladders en el almacén para dar uso a aquellos que no se usan en la actualidad. Así mismo en el área de vulcanizado fue necesario el análisis de aplicación de los mismos en las diferentes presas para verificar si estos cumplían con los estándares de calidad y rendimiento para cada una de estos bladders, para lo cual, fue necesario realizar herramientas gráfica-estadísticas de las cuales se pudieron establecer relaciones causa-efectos y así definir los focos vitales o puntos críticos que lo afectan.

## **Fase III. Diseño de las estrategias para mejorar la utilización de los bladders en el área de Vulcanizado.**

En esta fase fueron analizadas las causas por las cuales existen problemas en la línea de producción y almacenaje. En esta etapa se estudiaron los aportes del sistema lean para las diferentes problemáticas obtenidas al utilizar las herramientas grafica-estadísticas para los problemas causados por exceso de almacenaje, procesos inadecuados y demás problemas encontrados en estos estudios.

Para obtener soluciones, fueron realizadas búsquedas en documentos de calidad y producción, así como también, entrevistas no estructuradas al personal del área de vulcanizado para obtener así datos de las posibles acciones a tomar siguiendo las directrices que nos aporta el *lean Manufacturing*. Luego de esto se procedió a establecer el plan de mejoras, esto siempre y cuando facilitando las operaciones del

área, por medio de la aplicación de estrategias y acciones, basadas en las filosofías de mejora continua, que ayuden a disminuir los desperdicios.

Una vez planteados los cambios para la mejora, se procedió a diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proceso de *lean manufacturing* se mantenga en tiempo.

#### **Fase IV. Evaluación económica la propuesta a través de una relación Beneficio/Costo.**

La selección de un proyecto industrial no puede ser elaborada arbitrariamente, debe ser el resultado de una decisión cuidadosa basada sobre consideraciones técnicas y económicas objetivas. Se realizó la evaluación de factibilidad con un análisis costo-beneficio de la propuesta planteada, la misma se basó en la inversión requerida para aplicar las mejoras propuestas y el ahorro estimado que tendría la empresa con la implementación de las mejoras y así aumentar su productividad.

## CAPITULO V

### RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la investigación, desarrollados en cuatro fases, a fin de dar cumplimiento al objetivo general del trabajo.

#### 5.1 Fase I. Diagnóstico de la actual situación de los bladders en el almacén de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.

Debido a la alta incidencia de los defectos producidos por los bladders utilizados en vulcanizado y a la alta incidencia en la baja productividad del área de vulcanizado fue necesario la revisión de otras opciones disponibles en el almacén, sin embargo fue encontrado que la variedad de bladders disponibles no eran exactamente las medidas adecuadas según la tabla a continuación:

**Cuadro 1.** Rastreabilidad de uso de Bladders

Vejiga Utilizada	Fecha de Elaboración	Prensa	Cavidad	Fecha de Montaje	Turno	Medida	Vejiga Especificada
12x435	19.17	101	A	08/08/2018	1RO	22222	12x460
12X435	19.17	101	B	08/08/2018	1RO	22222	12x460
12X435	19.17	101	A	10/08/2018	1RO	22222	12x460
12X435	19.17	101	A	21/08/2018	2DO	22222	12x460
12X435	19.17	101	B	21/08/2018	2DO	22222	12x460
12X435	19.17	103	A	21/08/2018	2DO	22222	12x460
11X410	01.14	104	A	29/08/2018	2DO	22218	11x425
11x410	08.15	210	A	29/08/2018	2DO	22218	11x425
11X410	08.15	210	A	31/08/2018	2DO	22218	11x425
11X410	35.12	209	B	31/08/2018	1RO	22218	11x425
12X435	19.17	105	A	31/08/2018	2DO	22219	12x435
11X410	35.12	209	A	31/08/2018	1RO	22218	11x425
12X435	19.17	504	A	31/08/2018	1RO	22219	12x435

**Fuente:**Pirelli de Venezuela, C. A (2018)

**Autor:** Machado (2018)

En esta muestra tomada en el mes de agosto, se puede apreciar que los bladders utilizados en su mayoría no son las medidas especificadas según los requerimientos exigidos por calidad, sin embargo, esto fue necesario por la ya antes descrito en el

planteamiento del problema falta de divisas por parte del gobierno para adquirir los bladders especificados. A continuación se muestra una tabla con los bladders especificados y las medidas “alternativas para el uso en vulcanizado.

**Cuadro 2.** Tabla de Bladders Especificados / Alternativos

IP	Camara	Alternativa	IP	Camara	Alternativa
13239	10x330	9x330 - 9x350	12245	10x375	10x330
13263	10x330	9x330 - 9x350	14376	10x375	10x330
13673	10x330	9x330 - 9x350	12246	10x410	
14968	10x330	9x330 - 9x350	12247	10x410	
20332	10x330	9x330 - 9x350	14779	11x340	11x350
20333	10x330	9x330 - 9x350	11805	11x360	
14378	11x360	11x425	12248	11x410	10x410
34951	11x360	12x390	17159	11x410	10x410 - 10x375 - 11x425
16574	11x360	10x410	22220	11x410	11x425
16989	11x360	10x375	22598	11x410	
18042	11x360	12x435	23775	11x410	11x425
23011	11x360		15834	11x425	
21356	11x425				
22217	11x425	11x450			
22218	11x425	11x450			
22451	11x425	11x450			
5850	11x450	12x435			
27775	11x450				

**Fuente:** Pirelli de Venezuela, C.A

**Autor:** Machado (2018)

Basado en esta información y tomando en cuenta la muestra tomada en el cuadro N°1, fue determinado que los bladders utilizados en vulcanizado en su mayoría no eran los especificados para el proceso. Para poder determinar el rendimiento de los mismos durante el proceso de vulcanizado, se tomaron como base las tarjetas de seguimiento o "Control de Vejigas" las cuales permitieron determinar el rendimiento y causas de cambio de los bladders en las prensas de vulcanizado.

En dicha tarjeta se logran observar datos de suma importancia tales como, Fecha de Elaboración, Modelo de Vejiga, Prensa, Cavidad, Medida de Neumático, Fecha de Montaje y Bajada del Bladder y el cambiador. Así mismo también el su parte

posterior, se logra observar cantidad de vueltas o ciclos de vulcanizado que logró tener el bladder, a continuación una muestra de ella.

**Figura 5.** Tarjeta de control de vejigas (Frente)

Fuente: Pirelli de Venezuela, C.A.

**Figura 6.** Tarjeta de control de vejigas (Dorso)

Fuente: Pirelli de Venezuela, C.A.

Con la información recabada en las tarjetas de vulcanizado fueron realizadas consultas al Ingeniero de eficiencia de Armado / Vulcanizado / Acabado para obtener los datos necesarios para tener la certeza de cuál es el rendimiento esperado por bladders. De dicha entrevista, fue realizada una tabla con los rendimientos esperados para cada una de los bladders existentes en el catálogo, los cuales fueron obtenidos de la documentación de *PirelliPneus do Brasil* proveedor de toda la materia prima directa e indirecta para la fabricación de los neumáticos Radiales y Convencionales.

A continuación se anexa dicha tabla donde se aprecian los datos de rendimientos esperados para los bladders de vulcanizado.

