



**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN Y**  
**OPERACIONES**

**TEMA:**

**Propuesta de un plan de mejora continua en el proceso de transporte de llanta verde PLT (Passenger & Light Truck) radial de la empresa “CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A.”**

**Trabajo de grado previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES**

**Autor:**

**Rafael Guillermo Montalvo Andrade**

**Director:**

**Iván Gonzalo Andrade Dueñas**

**CUENCA, ECUADOR**

**2014**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este logro a mi madre por su inmensa paciencia, sacrificio y confianza brindada en mis años de estudio que junto con mi esposa e hijos son los motores de mi vida y mi razón de luchar día a día, gracias a ustedes he llegado a ser lo que soy hoy y mi razón de ser mejor mañana. Me siento bendecido de tenerlos a mi lado.

**Rafael Montalvo Andrade.**

## **AGRADECIMIENTO**

En este momento mi agradecimiento es hacia mi madre por siempre creer en mí y apoyarme en cada decisión tomada, gracias por ser parte de este logro y estar conmigo en los momentos más importantes de mi vida.

Este triunfo se lo debo a muchas personas las mismas que con su conocimiento aportaron para mi desarrollo personal y profesional como son mis maestros de la carrera de Ingeniería de la Producción y Operaciones, de manera especial al Ing. Iván Andrade Dueñas, quién, con su conocimiento supo guiar de manera correcta y ordenada mi trabajo de grado, aportando con ideas valiosas y vitales para la culminación del mismo.

De igual manera mi agradecimiento sincero a la empresa “Continental Tire Andina S.A.” por abrirme de manera desinteresada las puertas para el progreso de mi trabajo de grado, así como al departamento de Ingeniería Industrial y a mi tutor el Ing. Mauricio Paladines por su respaldo y ayudada brindada en la realización del presente trabajo.

**Rafael Montalvo Andrade.**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IV
ÍNDICE DE ANEXOS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO I: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA .....</b>	<b>3</b>
1.1 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA .....	3
1.1.1 <i>Reseña histórica de la empresa</i> .....	4
1.1.2 <i>La Empresa en la actualidad</i> .....	8
1.1.3 <i>Misión, visión y valores de la empresa</i> .....	10
1.2 ESTRATEGIA CORPORATIVA. ....	11
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO. ....	13
1.3.3 <i>Materias Primas</i> .....	16
1.3.4 <i>Componentes de una llanta</i> .....	17
1.4 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS DE MANUFACTURA PARA LA FABRICACIÓN DE LLANTA VERDE PLT RADIAL.....	17
1.4.1 <i>Proceso de mezclado</i> .....	18
1.4.2 <i>Proceso de Calandrado</i> .....	20
1.4.3 <i>Roller Head</i> .....	22
1.4.4 <i>Proceso de extrusión</i> .....	23

1.4.5 Proceso de elaboración de pestañas .....	25
1.4.6 Proceso de construcción de Breaker .....	26
1.4.7 Proceso de cortado .....	27
1.4.8 Construcción de llanta verde PLT radial primera etapa. ....	28
1.4.2 Construcción de llanta verde PLT radial segunda etapa. ....	29
1.4.3 Lubricación.....	31
1.4.4 Vulcanización.....	32
1.5 DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS. ....	35

**CAPITULO II: MARCO TEÓRICO..... 40**

2.1 MEJORA CONTINUA .....	40
2.1.1 Historia de la mejora continua.....	42
2.1.2 Requisitos para la mejora continua.....	44
2.1.3 Pasos para el mejoramiento continuo. ....	44
2.1.4 TRIZ dentro de la filosofía de Mejora Continua .....	50
2.1.5 Herramientas de mejora continua. ....	54
2.1.5.1 Las Cinco "S" .....	54
2.1.5.2 Sistema de sugerencias.....	55
2.1.5.3 Círculos de calidad.....	56
2.1.5.4 Justo a tiempo.....	56
2.1.5.5 Sistema <i>Poke Yoke</i> .....	57
2.1.5.6 Mantenimiento Productivo Total .....	57
2.1.5.7 Benchmarking .....	58
2.1.5.8 Mapa de la cadena de valor .....	58
2.1.6 Beneficios de la mejora continua.....	59
2.2 SISTEMAS DE TRANSPORTE INDUSTRIAL. ....	60
2.2.1 Criterios para la selección del sistema de transporte .....	60
2.2.2 Características del transporte industrial.....	62
2.2.3 Transporte industrial en la actualidad. ....	62
2.3 CÓDIGOS DE BARRA .....	64
2.3.1 Historia de los códigos de barras.....	64

2.3.2	<i>Cómo funciona un código de barras</i> .....	65
2.3.3	<i>Tipos de códigos de barras</i> .....	67
2.4	IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA (RFID) .....	70
2.4.1	<i>Historia del RFID</i> .....	71
2.4.2	<i>Cómo funciona un RFID</i> .....	72
2.4.3	<i>Tipos de Etiquetas RFID</i> .....	75
2.4.3.1	<i>Etiquetas Activas</i> .....	75
2.4.3.2	<i>Etiquetas Semipasivas</i> .....	76
2.4.3.3	<i>Etiquetas Pasivas</i> .....	76

### **CAPITULO III: SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE TRANSPORTE DE LLANTA VERDE PLT RADIAL ..... 77**

3.1	DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	77
3.2	PERSONAL DE PLANTA INVOLUCRADO EN EL PROCESO DE TRANSPORTE DE LLANTA VERDE .....	78
3.3	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE TRANSPORTE DE LLANTA VERDE ..	79
3.4	TIPOS DE RACKS PARA LLANTA VERDE PLT RADIAL.....	80
3.4.1	<i>Rack móvil para pasajero (16 llantas)</i> . ....	80
3.4.2	<i>Rack móvil para pasajero (20 llantas)</i> . ....	81
3.4.3	<i>Rack móvil para pasajero (24 llantas)</i> . ....	82
3.4.4	<i>Rack móvil para pasajero (32 llantas)</i> . ....	82
3.4.5	<i>Rack móvil para pasajero (16 llantas)</i> . ....	83
3.4.6	<i>Rack móvil para camioneta (20 llantas)</i> .....	84
3.4.7	<i>Rack móvil para camioneta (24 llantas)</i> .....	84
3.5	ÁREAS DE ALMACENAMIENTO DE RACKS MÓVILES DE LLANTA VERDE PLT RADIAL.....	85
3.6	UBICACIÓN DE CONSTRUCTORAS DE LLANTA VERDE PLT RADIAL.....	87
3.7	UBICACIÓN DE LUBRICADORAS PARA LLANTA VERDE PLT RADIAL.....	88
3.8	UBICACIÓN DE ZANJAS DE VULCANIZACIÓN PARA LLANTA VERDE PLT RADIAL.....	88
3.9	RUTAS UTILIZADAS EN EL PROCESO DE TRANSPORTE.....	91
3.9.1	<i>Rutas de transporte de llanta verde hacia lubricación</i> .....	91
3.9.2	<i>Rutas de transporte de llanta verde hacia vulcanización</i> .....	93

3.10 TOMA DE TIEMPOS PARA EL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS. ....	94
3.10.1 <i>Material en proceso hacia lubricación</i> .....	95
3.10.2 <i>Tiempos de lubricación por llanta</i> .....	105
3.10.3 <i>Tiempo de material en almacenamiento</i> .....	107
3.10.4 <i>Tiempos de material en proceso hacia vulcanización</i> .....	107
3.11 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL A TRAVÉS DE LA TEORÍA DE COLAS.110	
3.11.1 <i>Transporte desde construcción hacia el área de lubricación</i> .....	110
3.11.2 <i>Transporte desde lubricación hacia vulcanización</i> .....	112
3.12 CONCLUSIONES SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL. ....	112

**CAPITULO IV: PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA EN EL PROCESO DE TRANSPORTE DE LLANTA VERDE PLT RADIAL ..... 115**

4.1 ESTANDARIZACIÓN DE RACK MÓVILES. ....	115
4.2 CAMBIO DE CARROS DE TRANSPORTE. ....	118
4.3 <i>CONVEYOR DE ALMACENAMIENTO PARA LLANTAS LUBRICADAS</i> .....	123
4.4 APERTURA DE UNA ZANJA DE VULCANIZACIÓN. ....	126
4.5 RUTAS DE TRANSPORTE. ....	129
4.4.1 <i>Constructoras a lubricación</i> .....	129
4.4.2 <i>Lubricación a zanjas de vulcanización</i> .....	131
4.6 DESCRIPCIÓN DEL NUEVO PROCESO DE TRANSPORTE DE LLANTA VERDE PLT RADIAL.....	133
4.6 ANÁLISIS DE COLAS CON LA PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA. ....	135
4.6.1 <i>Transporte desde construcción hacia el área de lubricación</i> .....	135
4.6.2 <i>Transporte desde lubricación hacia vulcanización</i> .....	137
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>138</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>142</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>146</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Lista de neumáticos PLT Radial elaborados por Continental Tire Andina. -----	146
Anexo 2. Tabla de la Matriz de Contradicciones. -----	155
Anexo 3. Lista de códigos de países para códigos de barras.-----	156
Anexo 4. Inventario 2013 de Racks de transporte y almacenamiento PLT radial. -	158
Anexo 5. Medidas y áreas de carros de transporte PLT radial. -----	159
Anexo 6. Ejemplo de una SOS: Hoja de Operación Estándar. -----	160
Anexo 7. Layout a escala del conveyor de almacenamiento.-----	161
Anexo 8. Layout de la nueva zanja de vulcanización.-----	163

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Inauguración oficial de "ERCO".....	3
Figura 2. Firma de contrato de asistencia técnica. ....	5
Figura 3. Vulcanización de la llanta un millón. ....	7
Figura 4. Mapa estratégico del año 1994. ....	8
Figura 5. Esquema de llanta radial. ....	16
Figura 6. Proceso de fabricación de un neumático. ....	18
Figura 7. Mixer. ....	19
Figura 8. Químicos y Pigmentos preparados. ....	20
Figura 9. Calandria Textil. ....	21
Figura 10. Calandria Z. ....	22
Figura 11. Cabeza de <i>Roller Head</i> . ....	23
Figura 12. Elaboración de Rodamiento.....	24
Figura 13. Cabezas de Extrusión.....	24
Figura 14. Núcleos. ....	25
Figura 15. Rack de Pestañas.....	26
Figura 16. <i>Steelastic</i> . ....	27
Figura 17. Cortadora Fisher. ....	28
Figura 18. Construcción de Carcasa.....	28
Figura 19. Carcasas. ....	29
Figura 20. Construcción Llanta verde.....	30
Figura 21. PU-15.....	30
Figura 22. Lubricadora.....	31
Figura 23. Almacenamiento de llanta verde. ....	32
Figura 24. Prensas de Vulcanización. ....	32

Figura 25. Molde, Llanta Vulcanizada, Llanta verde.....	33
Figura 26. Máquina de Inspección TUO.....	34
Figura 27. Bodega de Producto Final.....	34
Figura 28. Marcas comerciales de Continental Tire Andina S.A. ....	35
Figura 29. Nomenclatura para neumáticos radiales. ....	35
Figura 30. Nomenclatura para neumáticos convencionales.....	38
Figura 31. Proceso de Mejora Continua.....	41
Figura 32. Matriz de desarrollo de TRIZ. ....	51
Figura 33. Vehículo AGV.....	63
Figura 34. Primera patente de un código de barras.....	65
Figura 35. Nomenclatura de un código de barras. ....	66
Figura 36. Ilustración de un código 128.....	68
Figura 37. Ilustración de un código 39.....	68
Figura 38. Ilustración de un código PDF417. ....	69
Figura 39. Ilustración de un código Datamatrix.....	70
Figura 40. Ilustración de un código QR. ....	70
Figura 41. Patente de Charles Watson sobre RFID. ....	72
Figura 42. Funcionamiento general de un RFID.....	73
Figura 43. Componentes de una etiqueta RFID.....	74
Figura 44. Lector RFID.....	74
Figura 45. Subsistema de procesamiento de datos.....	75
Figura 46. Diagrama del proceso de transporte. ....	80
Figura 47. Rack 16 llantas pasajero. ....	81
Figura 48. Rack 20 llantas pasajero. ....	81
Figura 49. Rack 24 llantas pasajero. ....	82
Figura 50. Rack 32 llantas pasajero. ....	83

Figura 51. Rack 20 llantas camioneta. ....	83
Figura 52. Rack 20 llantas camioneta. ....	84
Figura 53. Rack 24 llantas camioneta. ....	85
Figura 54. Área de almacenamiento de racks móviles.....	86
Figura 55. Nueva área de almacenamiento de racks. ....	86
Figura 56. Espacio para racks en vulcanización. ....	87
Figura 57. Layout de constructoras y lubricadoras. ....	89
Figura 58. Layout de distribución de Zanjas de Vulcanización.....	90
Figura 59. Rutas de transporte hacia lubricación. ....	92
Figura 60. Rutas de transporte para vulcanización. ....	93
Figura 61. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 1.....	97
Figura 62. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 2.....	98
Figura 63. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 3.....	98
Figura 64. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 4.....	99
Figura 65. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 5.....	100
Figura 66. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 6.....	100
Figura 67. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 7.....	101
Figura 68. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 8.....	102
Figura 69. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 9.....	102
Figura 70. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 10.....	103
Figura 71. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 11.....	103
Figura 72. Tiempos por turno de <i>Expander</i> o Constructora 12.....	104
Figura 73. Tiempos de lubricación de llanta de pasajero.....	106
Figura 74. Tiempos de lubricación de llanta de camioneta.....	106
Figura 75. Tiempos de transporte hacia Zanja D. ....	109
Figura 76. Tiempos de transporte hacia Zanja E. ....	109

Figura 77. Tiempos de transporte hacia Zanja F.....	110
Figura 78. Propuesta de nuevo rack móvil.....	116
Figura 79. Sistema de movimiento de bases de rack móvil.....	117
Figura 80. Sistema de riel anclado para sistema de movimiento propuesto. ....	118
Figura 81. Vehículo AGV de uso Hospitalario.....	120
Figura 82. Modelo de AGV propuesto para la planta. ....	121
Figura 83. Panel frontal de vehículo AGV.....	122
Figura 84. Vehículo AGV y rack acoplados. ....	122
Figura 85. <i>Layout</i> de <i>conveyor</i> propuesto. ....	125
Figura 86. Desorden de racks después de lubricación. ....	126
Figura 87. Área propuesta para nueva zanja de vulcanización. ....	127
Figura 88. Propuesta de Zanja A.....	128
Figura 89. Rutas propuestas de transporte desde constructoras.....	130
Figura 90. Rutas propuestas de transporte a zanjas de vulcanización. ....	132
Figura 91. Diagrama del proceso con la propuesta de mejora continua. ....	133

## ÍNDICE DE TABLAS

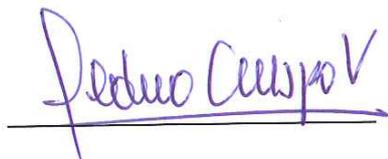
Tabla 1. Porcentaje de materia prima por neumático.....	14
Tabla 2. Índices de carga y velocidad para neumáticos .....	36
Tabla 3. Diseños de neumáticos para pasajero y camioneta radial.....	37
Tabla 4. Diseños de neumáticos para camión radial.....	37
Tabla 5. Diseños de neumáticos para pasajero y camioneta bias.....	39
Tabla 6. Tiempo de construcción de una llanta verde.....	94
Tabla 7. Porcentaje de construcción anual.....	94
Tabla 8. Tiempo unitario de ciclo ponderado.....	95
Tabla 9. Tiempos cronometrados de transporte desde constructoras.....	96
Tabla 10. Tiempos de lubricación de llantas.....	105
Tabla 11. Tiempo de almacenamiento de racks después de lubricación.....	107
Tabla 12. Tiempos de transporte a zanjas de vulcanización.....	108
Tabla 13. Tabla comparativa de los resultados de la teoría de colas en las lubricadoras .....	136

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL PROCESO DE  
TRANSPORTE DE LLANTA VERDE PLT (PASSENGER & LIGHT TRUCK)  
RADIAL DE LA EMPRESA “CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A.”**

**RESUMEN**

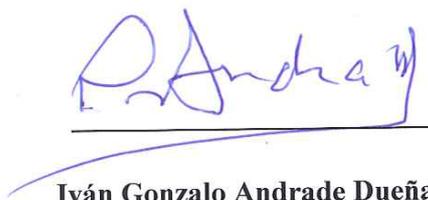
La filosofía de mejora continua se vuelve imprescindible dentro de la planta de Continental Tire Andina S.A. por el incesante avance de la tecnología y cómo ésta afecta las operaciones de la misma. A través del análisis y estudio de la situación actual de la planta se buscó obtener información necesaria para identificar los problemas potenciales a los que la empresa se enfrenta y así direccionar la propuesta hacia los mismos. Herramientas como el control estadístico de procesos, toma de tiempos, teoría de colas y técnicas como la investigación de campo e investigación documental aportaron al correcto análisis de la situación actual de la planta. Los resultados de las propuestas planteadas evidencian cambios favorables para la misma en su método de trabajo y ritmo de producción, mejorando así su rentabilidad, cumplimiento de pedidos e incrementan su competitividad en el mercado local.

**PALABRAS CLAVES:** Mejoramiento, Continental, Problemas, Herramientas, Propuesta.



**Pedro José Crespo Vintimilla**

**DIRECTOR DE ESCUELA**



**Iván Gonzalo Andrade Dueñas**

**DIRECTOR DE TESIS**



**Rafael Guillermo Montalvo Andrade**

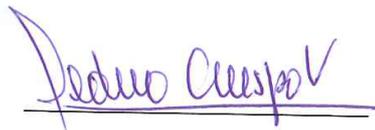
**AUTOR**

**PROPOSAL OF A CONTINUOUS IMPROVEMENT PLAN IN THE  
TRANSPORTATION PROCESS OF RADIAL PLT (PASSENGER & LIGHT  
TRUCK) GREEN TIRE AT "CONTINENTAL TIRE ANDINA SA" COMPANY**

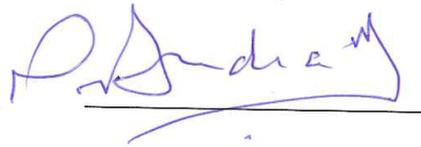
**ABSTRACT**

The philosophy of continuous improvement becomes an imperative approach within "Continental Tire *Andina S.A.*" production plant due to the constant advance of technology and how it affects its processes. Through the analysis and study of the production plant current situation, we sought to obtain the necessary information to identify the potential problems the company faces so as to aim the proposal towards their solution. Tools such as statistical process control techniques, time tracking, queuing theory as well as field research and documentary research contributed to the correct analysis of the plant's current situation. The results of the proposals show favorable changes in its working method and production rate, thereby improving profitability, order fulfillment and competitiveness in the local market.

**KEYWORDS:** Improvement, Continental, Problems, Tools, Proposal.



**Pedro José Crespo Vintimilla**  
**SCHOOL DIRECTOR**



**Iván Gonzalo Andrade Dueñas**  
**THESIS DIRECTOR**



**Rafael Guillermo Montalvo Andrade**

**AUTHOR**



Translated by,  
Lic. Lourdes Crespo

Montalvo Andrade Rafael Guillermo

Trabajo de Graduación

Ing. Iván Gonzalo Andrade Dueñas

Diciembre 2014

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL PROCESO DE TRANSPORTE DE LLANTA VERDE PLT (PASSENGER & LIGHT TRUCK) RADIAL DE LA EMPRESA “CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A.”**

**INTRODUCCIÓN**

El término “Mejora Continua” en la actualidad se ha vuelto primordial dentro de toda organización o empresa ya que los objetivos principales son alcanzar la calidad total, reducción de costos de producción, aumento de la productividad y más. Es así como la mejora continua está presente dentro de los sistemas de gestión de toda índole, desde empresas de servicios hasta fabriles. Esta filosofía abarca un sin fin de herramientas, métodos y técnicas a ser utilizadas para alcanzar dichos objetivos, las mismas que fueron desarrolladas para superar cualquier barrera o restricción que se presente.

Hoy en día Continental Tire Andina S.A. maneja a nivel organizacional como industrial estándares internacionales, utilizados en todas sus plantas alrededor del mundo. Estos estándares están dirigidos al igual que la mejora continua a mejorar la calidad de todas las actividades involucradas en la planta. Sin embargo, hay que tener presente que las condiciones de trabajo van a variar por factores como automatización, tecnología, recursos y más, y es aquí donde la mejora continua se ve involucrada para que, a través de los recursos propios de la empresa poder alcanzar los estándares internacionales.