**Cuadro N°3.** Rendimiento esperado por Bladders de vulcanizado

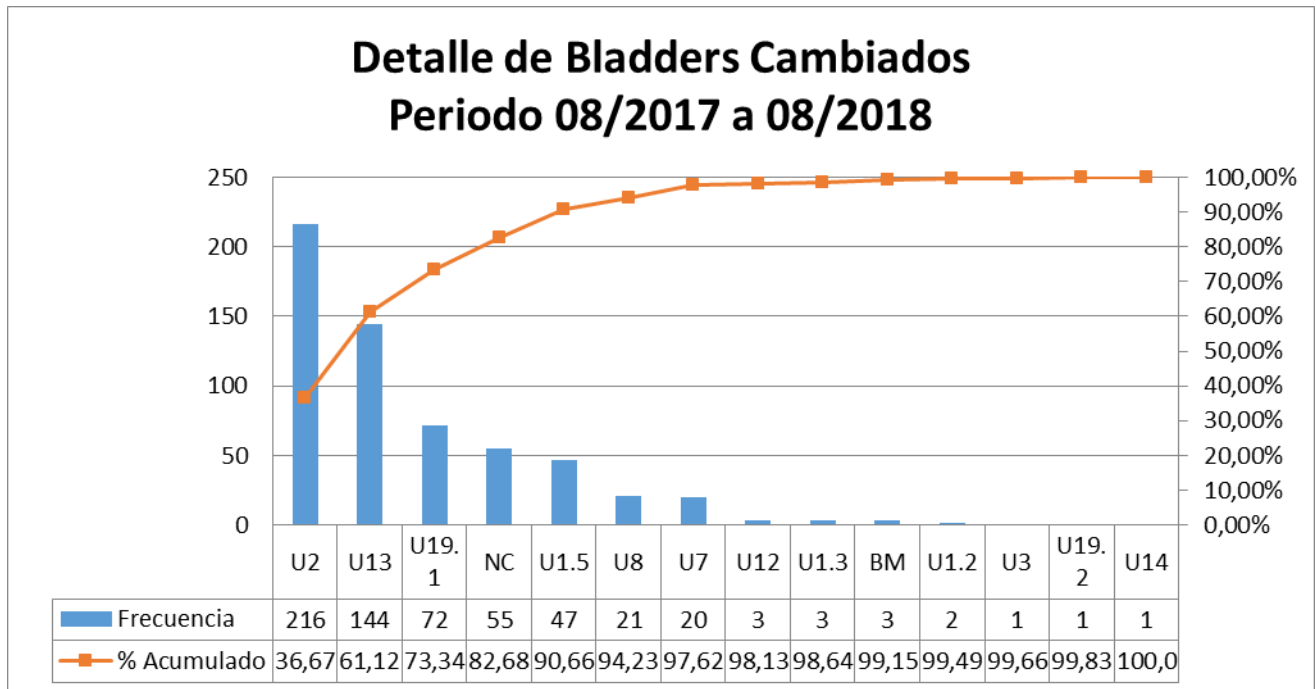
VEJIGA	VUELTAS MINIMAS	VUELTAS MÁXIMAS	VEJIGA	VUELTAS MINIMAS	VUELTAS MÁXIMAS
8X305	250	300	12X390	250	270
9X310	280	320	12x435	250	270
9X330	280	320	12x460	250	270
9X350	280	320	12x520	250	270
10X330	280	320	13x340	250	450
10X375	280	320	14x185	430	270
10X410	280	320	4783	250	320
11x340	210	270	12x208x535	300	320
11X360	210	270	12x250x565	300	320
11X410	210	270	12x275x580	300	320
11X425	250	270	12x275x605	300	320
11X450	250	270	14x300x550	300	320
11X460	250	270	14X400	300	320
11X505	250	270			

Fuente: *PirelliPneus do Brasil*  
 Autor: Machado (2018)

Con estos datos se procedió a realizar un Pareto y usando la tarjeta “Control de Vejigas” (Ver figura 5, Ver figura 6) fueron analizados los resultados a través de una diagrama de Pareto para obtener los datos necesarios para así obtener la relación 80-20 de los problemas en el cambio y falta de rendimiento de los bladders de vulcanizado. En dichos resultados se puede apreciar que la primera causa de cambio de bladders es Cambio Programado, lo cual es lo esperado para el proceso, sin embargo, este solo ocupa el 36.67% de los bladders cambiados, por lo que existen una gran cantidad de otras causas las cuales afectan la productividad y eficiencia del proceso, estando dentro del top 5, dañada por la prensa, bladder roto, no conocida. Esta última se atañe a que el operador cambiador de bladders no sigue el procedimiento establecido por la empresa en el llenado de las tarjetas de “control de

Vejigas” del área de vulcanizado. A continuación se muestran los resultados obtenidos en el diagrama de Pareto así como el detalle de los defectos de cambio.

**Grafica 1.** Diagrama de Pareto Cambio de Bladders



Total de Bladders Cambiados en el Periodo
589

**Fuente:** Pirelli de Venezuela C.A (2017 y 2018)

**Autor:** Machado (2018)

**CUADRO 4.** Defecto por Cambio de Bladders

<b>BM</b>	<b>Bajada al Momento</b>
<b>NC</b>	<b>No Conocida</b>
<b>U1.2</b>	<b>Grieta en el centro</b>
<b>U1.3</b>	<b>Grieta en el Cuello</b>
<b>U1.5</b>	<b>Grieta en el Cuerpo</b>
<b>U12</b>	<b>Grieta en el Cuello</b>
<b>U13</b>	<b>Dañada por la Prensa</b>
<b>U19.1</b>	<b>Bladder Roto</b>
<b>U2</b>	<b>Exceso de Uso/Cambio programado</b>
<b>U3</b>	<b>Ampollas</b>
<b>U7</b>	<b>Grieta en el Cuerpo</b>
<b>U8</b>	<b>Estirado o Doblado</b>
<b>U19.2</b>	<b>Ovalado</b>
<b>U14</b>	<b>Dañado por Cargador Espaciador. Distanciador</b>

**Fuente:**Pirelli de Venezuela (2018)

**Autor:** Machado (2018)

Como se puede observar, un 46.01% de la relación 80-20 del Pareto realizado a los bladders tiene como motivo de cambio, dañada por la prensa, bladder roto y No conocida, esta última es adjudicable al cambiador de bladders el cual tiene dentro de su descripción de cargo el llenado del área de defecto de cambio de bladders en la tarjeta mostrada en las fig. 5 y 6 por lo tanto esto genera una incertidumbre sobre las causas reales que hayan podido afectar al bladder durante su operación.

Con los resultados obtenidos, fueron analizados los defectos producidos en los neumáticos vulcanizados obteniendo como resultado C7, falla definida como Bladder roto. Así mismo, la falta de uso de las vejigas especificadas para cada medida ya mostradas en el cuadro 2, también pueden producir otros defectos como C3 (Bladder Doblado), C4 (Bladder Agrietado), C13 (Aire Atrapado, asociado a bladders muy pequeños), específicamente solo en los últimos dos casos respectivamente, son neumáticos que pueden no ser scrap de manera directa ya que los mismos si no presentan daños en exceso pueden pasar por un proceso de reparación en donde se garantiza su integridad para el uso del consumidor.

En la resolución de este problema fueron investigadas las actuales condiciones de los bladders en el almacén así como la fecha de elaboración de los mismos con la intención de verificar las existencias, condiciones de almacenaje e identificación de los mismos. Durante la investigación se encontraron dentro de los inventarios una cierta cantidad de bladders cuya fecha de fabricación es de 47-12 siendo esta fecha, la semana y año de fabricación respectivamente. Estos bladders son considerados pasados de envejecimiento según la normativa de calidad de pirelli la cual exige que el máximo de tiempo para usar un bladder es de 3 años calendario.

Se conoce que previo a este estudio fueron realizadas por parte del departamento de calidad y tecnología pruebas en esos bladders pasados de envejecimiento arrojando como resultado que existía una disminución del rendimiento de los bladders de hasta un 30% menos de la especificación por lo que se emitió una aprobación bajo supervisión del departamento de calidad para evitar defectos por Bladders dañados, la dirección de departamento de industrial aprobó su uso con la limitante de la cantidad de vueltas determinada para estos bladders envejecidos. Para ratificar esta situación, (ver Anexo 1,2,3), fue visitado el almacén de materia prima para poder confirmar los inventarios reflejados en sistema el SAP, dando como resultado en efecto que existían una cierta cantidad de bladders en desuso cuya fecha de fabricación excedía el estándar de calidad.

Durante la visita, se encontró un modelo de Bladder denominado “toroidal” el cual es usado en la planta hermana de Brasil, los cuales tienen como característica principal ser de un espesor de 4.2mm de espesor y son un remanente de una prueba no realizada en planta, los bladders existentes usados en la actualidad tienen un espesor de 7mm, esta diferencia impacta de manera proporcional en la cantidad de calor y tiempo de vulcanizado de los neumáticos radiales y convencionales aumentando o disminuyendo la cantidad de neumáticos vulcanizados en planta según sea el modelo utilizado.

## **5.2 Fase II. Análisis de las causas por las cuales no se hace uso adecuado de los bladders en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.**

Durante la investigación realizada sobre los bladders guardados en el almacén, fueron analizadas las causas por las cuales no se hace el uso correcto de los bladders en el área de vulcanizado. Basado en la información obtenida del personal administrativo y planta, así como también datos obtenidos del sistema SAP, se pudo obtener la información necesaria para elaborar un listado de posibles causas de uso no apropiado de los bladders.