Un punto crítico dentro de la planta de Continental actualmente es su alto volumen de producto en proceso, principalmente el volumen de llanta verde producida y la

baja producción de llanta vulcanizada, lo que está generando que el ritmo de producción no sea el adecuado. Este problema se resume en la falta de prensas de vulcanización, mismo problema que no puede ser superado por la limitación del espacio físico dentro de la planta y el método de trabajo actual empleado.

Por esta razón, el presente trabajo de grado busca plantear una propuesta de mejora continua que permita corregir el proceso de transporte de llanta verde, optimizar los recursos y obtener el área necesaria para la instalación de nuevas prensas de vulcanización.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

#### 1.1 Información de la empresa

En la actualidad hablar de "CONTINENTAL TIRE ANDINA", es hablar de una empresa que poco a poco ha ido evolucionando hasta convertirse en lo que actualmente es, la empresa líder en la fabricación y comercialización de llantas en el país, en efecto, es remontarse hacia los orígenes del desarrollo industrial de nuestra ciudad de Cuenca, en donde una inesperada caída del principal producto de exportación de la zona, el sombrero de paja toquilla, o lo que se conoció como el "Sin sombrero", impulsa a parlamentarios azuayos a luchar y empujar por construir este sueño, el cual después de algunos años se hizo realidad, así fue como en el año 1963 se inaugura oficialmente ECUADORIAN RUBBER COMPANY C.A. "ERCO" la primera fábrica de llantas totalmente ecuatorianas. (Garzola, Malo, Torres, Machuca, Machuca, & Vargas, 2012).

**Figura 1. Inauguración oficial de "ERCO".**



Fuente: Garzola, 2012.

### **1.1.1 Reseña histórica de la empresa**

Luego de la Segunda Guerra Mundial, por la década de los años 50, se produce la crisis del "Sin sombrero" o llamado también el desuso del sombrero de paja toquilla, el mismo que era la principal fuente económica de la región austral (Azuay, Cañar, Loja), provincias que vivían de la exportación del sombrero, llegando a superar la exportación de los frutos de la costa, se conoce que hacia los años de 1940 a 1942 las utilidades que dejaba la exportación del sombrero de paja toquilla eran extraordinariamente buenas llegando a ser de hasta el 70% del total de exportaciones.

Terminada la guerra mundial, la producción del sombrero de paja toquilla se vino abajo debido a que el mercado consumidor, que era el norteamericano, dejó de utilizarlo, dando lugar a una crisis económica y social, que provocó que cerca del 25% de la población activa de Cuenca y el Azuay emigrara hacia las provincias del Guayas y El Oro, en busca de trabajo.

Esta crisis impulsó a las autoridades y especialmente a los parlamentarios azuayos liderados por el Doctor Octavio Chacón Moscoso, Senador de la República a presentar un proyecto de ley de Fomento Industrial, el mismo que fue aprobado por el Congreso Nacional como "Ley Azuay-Cañar" el 30 de Octubre de 1954. Esta ley otorgaba incentivos para la creación de nuevas industrias. La mayor ventaja que la mencionada ley otorgaba era de carácter fiscal y permitía a las empresas laborar exenta de impuestos siempre y cuando se ubiquen en la zona del río Machángara y capten mano de obra local con la finalidad de activar la economía y desarrollar nuevos productos que impulsen el crecimiento industrial de la ciudad de Cuenca.

La idea de crear una empresa de llantas surge de un análisis del mercado importador de dicho producto, además se consideró que con la construcción de una fábrica de llantas, una cantidad considerable de empresas podrían desarrollarse en torno a la misma, así con la instalación de la llantera se marcó un precedente en la industrialización de la ciudad donde la tecnología, las ventas y las oportunidades de empleo tuvieron un gran auge y un fuerte empuje hacia el futuro.

La Compañía Ecuatoriana del Caucho se constituyó el 31 de Julio de 1955, con la denominación de ECUADORIAN RUBBER COMPANY C.A. (ERCO), cuyos principales mentalizadores del proyecto fueron José Filomentor Cuesta, Octavio Chacón Moscoso y Enrique Malo Andrade, a quienes se suman los accionistas fundadores que invirtieron sus capitales provenientes de diferentes provincias del país. El capital suscrito fue de S/ 24'000.000,00 (veinte y cuatro millones de sucres), con la intervención de 36 accionistas fundadores.

El 21 de Agosto de 1956, en Akron, ciudad perteneciente al estado de Ohio de los Estados Unidos de América, se suscribe el convenio de asistencia técnica con General Tire & Rubber Co. así la fábrica empezaba a expandir sus horizontes en busca de seguir creciendo y mejorando la calidad de sus productos (Garzola et al., 2012).

**Figura 2. Firma de contrato de asistencia técnica.**



Fuente: Garzola, 2012.

Para el período de 1956 a 1960 la creciente empresa debió afrontar serios problemas creados por los importadores de llantas, quienes se oponían a la instalación de la fábrica en la ciudad con una serie de mentiras y calumnias sobre la misma, fue la ciudadanía y prensa cuencana quienes comandados por el Dr. Alejandro Serrano Aguilar, en ese entonces Gobernador del Azuay, realiza las gestiones en Quito para conseguir la Resolución Ministerial que permitiría la continuación de este proyecto. En este mismo período surge otro problema, que fue el incumplimiento del contrato por parte de la

compañía proveedora de maquinaria, lo que originó una demanda a la compañía neoyorquina que terminó ventajosamente con el fallo a favor de ERCO.

Después de superar estos problemas y algunas dificultades más que surgieron en el proyecto, en 1961 se lleva a cabo la firma del contrato para la construcción de la planta, así fue como el 23 de Diciembre de 1962 se produce el primer neumático nacional; una vez cumplido el primer objetivo de la empresa y superadas todas las pruebas técnicas, el 25 de Enero de 1963 se lleva a cabo el acto de inauguración oficial de la fábrica luego de siete años de su constitución, a partir de dicha fecha, inicia la producción continua de llantas con un promedio de 208 llantas por día para alcanzar la demanda que poco a poco iba aumentando, se requirió mayor fuerza de trabajo haciendo necesaria la obligación de laborar los días domingos, a manera de anécdota religiosa, en esa época era prohibido por la ley religiosa que se laboren dichos días, debido a esto se solicitó a las autoridades eclesiásticas de esa época la autorización para laborar dicho día, la misma que fue aceptada con la condición de que los obreros asistan a Misa, logrando así una producción anual 52.256 llantas.

En vista del auge de la producción impulsada por el incremento de los trabajadores (400 operarios en planta), se hizo necesario en el año de 1968 la ampliación de la fábrica, la misma que comprendía la construcción de nuevas naves, parqueaderos, vestidores y más, con la implementación de equipos a diesel para la generación de energía eléctrica, con un potencial de 3.000 Kilovatios y teniendo en cuenta que la empresa solo requería de 1.400 kilovatios para su correcto funcionamiento, hizo posible que ERCO dotara de energía a la empresa eléctrica de Cuenca y así poder ayudar a cubrir las necesidades de la ciudad.

En el año de 1972 y bajo la presidencia del Gral. Guillermo Rodríguez Lara, quien daba origen a disposiciones gubernamentales enmarcadas en un proyecto nacionalista, se dispuso el cambio de nombre de la empresa de Ecuadorian Rubber Company C.A. a Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A., nueva denominación con la que se iniciaba una nueva época en la que el crecimiento del parque automotor beneficiaba directamente la comercialización de los neumáticos, en este año la empresa recuerda también la fabricación de la llanta un millón (Garzola et al., 2012).

**Figura 3. Vulcanización de la llanta un millón.**

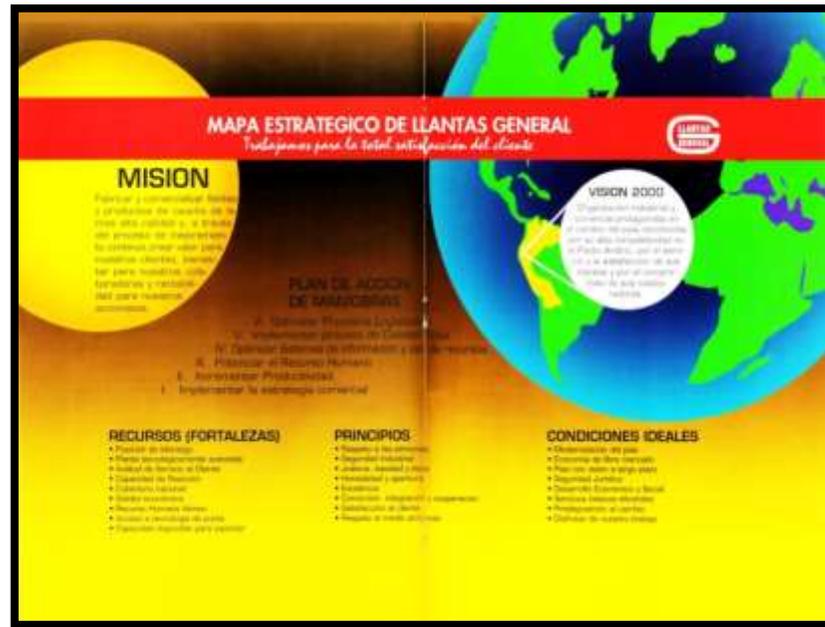


Fuente: Garzalo, 2012.

Después de algunos años de dicho cambio en 1987 Continental AG de Alemania adquiere General Tire and Rubber Company a nivel mundial por lo cual ERCO pasó a formar parte de esta empresa dando lugar a una serie de ventajas tanto en el aspecto tecnológico como en el desarrollo organizacional y funcional de la fábrica.

El año de 1993 es de vital importancia para la empresa en vista de que empieza a orientarse hacia el mercado internacional para brindar un mejor servicio, apoyar a la red comercial y ganar clientes, fue en el año de 1994, el año de grandes acontecimientos históricos que sucedieron para la fábrica, como la apertura del mercado en el vecino país de Colombia, lo que significó el primer paso en la expansión hacia otros países contando en el año de 1996 con 17 países como clientes potenciales, entre ellos se encontraba Perú, Venezuela, Bolivia y Chile, fue en este año que la fábrica registra un récord de venta de llantas que alcanzó a un millón de unidades vendidas.

**Figura 4. Mapa estratégico del año 1994.**



Fuente: Garzola, 2012.

Teniendo en cuenta cómo iba creciendo el mercado tanto nacional como internacional, la empresa debía ser más exigente y rigurosa con sus índices de calidad y productividad, lo que se demostró en el año 2006, en el cual se alcanzó una cifra récord de 1`522.892 llantas que equivale a 4.814 unidades por día.

Un hecho trascendental ocurre el 6 de Julio del 2009, fecha en la cual la Compañía Ecuatoriana del Caucho se integra a Continental AG de Alemania, permitiendo que la fábrica adquiriera mayores facilidades para la implementación de tecnología y servicios, sin dejar de lado que fue la oportunidad perfecta para desarrollar un trabajo de carrera y emprender hacia metas más grandes en la elaboración de llantas, así es como toma su nombre actual de Continental Tire Andina S.A. (Garzola et al., 2012).

### 1.1.2 La Empresa en la actualidad

Continental Tire Andina actualmente se encuentra en el mercado con un 43% de participación del mismo, lo que le da a la empresa el liderazgo en el mercado ecuatoriano, para mantenernos cumpliendo con las exigencias diarias, la fábrica cuenta

con 1160 personas que laboran para la misma siendo 851 obreros y 309 empleados, además, Continental se encuentra asociada a proyectos de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) los cuales se direccionan hacia las áreas de educación, medio ambiente y deporte.

Continental tire Andina S.A., produce alrededor de 7000 llantas por día en sus diferentes líneas y marcas pertenecientes como; Continental, General Tire, Barum, Viking y Sportiva, todos los productos fabricados por la empresa cumplen con los más estrictos estándares nacionales e internacionales de calidad, para así asegurar la fiabilidad del producto final, conservar el medio ambiente en el que se labora y realizar una adecuada gestión empresarial. La política de calidad de la fábrica se centra en:

- Enfoque directo hacia el cliente.
- Buen ambiente de trabajo y encaminado hacia el crecimiento personal.
- Resultados excepcionales.
- Modernos sistemas de control de calidad.

Para cumplir con estos estándares la empresa cuenta con las siguientes certificaciones:

- AAA: Mejor gerencia de riesgos en América Latina (ACE Seguros).
- Sellos de calidad INEN para neumáticos NTE INEN 2009: Fabricación de neumáticos para vehículos de pasajeros.
- NTE INEN 2010: Fabricación de neumáticos para vehículos de camioneta y camión.
- ISO 9001:2000: Fabricación y comercialización de llantas para vehículos, automotores y camiones.
- ISO/TS 16949:2002: Fabricación de llantas radiales para automóviles y camionetas. Fabricación de llantas convencionales (Bias) para camión.
- LATU Sistemas (Uruguay): Certificación de conformidad de neumáticos.
- General Motors: Mejor proveedor del año 2005, para la región Andina.
- ISO 14001:2004: Protección al medio ambiente.
- Licencia ambiental: otorgada por la municipalidad de Cuenca.
- OSHS 18001:2007: Protección de la salud y medio ambiente.

- *Quality System Basics* (Sistemas básicos de calidad) (QSB): Alta posición en calidad para proveedores de clase mundial.

### **1.1.3 Misión, visión y valores de la empresa**

Continental Tire Andina busca continuamente elevar sus estándares de servicio, calidad y producción, para ello la misión, visión y valores empresariales se ajustan a las exigencias de un mercado competitivo y cambiante sin dejar de lado los ideales y objetivos de la empresa.

A continuación se detalla la misión, visión y detalles actuales de Continental:

#### **Misión**

“Ser la mejor opción en la industria de llantas y crear valore sustentables y sostenibles”.

#### **Visión**

“Convertirse en la empresa de llantas preferida a través de la avanzada tecnología, enfocándose hacia la excelencia en el desempeño y ser expertos en la industria automotriz a nivel mundial”.

#### **Valores Empresariales**

- Crecimiento rentable.
- Eficiencia.
- Cultura de alto desempeño.
- Profesionalismo.
- Producto superior.

#### **Valores Corporativos**

- Confianza
- Mentalidad ganadora
- Libertad para actuar
- Espíritu de equipo

## 1.2 Estrategia corporativa.

La integración de ERCO a Continental AG de Alemania provocó muchos cambios organizacionales dentro de la empresa, siendo los principales la organización interna y el método de trabajo, este último orientado hacia los llamados “*Business teams*” (*equipos de trabajo*). Este método se enfoca en dividir principalmente al área productiva en equipos diferenciados por el tipo de trabajo que realizan, dentro de la fábrica. Se dio origen a tres “*Business teams*”: PLT (*Pasenger & Light truck*) (Pasajero y camioneta), CVT (*Comercial Vehicle Tires*), (Llantas para vehículos comerciales) y Planta Común.

- El grupo “PLT” encierra a todos aquellos procesos que están relacionados con la construcción de componentes destinados a llantas radiales y convencionales (Bias) de auto y camioneta, es decir las medidas comprendidas entre aro 13 y 16.
- El grupo “CVT” concentra aquellos procesos donde se fabricarán los componentes para las llantas de camión tanto radial como convencional (Bias), es decir con medidas superiores al aro 16 hasta el aro 22.5.
- El grupo “Planta Común” engloba a todos aquellos procesos que producen materiales que son comunes para los dos grupos anteriores.
- Con esta clasificación la fábrica tiene un mejor y adecuado control de gastos de producción ya que diferencia claramente la contribución de cada línea de producción tanto a las utilidades como a los costos, lo que ayuda a tomar decisiones oportunas y necesarias en sitios correctos, para mejorar el desempeño de cada área y en general de la planta (Moscoso & Maldonado, 2012).
- El uso de indicadores de desempeño ha ayudado de una manera favorable a medir la eficiencia de la planta, en los diferentes frentes de acción. Muchos de estos indicadores son de uso diario aunque se resumen en informes mensuales que son compartidos y comparados con las demás plantas del grupo Continental en reuniones denominadas POR (*Plant Operation Review*) (Revisión de la Operación de Planta) donde cada planta rinde cuentas a los cabezas a nivel mundial de cada *Business Team*.

Entre los indicadores más destacados tenemos:

- *Size Achievement*: Este indicador muestra el cumplimiento del volumen de productos producidos versus el volumen programado en un período de tiempo. Es de aplicación diaria, semanal y mensual.
- *Variable Headcount* (Recuento variable): Permite medir el porcentaje de tiempo extra que fue ocupado en la planta en un determinado tiempo. Su aplicación puede ser semanal o mensual.
- *Procces Cost* (Costo de Proceso): Nos permite evaluar el impacto del costo por neumático producido, es decir qué valor en dólares se asume como costo por cada llanta producida. Es de aplicación mensual
- *Overall Equipment Efficiency (OEE)* (Eficiencia de equipos): Es un indicador que está ligado a los tiempos perdidos no productivos en la planta, sirve para mostrar la eficiencia real de una máquina dada. Este indicador es de consulta diaria y de reporte mensual.
- *Manufacturing Efficiency* (Eficiencia de mano de obra): Sirve para mostrar la eficiencia de la planta tomando en cuenta la cantidad de personal que labora por centro de costo. Es un indicador mensual.
- En la actualidad Continental Tire Andina ha incorporado una nueva estrategia corporativa, CBS (*Continental Business System*), se llama así a una filosofía gerencial holística para incrementar la eficiencia en la operación y afinar el comportamiento en las áreas de trabajo, cooperación multi-organizacional y servicio a nuestros clientes. En general CBS contempla y abarca todos los aspectos estratégicos de la empresa tratando de imitar el trabajo realizado en otras plantas, buscando la estandarización de la planta en la ciudad de Cuenca.
- A través de CBS, se busca una mejora integral para Continental, lo que se pretende es asegurar la satisfacción del cliente, incrementar la eficiencia de nuestros procesos e inspirar y confiar en nuestros empleados. Para lograrlo, CBS cuenta con 6 principios fundamentales:
  - Sustentabilidad: resolver problemas de forma inmediata.
  - Involucramiento: compromiso desde el principio.

- **Fiabilidad:** soluciones de calidad para el cliente.
- **Simplicidad:** enfoque a lo simple nada complejo.
- **Pull:** ritmo adecuado a la velocidad del mercado.
- En lo referente a comercialización, Continental Tire Andina S.A. distribuye sus productos principalmente mediante los tecnicentros "Tedasa" y el aprovisionamiento a diferentes ensambladoras. Se busca negociar entre el departamento de Comercialización, Logística, Ingeniería Industrial y Producción la mezcla de productos que es posible fabricar y que podrá entregarse en un determinado lapso de tiempo, tomando en cuenta factores como la capacidad de la planta, planes de mantenimiento, costos, etc. (Moscoso & Maldonado, 2012).

### **1.3 Descripción del producto.**

Continental Tire Andina S.A., es una empresa que se dedica a la producción y comercialización de neumáticos a nivel nacional e internacional. Para elaborar una llanta se requiere de alrededor de 168 materias primas diferentes, siendo la más importante y la base para algunas otras, el caucho. La fábrica trabaja con dos tipos de caucho; natural y sintético. Para sustentar la producción, Continental cuenta con su propia planta de producción de caucho natural, AGICOM, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, la misma que abastece de aproximadamente el 30% del caucho a la fábrica (Moscoso & Maldonado, 2012). El resto de caucho natural es importado y proviene de países como Malasia e Indonesia principalmente. Para la elaboración de un neumático encontramos las siguientes materias primas:

**Tabla 1. Porcentaje de materia prima por neumático.**

<b>Materia Prima</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Caucho sintético</b>	26%
<b>Negro de humo</b>	23%
<b>Caucho natural</b>	19%
<b>Otros</b>	14%
<b>Tejidos</b>	9%
<b>Aceites</b>	6%
<b>Alambres</b>	3%

La comercialización de los neumáticos está dividida en dos segmentos; equipo original y reposición.

El primero hace referencia a un mercado conformado por ensambladoras de vehículos ubicados dentro del área andina que ocupan nuestros neumáticos para la comercialización de vehículos cero kilómetros. Entre los principales clientes de Continental encontramos a ELASTO (General Motors – Chevrolet), MERESA (Mazda), AYMESA (Kia), Renault Colombia y COLMOTORES (General Motors Colombia).

El segundo segmento de mercado, hace referencia a todos aquellos distribuidores que comercializan los neumáticos directamente al consumidor final tanto dentro como fuera del país, siendo su objetivo principal el reponer los neumáticos que ya han cumplido con su vida útil.

Entre estos dos segmentos de mercado la principal diferencia radica en que los primeros tienen estándares de producción y calidad mayores a los habituales, exigidos exclusiva y directamente por las ensambladoras, y además son sometidos a un proceso de alineación y balanceo, que, en el caso de los neumáticos de reposición no son requeridos. Continental Tire Andina produce dos familias de neumáticos bien definidas, la de llantas convencionales o bias y la de llantas radiales, las cuales son elaboradas en sus diferentes tipos; pasajero, camioneta y camión.

### **1.3.1 Llantas convencionales o bias.**

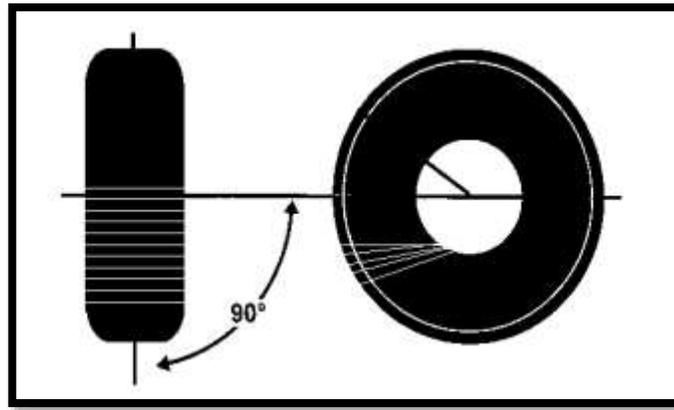
Este tipo de neumáticos se producen desde los inicios de la fábrica. Actualmente éstas se han dejado de fabricar en la mayoría de plantas a nivel mundial debido a la complejidad de su construcción y al no ser tan consistente frente a una llanta radial salvo en ciertas condiciones. La principal razón por la que se mantiene este tipo de llantas en fabricación y comercialización en el país es la condición de nuestros caminos, aunque poco a poco van perdiendo espacio en el mercado nacional. Dentro del grupo Continental solamente Ecuador y México elaboran este tipo de neumático.

En lo que se refiere a las características de este neumático, la principal es la llamada construcción diagonal, que consiste en formar mediante dos o más pliegos de nylon radios que se proyectan de forma diagonal desde el centro de la llanta hacia el exterior. En la construcción de una llanta convencional hay que tomar en cuenta que se la realiza en una sola etapa lo que hace que sea aún más laboriosa en lo que a mano de obra se refiere.

### **1.3.2 Llantas radiales.**

Llevan este nombre debido a que las cuerdas de los pliegos forman radios desde el centro de la llanta hacia el exterior formando un ángulo de  $90^\circ$ . La construcción de este tipo de llantas se da en dos etapas: la primera es de construcción en carcaseras y la segunda es la construcción en expansoras. A diferencia de las llantas convencionales, estas máquinas tienen una automatización mayor, lo que hace que la intervención de la mano de obra sea mínima. Entre las características más importantes de este tipo de neumático, encontramos una mayor resistencia al rodado y mejor desempeño en lluvia, lo que permite disminuir el consumo de combustible y aumentar la seguridad en el manejo cotidiano.

**Figura 5. Esquema de llanta radial.**



Fuente: Moscoso, 2012.

### 1.3.3 Materias Primas

Para la producción de un neumático intervienen cuatro materias primas esenciales, las mismas que en su mayoría son importadas de diferentes países. Estas son:

1. Textiles
2. Químicos
3. Metales
4. Caucho

Los Textiles más utilizados son el Nylon y el Polyester, que son usados en la construcción de pliegos. Estos son importados en su mayoría desde México y Estados Unidos.

Los Químicos son usados principalmente para lograr las condiciones de plasticidad y elasticidad que requieren los diferentes tipos de cauchos que intervienen en cada una de las partes que conforman una llanta. Al igual que los textiles, la mayoría son de origen extranjero y pocos son adquiridos en el mercado nacional.

Los Metales utilizados en este proceso tienen alto contenido de carbón como el caso del acero, usados en la fabricación de *breakers* (*frenos*), pliegos, y núcleos (parte interna de

la pestaña). Debido a las características requeridas de este material, se debe importar de México ya que localmente no se encuentran estos tipos de aceros.

La diferencia principal entre los cauchos natural y sintético radica en que éste presenta mejores características frente al natural, debido a que ha sido sometido a procesos previos de industrialización. Algunas de estas características son: menor humedad, mayor resistencia y mayor tolerancia a altas temperaturas. Las cuatro materias primas nombradas intervendrán en los diferentes procesos y etapas de fabricación que darán origen a cada uno de los componentes de un neumático y finalmente al producto final.

### **1.3.4 Componentes de una llanta.**

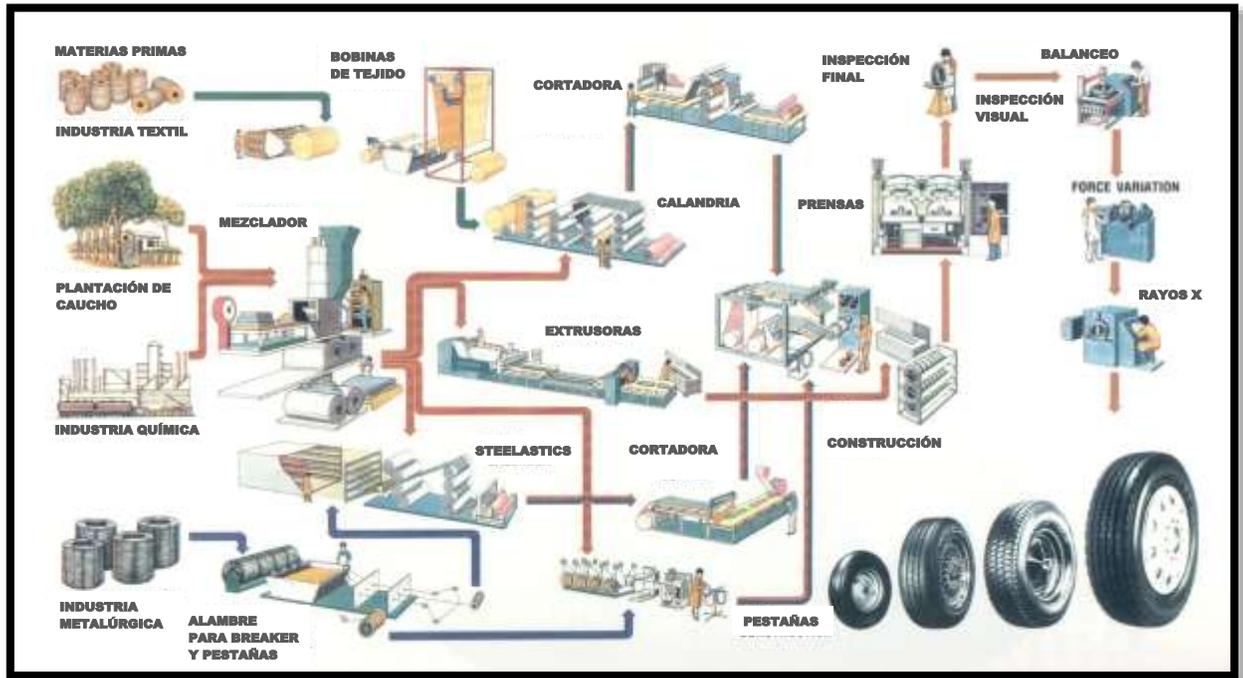
Debemos tener en cuenta que para la fabricación de los dos tipos de familias de llantas, se necesitan diferentes tipos de componentes. Entre los más utilizados que encontraremos en cualquiera de ellas son los siguientes:

- *Innerliner* (Revestimiento interior)
- Pliegos
- Laterales
- Pestañas
- *Breakers* de acero
- Refuerzo
- Rodamiento

### **1.4 Descripción de procesos de manufactura para la fabricación de llanta verde PLT Radial.**

De acuerdo con Moscoso y Maldonado (2012) las dos familias de llantas no se las producen de la misma manera, pero tienen una serie de procesos que son similares, en la figura a continuación, podemos observar el proceso que se sigue para la preparación, construcción, vulcanización y acabado final de un neumático.

**Figura 6. Proceso de fabricación de un neumático.**



Fuente: Moscoso, 2012.

En la elaboración de un neumático existen varios procesos. Para entender cómo se construye una llanta verde radial o bias se detallarán los procesos previos para conocer todas las partes que conforman una llanta verde y la manera en la que éstas son fabricadas.

#### 1.4.1 Proceso de mezclado

Para este proceso se utilizan molinos de caucho llamados *"Mixer"*. Actualmente se cuenta con cuatro molinos que contribuyen con el flujo de producción de la planta. Este es el proceso inicial dentro de la cadena de producción. Consiste en mezclar una receta de cauchos y químicos a temperaturas entre 100°C y 150°C con el fin de obtener una mezcla homogénea para la construcción del resto de componentes.

**Figura 7. Mixer.**

Fuente: Autor.

Existen dos tipos de mezclas: Primarias y Finales. Las primeras buscan dar un tratamiento al caucho (natural o sintético) y lograr una estabilidad en su composición química. Éstas servirán como base para conformar las mezclas finales, que se utilizarán directamente como insumo para el resto de procesos de la planta. La principal cualidad de este tipo de mezclas debe ser la capacidad de soportar el calor al que son sometidas en el proceso de vulcanización.

Tenemos que tener en cuenta que las mezclas finales van a depender de las especificaciones del caucho que se vaya a producir. Se puede obtener una mezcla final directamente o después de pasar nuevamente la mezcla primaria por el "Mixer". En base a especificación pueden pasar hasta cuatro veces para conformar la mezcla final. Para esta mezcla se suele utilizar químicos acelerantes y Azufre, el cual funciona como vulcanizante.

**Figura 8. Químicos y Pigmentos preparados.**



Fuente: Autor.

### **1.4.2 Proceso de Calandrado**

Existen dos tipos de máquinas destinadas a este proceso dentro de la planta, estas son; Calandria Textil Y Calandria Z. Este proceso se lo conoce así por el nombre de la máquina "Calandria", de ésta se obtienen los pliegos y es aquí donde se busca que el material tome las características de resistencia a; tensión, impacto, flexión, calor y presión.

En la Calandria textil intervienen mezclas finales, nylon y poliéster, cuya función en el proceso consiste en formar el material calandrado a partir de la mezcla de los mismos, mediante masas de presión el caucho se comprime distribuyéndolo de manera uniforme sobre el nylon o poliéster, en la cara superior de los textiles se impregna el 80% del caucho mientras que en la parte inferior se impregna el 20% restante. De esta manera el material calandrado es uniforme en toda su área. La calandria textil brinda rollos de material calandrado para la elaboración de neumáticos PLT y CVT radial y bias.

**Figura 9. Calandria Textil.**



Fuente: Autor.

La Calandria Z sigue el mismo principio de la anterior, masas de presión comprimen el caucho y se impregna en los hilos de acero que van ingresando a la máquina. La diferencia radica en los materiales que se utilizan; hilos de acero y mezclas finales. Esta máquina entró en funcionamiento hace pocos meses. Anteriormente lo que se hacía era importar el material calandrado de acero desde la planta de Continental en *Mount Vernon*. La calandria Z brinda rollos de material calandrado para la elaboración de neumáticos PLT y CVT radial.

**Figura 10. Calandria Z.**

Fuente: Autor.

### **1.4.3 Roller Head**

La función de esta máquina es extruir cauchos es decir, hacer que tomen la forma de un perfil dado elevando la temperatura de la mezcla final. Esto se realiza con el fin de conseguir gomas que ayudarán en las etapas posteriores formando parte estructural de la llanta ya sea como *Innerliner* o Laterales. La función del *Innerliner* es sellar el aire dentro de la llanta una vez que ésta es montada en un aro, este componente reemplaza al llamado "tubo" que se usaba años atrás. Los laterales protegen al neumático de posibles impactos o daños asociados con la cara lateral del neumático. Además será la parte en la que se grabará toda la información correspondiente al neumático como marca, condiciones de carga, velocidad y más.

Esta máquina tiene una ventaja dentro del proceso, consistente en que estructuralmente los componentes que aquí se producen son fabricados únicamente con caucho sin ser mezclado con otro elemento, lo que permite poder utilizar los productos defectuosos nuevamente, es decir pueden volver a ser extruidos.

**Figura 11. Cabeza de *Roller Head*.**



Fuente: Autor.

#### **1.4.4 Proceso de extrusión**

El proceso de calentar el caucho y hacer que adopte un perfil determinado se lo denomina extrusión, para este proceso existen tres máquinas que lo realizan: Tubera 2, Tubera 3 y Tubera Triplex. De las máquinas nombradas anteriormente se obtienen los siguientes componentes de una llanta verde:

- Rellenos de Pestaña
- Rodamientos
- Laterales
- *Bead Cushion*
- *Shoulder Cushion*

El rodamiento es el componente en el cual se impregnará el diseño de labrado del neumático, es decir el que tiene contacto directamente con el piso. El resto de partes nombradas sirven directamente de refuerzos estructurales en diferentes partes importantes de un neumático.

**Figura 12. Elaboración de Rodamiento.**



Fuente: Autor.

Las tres máquinas citadas anteriormente se diferencian entre sí por el número de cabezas de extrusión y la cantidad de mezclas finales que pueden ser procesadas al mismo tiempo. Los componentes que se obtienen de éstas no están conformados únicamente por un tipo de mezcla, en el caso de los laterales, *shoulder cushion*, *bead cushion*, y rellenos de pestaña utilizan dos tipos de mezclas finales mientras que los rodamientos utilizan tres.

**Figura 13. Cabezas de Extrusión.**



Fuente: Autor.

Se puede realizar cada componente por separado; sin embargo, debemos tener en cuenta que éstos al final deberán ser unidos, lo que generaría un problema por espacio y tiempo. Lo que hace que estas máquinas sean más eficientes es su facilidad de realizar varios procesos al mismo tiempo y procesar más de un tipo de mezcla a la vez.

#### **1.4.5 Proceso de elaboración de pestañas**

La pestaña es la parte del neumático que se encuentra en contacto con el aro. Son dos, una en cada borde interno de la llanta, su función principal es asegurar que el neumático se adhiera de manera firme y segura en el aro haciendo que el mismo conserve su forma redonda. Las pestañas están constituidas por dos partes; núcleo y relleno, los núcleos pueden ser de dos tipos de secciones, cuadrada y hexagonal, los núcleos son un conjunto de alambres recubiertos de caucho unidos entre sí, el relleno es construido en una extrusora particular por las especificaciones que el caucho debe tener.

**Figura 14. Núcleos.**



Fuente: Autor.

**Figura 15. Rack de Pestañas.**



Fuente: Autor.

#### **1.4.6 Proceso de construcción de Breaker**

Un *breaker* es el componente del neumático que brindará resistencia estructural. La misma ayuda a mantener la forma del neumático y estabilidad direccional. Estas características proporcionan al neumático una mayor resistencia al rodado, lo que hace que se incremente el kilometraje de vida útil en un neumático.

Las máquinas encargadas de la elaboración de estos componentes son llamadas *Steelastics*. En la actualidad la planta cuenta con tres máquinas de este tipo. Su elaboración es semejante a otros procesos anteriormente nombrados: consiste en hilos de acero que son cubiertos de caucho, dependiendo de la especificación; unos llevarán refuerzos de acero otros no. En una llanta radial de pasajero o camioneta se suelen colocar dos capas de *breakers* de manera invertida. En el caso de los neumáticos convencionales o bias, éstos no llevan *breakers* por su manera de construcción.

**Figura 16. Steelastic.**



Fuente: Autor.

#### **1.4.7 Proceso de cortado**

Los componentes y materiales elaborados previamente a este proceso con almacenados en rollos o casetes, de aquí nace la necesidad de que estos sean cortados ya que no poseen la medida exacta para ser utilizados en todos los tipos de llantas. Lo que se realiza en la planta es, una vez definido el programa de producción estos materiales son cortados y almacenados nuevamente pero contando ya con las medidas especificadas para cada tipo de neumático que se vaya a producir.

La planta de Continental en Cuenca cuenta con varios tipos de cortadoras que están destinadas a los diferentes tipos de materiales. Entre estas encontramos:

- *Maxi Sleeter*
- *Mini Sleeter*
- *Hi Table*
- Cortadora Horizontal
- DT2
- *Fisher de breaker*

De las cortadoras anteriormente, sobresale la cortadora *Fisher*, la cual es la más moderna de la planta, siendo su objetivo principal elevar el flujo de producción de la fábrica.

**Figura 17. Cortadora Fisher.**

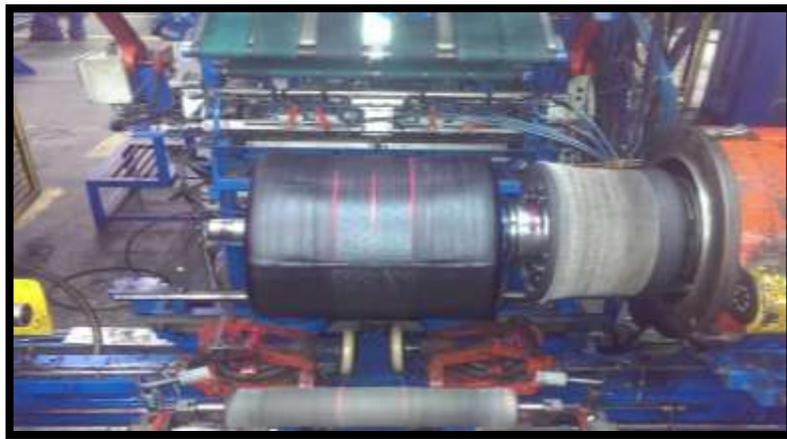


Fuente: Autor.

#### **1.4.8 Construcción de llanta verde PLT radial primera etapa.**

Se la conoce también con el nombre de "Construcción de Carcasas", y las máquinas que las construyen se las llaman "Carcaseras". Para este proceso se requieren los siguientes materiales necesarios: pliegos, *innerliner*, laterales y pestañas. Actualmente existen 13 carcaseras en la planta, cuyo objetivo principal es el acojinamiento y ser la base estructural del neumático.

**Figura 18. Construcción de Carcasa.**



Fuente: Autor.

Para la conformación de una carcasa se utilizan máquinas semi-automáticas que necesitan de un operador para su funcionamiento y el mismo necesita de un ayudante que abastezca el material cada vez que se necesite. El proceso consiste en:

1. Aplicar *innerliner* (componente que reemplaza al tubo).
2. Colocar el pliego de caucho. El número de capas de pliego va a depender de la especificación de la llanta.
3. Colocar pestañas. Se las coloca a cada lado de la carcasa en un número de dos.
4. Aplicar laterales. Se los aplica encima de las pestañas para conformar los bordes interiores de una llanta verde.

**Figura 19. Carcasas.**



Fuente: Autor.

#### **1.4.2 Construcción de llanta verde PLT radial segunda etapa.**

En este proceso se conformará una llanta verde PLT radial. A las máquinas de este proceso se las conoce como "*Expanders*" y son en un número de 12. Entre los materiales utilizados en estas máquinas están: *breakers*, *cap-ply* y rodamientos. Estas máquinas son semi-automáticas y dependen de un operador y un ayudante para su funcionamiento. El proceso consiste en:

1. Tomar la carcasa previamente construida.
2. Aplicar *breakers*. Se los coloca en dos capas sobre la carcasa.

3. Aplicar rodamiento. Como ya citamos anteriormente, el mismo tendrá la función de tomar la forma de labrado de la llanta.

**Figura 20. Construcción Llanta verde.**



Fuente: Autor.

Actualmente se instaló una nueva *expander* llamada PU-15, cuya automatización es más avanzada que el resto, buscando así, elevar el número de llantas verdes producidas por turno.

**Figura 21. PU-15.**



Fuente: Autor.