### **5.2.1 Causas del desuso y mala aplicación de los bladders**

- 1. Falta de Divisas para compra de Materia Prima Indirecta:** Como es sabido en nuestro país existe un control de cambio el cual no permite a la persona natural y jurídica obtener divisas libremente a través de las entidades financieras públicas o privadas, por lo que es necesario, una autorización del ente rector gubernamental para poder tener acceso a ella. Inicialmente desde que fue implementada esta medida en el año 2003, la empresa solicitó ante el ente rector las divisas necesarias para mantener sus operaciones con normalidad dentro de nuestro país, sin embargo, desde el año 2011 se empezó a tener una limitante en las liquidaciones y más reciente en el 2016, el gobierno venezolano no adjudicó ni liquidó más divisas a la empresa por lo que se hizo prácticamente imposible la compra de materia prima directa e indirecta para la empresa.

Solo como una medida de ayuda, la corporación accedió a seguir enviando MPD e MPI a nuestro país con el compromiso de para saldar la deuda se exportaran igual cantidad de neumáticos a la filial de Brasil, esto trajo como consecuencia que algunas de los bladders recibidos fuesen o estuviesen en el límite de su tiempo de uso por la tardanza en la recepción de los pagos a los proveedores extranjeros.

- 2. Falta en la puesta punto:** Se pudo observar que el personal de puesta a punto del área de vulcanizado, en algunas ocasiones no toma cuidado del

funcionamiento correcto de las maquinas así como posibles defectos generados por la una mala instalación en la presa de los bladders de vulcanizado.

**3. Utilización de Bladders no especificados para los neumáticos en**

**producción:** A pesar de existir tolerancias en las especificaciones y puesta a punto de las prensas de vulcanizado y colocación de los bladders en la misma, el no tener el bladder correcto, genera una disminución del rendimiento de los mismos de un 10% a un 30% en su uso lo cual a medida que se utiliza genera defectos de vulcanizado ya mencionados anteriormente. Es importante resaltar que para el uso de un bladder alternativo siempre es más recomendable usar medidas más grandes que usar medidas más pequeñas, esto es debido a que el sobre estiramiento de los bladders puede producir ampollas en el mismo y defectos como el C13 o C7 mencionado en la fase I de este informe.

**4. Fallas Operacionales:**

El operador de cada máquina tiene la obligación de hacer seguimiento al trabajo de cada prensa, por esta razón, se presentan en algunas ocasiones por falta de pericia o conocimiento de parte de los mismos al momento de operar el equipo asignado fallas en la operación de las prensas de vulcanizado, también existen casos en los cuales el operador deja cerrada las prensas sin “cauchos crudos” en su interior lo cual produce que los bladders se deterioren por el exceso de temperatura, vale aclarar que los bladder están diseñados para trabajar con vapor y a una temperatura de 100°C y la temperatura de los platos y sectores es mucho mayor, trabajando a 175°C, por lo tanto esto disminuye su rendimiento esperado.

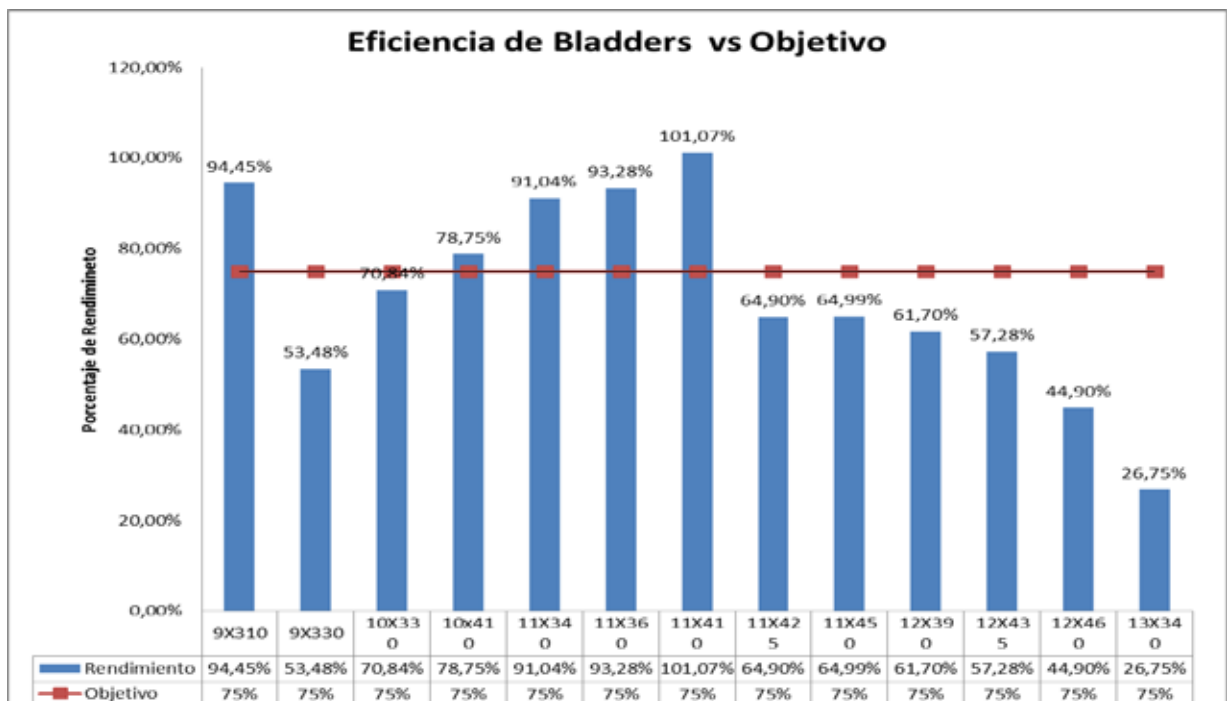
**5. Envejecimiento de los Bladders:**

Como anteriormente mencionado, los bladders pasados de envejecimiento pierden su eficiencia a medida que pasa el tiempo, por esta razón se estableció que políticas de calidad no es recomendable usar bladders con antigüedad no mayor a los 3 años calendario,

causando como efecto que haya una disminución de por lo menos un 10% en el rendimiento de los mismos.

Como parte de esta investigación se consultó al ingeniero de eficiencia del área, cuanto es el porcentaje mínimo de eficiencia o rendimiento esperado para los bladders y se pudo conocer que el valor es de por lo menos un 75% del el valor nominal aplicable a cada modelo de bladder. Esto resulta en una perdida en la productividad y desminicion en la cantidad de neumáticos producidos por turno y un aumento en las paradas no programadas en dicha área. A continuación una gráfica con el actual rendimiento de los bladders en relación a lo esperado donde se puede apreciar la proporción de bladders que cumplen con lo especificado y cuáles presentan problemas de rendimiento.

### 5.2.2 Grafica de Eficiencia de Bladders



**Grafica 2.** Rendimientos de Bladders Vs Objetivo.

Fuente: Realización Propia (2018)

Así mismo se investigó las características técnicas del bladder “toroidal” encontrado en almacén, es mismo es marca Lanxess, este como anteriormente fue mencionado, tiene un espesor de 4.2mm lo cual permite una mayor transferencia de calor y permite una reducción del tiempo de vulcanizado, aumentando teóricamente la cantidad de cauchos vulcanizados durante un turno de trabajo. El bladder encontrado tiene dimensiones de 10”x 240mm x 320mm/4.2mm, con estas características, este bladder puede ser usado en los neumáticos de medida 185/60/R14 P6 con el IP (código de Producción Interno) 13239.