### 1.4.3 Lubricación.

Es el proceso más sencillo y rápido dentro de la planta. Su función es lubricar el interior de una llanta verde para que la capa de *Innerliner* no se pegue o adhiera al molde el rato de su vulcanización. Dentro de la planta se cuenta con dos lubricadoras para llantas verdes PLT radial, las mismas que son manejadas por dos operadores. El proceso de lubricación consiste en:

1. Tomar las llantas verdes que llegan desde las constructoras o *expanders*.
2. Colocar las llantas verdes en los brazos de lubricación. Este proceso toma alrededor de 2 a 3 segundos.
3. Retirar y almacenar las llantas.

**Figura 22. Lubricadora.**



Fuente: Autor.

Una vez que se ha lubricado todo el carro de llantas verdes, se lo lleva a un lugar destinado para su almacenamiento.

**Figura 23. Almacenamiento de llanta verde.**



Fuente: Autor.

#### **1.4.4 Vulcanización.**

Vulcanización es la reacción físico-química que sufre el caucho al someterse a altas temperaturas, y mezclarse con los agentes vulcanizadores lo que le permite pasar de un estado plástico a un estado elástico con alta resistencia a la rotura.

**Figura 24. Prensas de Vulcanización.**



Fuente: Autor.

Para realizar este proceso la planta cuenta con un número de 40 prensas en las que se encuentran montados moldes con todas las características de labrado como marcas comerciales, información de procedencia, presión, carga, medidas y códigos de trazabilidad.

**Figura 25. Molde, Llanta Vulcanizada, Llanta verde.**



Fuente: Autor.

Al someter una llanta verde a presión y altas temperaturas, dentro del molde se producirá el producto terminado o llanta vulcanizada. Para este tipo de llantas verdes el tiempo de vulcanizado está entre 10 y 15 minutos, su temperatura entre 140°C y 150°C y su presión entre 175 y 190 bares. Vale recalcar que dependiendo del tipo y tamaño de una llanta, estas medidas pudieran variar, llegando a alcanzar los 65 minutos de vulcanizado, 180°C y 230 bares de presión.

Una vez que la llanta ha salido de las prensas, pasa por una serie de inspecciones en las que el neumático es sometido a varios chequeos y posteriormente clasificado como llanta de reposición o de equipo original. Entre los chequeos de inspección que encontramos están las máquinas denominadas TUO, TUG, balanceadoras y en algunos casos como las llantas de camión radial se utiliza una máquina de Rayos X.

**Figura 26. Máquina de Inspección TUO.**



Fuente: Autor.

Como parte final a este proceso las llantas son almacenadas en bodega en racks de acuerdo al tipo de neumático.

**Figura 27. Bodega de Producto Final.**



Fuente: Autor.

### 1.5 Descripción de productos.

Continental Tire Andina S.A. produce dos líneas de productos, como se indicó a lo largo de este capítulo, los neumáticos convencionales o bias y los neumáticos radiales, los mismos que se producen tanto para auto, camioneta y camión. Localmente la planta de Continental produce cinco marcas en sus diferentes líneas; Continental, General Tire, Barum, Barum Sportiva y Viking.

Tenemos que mencionar que en la familia de neumáticos radiales, en lo que se refiere a auto y camioneta se fabrican en las cinco marcas antes mencionadas, mientras que los neumáticos de camión no se producen la marca Viking.

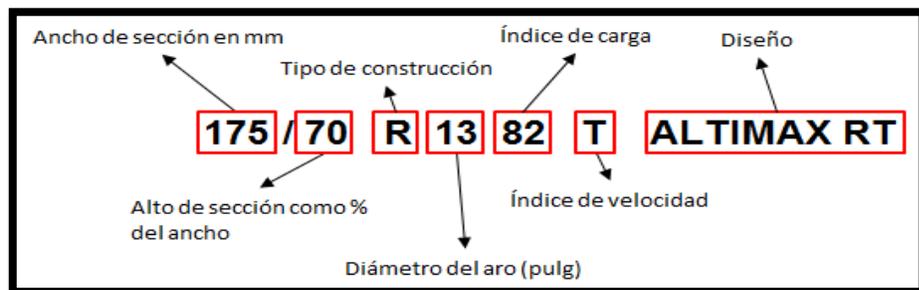
**Figura 28. Marcas comerciales de Continental Tire Andina S.A.**



Fuente: Autor.

Los neumáticos que se producen están definidos por su medida, la cual se encuentra ubicada en la cara lateral y se la representa de la siguiente manera:

**Figura 29. Nomenclatura para neumáticos radiales.**



Fuente: Moscoso, 2012.

En lo que respecta a los índices de velocidad y carga, son un estándar internacional que todas las empresas dedicadas a la elaboración de neumáticos las manejan. En las siguientes tablas podemos observar los índices utilizados:

**Tabla 2. Índices de carga y velocidad para neumáticos**

<b>Índice de Carga</b>		<b>Índice de Velocidad</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Velocidad Km/h</b>	<b>Índice</b>	<b>Capacidad (Kg)</b>	<b>Índice</b>	<b>Capacidad (Kg)</b>
<b>L</b>	120	<b>80</b>	450	<b>93</b>	650
<b>M</b>	130	<b>81</b>	462	<b>94</b>	670
<b>N</b>	140	<b>82</b>	475	<b>95</b>	690
<b>P</b>	150	<b>83</b>	487	<b>96</b>	710
<b>Q</b>	160	<b>84</b>	500	<b>97</b>	730
<b>R</b>	170	<b>85</b>	515	<b>98</b>	750
<b>S</b>	170	<b>86</b>	530	<b>99</b>	775
<b>T</b>	190	<b>87</b>	546	<b>100</b>	800
<b>U</b>	200	<b>88</b>	560	<b>101</b>	825
<b>H</b>	210	<b>89</b>	580	<b>102</b>	850
<b>V</b>	240	<b>90</b>	600	<b>103</b>	875
<b>W</b>	270	<b>91</b>	615	<b>104</b>	900
<b>Y</b>	300	<b>92</b>	630		

Por otro lado cada marca nombrada anteriormente se fabrica en diferentes modelos o diseños que van desde el aro 13 al aro 16 en el caso de auto y camioneta, en la siguientes tablas se muestran los modelos que existen y las marcas respectivas.

**Tabla 3. Diseños de neumáticos para pasajero y camioneta radial.**

<b>Continental</b>	<b>General Tire</b>	<b>Barum</b>	<b>Viking</b>
<b>Comfort Contact</b>	Altimax RT	Brillant	VSS 100
<b>Conti Power Contact</b>	Altimax HP	Bravura	Protech 500
<b>4x4 Contact</b>	Grabber AT	Brillants	
<b>Vanco</b>	Grabber AT2	Bravuris	
<b>Cross Contact AT</b>	Grabber HP		
	Grabber HTS		
	Grabber SUV		
	C200		
	XP 2000		
	Ameri G4S		

En la siguiente tabla se detallan los diseños que existen para camión en una mediada única la cual es de 22.5.

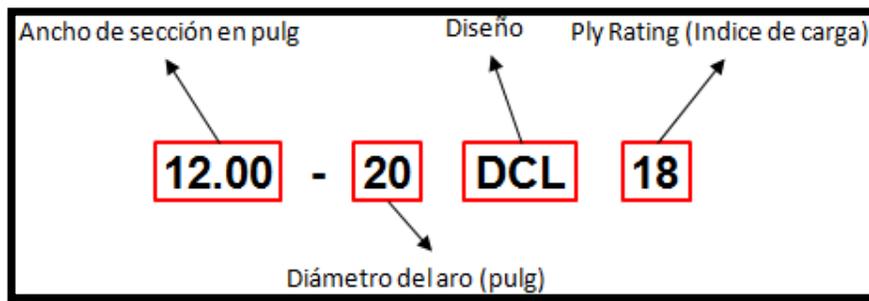
**Tabla 4. Diseños de neumáticos para camión radial.**

<b>Continental</b>	<b>General</b>	<b>Barum</b>
<b>HSR 2</b>	S 360	BU 53
<b>HRD 2</b>	S 370	BF 12
<b>HDC 1</b>	M 247	BD 21
<b>BF 12</b>	MS 250	BS 72
	D 445	
	D 450	

Para la familia de neumáticos convencionales, los productos que se elaboran son para camioneta y camión, a diferencia de las radiales tienen otro tipo de nomenclatura debido básicamente a que están definidas por un estándar antiguo, las únicas marcas en las que se producen y comercializan estos tipos de neumáticos son General Tire y Continental.

En la siguiente figura podemos ver las diferencias en la nomenclatura que se utiliza para estas llantas con las llantas de la familia radial:

**Figura 30. Nomenclatura para neumáticos convencionales.**



Fuente: Moscoso, 2012.

Para esta familia se fabrican menos modelos de neumáticos. En la siguiente tabla encontramos las marcas que las producen con las llantas que se comercializan en la actualidad:

**Tabla 5. Diseños de neumáticos para pasajero y camioneta bias.**

<b>Continental</b>	<b>General Tire</b>
<b>BSR</b>	Power Jet
<b>BSC</b>	HCT
<b>BDR</b>	DJ
	SAG
	Ameri DCL
	HCT II
	DCL
	Superior
	Cargo
	Express

En esta tabla existen modelos de neumáticos que no son manufacturados en la planta local y aun así son requeridos por el mercado, para esto lo que se hace es importar estos neumáticos desde las plantas de Continental de otros países, estos neumáticos se caracterizan generalmente por poseer medidas superiores al aro 16.

En la línea de Equipo Original, el departamento de comercialización es el encargado de la negociación y asesoramiento para la venta de los neumáticos a las diferentes ensambladoras (Moscoso & Maldonado, 2012). En el Anexo #1 podemos encontrar la lista completa de neumáticos PLT radial que son fabricados por Continental.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Mejora Continua

“Mejorar” según el diccionario de la Real Academia Española significa adelantar, acrecentar algo, pasar a un estado mejor. Mientras que, la palabra “Continuo” significa ser constante y perseverante en alguna acción. Por lo tanto el concepto de mejora continua hace referencia al hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado de forma definitiva. Consiste en buscar la manera más efectiva y eficiente de mejorar e innovar la calidad y eficiencia dentro de una empresa u organización a través de diferentes herramientas como; *SMED, Kanban, Jidoka, Just in time, Poka-Yoke* y más.

El proceso de mejora continua consiste en identificar un área de mejora, planear cómo realizarla, implementar, verificar resultados y actuar de acuerdo con ellos, a esto se lo conoce como “Ciclo PDCA” por sus siglas en inglés, *Plan, Do, Check, Act* (En español: PHVA=Planear, Hacer, Verificar, Actuar).

El ciclo PDCA o PHVA de mejora continua se basa en:

**Planificar:** Organizar de manera lógica el trabajo

- Identificación del problema y planificación.
- Observaciones y análisis.
- Establecimiento de objetivos a alcanzar.
- Establecimiento de indicadores de control.

**Hacer:** Realizar correctamente las tareas planificadas

- Preparación exhaustiva y sistemática de lo previsto.

- Aplicación controlada del plan.
- Verificación de la aplicación.

**Comprobar:** Evidenciar los logros obtenidos

- Verificación de los resultados de las acciones realizadas.
- Comparación con los objetivos.

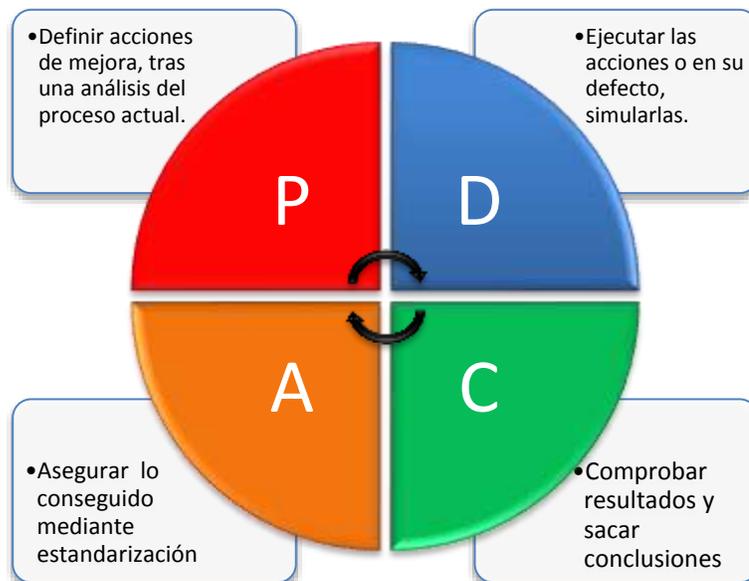
**Actuar:** Aprovechar y extender aprendizajes y experiencias adquiridas en otros casos.

- Analizar los datos obtenidos.
- Proponer alternativas de mejora.
- Estandarización y consolidación.
- Preparación de la siguiente etapa del plan.

La mejora continua implica tanto la implantación de un sistema como el aprendizaje continuo de la organización, el seguimiento de una filosofía de gestión, y la participación activa de todo las personas. (Guía de la Calidad, 2013).

En la siguiente imagen se observa cómo se desarrolla el proceso de mejora continua:

**Figura 31. Proceso de Mejora Continua.**



Fuente: Autor.

### 2.1.1 Historia de la mejora continua.

La mejora continua para la mayoría proviene de una invención japonesa, sin embargo se sabe que los programas de mejora continua fueron creados y desarrollados en los Estados Unidos.

A fines del siglo XIX la NCR<sup>1</sup> estableció un sistema enfocado a resolver y mejorar los niveles de calidad. Esto surgió debido a los altos niveles de insatisfacción de los clientes. El presidente y fundador de NCR trasladó su escritorio al área de trabajo, a lo que hoy los japoneses le llaman “*Gemba*”, lo hizo con el fin de averiguar qué ocurría en la planta y así poder desarrollar un programa que mejore los niveles de calidad, costos y productividad.

Como fruto de esta gestión se tomaron varias acciones de mejora, entre ellas se encontraba la mejora de la iluminación, incorporación de médicos, prácticas de seguridad industrial, programa de sugerencias y se enfocó en el entrenamiento y capacitación del personal.

En el año de 1960 la empresa “Procter & Gamble”<sup>2</sup>, implementó un nuevo método de trabajo llamado “cambio deliberado” el cual tenía por objetivo reducir los costos de producción. El mismo se basaba en que la mejora continua de los métodos permite ahorros en lo que a costos se refiere. Su filosofía tenía como base que, aunque sea imposible mejorar un método de trabajo existente se debe hacer todo lo posible para crear un método diferente y superior. (Lefcovich, [s.a.]

La mejora continua llega a Japón a mediados de los años ochenta, en lo que a industria se refiere, ya que la mejora continua era aplicada a diario en la vida personal y artes guerreras desde los años cincuenta. Con la incursión de las ideas de Deming y Juran en materia de calidad, mejora continua y control estadístico de procesos, se produjo en este

---

<sup>1</sup> La NCR es una empresa especializada en equipos tecnológicos para el mercado financiero.

<sup>2</sup> Procter & Gamble es una multinacional de bienes de consumo. En la actualidad se encuentra entre las mayores empresas del mundo según su capitalización de mercado.

país una explosión productiva y altos niveles de calidad, llevando a la industria japonesa a restituir la visión de calidad y valor agregado que se tenía sobre ellos.

La mejora continua se implantó en Japón por varias razones, la principal era que la aplicación de esta filosofía era una manera económica de mejorar la producción y reducir costos en períodos de escasez de recursos. Por otro lado debido a la destrucción que causó la Segunda Guerra Mundial, las autoridades presionaron en la utilización de métodos de mejora continua para acelerar la reconstrucción de las ciudades afectadas (Acevedo, 2009).

Masaaki Imai<sup>3</sup> (1986) introduce el término *Kaizen* en su libro “*KAIZEN: The key to Japan's Competitive Success*”, su concepto ha sido utilizado en el ámbito industrial de distintas formas y perspectivas, definiéndolas la mayoría como una filosofía, cultura, metodología o sistema de gestión. La filosofía *Kaizen* es un enfoque humanista pues supone que nuestra forma de vida es nuestra vida de trabajo y por tanto merece ser mejorada de manera constante. (Imai, 1986)

Algunas empresas japonesas se vieron beneficiadas con la implementación de la mejora continua, tal es el caso de Canon quienes tuvieron un ahorro de 200 millones de dólares en costos directos. El crecimiento de las empresas japoneses provocó que las empresas americanas retomaran con más ímpetu el desarrollo de sistemas de mejora, siendo notoria la evolución de empresas como Xerox, Motorola, Harley Davidson y General Electric. Para 1984 General Motors y Toyota establecen una compañía de participación conjunta llamada NUMMI (*New United Motor Manufacturing Inc.*).

La finalidad de esta compañía era resolver los conflictos obreros, patronales, mala calidad y bajos niveles de productividad, para ello NUMMI implantó el sistema *Jus in Time (JIT)* con el fin de mejorar la calidad, a través del *Kaizen* se incrementó los niveles de productividad y mejoró el ambiente de trabajo.

---

<sup>3</sup> Masaaki Imai: Nacido en 1930 en la ciudad de Tokyo, Japón es conocido en el mundo como el autor de la filosofía *Kaizen* (Mejora continua).

### **2.1.2 Requisitos para la mejora continua.**

Para la mejora de cualquier proceso se deben dar varias circunstancias, entre estas tenemos:

- El proceso original debe estar bien definido y documentado.
- Debe haber varios ejemplos de procesos parecidos.
- Los responsables del proceso deben poder participar en cualquier discusión de mejora.
- Cualquier proceso debe ser acordado, documentado, comunicado y medido en un marco temporal que asegure su éxito.

Generalmente se puede conseguir una mejora continua reduciendo la complejidad, mejorando la comunicación, la automatización y brindando las herramientas necesarias a los trabajadores. En base a estas circunstancias la mejora continua requiere:

- Apoyo en la gestión.
- *Feedback* (retroalimentación) y revisión de los pasos en cada proceso.
- Claridad en la responsabilidad de cada acto realizado.
- Poder para el trabajador.
- Forma tangible de realizar las mediciones de los resultados de cada proceso.

La mejora continua puede llevarse a cabo como resultado de un escalonamiento en los servicios o como una actividad proactiva, la misma que debe ser vista como una actividad sostenible en el tiempo y regular y no como un arreglo rápido frente a un problema puntual. (Cruelles, 2012).

### **2.1.3 Pasos para el mejoramiento continuo.**

Maldonado (2012) propone para una correcta ejecución de la filosofía de mejora continua que; se deben seguir siete pasos fundamentales, los mismos que nos ayudarán a definir, plantear y actuar sobre cualquier problema expuesto, estos son:

1. Selección de los problemas
2. Cuantificación y subdivisión del problema.

3. Análisis de las causas raíces específicas.
4. Establecimiento de los niveles de desempeño.
5. Definición y programación de soluciones.
6. Implantación de soluciones.
7. Acciones de garantía.

#### Primer Paso: Selección de los problemas (Oportunidades de mejora)

El objetivo principal de este paso es la identificación y selección de los problemas de calidad y productividad del área, departamento o proceso que se va a analizar. Se busca desde el principio una mayor coherencia y severidad en su realización, la metodología de tormenta de ideas sirve para desarrollar la selección de los problemas y el principal a analizar.

Las actividades a seguir son:

- a. Precisar los conceptos de calidad y productividad en el grupo.
- b. Elaborar el diagrama de caracterización del área, departamento o proceso a ser analizado.
- c. Definir el problema de calidad que está sucediendo, este debe ser deseado, requerido o exigido.
- d. Realizar una lista identificando los problemas en la unidad de análisis, se puede utilizar la tormenta de ideas.
- e. Preseleccionar las oportunidades de mejora, con la técnica de consenso rápido facilitamos la identificación de los problemas en corto tiempo.
- f. Seleccionar las oportunidades de mejora a abordar a través de criterios más analíticos y cuantitativos evitando cálculos comparativos entre problemas.

Con estas actividades en especial los numerales “a, b y c” podemos concentrar la atención del grupo en los problemas encontrados, obtener una mayor coherencia para listar los problemas, y evitar dar soluciones previas a los mismos. Las técnicas más utilizadas para este paso son: Diagramas de caracterización del sistema, tormenta de ideas, técnicas de grupo nominal, matriz de selección de problemas.

### Segundo Paso: Cuantificación y subdivisión del problema u oportunidad de mejora seleccionada.

En este paso se busca precisar la definición del problema, su cuantificación y la posible subdivisión en sub problemas o causas. El problema más habitual se basa en que las personas a cargo se detienen en el primer paso y proponen soluciones sin tener la precisión correcta del problema. La cuantificación y subdivisión del problema buscan profundizar el análisis del problema antes de entrar en las causas raíces.

Las actividades a seguir son:

1. Establecer indicadores que reflejarán el problema y, a través de ellos, verificar si la definición del problema es correcta o debe redefinirse.
2. Estratificar o subdividir el problema en sus causas-raíces.
3. Cuantificar el impacto de cada subdivisión.

Para realizar una correcta cuantificación se deben recoger datos o medios ágiles sobre los sub problemas y a falta de estos se deberá realizar una jerarquización cualitativa a través de grupos o personas a cargo conocedoras del problema. Las técnicas a utilizar son: indicadores, hojas de recolección de datos, diagrama de Pareto, histogramas y diagramas de procesos.

### Tercer Paso: Análisis de las causas raíces específicas.

El objetivo principal es identificar y verificar las causas raíces específicas del problema en cuestión, aquellas cuya eliminación garantizará la no recurrencia del mismo, la especificación de causas raíces dependerá de lo bien que se haya realizado el segundo paso. A través de indicadores se busca la manera de ir extrayendo la causa más significativa y poder analizar el nivel del problema que será superado con la aplicación de un proceso de mejora.

Las actividades a seguir son:

- a. Listar la causa de ocurrencia de cada sub problema aplicando la tormenta de ideas.

- b. Agrupar las causas listadas según su afinidad. Si el problema ha sido suficientemente subdividido puede utilizarse la sub-agrupación en base de las 4M o 6M (medición, máquina, mano de obra, método, materia prima, medio ambiente). En caso contrario se pueden sub agrupar según las etapas u operaciones del proceso al cual se refiere, definiéndose de esta manera una nueva subdivisión del sub problema bajo análisis.
- c. Cuantificar las causas para verificar su impacto y relación con el problema y jerarquizar y seleccionar las causas raíces más relevantes.
- d. Repetir la actividad b y c hasta que se considere suficientemente analizado el problema.

Durante el análisis surgirán los llamados problemas de solución obvia, los mismos que no requieren mayor verificación y análisis para su solución, por lo que deberán ser resueltos sobre la marcha de este proceso. Las técnicas utilizadas son: tormenta de ideas, diagrama causa-efecto, diagrama de dispersión.

#### Cuarto paso: Establecimiento de los niveles de desempeño (Metas de mejoramiento).

Establecer el nivel de desempeño exigido al problema y las metas a alcanzar sucesivamente es el objetivo principal de este paso. Al fijar una meta estamos estableciendo el nivel de exigencia al proceso o sistema en cuestión, fija directamente el error en el que operamos. La solución que debemos dar al problema tiene que estar condicionada por el nivel de desempeño en calidad y productividad que le es exigido al sistema. Por lo tanto el establecimiento del nivel de desempeño (meta) condicionará las soluciones y el ritmo de su implantación.

Las actividades a seguir son:

- a. Establecer niveles de desempeño exigidos según las expectativas del cliente, requerimientos de la empresa o el desarrollo de los competidores.
- b. Calcular el logro del nivel de desempeño exigido con el fin de eliminar las causas raíces identificadas.

No se debe establecer metas o niveles de desempeño demasiado ambiciosos para evitar desmotivación o frustración del equipo, al contrario, deberán ser niveles alcanzables pero con un grado de complejidad en el que se asegure la credibilidad y el aprendizaje del grupo.

#### Quinto paso: Diseño y programación de soluciones

El objetivo principal de este paso es identificar y programar las soluciones que incidirán en la eliminación de las causas raíces. Dependiendo de si la organización cuenta o no con acciones de mantenimiento o mejora sistemática, las soluciones adquirirán su grado de complejidad. Sin embargo, si las causas han sido bien determinadas, las soluciones serán más fáciles de ser encontradas.

Las actividades a seguir son:

- a. Listar posibles soluciones para cada causa raíz, esto implica un cierto nivel de estudio y diseño básico, una ayuda será jerarquizar la lista.
- b. Analizar, comparar y seleccionar las soluciones tomando en cuenta: factibilidad, costo, impacto, responsabilidad, facilidad, etc.
- c. Programar la implementación de la solución.

Se debe tomar en cuenta todas las ideas que surjan, sin descartar ninguna por más descabellada o ingenua que parezca, ya que muchas de las veces detrás de estas se esconden una solución brillante o parte de la solución.

#### Sexto paso: Implementación de soluciones

Se tiene dos objetivos principales en este paso, probar la efectividad de la o las soluciones y asegurar que las mismas sean asimiladas e implementadas adecuadamente por la organización en el trabajo diario.

Actividades a seguir:

- a. El programa de acciones definirá las actividades a realizarse, sin embargo, se debe realizar el seguimiento por parte del equipo de todo lo que se vaya realizando paso a paso.
- b. Verificar los valores que alcanzan los indicadores de desempeño para evaluar el impacto.

Es conveniente iniciar la implementación con una experiencia piloto que sirva como prueba de campo de la solución propuesta, así podremos realizar una evaluación inicial. Es en esta parte del proceso de mejora que se empieza a recibir sus beneficios de la retroalimentación de la información, permitiendo generar ajustes y replanteamiento de las primeras etapas del proceso de mejora.

#### Séptimo paso: Establecimiento de acciones de garantía

El objetivo que busca este paso es asegurar el mantenimiento del nuevo nivel de desempeño, de este dependerá la estabilidad en los resultados y la acumulación de aprendizaje. Se deben quedar asignadas las responsabilidades de seguimiento permanente y determinarse la frecuencia y distribución de los reportes de desempeño, diseñando acciones de garantía contra el retroceso.

Las actividades a seguir son:

- a. Estandarización de procedimientos.
- b. Capacitación y entrenamiento del personal.
- c. Incorporación de nuevos niveles de desempeño.
- d. Documentación y difusión de la historia del proceso de mejoramiento.

Es en este paso donde se ve con más claridad la importancia en el uso de las gráficas de control, las nociones de variación y desviación ayudarán a mantener todo el proceso involucrado estable. (Maldonado, 2012)

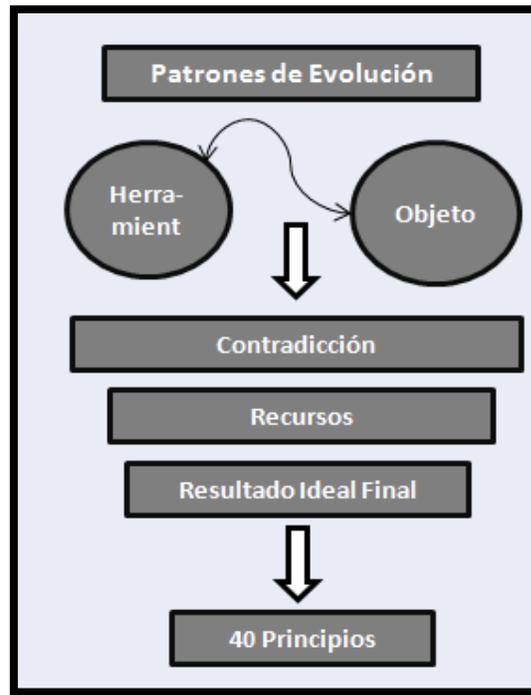
### 2.1.4 *TRIZ* dentro de la filosofía de Mejora Continua

*TRIZ* por sus siglas en ruso “*Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*” o en español Teoría para Resolución de Problemas de Inventiva. Ésta surge en la antigua Unión Soviética cuyo autor fue Genrich Saulovich Altshuller, quien, después de leer y analizar textos científicos buscando claves para hacer más metódica la tarea de la innovación llegó a la conclusión que debería ser él quien crearía un método. Comenzó por examinar bases de datos junto con sus invenciones y las de otras personas. De esta manera logró encontrar patrones en la que la gente llegaba a soluciones para resolver contradicciones de una manera sencilla. Las ideas de Altshuller llegaron a molestar al régimen soviético por lo que fue arrestado y condenado a 25 años de prisión. Se dice que fue aquí en donde desarrollo aún más su teoría. Después de salir de prisión se radicó en Estados Unidos y es aquí, que en el año 1956 aparece su primera publicación sobre *TRIZ*. En los siguientes treinta años *TRIZ* siguió evolucionando y desde que culminó la Segunda Guerra Mundial concluyó que; los más diversos sistemas de ingeniería y las tecnologías tenían patrones de evolución comunes.

Los conceptos centrales de *TRIZ* que fueron seleccionados por Altshuller y sus colegas son:

- Contradicción: consta de dos componentes; Herramienta y Objeto. Éstos son la fuerza motora de la evolución.
- Recursos: ayudan a encontrar formas de resolver la contradicción, pueden ser cosas, información, energía, espacio, etc.
- Idealidad: es la medida de cuan cercano está el resultado ideal final, éste es la solución que resuelve la contradicción sin compromisos.
- Patrones de evolución: son importantes irregularidades en el desarrollo como transiciones del nivel macro y micro o viceversa.
- Principios Innovadores: son herramientas que nos dicen qué significan los modelos y nos ayudan a interpretarlos en cualquier problema en particular. Éstos son 40 principios que orientan a encontrar nuevas ideas y pueden ser usadas tanto como herramientas independientes para respaldar otros métodos.

**Figura 32. Matriz de desarrollo de TRIZ.**



Fuente: Autor.

La teoría de TRIZ busca que la gente genere nuevas ideas y seleccione aquellas que le gustan o estiman que serán útiles (Andrade & Cárdenas, 2011).

Las ventajas que presenta *TRIZ* son:

- Generar mejores ideas.
- Tener una base sólida para seleccionar ideas.
- Formar cimientos para el mejoramiento continuo.
- Facilidad para tomar decisiones.

La importancia de TRIZ ha ido más allá de ser una teoría para la resolución de problemas de inventiva, convirtiéndose en una ayuda para otras herramientas de solución de problemas, entre estos encontramos:

- QFD: Despliegue de la función de Calidad
- TOC: Teoría de las restricciones

- Six sigma
- Kaizen: Mejora Continua
- Y más...

En lo que respecta a Mejora Continua al aplicar todos los pasos que involucra *TRIZ* podremos conseguir resolver cualquier problema de mejora que exista, teniendo en cuenta todos los aspectos involucrados, desde la situación actual hasta el posible estado de mejora.

Los pasos a seguir para la resolución de problemas con *TRIZ* son:

1. Las nueve ventanas: representar el estado actual, pasado y futuro del problema a tratar, enfocándonos en el sistema en macro y micro nivel.
2. Construcción del modelo de trueques: ayudar al mejoramiento de una característica con el perjuicio de otra con el fin de encontrar una solución al problema.
3. Plantilla para el estudio de sus propios problemas.
  - a. Pasos de modelamiento.
  - b. Desventaja visible.
  - c. Trueque: conflicto entre dos características.
  - d. Contradicción inherente.
  - e. Contradicción inherente intensificada.
4. Exponer cómo los recursos aparecen y serán usados: Identificar el nivel actual, recursos a utilizarse y el resultado ideal final.
5. Usar la herramienta como recurso para resolver el problema: Analizar cada problema con su herramienta, objeto y solución.
6. Usar el objeto como recurso para resolver el problema: Identificar el mayor problema y usarlo como recurso para una posible solución.
7. Construir el Resultado Ideal Final en su propio sistema: Preparar los recursos primarios, auxiliares y características del resultado ideal final.
8. Tabla de Evaluación: Utilizar la tabla de criterios para despejar dudas e inconvenientes que se presenten.

9. Agenda breve para resolución de problemas: Realizar un breve resumen de los avances que se han obtenido hasta el momento.
10. Seleccionar uno de sus problemas y aplique el modelo.
  - a. Evolución desigual del sistema.
  - b. Transición al macro-nivel.
  - c. Transición al micro-nivel.
  - d. Incremento de interacciones.
  - e. Expansión y poda.
  - f. Incremento de la idealidad.
11. Aplicar principios innovadores para su propio problema.
  - a. Identificar contradicción.
  - b. Principios sugeridos.
  - c. Principios a ayudar.
  - d. Ideas obtenidas de cada principio.
  - e. Ideas adicionales.
12. Matriz de contradicciones: Consiste en contrastar las características o parámetros del sistema tecnológico que se deben mejorar, frente a los parámetros de diseño que se deterioran. Al ubicarnos en la matriz en el lugar donde estas se intersectan se encuentran los principios de inventiva que serán utilizados para la solución de un problema particular.

Los pasos para el uso de la matriz son:

1. Identificar los elementos de un problema con dos parámetros.
2. Identificar las características de diseño citadas con alguno de los parámetros.
3. Buscar los principios de inventiva que permitan resolver el problema.
4. Los números que aparecen en la matriz corresponden a los principios de inventiva.
5. Analizar cada uno de los principios y verificar si están en relación con la naturaleza del problema.

En el Anexo #2 se encuentra la matriz de contradicciones. (Andrade & Cárdenas, 2011)

### 2.1.5 Herramientas de mejora continua.

La mejora continua como se mencionó anteriormente se puede plantear y gestionar a través del ciclo PDCA y se desarrolla a través de los "proyectos de mejora". Según Hernández (2012) para llevar a cabo este ciclo, los grupos de mejora pueden utilizar una serie de herramientas de la calidad y productividad que usualmente se emplean para la identificación y resolución de problemas.

A continuación describiremos algunas de estas herramientas:

#### 2.1.5.1 Las Cinco "S"

El fundamento de las Cinco "S" (5S) se encuentra en los hábitos de orden y limpieza del trabajador japonés. El uso de las 5S como una estrategia para el logro de la excelencia empresarial ha sido evidente en Japón desde la Segunda Guerra Mundial, a continuación fue *Toyota Motor Corporation* quien incorporó la técnica como parte de su sistema de producción (*Toyota Production System, TPS*) e Imai (1986) la integra dentro de la filosofía *Kaizen* (Mejora Continua). Las 5S también han sido ampliamente usadas en los sistemas TQM<sup>4</sup> (*Total Quality Management*) y *Lean Manufacturing*<sup>5</sup>. (Hernández J. , 2012).

La identificación y eliminación de desperdicios es el objetivo esencial dentro de la filosofía *Lean*, el trabajo estandarizado y la implementación de las 5S pueden mejorar de manera considerable las operaciones de una organización, es de aquí que se considera como uno de los pilares de la Mejora Continua.

Las Cinco S, son las iniciales de cinco palabras japonesas, estas son:

*Seiri* (clasificar): identificar todo lo necesario y descartar lo innecesario del puesto o lugar de trabajo.

---

<sup>4</sup> TQM o Gestión de la calidad total es una estrategia de gestión desarrollada por los años ochenta.

<sup>5</sup> Lean manufacturing o manufactura esbelta en español, es un modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes.

*Seiton* (ordenar): un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, se trata de disponer de manera ordenada todos los elementos que quedaron del paso anterior, para así poder ser encontrados y utilizados el momento en que se los necesite.

*Seiso* (limpiar): mantener limpio el lugar de trabajo. Osada (1991 p. 115) menciona que: "La limpieza no es simplemente hacer que las cosas se vean bien, sino también implica hacer inspección". Con la limpieza e inspección se aumenta el rendimiento y vida útil de las máquinas así como tiempos de inactividad.

*Seiketsu* (estandarizar): busca desarrollar sistemas y procedimientos para mantener y controlar las anteriores tres S.

*Shitsuke* (autodisciplina): mantener los conceptos presentes y trabajar en equipo. Se trata de lograr el hábito de mantener procedimientos establecidos en las anteriores S.

En un breve resumen, las 5S es una filosofía de trabajo que busca el desarrollo de una serie de hábitos que faciliten trabajar de forma organizada, ordenada y limpia. Con una correcta implantación de 5S se conseguirá una liberación de espacio desperdiciado, pérdidas de herramientas y materiales, control de *stocks* y disminución de tiempo de respuesta en búsqueda de materiales. (Hernández J. , 2012)

#### **2.1.5.2 Sistema de sugerencias**

La mejora continua tiene su punto de apoyo en el talento humano, siendo los trabajadores las principales fuentes de mejoramiento de los procesos. El sistema de sugerencias es una manera directa de concretar la relación entre Mejora Continua y la creación de conocimiento. Para Sarriés y Casares (2008) el sistema de sugerencias está muy vinculado al desarrollo del trabajador del conocimiento, sobre todo, para que emerja el conocimiento tácito y pueda ser aplicado a la mejora continua de la empresa.

Eiji Toyoda<sup>6</sup> introduce el sistema de sugerencias en Toyota en 1951, producto de la visita a la planta Ford en Estados Unidos, así fue como se desarrolló e impulsó el *Toyota Creative Ideas and Suggestions System* (TCISS) ofreciendo incentivos a los empleados. El sistema de sugerencias se convirtió en un factor clave para que Toyota mejorara su calidad y se convirtiera en el líder mundial en la venta de automóviles (Sarriés & Casares, 2008).

### **2.1.5.3 Círculos de calidad**

Un círculo de calidad busca mejorar la calidad del trabajo a través del trabajo en equipo, la aportación de ideas y conocimientos para la Mejora Continua. La metodología se basa en un proceso de solución creativa encaminada a la solución de problemas habituales o mejoras a largo plazo. Los círculos de calidad buscan identificar, analizar y resolver problemas de calidad y productividad. Los encargados en la participación de esta herramienta son:

- Facilitador: dirige las actividades del círculo y sirve de enlace con el resto de círculos de la organización.
- Líder: jefe natural del grupo de trabajo y sirve como respaldo de la gerencia.
- Instructor: organiza y realiza los cursos de capacitación para gerentes, supervisores, jefes de círculos y empleados participantes.
- Asesor: aconseja a los líderes sobre la forma de manejar las reuniones, solucionar problemas, y presentación de casos a gerencia.
- Experto: es aquel que por su conocimiento científico o técnico, dictamina la factibilidad de la solución propuesta en el círculo de calidad.

### **2.1.5.4 Justo a tiempo**

El sistema Justo a tiempo o JIT por sus siglas en inglés *Just in Time* tiene como su creador al Ingeniero Taiichi Ohno, quien formó parte de la evolución de Toyota. Ohno

---

<sup>6</sup> Eiji Toyoda, el empresario japonés considerado responsable de que el fabricante de coches Toyota Motor llegara a ser una potencia mundial y a tener un sistema de producción único y efectivo, murió el 17 de septiembre de 2013 a los 100 años.

(1954) describe el desarrollo del JIT como: "Al intentar aplicarlo, se pusieron de manifiesto una serie de problemas. A medida que estos se aclaraban, me indicaban la dirección del siguiente movimiento".

La idea del sistema "Justo a tiempo" o "*Just in Time*", es que las piezas, partes y accesorios del producto se adquieran e incorporen a la producción en el momento preciso que se requieran. Su objetivo principal es tratar que las cantidades producidas sean iguales a las cantidades despachadas. De esta manera se reduce al mínimo los costos por manejo de materiales, gastos por almacenar y transporte de inventarios.

Los materiales se compran justo a tiempo para ser usados, y los bienes terminados son producidos y entregados justo a tiempo para ser vendidos. Esta herramienta busca no solo reducir los inventarios sino aumentar la productividad, calidad del producto y flexibilidad de la producción (Ohno, 1988).

#### **2.1.5.5 Sistema *Poke Yoke***

En la década de los 60 el ingeniero japonés Shiguo Shingo desarrolló este sistema, el cual consiste en la prevención y detección de los errores del puesto de trabajo. Este sistema se incluye en el proceso productivo mediante dispositivos mecánicos o electrónicos, o mediante trucos ingeniosos en el diseño de productos o procesos. Es usado más frecuentemente en las empresas manufactureras.

La idea básica del sistema *Poke Yoke* es detener el proceso siempre que un defecto ocurra, definir la causa y prevenir la ocurrencia o repetición de éste. Este concepto tiene su fundamento en que un defecto detectado cuesta mucho menos resolverlo en ese instante a que si el mismo continuara en la cadena de producción. Un dispositivo *Poka Yoke* es cualquier mecanismo que evite o prevea los errores antes de que sucedan.

#### **2.1.5.6 Mantenimiento Productivo Total**

El mantenimiento productivo total o *TPM* por sus siglas en inglés *Total Productive Maintenance*, se enfoca en que la responsabilidad sobre el mantenimiento es de todos y no solamente de los operarios o personas de mantenimiento. Su objetivo es que las tareas de mantenimiento menores que no requieran un nivel de conocimiento o habilidad altos,

puedan ser realizadas por operadores de las máquinas, los mismos que responderán de manera inmediata ante el problema que surgiese.