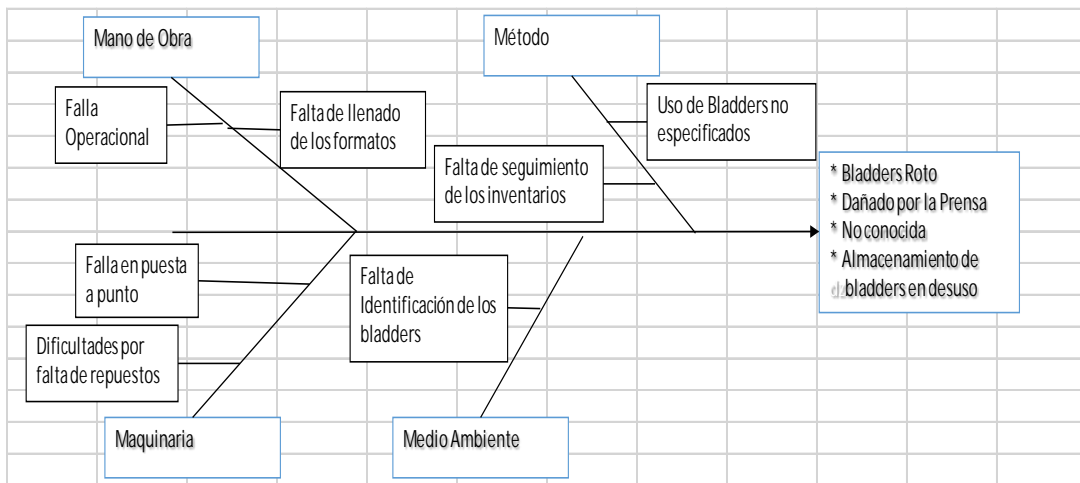
Vale aclarar que las prensas instaladas en planta son de tipo BOM (BagomaticPresses por sus siglas en ingles), por lo que para estas prensas existen dos tipos de bladders para las mismas, Cilíndricas y “toroidales” las mismas tienen estos nombres debido a su forma física antes de usarse y ambas tienen que cumplir con los requisitos de elasticidad y durabilidad de que exige la norma de calidad.

Modelo de Bladder	Total Promedio de Cantidad de Vueltas																				
	NC	U1.2	U1.3	U1.5	U12	U13	U14	U19.1	U2	U3	U7	U8	U-2	U-14	U-13	U-8	U-7	U-19	U-3	U-18	
10x330	163,62	29,00	160,50	194,47		148,00		178,67	252,16	140,00	119,50	180,33	268,50	20,00	111,00		126,00				196,92
10x410	166,91		239,00	204,00		141,85	183,00	135,86	242,40		134,50	259,00			77,00			40,00			182,78
11x340	147,80			145,89	163,00	183,50		136,00	233,77		111,00	211,00	252,33		187,50	214,67		181,00			188,48
11x360	153,22	199,00		190,86		145,88		141,64	218,80		202,00	175,00	288,00								191,58
11x410	159,27		61,00	171,60		170,00		145,83	234,65		138,67				75,00	161,00			89,00		174,80
11x425	133,67		40,00	141,00	59,00	124,73		117,50	234,80		167,00			84,50	86,00						148,61
11x450	106,86			139,50		113,25		112,00	230,33	134,00				0,00						7,00	119,32
12x390	122,75		66,00	70,00		132,11		126,00	219,70		70,00	101,50				75,00					146,79
12x435	122,00		39,00	116,14		98,27		157,33	191,74		98,50	198,67	180,00	11,00	84,60	71,50			24,50		132,44
12x460	141,00		140,00	116,88		104,44			200,60		115,00	84,00			125,00		124,00		120,00		126,12
13x340	152,00		173,00	93,00				98,50				63,00	106,00	243,00	217,00	175,00					133,85
9x310	176,60			175,67	150,00	161,00		92,50	251,80				292,00								201,92
9x330	95,50					128,50			246,50												149,75
13x360														159,00							159,00
11x910	167,00																				167,00
14x400	37,33			73,67										77,00							58,57
<b>Total Vueltas</b>	<b>144,17</b>	<b>142,33</b>	<b>119,89</b>	<b>160,66</b>	<b>124,00</b>	<b>133,24</b>	<b>183,00</b>	<b>135,12</b>	<b>230,15</b>	<b>137,00</b>	<b>126,00</b>	<b>185,55</b>	<b>248,46</b>	<b>62,29</b>	<b>112,53</b>	<b>152,00</b>	<b>125,00</b>	<b>110,50</b>	<b>75,60</b>	<b>7,00</b>	<b>168,86</b>

**Cuadro 5.** Tabla dinámica de Rendimiento de Bladders  
Fuente: Realización Propia

En el cuadro 4, se puede apreciar la cantidad de vueltas de rendimiento individual y rendimiento por defecto de cambio de bladder, con esta data podemos

confirmar el bajo rendimiento donde podemos observar un rendimiento general de 168.86 vueltas por bladder. Es apreciable con este cuadro que existe una variación bastante grande entre los rendimientos de los diferentes bladders existentes en planta estos con tendencia negativa en su mayoría en relación a la expectativa de rendimiento de los bladders aun siendo los mismos bladders envejecidos por lo que es necesario revisar las causas por las que es necesario realizar los cambios de bladders. Con la información previa y basado en las acciones *lean* para este desperdicio, podemos a realizar un diagrama causa-efecto para cada una de los problemas detectados y así corregir las causas que las generan.



**Fig 7.** Diagrama de Causa-Efecto de Cambio de Bladders

Fuente: Elaboración Propia

### 5.3 Fase III. Diseño de las estrategias para mejorar la utilización de los bladders en el área de Vulcanizado.

Una vez analizadas las causas y todas las variables actuantes en esta problemática como mostrado en la figura 7 y gráfica 1, se pudo empezar a idear y plantear las posibles soluciones para esta problemática. Para las mismas fue tomado en cuenta las limitantes actuales de la planta ya antes mencionada en el capítulo 1 y fase 2 de este mismo capítulo en los cuales se describe la situación productiva y económica de la empresa.

En esta fase se desarrollaron propuestas alternativas de mejora que lograran un mejor desempeño para el proceso de almacenado y uso de los bladders de vulcanizado de manera de reducir los desperdicios y cumplir con la reducción de los desperdicios ya que especialmente en el área de vulcanizado quedaron aprobadas y pendientes de ejecución. Por lo expuesto anteriormente, a continuación se hará un resumen de las propuestas y acciones hechas para mejorar los elementos que generan desperdicios en las áreas de estudio, en las mismas se enumeran acciones en algunos casos ya implantadas las cuales permitieron mejoras en los problemas especificados en las anteriores fases.

### 5.3.1 Tabla de resumen de propuestas de mejoras

Fuente de desperdicio	Problema	Acción de mejora	Indicaciones
Tiempo Perdido por Cambio de Bladders	Disminución en la cantidad de neumaticos vulcanizados por turno debido al exceso de tiempo perdido durante el proceso de recambio de bladders de vulcanizado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificación de las diferentes pap (puestas a Punto) para el ajuste correcto de los bladders durante el proceso de instalacion de los mismos.</li> <li>2. Implantacion de un comité de Bladders que permita el analisis diario de las causas por las cuales los mismos fueron cambiados.</li> </ol>	<p>A. Realizar reinducción del personal de PAP de las prensas sobre los tópicos importantes en las operaciones de las prensas para mantener el aseguramiento de la calidad.</p> <p>B. Crear o asignar un responsable de bladders el cual se encargue de resguardar los mismos para su analisis en comité</p>
Fallas operacionales	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El operador deja la prensa cerrada en precalentamiento de los bladders por mas de 4 horas si arranque de planta o 1 hora si es solo cambio de bladders.</li> <li>2. El operador no hace el seguimiento del trabajo de las prensas asignadas en verificación de posibles desajustes en la puesta a punto</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revision del modo operatorio del operador de prensas para recabar los aspectos importantes al realizar la reinducción.</li> <li>2. Revisión del sistema de llenado de tarjetas de seguimieto de bladders para tener certeza de su correcto llenado.</li> </ol>	Realizar reinducción y adiestramiento sobre la importancia del llenado de las tarjetas de seguimiento de bladders, asi como tambien, del seguimiento del trabajo de las prensas .
Falta de productividad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El proceso de vulcanizado es afectado por alta cantidad de paradas producidas por bladders envejecidos.</li> <li>2. Existencia de bladders disponibles y en desuso por desconocimiento de aplicaciones y funcionamiento real.</li> <li>3. Limitante en adquisicion de nuevos bladders debido a la adquisición de divisas por parte de la empresa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión de los números actuales de producción y cambio de bladders para establecer un nuevo estándar de recambio de los mismos en el envejecimiento de los mismos.</li> <li>2. Revisión de las especificaciones técnicas de los bladders de bajo espesor para analizar su posible uso en planta basado en su existente inventario en almacén de materia prima.</li> <li>3. Realizar prueba con bladder "toroidal" el cual según la especificación (ver anexo 4) tiene 4.2 mm de espesor para comprobar mejora en el tiempo de vulcanizado y posterior aumento de cauchos vulcanizados por día.</li> <li>4. Crear disciplina en el uso y seguimiento de los inventarios en planta para evitar desuso de materiales y recursos de la empresa.</li> <li>5. Realización de un nuevo sistema de identificación el cual permita visualmente identificar los items en almacén que tengan mas tiempo</li> </ol>	<p>A. Explicar los resultados obtenidos del analisis del comportamiento de bladders en el área de vulcanizado a la dirección y gerencia encargados del área de vulcanizado, para así normalizar el numero de vuelta nuevo para los bladders.</p> <p>B. Establecer parametros, prensa y neumático a probar para realizar prueba de bladders de bajo espesor, acción que va acompañada con la instrucción al personal de PAP de la máquina el cual forma parte de la prueba.</p> <p>C. Realizar reinducción al personal de MP en hacer seguimiento de los inventarios así como su fecha de fabricación o elaboracion para así evitar perder material por falta de envejecimiento.</p>

**Cuadro 6.** Tabla de propuestas y acciones para la mejora de los desperdicios

Fuente: Realización Propia.