Eliminar tiempos muertos entre otros problemas es el principal rol que juega el *TPM* ya que su función adquiere una mayor relevancia sobre máquinas en proceso. Involucra también la búsqueda de hacer más eficiente la práctica del mantenimiento, accesos al equipo y eficaz control de inventario de partes y repuestos con una mejor planeación y programación de tareas.

#### **2.1.5.7 Benchmarking**

Se trata de un proceso continuo, estructurado y sistemático, que tiene como objetivo que la empresa analice y compare su forma de actuar con otra empresa similar o que se encuentre dentro de su giro de negocio. Se trata de aprender, identificar iniciativas y establecer objetivos y metas a alcanzar. La herramienta fue creada por Xerox Corporation<sup>7</sup> a finales de los años 70, ya que después de dos años de tranquilidad con su producto estrella se dieron cuenta que sus competidores empezaban a ser más eficientes, fue así que Xerox decidió emularlos.

Un proceso de *Benchmarking* será exitoso siempre que se asegure la transferencia de conocimiento de las “mejores prácticas” aprendidas de otros negocios y permita poner en marcha un proceso de Mejora Continua dentro de la empresa. Si esta herramienta no es enfocada hacia el mejoramiento continuo no se podrá conseguir sus verdaderos fines, más bien lo que conseguirá es llegar al punto donde se encontraban sus competidores sin disminuir el retraso con respecto a ellos.

#### **2.1.5.8 Mapa de la cadena de valor**

Conocido en inglés como *Value Stream Mapping (VSM)*, es una visión global del negocio en la que se muestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información que existe desde el proveedor hasta el cliente. Se trata de plasmar de manera sencilla y

---

<sup>7</sup> Xerox Corporation es el proveedor más grande del mundo de fotocopiadoras de tóner y sus accesorios

visual todas las actividades involucradas para transformar materiales e información en un producto o servicio.

Una vez obtenidos los flujos, el *VSM* identifica las actividades que no aportan valor agregado al negocio buscando así poder eliminarlas y ser más eficientes. Los beneficios del *VSM* son: Visualizar más de un simple proceso, vincular el flujo de información con el flujo de materiales a través de un lenguaje único y obtener un sistema estructurado para implementar mejoras.

### **2.1.6 Beneficios de la mejora continua.**

A lo largo del presente capítulo se buscó conocer cómo se desarrolla un proceso de mejora continua; los requisitos y las herramientas que ésta utiliza para actuar de la mejor manera. La filosofía de mejora continua implantada de manera correcta, otorga a una empresa u organización los siguientes beneficios:

- Mayor satisfacción del cliente. El proceso de mejora continua es un proceso cíclico, en el que se reinventa una y otra vez generando un mayor valor agregado hacia el cliente al ofrecer productos con mejor calidad.
- Aumento de cuota de mercado. Los procesos de mejora continua ayudan a reducir costos de producción y aumentar la calidad de un producto o servicio, que es lo que las personas buscan en la actualidad.
- Imagen de competitividad y proyección al futuro. Al tener procesos estandarizados y controlados a través de la mejora continua podemos estar a la par de la competencia y proyectar nuestro crecimiento de manera positiva.
- Disminución de errores de fabricación y defectos. Al ser éste un proceso cíclico se tendrá un conocimiento total del proceso que se está realizando. Con el conocimiento que se adquiere a través de acciones de mejora, el proceso brindará mayor seguridad contra errores tanto humanos como de máquinas, bajando a su vez los defectos en su fabricación.
- Administración eficiente de los recursos. Con todas las herramientas utilizadas se pretende tener los recursos tanto humanos como de materiales necesarios para

cada acción dentro del proceso. Así se eliminarán recursos innecesarios y tiempos perdidos dentro del mismo.

- Conocimiento del personal. Como se mencionó anteriormente el ciclo continuo de mejora sobre un proceso permite que todo el personal involucrado, tenga los conocimientos suficientes sobre lo que está haciendo, cómo lo tienen que hacer y cómo deben actuar frente a cualquier inconveniente (Hernández J. , 2012).

## **2.2 Sistemas de transporte industrial.**

Los sistemas de transporte de materiales tienen por objetivo conseguir el desplazamiento de cargas, ya sea en sentido vertical, horizontal o ambos a la vez, en forma continua o permanente. Estas cargas en la industria pueden estar constituidas por:

- Distintos tipos de materias primas
- Piezas semi-elaboradas a lo largo del proceso de fabricación
- Productos terminados.

Hoy en día la mano de obra ya no es la más económica para una empresa, cuando el trabajo y los volúmenes de material a manejar son grandes, se vuelve imprescindible automatizar los procesos involucrados, en donde la mano de obra involucrada servirá solo para el arranque de maquinaria.

### **2.2.1 Criterios para la selección del sistema de transporte**

Al ser tan variado el uso y aplicación de los sistemas de transporte, se debe realizar un análisis para determinar el equipo adecuado para cada situación, teniendo en cuenta una serie de factores:

#### Factores Técnicos:

Dentro de los factores técnicos encontraremos:

- Clase de movimiento: ya sea este vertical, horizontal o inclinado.
- Cantidad de material por unidad de tiempo: se debe tener en cuenta si conviene calcular por volumen o peso.

- Sistema de descarga: cómo y dónde debe descargarse el producto y el método que se emplea para el manejo del mismo.
- Tipo de servicio que brindará el sistema: continuo o intermitente.
- Estado físico del material: sólido, líquido, granular, etc.
- Detalles característicos del material: inflamable, comestible, tóxico, etc.

Factores Económicos:

- Costo de adquisición del o los equipos.
- Costos de mantenimiento y funcionamiento.

Factores Financieros:

La mano de obra en la actualidad no resulta económica en términos globales, con la inclusión de sistemas de transporte se obtiene una solución óptima ya que la depreciación de los equipos y los gastos operativos absorben los gastos de mano de obra a la vez que los disminuye.

El transporte de materiales implica el uso de muchos tipos de aparatos mecánicos o neumáticos, cuya selección se basa en gran parte por la naturaleza y el tamaño de la carga y por la distancia que se desee transportar. Todos estos aspectos deberán ser analizados desde un punto de vista financiero.

Factores de Seguridad:

Se deberá tener en cuenta varios aspectos, desde normas generales que son comunes a todos los sistemas de transporte hasta las normas particulares, las cuales son específicas para cada caso.

Incidencia ambiental:

En la correcta elección del sistema de transporte se deberá tener presente que el mismo no afecte el ambiente en el cual se lo utiliza, es decir, que su implementación no afecte ni a los trabajadores ni a la operación de la empresa, sin dejar de lado que los mecanismos que se utilicen sean amigables con el medio ambiente en general.

### **2.2.2 Características del transporte industrial.**

El transporte industrial continuo es el más utilizado en las empresas de manufactura por su versatilidad en el manejo de materiales de todo tipo y tamaño. Estos pueden tener movimientos horizontales o poco inclinados y por lo general siempre son fijos; pueden ser de diversos materiales como de cinta, rodillos, de tornillos helicoides, etc. Los sistemas de transporte continuo pueden clasificarse en:

- De corta distancia: la máxima distancia de este tipo de transportes es de 300 metros y con estas características encontramos: pasadores, canales transportadores y tubos transportadores.
- De larga distancia: se utilizan para distancias mayores a 300 metros y los más comunes son: estaciones por cadena o por cable, bandas transportadoras, carros eléctricos.

Este tipo de sistemas de transporte pueden funcionar mecánica o neumáticamente y siempre van a necesitar de personal que supervise frecuentemente su correcta operación.

### **2.2.3 Transporte industrial en la actualidad.**

Los sistemas de transporte han ido evolucionando tecnológicamente con el pasar de los años y es así que en la actualidad algunas empresas la han incorporado a su línea de producción. Hoy en día el método más moderno y utilizado en lo que a sistemas de transporte se refiere son los llamados vehículos de guiado automático o AGV por su nombre en inglés *Automatic Guided Vehicle*.

Los sistemas de transporte AGVs hacen referencia a un vehículo que se mueve de manera automática sin conductor. Este sistema está considerado para el transporte de materiales en tareas repetitivas y con alto ritmo de movimiento. Así garantiza el transporte de materiales en rutas predeterminadas y de manera ininterrumpida tomando en cuenta que la intervención directa del hombre es nula.

**Figura 33. Vehículo AGV.**



**Fuente:** Imagen tomada de la página <http://www.ending.es/>

Los sistemas para su guiado son varios; todo dependerá del entorno en el que se vaya a utilizar, entre estos encontramos:

- Guiados por láser por reflectores.
- Guiados por puntos magnéticos.
- Guiados por banda magnética.
- Guiados óptico.
- Guiados por lectura de código de barras o RFID<sup>8</sup>.

Debemos señalar que por costos tanto de logística como de funcionamiento el sistema de guiado por código de barras o RFID es más usado dentro de plantas de manufactura.

---

<sup>8</sup> RFID: es un sistema de almacenamiento de datos remoto lleva sus siglas por su nombre en inglés *Radio Frequency Identification* o Identificación por Radiofrecuencia en español.

Cabe mencionar que cualquier mecánica a utilizarse puede ser equipable técnicamente hablando, la diferencia se encuentra en su costo y su solución técnica.

## **2.3 Códigos de barra**

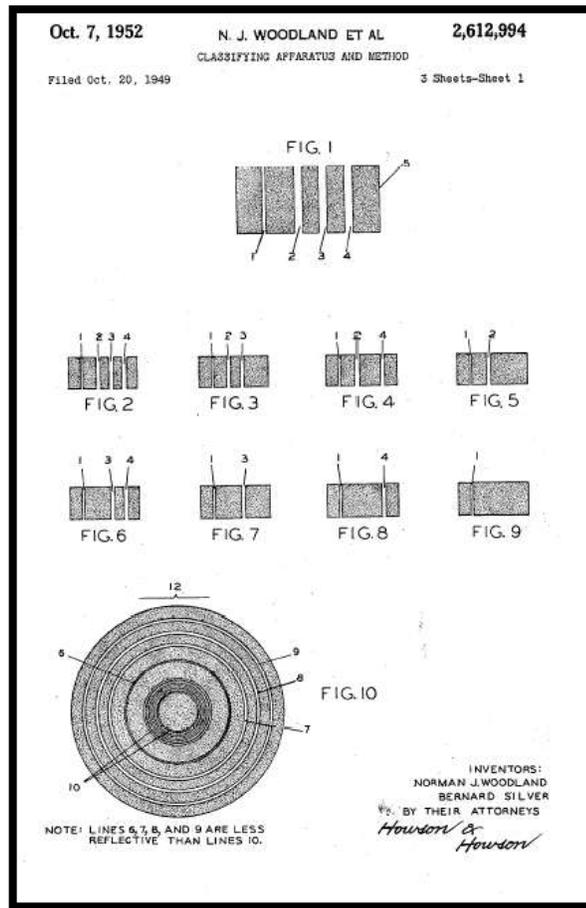
Al hablar del código de barras nos referimos a un sistema de codificación creado a través de series lineales y espacios paralelos de distinto grosor. Su uso generalmente se aplica al sistema de control ya que facilita la actividad comercial del fabricante y del distribuidor, sin brindar mayor información al consumidor. Los datos que brinda un código de barras pueden ayudar en la identificación de productos, control de inventarios de carga y descarga de mercancías y disminución de tiempos de atención en ventas. La principal ventaja de este tipo de identificación de productos es la manera precisa y rápida en la que pueden ser leídos. (MBCES, 2012)

### **2.3.1 Historia de los códigos de barras**

En los años treinta se realizaron algunos proyectos liderados por grupos de estudiantes de la Universidad de Harvard, los mismos que proponían que los clientes tuvieran una selección de la mercancía por medio de un catálogo perforado, para posteriormente ser leído a través de un lector de tarjetas. A raíz de esto un grupo de visionarios y miembros de una cadena de restaurantes investigaron la manera en la que se pueda desarrollar un sistema que leyera automáticamente la información de cada producto cuando se estaba realizando una venta. De aquí nace la idea de utilizar patrones de tinta que podían ser leídos a través de luz ultravioleta.

Los códigos de barra surgen en los años cincuenta, cuando fue registrada su primera patente exactamente en Octubre de 1952 por los inventores Joseph Wooland, Jordin Johanson y Bernard Silver en Estados Unidos. La implementación fue posible debido al trabajo de los ingenieros Raymond Alexander y Frank Stietz, quienes buscaron la manera de identificar los vagones de un ferrocarril utilizando un sistema automático. No fue hasta 1966 en el que este sistema comenzó a utilizarse sin tener un éxito considerable hasta mediados de los años 80. (MBCES, 2012).

**Figura 34. Primera patente de un código de barras.**



Fuente: Imagen tomada de la página:<http://www.monografias.com/trabajos42/codigo-de-barras/codigo-de-barras.shtml>. Autor: Carlos Mauricio Galvis Traslaviña, Enero 2007.

### 2.3.2 Cómo funciona un código de barras

Un código de barras se representa como un adhesivo con barras blancas y negras y un código numérico en la parte inferior. La función de estos elementos es que, el momento de pasar un lector por encima del código, obtendremos información directamente de qué producto se trata, su precio y demás información vinculada al código.

El código EAN<sup>9</sup> es el más utilizado mundialmente, consta de trece números sobre los cuales se encuentra su correspondiente transcripción en forma de barras. Los dos primeros dígitos representan el país al cual corresponde el código (En el Anexo #3 encontramos la lista de códigos por países). Los cinco números siguientes hacen referencia al código asignado a la empresa, los siguientes cinco están destinados para el producto en sí, cuyos responsables son el fabricante o distribuidor. El último dígito es una cifra de control que resulta de aplicar un algoritmo matemático a los otros doce dígitos.

Para entender su funcionamiento se debe saber que la distancia y el grosor entre barras define una serie de caracteres que nos aportan información al leerlos, cada uno de los dígitos está representado como un grupo de siete módulos de tonalidades claras y oscuras repartidas de manera que cada dígito esté conformado por dos zonas claras y dos zonas oscuras de anchura variable. Esta anchura variable es la que permite que el dispositivo lector codifique las barras del sistema EAN. (Planeta Curioso, 2007)

**Figura 35. Nomenclatura de un código de barras.**



Fuente: Imagen tomada de la página <http://jaurecologico.blogspot.com/2012/11/los-codigos-de-barras-y-paises-de-origen.html>.

Para la lectura de un código de barras se utilizan diferentes dispositivos, entre los más comunes encontramos:

<sup>9</sup> EAN son las siglas en inglés de *European Article Number*, es un sistema de códigos de barras adoptado por más de 100 países y cerca de un millón de empresas.

- **Lápiz:** es el dispositivo más simple y económico. Para poder leer un código de barras éste necesita tener contacto físico con el mismo lo cual complica su uso ya que puede afectar o hacer ilegible el código en posteriores ocasiones. Es controlado por una persona la cual deberá sostenerlo en un ángulo correcto y moverlo a una velocidad apropiada.
- **CCD:** sus siglas viene de *Charge Coupled Device* (Dispositivo de carga acoplada), es un dispositivo muy utilizado debido a su facilidad al leer códigos de barras. Sin embargo posee dos desventajas frente al resto de dispositivos, una es que debe ser sostenido a cierta distancia del código lo que limita su ancho y lo vuelve obsoleto frente a códigos de barras más anchos que el mismo.
- **Scanner Laser:** Este dispositivo no necesita estar cerca del código de barras, puede leer los mismos hasta con una distancia de 76 centímetros. Estos dispositivos son los más utilizados a nivel mundial por su fácil modo de uso y la gama de modelos que existen. (Planeta Curioso, 2007)

### 2.3.3 Tipos de códigos de barras

Según Hernández (2004) los códigos de barras se dividen en dos grupos:

1. Códigos de barras lineales: se los llama así ya que utilizan barras y espacios a lo largo de una línea, también se los llama 1D o una dimensión. Estos a su vez se sub-clasifican en:
  - a. Código 128: es usado principalmente para logística y servicios de paquetería. Puede codificar caracteres alfanuméricos o numéricos únicamente.

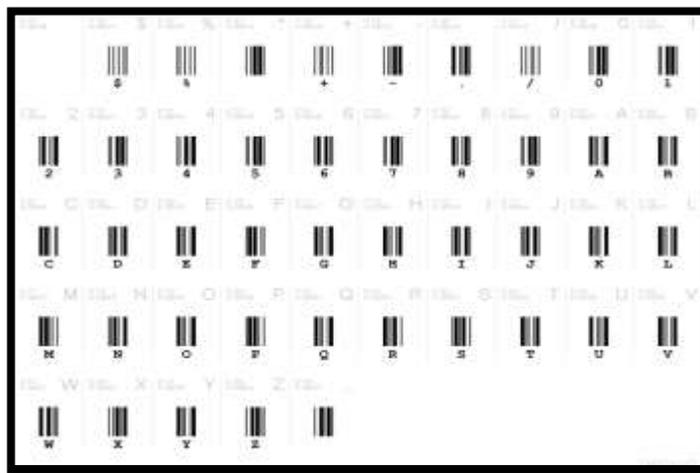
**Figura 36. Ilustración de un código 128.**



Fuente: Imagen tomada de la página <http://www.tecnolabel.com.ar/?p=tipos>

- b. Código 39: este tipo de códigos puede representar letras mayúsculas, números y algunos caracteres especiales como el espacio. Su punto débil radica en el bajo nivel de información que pueden codificar. Es ampliamente utilizado y reconocido por cualquier lector. Tuvo su evolución con la aparición del código 93, el cual aumentaba el nivel de información del mismo (Hernández G. , 2004).

**Figura 37. Ilustración de un código 39.**



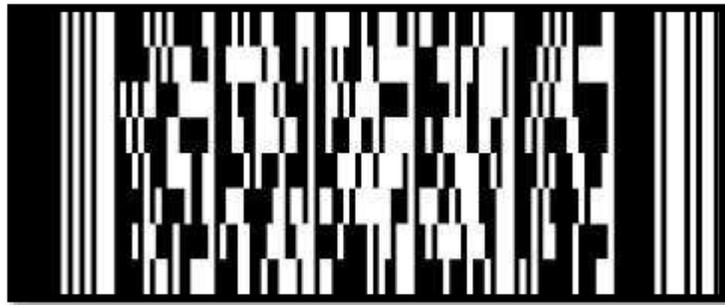
Fuente: Imagen tomada de la página <http://www.mgitech.com.br/blog/bid/112258/O-que-o-c-digo-de-barras-39-ou-c-digo-de-barras-3-de-9>

2. Códigos de barra bidimensionales: son la evolución de los códigos de barras lineales o unidimensionales. Estos incorporan información en dos

dimensiones de manera que en muy poca área pueden contener cuantiosa información. Estos son:

- a. PDF417: es un código multifilas, continuo y de longitud variable. Se usa principalmente en la industria en general, sistemas de paquetería, aduanas, bancos, identificación de personal, licencias e industria electrónica.

**Figura 38. Ilustración de un código PDF417.**



Fuente: Imagen tomada de la página <http://album.ecofor.cl/pdf417.html>.

- b. Datamatrix: este tipo de códigos puede codificar hasta 2335 caracteres en una superficie muy pequeña. Cada símbolo posee regiones de datos, los mismos que contienen un juego de módulos cuadrados nominales. Su uso principal se encuentra en la identificación y control de componentes, prevención en la expiración de productos, control de calidad, etiquetado de desechos peligrosos, industria farmacéutica, boletos de lotería e instituciones financieras que las usan para dar seguridad a sus transacciones en cheques.

**Figura 39. Ilustración de un código Datamatrix.**



Fuente: Imagen tomada de la página <http://spimeproject.com/>.

- c. Código QR: este código fue diseñado para un escaneo rápido de información. Es de forma cuadrada y puede ser fácilmente identificado por su patrón de cuadrados oscuros y claros en tres de sus esquinas.

**Figura 40. Ilustración de un código QR.**



Fuente: Imagen tomada de la página <http://www.serdigital.cl/2011/08/09/que-son-los-codigos-qr/>.

#### **2.4 Identificación por radio frecuencia (RFID)**

La identificación por radio frecuencia o RFID por sus siglas en ingles *Radio Frequency IDentification*. Esta tecnología es utilizada para identificar un elemento, seguir su ruta de

movimiento y calcular distancias gracias a una etiqueta que emite ondas de radio. Es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o *tags* RFID. El objetivo principal de estas etiquetas es transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio, las mismas que pueden ser adheridas o incorporadas al objeto o producto. (Dargan, Johnson, Panchalingam, & Straits, 2004)

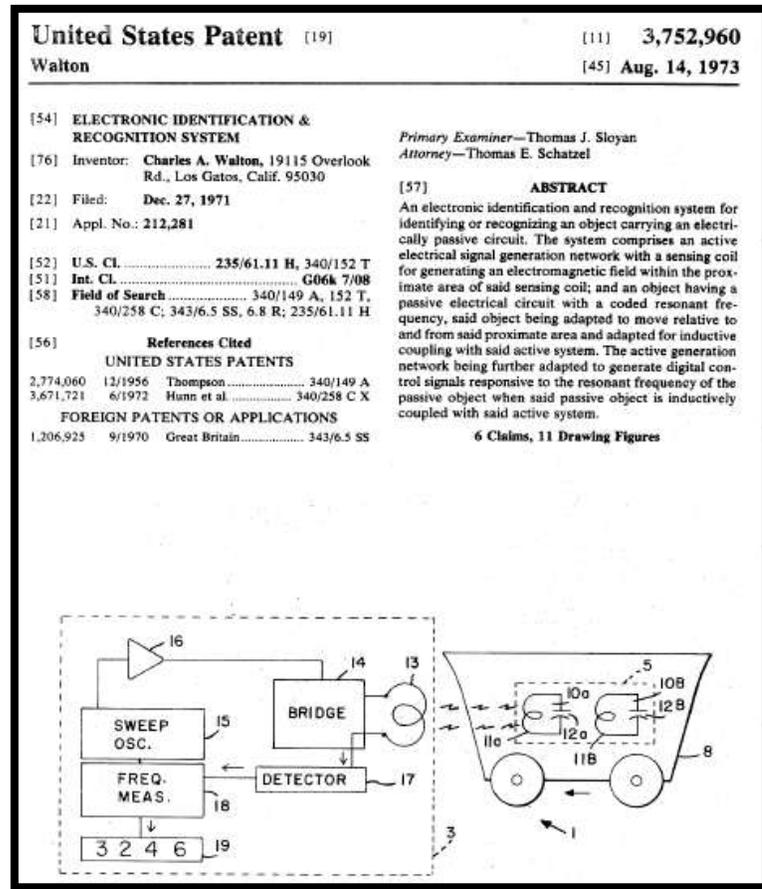
#### **2.4.1 Historia del RFID**

La tecnología basada en ondas de radio se cree que fue usada como herramienta de espionaje del gobierno soviético por los años 40 siendo su inventor León Theremin. Éste era un dispositivo de escucha secreto pasivo mas no una etiqueta de identificación, pero su teoría sirvió para desarrollar la tecnología RFID. Una tecnología similar fue la del transpondedor IFF, inventada por los británicos en 1939 y utilizada de manera normal en la Segunda Guerra Mundial para identificar los aeroplanos como amigos o enemigos, de ahí sus siglas IFF por *Identification friend or foe*.

Después de estos sucesos fue la milicia de Estados Unidos quien comenzó a utilizar esta tecnología para el seguimiento de camiones cargados con materiales nucleares. En 1973 Charles Watson patentó la tecnología conocida como RFID pasiva, la cual pronto se expandió a lectores de carnets y aplicaciones de control de asistencia. Desde el año de 1979 el RFID es utilizado en la identificación y seguimiento de animales, los mismos que facilitan su búsqueda y ayudan en el estudio del comportamiento animal. Así como también los ferrocarriles de Estados Unidos empezaron a usar *tags* de RFID en 1994 para su identificación.

En la actualidad existe un aumento en el uso de esta tecnología en las empresas manufactureras debido a todas las bondades que la misma puede otorgar en una línea de producción. Incluso se han reducido sus costos haciéndola económicamente viable en una cadena de suministros en donde el control de material en proceso se vuelve indispensable (Dargan, Johnson, Panchalingam, & Straits, 2004).

Figura 41. Patente de Charles Watson sobre RFID.

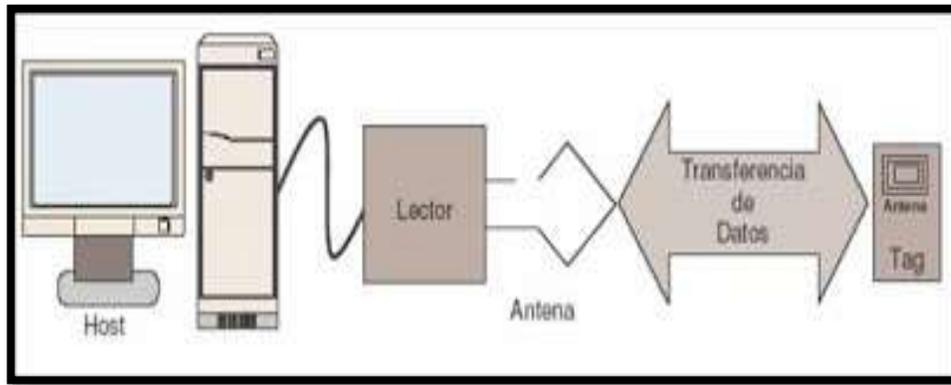


Fuente: Dargan 2004.

### 2.4.2 Cómo funciona un RFID

Su funcionamiento es en realidad simple al contrario de lo que se cree. Un RFID genera una señal de radiofrecuencia con todos los datos relacionados al artículo u objeto. La señal emitida es captada por un lector, el cual se encarga de leer la información y pasarla a formato digital a una aplicación específica.

**Figura 42. Funcionamiento general de un RFID.**



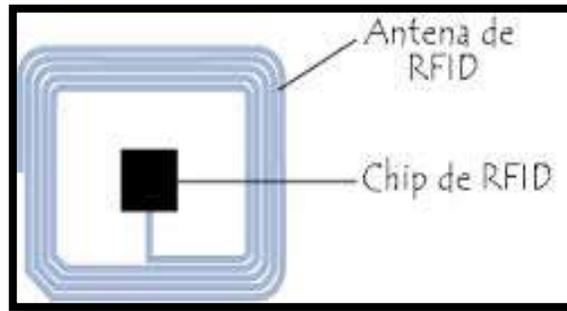
Fuente: Imagen tomada de la página

<http://todotecnology.blogspot.com/2009/09/tecnologia-emergente-rfid.html>.

Un sistema RFID consta de tres componentes principales:

1. Etiqueta o transpondedor: la misma que está compuesta por una antena, un transductor de radio y un material encapsulado o chip. Todos estos subcomponentes trabajan simultáneamente. La función de la antena es permitirle al chip que contiene la información de identificación de la etiqueta, transmitirla. El chip posee una memoria interna con capacidad que dependerá del modelo que se vaya a adquirir. Existen varios tipos de memorias:
  - Solo lectura: su código de identificación es único y personalizado durante su fabricación.
  - Lectura y escritura: la información que posee puede ser modificada por el lector.
  - Anticolisión: este tipo de etiquetas permiten que el lector identifique varias al mismo tiempo.

**Figura 43. Componentes de una etiqueta RFID.**



Fuente: Imagen tomada de la página <http://es.kioskea.net/contents/619-identificacion-por-radiofrecuencia-rfid>.

2. Lector o transceptor: está compuesto por una antena, un transceptor y un decodificador. El lector envía periódicamente señales para ver si existe alguna etiqueta en sus inmediaciones. El momento que capta una señal extrae la información y se la pasa a un subsistema de procesamiento de datos.

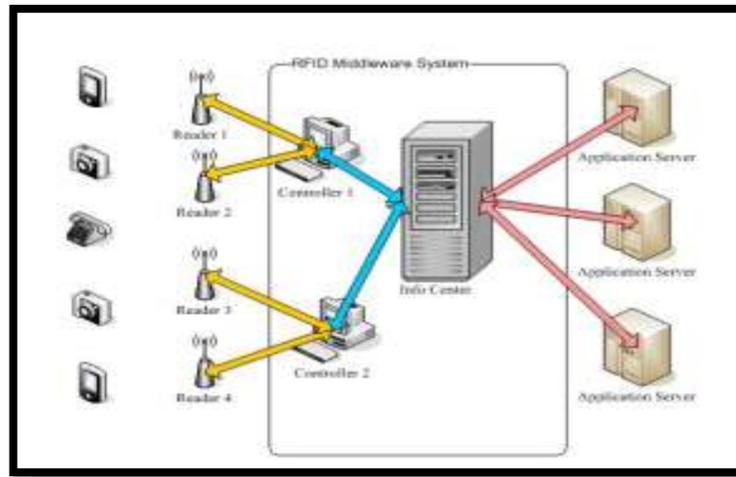
**Figura 44. Lector RFID.**



Fuente: Imagen tomada de la página <http://www.stag-aerospace.com/services/rfid-kanban/>.

3. Subsistema de procesamiento o *Middleware*: proporciona los medios de proceso y almacenamiento de datos.

**Figura 45. Subsistema de procesamiento de datos.**



Fuente: Imagen tomada de la página <http://www.stag-aerospace.com/services/rfid-kanban/>.

### 2.4.3 Tipos de Etiquetas RFID

Según Finkenzeller (2010) en la actualidad existen tres tipos de etiquetas: activas, semipasivas o asistidas por batería y pasivas.

#### 2.4.3.1 Etiquetas Activas

Este tipo de etiquetas poseen su propia fuente autónoma de energía, que utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y aumentar la señal al lector. Entre sus ventajas se encuentra que son más fiables que las pasivas por su manera de establecer sesiones con el lector. Debido a su fuente de energía son capaces de transmitir las señales de una manera más intensa lo que las convierte en etiquetas muy eficientes en lugares dificultosos para su desarrollo normal. En lo que tiene que ver a distancias, son muy efectivas pudiendo generar respuestas claras con recepciones débiles. Estas etiquetas son de vida corta y bajo costo.

Al hablar de alcance, estos tipos de etiquetas consiguen rangos de hasta cien metros y una vida útil en su batería de hasta 10 años. Entre los sensores que poseen se tienen de

humedad, vibración, luz, radiación, temperatura y componentes atmosféricos. Estas etiquetas llegan alcanzar un tamaño de una moneda y su memoria es de 4 a 32kb (Finkenzeller, 2010).

#### **2.4.3.2 Etiquetas Semipasivas**

Este tipo de etiquetas se parecen a las anteriores ya que poseen fuente de energía propia, aunque esta energía es utilizada para alimentar el microchip mas no para transmitir la señal. La batería debe permitir al circuito integrado de la etiqueta estar continuamente alimentado y eliminar la necesidad de diseñar una antena para recoger potencia de una entrante.

Las etiquetas semipasivas responden más rápida y eficazmente en el radio de lectura que las pasivas. Las ventajas que poseen este tipo de etiqueta radican en su fiabilidad, rango operativo y duración (Finkenzeller, 2010).

#### **2.4.3.3 Etiquetas Pasivas**

Al hablar de etiquetas pasivas nos referimos a etiquetas que no poseen alimentación eléctrica, la señal que llega a través de los lectores induce una corriente eléctrica pequeña y capaz de hacer operar el circuito integrado de la etiqueta. La mayoría de este tipo de etiquetas utiliza *backscatter*, es decir que la antena debe estar diseñada para obtener energía para funcionar y al mismo tiempo transmitir la información. Las etiquetas pasivas poseen distancias de onda cortas, van desde los 10 centímetros hasta los 6 metros según el diseño y tamaño de la antena. Como no contienen alimentación energética el dispositivo puede resultar pequeño. (Finkenzeller, 2010).

## CAPITULO III

### SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE TRANSPORTE DE LLANTA VERDE PLT RADIAL

#### 3.1 Definición de la situación actual

La producción de neumáticos PLT radial está a cargo del jefe de planta PLT, quien es el responsable de mantener en orden la producción continua de llantas. La propuesta de mejora que se planteará en este trabajo va enfocada principalmente al proceso de transporte de llanta verde PLT radial ya que este involucra una serie de inconvenientes al correcto funcionamiento de la planta siendo los principales el espacio que utilizan los racks móviles o carros de transporte y el tiempo de material en proceso hasta su vulcanización.

Actualmente Continental Tire Andina ve frenada su ambición de expansión de su planta por varias razones tanto internas como externas. Entre las razones externas que sosiegan el crecimiento de la planta son los límites de la misma ya que se ve rodeada por el Río Machángara, el aeropuerto Mariscal Lamar y la Panamericana Norte, estos límites hacen que la empresa se vea obligada a cumplir las ordenanzas gubernamentales que prohíben construir cerca del río como de la panamericana, mientras que el encontrarse cerca del aeropuerto impide el poder construir edificios con alturas que puedan generar peligro tanto para la planta como para las aeronaves que utilizan el aeropuerto de la ciudad.

Por esta razón la empresa busca expandirse con los recursos que actualmente posee, es decir reestructurar el *layout* y distribución interna con la que se trabaja, esto con el objetivo de aprovechar todos los espacios posibles para la implementación de nueva maquinaria. Es en esta parte donde la empresa se encuentra con factores internos que frenan su expansión, siendo el principal problema el proceso de transporte de llanta verde tanto PLT como CVT por los racks utilizados para su transporte y almacenamiento, siendo el mayor número los utilizados para llanta verde PLT radial.

Los racks móviles se han convertido en un gran problema por el espacio que ocupan dentro de la planta. En los siguientes puntos determinaremos y analizaremos cada problema que generan los racks de transporte y almacenamiento en las distintas etapas en las que son utilizados.

Continental Tire Andina aplica en su planta todos los conceptos, técnicas y filosofías para obtener una calidad total en cada parte del proceso de fabricación de llantas. Entre estas técnicas el concepto de *FIFO* “*First In, First Out*”, “Primero en entrar, primero en salir” es la primordial debido al envejecimiento que pueden tener algunos de los materiales, es aquí donde se encuentra otro problema involucrado al proceso de transporte de llanta verde, los racks de transporte son llenados de abajo hacia arriba, lo que hace que la primera llanta en ser almacenada es la última tanto en lubricarse como vulcanizarse. Es verdad que el tiempo en que esta llanta pasa en almacenamiento no puede deteriorar ningún material o parte de la misma, pero si rompe las pautas de trabajo de la planta. Es por esta y las razones anteriores mencionadas que un mejoramiento en el proceso de transporte de llanta verde PLT radial se vuelve imprescindible dentro de la planta.

### **3.2 Personal de planta involucrado en el proceso de transporte de llanta verde**

El proceso de transporte de llanta verde PLT radial se ve involucrado dentro de tres procesos fundamentales en la elaboración de un neumático, los mismos que dependen del correcto funcionamiento del transporte de llanta verde. Los procesos involucrados son: construcción, lubricación y vulcanización.

Dentro de estos procesos el personal que está a cargo del proceso de transporte de llanta verde son:

- ✓ Ayudante de Construcción: Son las personas encargadas de transportar los racks de llanta verde hacia el área de lubricación y acarrear un rack vacío desde las zanjas de vulcanización hacia su respectiva constructora. Existe un ayudante para cada constructora.
- ✓ Lubricador o “Pinchador”: En lubricación existen cuatro personas divididas de la siguiente manera:

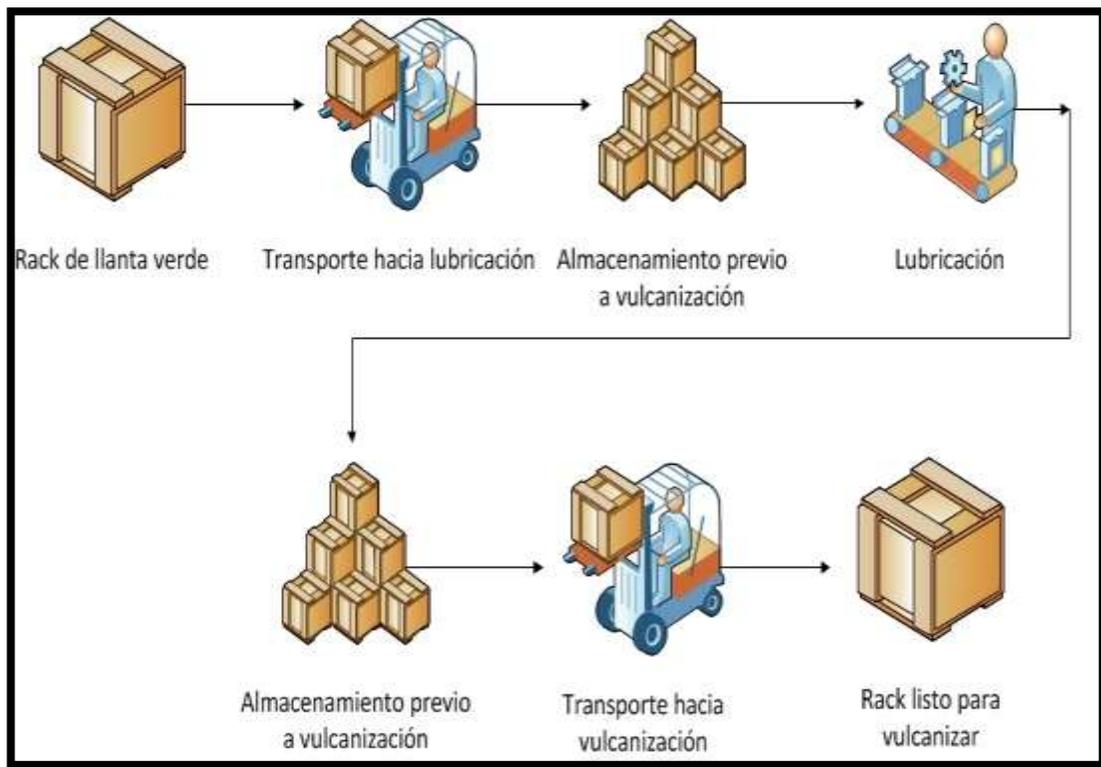
- Dos personas se encargan de lubricar todas las llantas que lleguen y almacenarlas en el área destinada.
- Una persona es la encargada de llevar el rack móvil hacia la prensa.
- La última persona es conocida como “pinchador” y es el encargado de reparar llantas verdes antes de vulcanización.

### **3.3 Descripción del proceso actual de transporte de llanta verde**

El proceso de transporte de llanta verde nace desde las constructoras, una vez lleno el rack de transporte, con la ayuda de un carro eléctrico éste es trasladado al área de vulcanización en donde es almacenado momentáneamente hasta su lubricación. A continuación uno de los lubricadores toma un rack de llanta verde para lubricar una a una cada llanta. Acabado este proceso el rack móvil es almacenado en un área específica hasta ser llevado hacia la prensa respectiva para su vulcanización. Finalmente el proceso termina el momento en el que el rack móvil es dejado en la prensa asignada para su vulcanización.

En la siguiente imagen se muestra el proceso de transporte de llanta verde dentro de la planta.

**Figura 46. Diagrama del proceso de transporte.**



Fuente: Autor.

### 3.4 Tipos de racks para llanta verde PLT radial.

La planta cuenta con racks móviles o carros metálicos utilizados para poder transportar y almacenar llanta verde PLT radial, estos varían tanto en su capacidad como en sus dimensiones y forma. A continuación detallaremos cada uno de estos carros.

#### 3.4.1 Rack móvil para pasajero (16 llantas).

Este tipo de racks son usados para el transporte de llantas de pasajero. Éstas van desde el aro 13 hasta el aro 17. Su capacidad es para transportar 16 llantas distribuidas en cuatro pisos de cuatro llantas cada uno. En total la planta cuenta con 27 racks de este tipo. El área que ocupan los mismos es de  $1.97\text{m}^2$  cada uno, es decir en la planta todos los racks ocupan un área de  $115.97\text{m}^2$ . En la siguiente imagen observamos un ejemplo de este tipo de racks.

**Figura 47. Rack 16 llantas pasajero.**



Fuente: Autor.

### **3.4.2 Rack móvil para pasajero (20 llantas).**

Este tipo de racks son usados para el transporte de llantas de pasajero en los mismos aros antes mencionados. Estos racks pueden transportar 20 llantas distribuidas en cinco pisos de cuatro llantas cada uno. En total la planta cuenta con 16 racks de este tipo. El área que ocupan los mismos es de  $2.82\text{m}^2$  cada uno, es decir en la planta ocupan un área de  $45.06\text{m}^2$ . En la siguiente imagen observamos un ejemplo de este tipo de racks.