Basado en el cuadro anterior se procede a realizar un análisis de las propuestas mencionadas para las perdidas ya establecidas.

#### 5.3.1.1 Desarrollo de las propuestas

- **Tiempo perdido por cambio de bladders:** Para esto se hizo un estudio de la capacidad de la prensa en condiciones ideales de trabajo, es decir, sin existir

ningún tipo de fallas o averías en el proceso, significando esto máxima productividad de la máquina y representado en la siguiente manera:

$$\# \text{ Máx de Neumáticos vulcanizados } \times \text{ Turno} = 2 \times \frac{\text{Minutos disponibles por Turno}}{\text{Minutos por ciclo de Vulcanizado}}$$

Con esta fórmula podemos obtener la cantidad de neumáticos vulcanizados ideales para cada prensa instalada. Vale aclarar que el ciclo varía ya sea por tipo de neumático, tamaño, tipo de prensa y tipo de molde a utilizar por lo cual fue importante saber estos datos antes de realizar y determinar el ciclo de vulcanizado y que en cada prensa hay dos moldes, el tiempo de por ciclo de vulcanizado incluye el tiempo de vulcanizado más apertura, carga y cierre de la prensa. Ahora bien con los datos recabados se obtuvo la siguiente información

$$\text{Min. Disponibles } \times \text{ turno} = 1 \text{ Turno} \times \frac{7.5 \text{ horas}}{1 \text{ Turno}} \times \frac{60 \text{ Min}}{1 \text{ Hora}} = \frac{450 \text{ Min}}{\text{Turno}}$$

$$\text{Min por ciclo de Vulcanizado} = \frac{14.05 \text{ min}}{\text{Neumático}}$$

Por lo tanto el neumático Pirelli 185/60/R14 P6 en prensa tipo BOM 42, con moldes centrípetos (por sectores) el cual fue el elegido para el análisis se obtuvo lo siguiente:

$$\# \text{ Máx de Neumaticos Vulcanizados } \times \text{ turno} = 2 \times \frac{450 \text{ Min /turno}}{14.05 \text{ min/Neumaticos}}$$

$$\# \text{ Máx de Neumaticos Vulcanizados } \times \text{ turno} = 64.05 \text{ Neumáticos/Turno}$$

Con base a esta información, podemos decir que para esta medida la cantidad máxima de neumáticos diarios para una producción de tres turnos es: 192.15 neumáticos diarios.

Ahora bien los datos obtenidos para las perdidas por cambio de bladders según revisión al tiempo tomado en planta para el cambio de los mismos es

de 40 min, por lo tanto, considerando ese tiempo dentro de la ecuación de producción y tomando en cuenta que sea un cambio y que cada cambio incluye también PAP, calentamiento del bladder, y trabajo de estiramiento y encogimiento del mismo, se obtuvo lo siguiente:

$$\# \text{ Máx de bladders Vulc. x turno} = 2x \frac{\text{Min. Disponibles x turno} - \text{Perdidas}}{\text{Min. x ciclo}}$$

Vale resaltar que para este estudio no se están tomando en cuenta las pérdidas generadas por fallas mecánicas no adjudicables a los bladders, por lo tanto el resultado sería el siguiente:

$$\# \text{ Máx de bladders Vulc. x turno} = 2x \frac{450 \text{ min/turno} - 40 \text{ Min}}{14.02 \text{ Min/Neumatico}}$$

$$\# \text{ Máx de bladders Vulc. x turno} = 58.48 \text{ Neumaticos/Turno}$$

Por tal motivo fue necesario un análisis de rendimiento debido a las pérdidas en la producción. A continuación dicho análisis:

$$\text{Perd. Rend. de Bladders} = 1 - \frac{\text{Rendimiento con cambio de bladder}}{\# \text{ Max de bladders Vulc. x turno Ideal}} \times 100$$

$$\text{Perdida Rendimiento de Bladders} = 1 - \frac{58.48}{64.05} \times 100 = 8.70\%$$

Con este estudio podemos observar que la pérdida por cambio de bladders en condiciones normales representa un 8.70% del tiempo disponible por turno, ahora bien, si tomamos en cuenta que los cambios de bladders se hacen a la mitad del tiempo establecido, es decir 125-130 vueltas y no en su tiempo establecido de cambio el cual en promedio es de 220-250 vueltas, es necesario reajustar los cambios de bladders en periodos menores a 130 vueltas para aquellos bladders que se encuentren por encima de 3 años en su tiempo de envejecimiento según lo obtenido en el cuadro N° 4 y así garantizar

el uso de los mismos con más eficiencia y evitamos generación de scrap productos de bladders defectuosos, esta acción disminuirá el desperdicio en por lo menos un 10 %

Así mismo, es importante seguir resaltando la importancia de un refrescamiento de la información importante al personal de PAP. para poder garantizar el correcto funcionamiento de las prensas y máximo rendimiento de los bladders instalados. De igual manera, se recomienda la instalación de un comité de bladders el cual deberá asignar una persona que se encargará de resguardar, mantener y traer al comité los bladders dañados durante el día o jornada anterior con el único fin de ser vistos y analizados en el comité; esto llevará a corregir las fallas del proceso tomando en cuenta que la mayoría de las estas anteriormente mencionadas en el cuadro N° 4 están relacionadas con defectos en la instalación, montaje y puesta a punto de los bladders en las prensas.

- **Fallas Operacionales:** En este caso fue observado que durante la rutina diaria de trabajo, como costumbre se dejaba cerrada la prensa con los bladders instalados, esta operación reduce considerablemente el rendimiento de los bladders causando así una disminución de los neumáticos vulcanizados en el turno, así como también, aumentando el número de bladders cambiados por daños en los mismos. Para esta falla es importante saber que todos los operadores tienen como parte de su descripción de cargo, garantizar la producción y la calidad de los neumáticos vulcanizados en el turno. Como fue resaltado en la fase I de este informe, el 48,06% de las causas por las cuales son cambiados dichos bladders son adjudicables a fallas operacionales lo cual afecta directamente la producción.


También fue encontrado que los operadores de las prensas no llenan de manera habitual o llenan de manera incorrecta las tarjetas de control donde se llevan los datos de ciclos de vulcanizado para poder llevar una estadística de

los rendimientos reales de los bladders en el área. Esto fue reflejado en el Diagrama de Pareto de los cambios de bladders, ver grafica 1, para este problema fue realizada una reinducción a los operadores y cambiadores de bladders para reflejar la importancia del llenado de dichas tarjetas, así como también, de asegurarse de cumplir con todas las tareas asignadas, ver anexo 4 para visualizar las imágenes de dicha reinducción.


Como medida de mejora se implementaron modos operatorios que aseguran la implementación de sistemas a prueba de fallas, como también la instalación de las especificaciones de trabajo para garantizar las correctas operaciones en el proceso de instalación y desmonte de bladders en las prensas en cuyo caso también afecta al personal de PAP de la planta. A continuación una muestra de ellas.



**Fig 8.** Instructivo durante Cambio de Bladders  
**Fuente:** Pirelli de Venezuela  
**Autor:** Machado (2018)



### ESPECIFICACION DE TRABAJO VULCANIZADO RADIAL



SUBCLASE: AVAA      MAQUINA : B42C

---

**SAV9830A0**
VE01

ESPECIFICACION	VE01
CAUCHO CRUDO	SAG3363A2
CODIGO IPS	27771
DISEÑO DE SECTORES	#21181.409/1
DISEÑO DE COSTADO	
ANCHO DE RODADO	181,5 mm
DIAMETRO EXTERNO MOLDE	566,6 mm
ALTURA SECCION	119,3 mm
PROFUNDAD DE INCAVO	8,5 mm
CUERDA	207,0 mm

MEDIDA		
P195/60R1383TP5000S		
P5000S		
DISEÑO ANILLO TALON	PRAT570/01	
CLAMP. RIM	13,5 mm	
DISPOSITIVO	280	
POSTINFLADO		
PRESION INFLADO	kgf/cm <sup>2</sup>	0,0
TIEMPO	Mn (Minutos)	
ANCHO POST INFLADO	mm	0

---

VEHICULO: 9X330


PARAMETROS DE VULCANIZACION	TOLERANCIA	VALORES
TIEMPO DE PERMANENCIA (Corte de cables)	Seg	± 0,5    10
PRESION 1er FORMADO	kgf/cm <sup>2</sup>	± 0,2    0,30
PRESION 2da FORMADO	kgf/cm <sup>2</sup>	± 0,2    0,3
TIEMPO DE PAUSA	Seg	± 2    5
DISTANCIA CAUCHO AL MOLDE	mm	± 5    20
ALTURA VEHICULO A LA CARGA	mm	± 10    300
TIEMPO DESCONFORMACION	Seg	± 1,0    3
ALTA PRESION DE VAZOR	kgf/cm <sup>2</sup>	± 1,0    15,0
PRESION DE GAS BIESTE	kgf/cm <sup>2</sup>	± 1,0    24,0

CICLO VULCANIZACION: BX5L012601

PARAMETROS DE VULCANIZACION	TOL	VALORES	
ALTURA DE 2da FORMADO	mm	± 0,5    390	
ALTURA DE PAUSA	mm	± 0,5    290	
TIEMPO DE CICLO (SEG)		± 10    736	
DISTANCIADOR INTERNO	mm	± 2    280	
PRECARGA DE MAQUINA X1000	Lbs/m <sup>2</sup>	± 0,5 %    184	
PRECARGA DE MAQUINA X1000	kgf/cm <sup>2</sup>	± 0,5 %    82	
TIEMPO CARGA/DESCARGA (Servicio Maquina)	Seg		97

---

TEMPERATURAS-PRESIONES	TEMP. TOL	PRESION TOL
MESA CALIENTE	173 ± 2°	7,7 ± 0,1 kgf/cm <sup>2</sup>
SECTORES	180 ± 2°	9,2 ± 0,1 kgf/cm <sup>2</sup>
Vapor Interno	200 ± 2°	15 ± 0,1 kgf/cm <sup>2</sup>



CHEQUEO DE FUGA DE NITROGENO

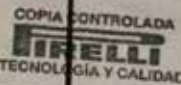
CAMIONETA 1,3KG

PASAJERO 2,0KG

---

27771

COPIA CONTROLADA



TECNOLOGIA Y CALIDAD

Salida de Sectores	
Modelo Dap	Dap. mm
H200	190 mm
H200	199 mm
H300	200 mm
H350	230 mm
H400	260 mm
H450	270 mm

EPESION: 15-43-30    06/19/2018

**Figura 9.** Especificación de Trabajo en Prensa  
Fuente: Pirelli de Venezuela, C.A.  
Autor: Machado (2018)

Como otra mejora se estableció que solo las prensas en funcionamiento y con “cauchos crudos” por vulcanizar, deben ser cerradas para precalentar y posteriormente poner en trabajo. Con esta medida evitamos los bladders dañados por exceso de trabajo y temperatura ya que los mismos están diseñados para trabajar máximo periodos de 12 a 18 min como periodo de trabajo por lo que una exposición prologada genera daños irreversibles en los mismos.

- Falta de Productividad:** Es bien sabido que el inventario adquirido y almacenado de bladders en la planta en su mayoría se encuentran en estatus de envejecimiento. Dentro de este lote se encontró como anteriormente se mencionó en la fase II de este informe un grupo de bladders los cuales se definían como “toroidales”, estos son de fecha de fabricación de 23-17 cuyas especificaciones damos a continuación:

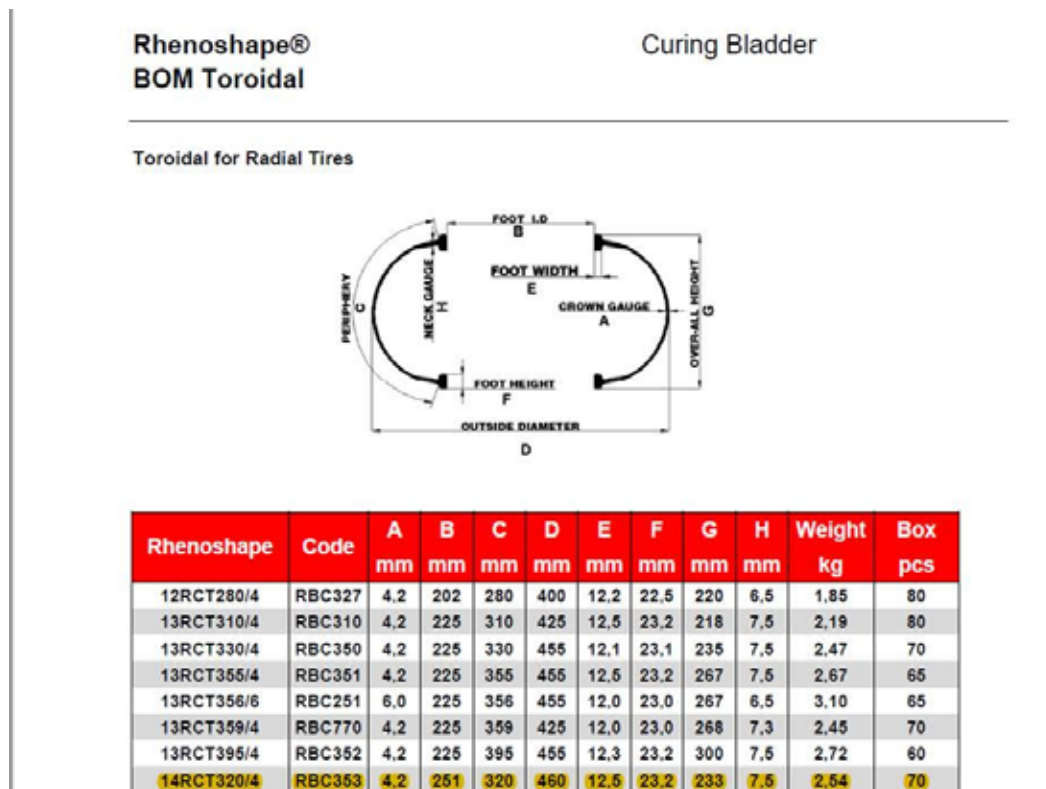


Figura 10. Data sheet de bladders Bajo espesor.

Fuente: RheinChemieRheinauGmbH (2016)

También podemos observar que la siguiente tabla de inventarios con cantidades, modelos y fecha de fabricación de los bladders donde se puede apreciar la existencia de los mismos en el almacén de materia prima y en planta.

PRODUC	DESCRIPCION	STOCK MP	PLANTA	TOTAL	FABRIC.
F0007JB	CV 12X208X535 - 12A0208H535DT060B	325		325	14-17
F0009JB	CV 12X275X580 - 12A0275H580DT060B	31		31	34-14
F0012JB	CV 12X275X605 - 12A0275H605DT060B	342		342	18-15
F0013JB	CV 12X320X460 - 14RCT320/4	33	0	33	23-17
F0033JB	CV 14X185 - 14B0185H425DT060B	42		42	41-17
F0055JB	CV 9X310 - 9B0310H390DT070L	73	16	89	50-17
F0056JB	CV 10X330 - 10B0330H420DT070L	104	21	125	38-16
F0062JB	CV 11X340 - 11B0340H387DT070L	54		54	41-17
F0066JB	CV 10X375 - 10B0375H420DT070L	307		307	32-16
F0070JB	CV 10X410 - 10B0410H420DT070L	158	12	170	41-17
F0071JB	CV 12X390 - 12B0390H425DT070L	144	7	151	41-17
F0076JB	CV 13X340B - 13B0340H630DT065L	20	4	24	11-17
F0078JB	CV 11X410B - 11B0410H470DT070L	32	9	41	45-16
F0079JB	CV 12X435 - 12B0435H425DT070L	18	9	27	13-17
F0082JB	CV 12X460 - 12B0460H425DT070L	16	19	35	29-13
F0110JB	CV 11X425 - 11B0425H470DT070L	30	9	39	41-12
F0429JB	CV 14X300X550 INJ - 14A0300H500DI	69		69	17-14
F0487JB	CV 12X215X500 T - 12A0215H500DT04	24		24	16-17

### Cuadro 7. Inventario de Bladders en Almacenes

Fuente: Pirelli de Venezuela, C.A.

En el caso puntual de los bladderstoroidales, la especificación de trabajo dice que al momento de carga de los neumáticos en la prensa, los mismos son dilatados con vapor de agua lo cual permite el preformado del neumático antes de ser cerrada la prensa, después de haberse cerrado la misma, se aumenta la presión de vapor a 15 Kg/cm<sup>2</sup> por un máximo para la medida 185/60/R14 P6 de 3.7 min, lo cual produce la vulcanización y forma en el lado interno al neumático . En el caso puntual de los bladders toroidales, estos tienen 4,2 mm de espesor, lo cual es 2.8 mm o 40% más delgado que su homónimo cilíndrico de 7mm de espesor. Esto trae como beneficio un

aumento en la transferencia de calor al neumático, disminuyendo el tiempo de curado o vulcanizado por lo menos en 42 seg, según información obtenida del departamento de eficiencia de la empresa hermana *PirelliPneus do Brasil* en prueba hecha con termopar de vulcanizado en un neumático de prueba, esto significaría un aumento en la productividad de los neumáticos de manera directa sobre el proceso al no poder cambiar la receta de vulcanizado. Este cambio significaría un 5% más rápido, esto llevado a neumáticos diarios se vería de la siguiente forma:

$$\# \text{ Máx de bladders Vulc. x turno Teórico} = 2x \frac{450 \text{ min/turno}}{13.35 \text{ Min/Neumatico}}$$

$$\# \text{ Máx de bladders Vulc. x turno teórico} = 67.41 \text{ Neumáticos/Turno}$$

$$\# \text{ Máx de bladders Vulc. x Día teórico} = 202.23 \text{ Neumáticos/Día}$$

En el tiempo teórico no se tomó en cuenta el periodo de cambio de bladders, sin embargo, el mismo puede ser representado de la siguiente forma.

$$\# \text{ Máx de bladders Vulc. x turno} = 2x \frac{\text{Min. Disponibles x turno} - \text{Perdidas}}{\text{Min. x ciclo}}$$

$$\# \text{ Máx de bladders Vulc. x turno} = 2x \frac{450 \text{ Min/Turno} - 40 \text{ Min}}{13.35 \text{ Min/Neumático}}$$

$$\# \text{ Máx de bladders Vulc. x turno} = 61.42 \text{ Neumaticos /Turno}$$

Vale aclarar que para este caso el rendimiento estimado para los bladders de bajo espesor según el fabricante es de 350-400 vueltas lo que representaría un 37% más en relación a su homólogo cilíndrico. Por tal motivo y resaltando que una gran cantidad de bladders en planta se encuentran en período de excesivo envejecimiento, se puede obtener hasta un 100% más de rendimiento en los bladders tipo toroidales. Adicionalmente solo es necesario realizar ajustes en la maquina minimos para poder poner en funcionamiento dichos bladders ya estos son ajustes mecánicos y no es necesario compra de equipos y/o maquinaria para su instalación, solo es necesario una persona de

mantenimiento, un técnico electrónico, el personal de puesta a punto y una persona de servicios generales para realizar dicho cambio.

El promedio de los últimos dos meses de producción los cuales no fueron afectados por elementos externos como, falta de materia prima, conflictos laborales, entre otros fue de 12.097 Neumáticos entre radiales y convencionales. Ahora bien, si tomamos en cuenta el aumento en rendimiento teórico de los bladders de bajo espesor de 5%, el número de neumáticos producidos en el mes sería de 12.701.85 neumáticos, es decir, 604.85 más lo que sería igual a decir que una prensa estuviese trabajando tres días por tres turnos en forma consecutiva durante el mes adicional a las ya instaladas.

Basado en la información antes expuesta fue solicitado al departamento de tecnología y calidad una prueba de campo para confirmar el rendimiento de dicho bladder suministrados por *PirelliPneus do Brasil*. Esta prueba fue aprobada por el gerente de área y dispuesta para el próximo arranque de planta el cual está programado para el próximo mes de enero de 2019.

En el área de almacén, tomando en cuenta la problemática planteada, fue propuesto el reordenamiento de la zona donde se almacenan los bladders, lo cual permita mejora la identificación de los bladders guardados en el almacén de materia prima. Así mismo es importante la colocación de elementos adicionales como: Colores, flyers, y sistemas de paletizado que permitan aplicar el consumo por orden de llegada y así evitar el envejecimiento de materiales en la empresa.

#### **5.4 Fase IV. Evaluación económica la propuesta a través de una relación Beneficio/Costo.**

En esta se reflejan los costos asociados a la investigación realizada. Es importante considerar todos los costos de cualquier modificación o cambio que se generó al lugar de trabajo para ser realmente eficaz en dicho análisis.

Para desarrollar la propuesta no es necesaria la contratación de personal adicional ya que para la implementación de los cambios solo es necesario el personal de una persona de mantenimiento, un técnico electrónico, el personal de puesta a punto y una persona de servicios generales.

#### **5.4.1 Costos de las horas requeridas para realizar la propuesta.**

A continuación se muestran los costos que implica realizar la implantación del uso de bladderstoroidales en el área de Vulcanizado, este estudio se realizó con base al salario actual de un trabajador en el área de una persona de mantenimiento, un técnico electrónico, el personal de puesta a punto y una persona de servicios generales de la empresa los cuales su salarios es de 401 Bs.S diarios y un bono de alimentación de 180 Bs.S mensual.

Debido a que la empresa Pirelli de Venezuela para el mercado de exportación usa como moneda el dólar americano (\$) y para la compra de repuestos provenientes de empresas nacionales usa el bolívar soberano (Bs.S), como dicta la ley; y teniendo en cuenta que el gobierno no asigna divisas a la empresa Pirelli de Venezuela desde hace aproximadamente dos años, respetando las políticas económicas propuestas por el gobierno se tomara como referencia la tasa de cambio impuesta en su sistema de subasta DICOM el precio de 301.37 Bs.S. por dólar para manejar esta moneda a lo largo del cálculo de beneficio-costos de esta investigación y así no expresar ni hacer suposiciones de compras de dólares de manera ilícita por parte de la empresa para cuidar la imagen de la misma.

**Cuadro 8.** Costo de Mano de Obra

Concepto	Costo Unitario (Bs.S.)	Total Bs.S ( 1 día )	Tasa de Cambio	Costo Total (\$)
1 día de trabajo jornada de 8 horas	401,00	401,00	301,37	\$1,33

Fuente: Pirelli de Venezuela, C.A.

Esto corresponde al sueldo de un miembro del equipo durante el día de trabajo y en esta propuesta se cuenta con una persona de mantenimiento, un técnico electrónico, el personal de puesta a punto y una persona de servicios generales que tienen el mismo sueldo. Cada uno de ellos cuenta con el bono de alimentación de 180 Bs.S. mensual, esto comprende:

$$\frac{180,00 \text{ BsS}}{30 \text{ dias}} = 6,00 \frac{\text{Bs.S}}{\text{dia}} * 1 \text{ dia} * \frac{1 \$}{301.37 \text{ BsF}} = \mathbf{0,019 \$}$$

$$\mathbf{Total a pagar por trabajador = 1.33\$ + 0.019\$ = 1,349\$/Día}$$

En total, un operador cobraría 1.349 \$ durante el día de trabajo, se debe multiplicar este resultado por 4 para calcular el total de dólares destinados al sueldo del personal involucrado:

$$\mathbf{Total a pagar a personal = \frac{1,349 \$}{\text{persona}} * 4 \text{ personas} = 5,396 \$}$$

#### 5.4.1.1 Costos de herramientas/repuestos

Esta mejora no amerita la compra de bladders, motores, o estructuras pesadas ya que se usaran los que se encuentran en almacén y las prensas ya instaladas en planta, en el cuadro a continuación se detalla las compras necesarias como mejora física y estética de cada prensa para complementar esta propuesta (ver cuadro 9).

Material	Texto Breve	CAN T	UM	Precio Valor (BsS)	Valor Total (BsS)
97010730 2	Pintura Montana para exteriores	3	GA L	1.540,87	4.622,61
97010148 4	BROCHA DE CERDA 2" 50.8 mm	3	PZA	440,25	1.320,75
97010602 4	TUBOS FLUORESCENTES 32 WATTS, 110 V	25	PZA	400,00	10.000,00
97010602 5	BALASTRO ELECTRONICO, 110V, 4 X 32 WATT	5	PZA	5.500	27.500,00
<b>TOTAL</b>					<b>43.443,36</b>

**Cuadro 9.** Costo de Insumos para mejoras.

Fuente: Dpto. de Compras Pirelli de Venezuela (Dic. 2018)

Estos recursos son necesarios para la iluminación y el repintado del área de almacén la cual tiene deteriorados las luminarias y layouts de identificación de racks, por este motivo es muy importante hacer esta inversión para garantizar la mejora propuesta, esta representa:

$$\text{Costo de Inversion} = \frac{43.443.36 \text{ BsS}}{301.37 \text{ Bs.S/}\$} = \mathbf{144,15 \$}$$

La cantidad de dinero empleado es:

$$\mathbf{144.15 \$ + 5.396 \$ = 149,54 \$}$$

#### **5.4.2 Beneficios económicos de la propuesta.**

Para este estudio se considera que el beneficio que arroja la propuesta está relacionado directamente con la capacidad adicional de producción de neumáticos generada por el cambio de bladders. En una jornada de trabajo diaria de 3 turnos, la capacidad de promedio es de 192 neumáticos por turno, lo que significa que con la propuesta se estima un aumento en la capacidad de producción a 201 neumáticos por turno. Considerando que hay que el precio promedio para cada neumático es de 80.5\$/ esto llevado al mes se representa de la siguiente manera

$$\text{Total Neumáticos} = \frac{201 \text{ Neumáticos}}{\text{Turno}} \times \frac{3 \text{ turnos}}{\text{Día}} \times \frac{21 \text{ Dias}}{\text{Mes}} = 12.701,85 \text{ Neumaticos}$$

Con este número se obtienen 604.85 neumáticos adicionales por mes lo cual representa que la empresa tenga una día más de producción sin aumentar el número de máquinas instaladas. Esto llevado a monto en dólares se representa de la siguiente manera:

$$\text{Total Ingresos Prod. Normal} = 12.097 \text{ Neumaticos} \times 80,5 \text{ \$/Neumatico}$$

$$\text{Total Ingresos} = 973.808,5 \text{ \$}$$

$$\text{Total Ingresos Prod. Mejorada} = 12.701 \text{ Neumaticos} \times 80,5 \text{ \$/Neumatico}$$

$$\text{Total Ingresos} = 1.022.430,5 \text{ \$}$$

Con la propuesta tenemos una diferencia de 48.622,00\$, por políticas de privacidad de la empresa se tomaron estos precios referenciales en base al peso del producto y el costo de la materia prima involucrada para su elaboración.

## CONCLUSIONES

Una vez terminado este trabajo de informe de pasantías en la empresa Pirelli de Venezuela y de acuerdo al objetivo general planteado, Proponer estrategias para mejorar el uso de los bladders en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A. con el fin de optimizar los recursos de la empresa., se presentan las conclusiones obtenidas:

- En el diagnóstico de la situación actual se mostraron el mix o los distintos tipos de bladders para los neumáticos que puede producir la empresa y sus aplicaciones. Se indicó una tabla de rendimientos esperado de duración para cada tipo de bladder.
- En este diagnóstico se determinó mediante un diagrama de Pareto, los distintos factores que afectan el rendimiento de los bladders, la cual arrojó que los mismos eran afectados por envejecimiento, fallas en la instalación y seguimiento del funcionamiento de los y esto acarrea pérdida de tiempo por los continuos cambios de bladders en el área por parte del personal cambiador de bladders para buscar y cambiar los mismos en cada prensa, así como también, generación de defectos durante el proceso de vulcanizado. Esto trae como consecuencia que cualquier cambio o aumento de producción ocasione un efecto de aumento de la cantidad de neumáticos con defectos y pérdida de recursos. Se analizó la situación actual del almacén de materia prima de la empresa en función de los equipos, herramientas y elementos de identificación que permitan el correcto manejo de los inventarios de trabajo involucrados en el proceso.
- Seguidamente se realizó el análisis de la situación actual del área considerando la utilización efectiva de los bladders, la ciclos de vulcanizado y la incorporación de nuevos bladders de mayor duración y efectividad en los ciclos de vulcanizado aumentando la productividad, también la incorporación

de elementos de identificación e iluminación de almacén que permitan una mejor visualización de los materiales existentes.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda implementar la propuesta presente en este Informe de pasantías, con el fin de que la empresa, cuando logre alcanzar su capacidad máxima de producción nuevamente, no pierda o se vea afectada de manera negativa su capacidad de producción de neumáticos diarios.
- Realizar charlas de concientización sobre el cuidado de los equipos y materiales de trabajo para que sean los mismos operadores quienes velen por el buen funcionamiento de la maquinaria y equipos con el fin de evitar fallas o pérdidas de tiempo por mal funcionamiento debido al uso incorrecto de los mismos.
- Realizar una inspección de seguridad, para verificar si el personal y los equipos cuentan con los mecanismos de seguridad que establece la organización y de esta manera eliminar condiciones inseguras.
- Se sugiere implementar esta medida de cambio de bladders en todas las prensas cuando a medida que la producción aumente, también aumente la cantidad de neumáticos adicionales a exportar y/o vender.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Tamayo y Tamayo, M. (2006). **El proceso de investigación Científica**. Cuarta edición. Editorial Limusa. México.
- Baptista, Sampieri, Collado (2003). **Metodología de la Investigación**. Editorial McGraw Hill. Segunda Edición. México.
- Hernandez, J (2013) Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación, Ediciones EIO. España.
- Maneiro, N. y Agustin M. (2010) Estadística para ingeniería. Universidad de Carabobo. Escuela de Ingeniería Industrial. Primera Edición.
- MazaakiImai (2010). Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa. Editorial Continental. Décima Tercera Edición. México.
- Sanchez, J. (2010) Lean Manufacturing, La evidencia de una Necesidad. Ediciones Diaz Santos. Primera Edición. España.
- Correa, P. (2018). **Propuesta de mejora del área de inspección tercer control en el departamento de acabado en la empresa pirelli de Venezuela, C.A.**  
Guacara. Venezuela
- Baute, Y. y Hernandez M. (2014). **Propuestas de mejoras para la reducción de scrap, en la línea dos, del área de llenado de cuidado bucal, en la empresa Colgate Palmolive Venezuela. S.A.**  
Valencia. Venezuela
- Liendo, R. (2013). **Propuesta de mejora para la disminución del desperdicio de materia prima en el proceso de corrugado para la elaboración de cajas de cartón en la planta Smurfit Kappa Cartón de Venezuela S.A.**  
Valencia. Venezuela

## **ANEXOS**



## Anexo 1



**Imagen 1.** Foto 1 de Almacén de Materia Prima

Fuente: Elaboración



Propia

**Imagen 2.** Fotos de Almacén de Materia Prima

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 2**



**Imagen 3.** Fotos de Almacén de Materia Prima

Fuente: Elaboración Propia



**Imagen 4.** Fotos de Almacén de Materia Prima

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3



**Imagen 5.** Fotos de Almacén de Materia Prima

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4



**Imagen 6.** Foto 1 Reinducción de Operadores

Fuente: Elaboración Propia



**Imagen 7.** Foto 2 Reinducción de Operadores

Fuente: Elaboración Propia

LAY OUT DE LA PLANTA DONDE SE  
APRECIA EL ÁREA EN ESTUDIO

# AREA DE VULCANIZADO