**Figura 48. Rack 20 llantas pasajero.**



Fuente: Autor.

### 3.4.3 Rack móvil para pasajero (24 llantas).

Este tipo de racks son usados para el transporte de llantas de pasajero en los mismos aros antes mencionados. Estos pueden transportar 24 llantas distribuidas en tres pisos de ocho llantas cada uno. En total la planta cuenta con 5 carros de este tipo. En cuanto al área que ocupan los mismos es de  $3.40\text{m}^2$  cada uno; es decir en la planta ocupan un área de  $17\text{m}^2$ . En la siguiente imagen observamos un ejemplo de este tipo de racks.

**Figura 49. Rack 24 llantas pasajero.**



Fuente: Autor.

### 3.4.4 Rack móvil para pasajero (32 llantas).

Este tipo de racks son usados para el transporte de llantas de pasajero en los mismos aros antes mencionados. Estos racks pueden transportar 32 llantas distribuidas en cuatro pisos de ocho llantas cada uno. En total la planta cuenta con 7 racks de este tipo. El área que ocupan los mismos es de  $3.30\text{m}^2$  cada uno; es decir en la planta ocupan un área de  $23.07\text{m}^2$ . En la siguiente imagen observamos un ejemplo de este tipo de racks.

**Figura 50. Rack 32 llantas pasajero.**



Fuente: Autor.

### **3.4.5 Rack móvil para pasajero (16 llantas).**

Este tipo de racks son usados para el transporte de llantas de camioneta las cuales van desde el aro 14 hasta el aro 17. Estos racks pueden transportar 16 llantas distribuidas en cuatro pisos de cuatro llantas cada uno. En total la planta cuenta con 27 racks de este tipo. En cuanto al área que ocupan los mismos es de  $3.58\text{m}^2$  cada uno; es decir en la planta ocupan un área de  $96.76\text{m}^2$ . En la siguiente imagen observamos un ejemplo de este tipo de racks.

**Figura 51. Rack 20 llantas camioneta.**



Fuente: Autor.

### 3.4.6 Rack móvil para camioneta (20 llantas).

Este tipo de racks son usados para el transporte de llantas de camioneta en los mismos aros antes mencionados. Estos pueden transportar 20 llantas distribuidas en cuatro pisos de cinco llantas cada uno. En total la planta cuenta con 15 racks de este tipo. El área que ocupan los mismos es de  $2.82\text{m}^2$  cada uno; es decir en la planta ocupan un área de  $42.24\text{m}^2$ . En la siguiente imagen observamos un ejemplo de este tipo de racks.

**Figura 52. Rack 20 llantas camioneta.**



Fuente: Autor.

### 3.4.7 Rack móvil para camioneta (24 llantas).

Este tipo de racks son usados para el transporte de llantas de camioneta en los mismos aros antes mencionados. Estos pueden transportar 24 llantas distribuidas en tres pisos de ocho llantas cada uno. En total la planta cuenta con 3 racks de este tipo. El área que ocupan los mismos es de  $5.68\text{m}^2$  cada uno; es decir en la planta ocupan un área de  $17.03\text{m}^2$ . En la siguiente imagen observamos un ejemplo de este tipo de racks.

**Figura 53. Rack 24 llantas camioneta.**



Fuente: Autor.

En el Anexo #4 podemos encontrar el último inventario de racks móviles para transporte de llanta verde PLT radial y la capacidad de cada uno de ellos. En el Anexo #5 se detallan las medidas de cada rack junto con el área total que ocupan.

### **3.5 Áreas de almacenamiento de racks móviles de llanta verde PLT radial.**

Dentro de la planta los racks móviles ocupan un área específica dentro de cada proceso involucrado, empezando desde el espacio que ocupan en el área de construcción pasando por lubricación y almacenamiento hasta vulcanización en donde se encuentran áreas destinadas a los racks en cada prensa. A continuación detallaremos las áreas que actualmente son reservadas para los racks de llanta verde.

En cada constructora existe un área de  $4.02\text{m}^2$  destinada para los racks móviles lo que al existir en las doce constructoras nos da un área de  $96.48\text{m}^2$ . En el proceso de lubricación se tiene dos espacios para los racks móviles los mismos que poseen un área total de  $6.06\text{m}^2$ .

Para el almacenamiento de los racks se han destinado algunas áreas específicas en distintos puntos de la planta. En la Imagen 53 observamos el espacio de almacenamiento para los racks con llantas verdes lubricadas el mismo que posee un área total de 325,33m<sup>2</sup>, mientras que en la Imagen 54 se ve otra zona, la cual fue habilitada recientemente y cuenta con un área de 130.88m<sup>2</sup>.

**Figura 54. Área de almacenamiento de racks móviles.**



Fuente: Autor.

**Figura 55. Nueva área de almacenamiento de racks.**



Fuente: Autor.

Para el proceso de vulcanización cada prensa cuenta con un área destinada para dos racks móviles, uno para cada cavidad, la misma que es de  $4.02\text{m}^2$ . La zanja D cuenta con 26 espacios de almacenamiento de racks distribuidos dos para cada prensa, mientras que las zanjas E y F cuentan con 14 y 18 espacios respectivamente. El total de espacios utilizados para almacenamientos de racks móviles en el área de vulcanización es de 58 lo que nos da un área de  $233.16\text{m}^2$ . En la siguiente figura observamos un ejemplo del espacio destinado para cada rack.

**Figura 56. Espacio para racks en vulcanización.**



Fuente: Autor.

Como resumen del análisis a las áreas utilizadas para almacenamiento de los racks dentro de la planta, podemos decir que el área total destinada para los racks es de  $791.91\text{m}^2$  distribuida como se mencionó anteriormente.

### **3.6 Ubicación de constructoras de llanta verde PLT Radial.**

Como se mencionó en el Capítulo 1, dentro de la planta de Continental Tire Andina se encuentran instaladas 12 constructoras de llanta verde PLT radial. Las constructoras se encuentran agrupadas dentro de Planta PLT ubicadas indistintamente a su número de

identificación el cual va de 1 a 12, esto se debe a la expansión que la planta ha ido teniendo y a la reubicación de las mismas.

En la figura 57 se observa cómo están distribuidas las constructoras dentro de la planta.

### **3.7 Ubicación de lubricadoras para llanta verde PLT radial.**

Las máquinas de lubricación se encuentran ubicadas de tal manera que sea accesible para todas las constructoras, su ubicación busca disminuir tiempos en el transporte de llanta verde. Para lubricar una llanta se utiliza dos máquinas las cuales son abastecidas por las constructoras.

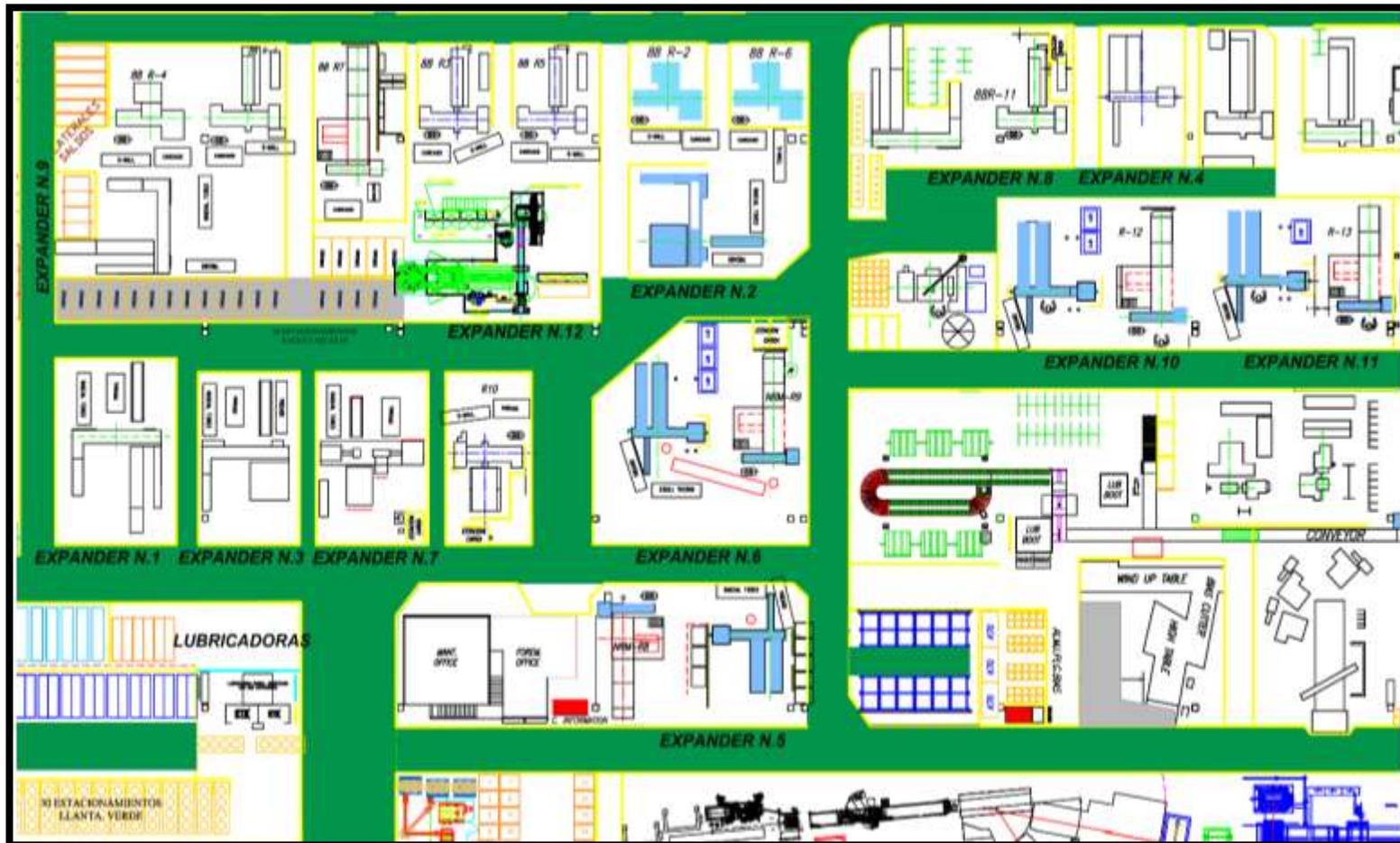
En la figura 57 podemos observar el *layout* de ubicación de las lubricadoras en relación a las constructoras.

### **3.8 Ubicación de zanjas de vulcanización para llanta verde PLT radial.**

Para vulcanización de llanta verde PLT radial se utilizan 40 prensas (una prensa está conformada por dos cavidades) las cuales agrupadas se las denomina zanjas de vulcanización, actualmente existen 3 zanjas destinadas a este proceso, la zanjas D, E y F.

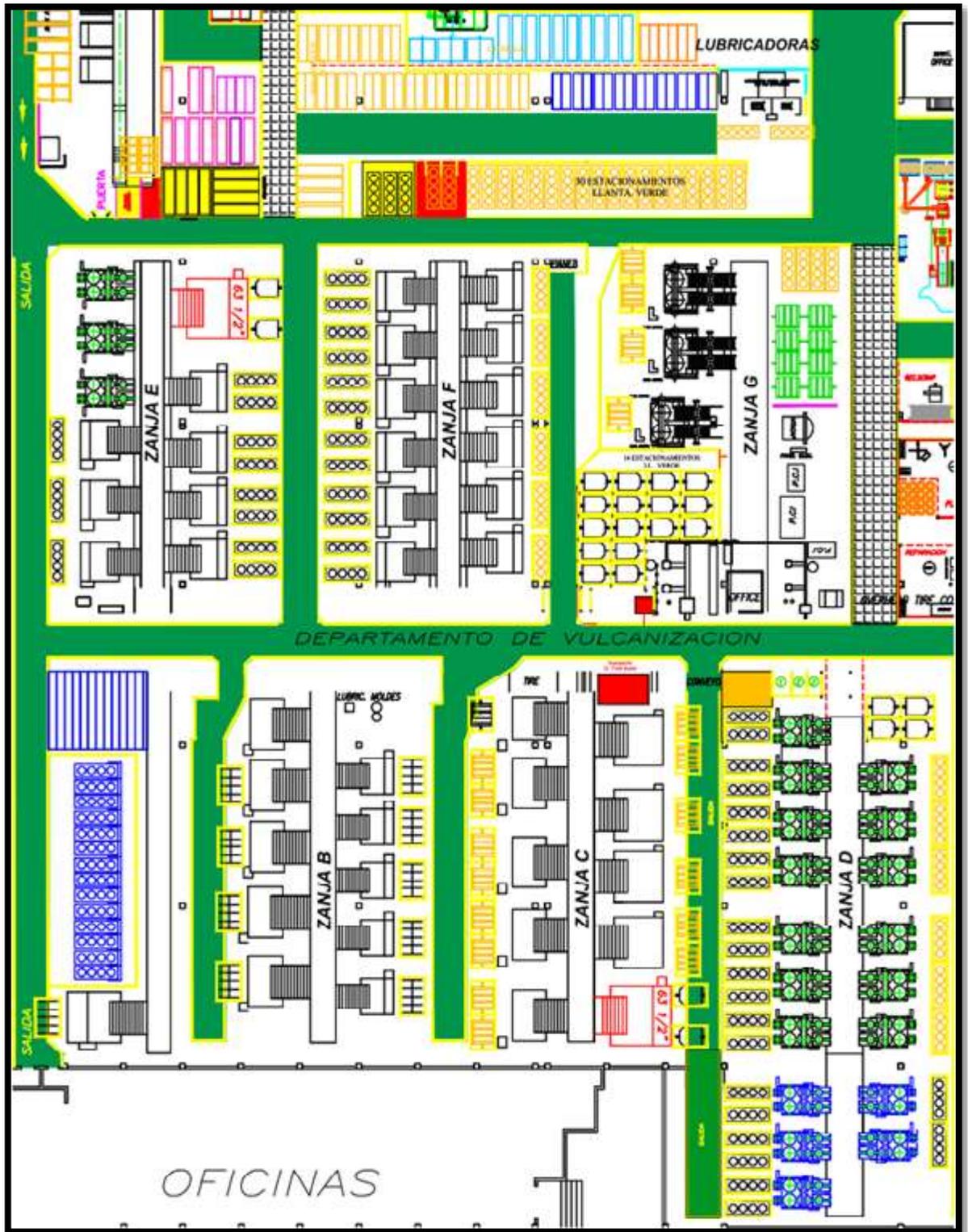
En la figura 58 podemos observar el *layout* en el que se detalla la ubicación de las tres zanjas de vulcanización dentro de la planta.

Figura 57. Layout de constructoras y lubricadoras.



Fuente: Autor.

Figura 58. Layout de distribución de Zanjas de Vulcanización.



Fuente: Autor.

### **3.9 Rutas utilizadas en el proceso de transporte**

En el proceso de transporte de los racks de llanta verde, las rutas a seguir tanto por los ayudantes de las constructoras como de las lubricadoras, se encuentran bien establecidas en hojas de trabajo conocidas en la planta como “SOS” por sus siglas en inglés de *Standard Operation Sheet* o en español conocida como Hoja de Operación Estándar. Estas hojas sirven para agilizar el trabajo de los obreros, mantenerlo bajo un estándar y reducir los tiempos de movimiento de material.

El problema radica en que los ayudantes y lubricadores no se rigen a las “SOS” y transportan los racks móviles a conveniencia propia, lo que hace que aumenten los tiempos de transporte y provoquen caos en los pasillos por donde se movilizan los racks.

En el Anexo #6 podemos encontrar un ejemplo de “SOS” de un ayudante de *expander*. Estas hojas de operación estándar existen para cada uno de los puestos de trabajo dentro de la planta.

#### **3.9.1 Rutas de transporte de llanta verde hacia lubricación.**

En la Figura 59 podemos observar las rutas estandarizadas que deben seguir los ayudantes de *expander* hacia el área de lubricación. Las rutas fueron establecidas de acuerdo a la posición en la que se encuentran las máquinas constructoras teniendo en cuenta que no influyan en las operaciones del resto de máquinas ni generen inconvenientes a la hora de transportar los racks.



### 3.9.2 Rutas de transporte de llanta verde hacia vulcanización.

En la Figura 60 de igual manera que en el punto anterior podemos observar las rutas estandarizadas que deben seguir los lubricadores para transportar los racks desde lubricación hacia el área de vulcanización. Las rutas fueron establecidas de manera que la los racks lleguen a tiempo a las prensas de vulcanización y no se detenga el flujo de producción por falta de llanta verde.

**Figura 60. Rutas de transporte para vulcanización.**



Fuente: Autor.

### 3.10 Toma de tiempos para el control estadístico de procesos.

El fin del uso del control estadístico de procesos es disminuir la variabilidad de los sub procesos involucrados dentro de la operación de transporte de llanta verde. Para ello se tomó en cuenta el flujo de proceso de transporte de llanta verde para ir obteniendo los tiempos de cada sub proceso de manera ordenada. De esta manera podremos con la ayuda de la “Mejora Continua” y la “Teoría de colas” establecer si el método actual utilizado es el adecuado para el flujo de producción de Continental. El número de ciclos a cronometrar se obtuvo definiendo el tiempo unitario de ciclo de la siguiente manera:

**Tabla 6. Tiempo de construcción de una llanta verde.**

<b>Tiempo de Construcción de una llanta verde</b>			
	Construcción 1	Construcción 2	Tiempos Sumados
<b>Aro 13</b>	1,23	1,44	2,67
<b>Aro 14</b>	1,3	1,49	2,79
<b>Aro 15</b>	3,44	1,94	5,38
<b>Aro 16</b>	3,05	2,86	5,91

Una vez determinado el tiempo unitario se ponderó cada uno de los aros con el fin de obtener una media ponderada de ellos. La ponderación se realizó de acuerdo al porcentaje de construcción anual de cada aro y así se fijó el nivel de importancia, consiguiendo los siguientes resultados:

**Tabla 7. Porcentaje de construcción anual.**

<b>Porcentaje de construcción anual</b>	<b>Nivel de importancia*</b>	<b>*Nivel de importancia: 3 más alto y 1 más bajo.</b>
<b>Aro 13 32%</b>	<b>3</b>	
<b>Aro 14 29%</b>	<b>2</b>	
<b>Aro 15 21%</b>	<b>1</b>	
<b>Aro 16 18%</b>	<b>1</b>	

En la siguiente tabla se muestra los valores ponderados junto con la media ponderada del tiempo unitario de ciclo.

**Tabla 8. Tiempo unitario de ciclo ponderado.**

	<b>Tiempos Sumados</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Resultado</b>
<b>Aro 13</b>	2,67	3	8,01
<b>Aro 14</b>	2,79	2	5,58
<b>Aro 15</b>	5,38	1	5,38
<b>Aro 16</b>	5,91	1	5,91
	<b>Media Ponderada (min):</b>		<b>6,22</b>

De la tabla anterior obtuvimos la media ponderada del tiempo unitario de ciclo el mismo que es 6,22 minutos por llanta. Para definir el número de ciclos se tomó la tabla de la empresa “*General Electric Company*” en la que sabiendo que la empresa produce más de diez mil unidades al año y el tiempo unitario es de 6,22 minutos o 0.18 horas se definió que el tamaño de la muestra es de 10 ciclos. La empresa trabaja las 24 horas del día con tres turnos rotativos, por esta razón se definió en 12 los ciclos a cronometrar para así comparar el proceso en cada turno de manera equitativa.

Una vez definido el número de ciclos a cronometrar se procedió a recopilar los tiempos de cada sub proceso y empezar a definir donde se encuentra el principal problema o “cuello de botella” del proceso en análisis. En los puntos a continuación podemos observar los resultados obtenidos.

### **3.10.1 Material en proceso hacia lubricación.**

Una llanta verde empieza a ser transportada desde que el operador de cada constructora llena un rack móvil indistintamente de su capacidad. En este momento los ayudantes de construcción con la ayuda de un carro eléctrico toman el rack y los transportan hacían lubricación por las rutas anteriormente establecidas.

Como se ha mencionado anteriormente existen doce constructoras las cuales a través de su S.O.S. tienen las rutas establecidas hacia el área de lubricación.

A continuación se muestra la tabla de tiempos tomados en el proceso de transporte desde constructoras hasta el área de lubricación.

**Tabla 9. Tiempos cronometrados de transporte desde constructoras.**

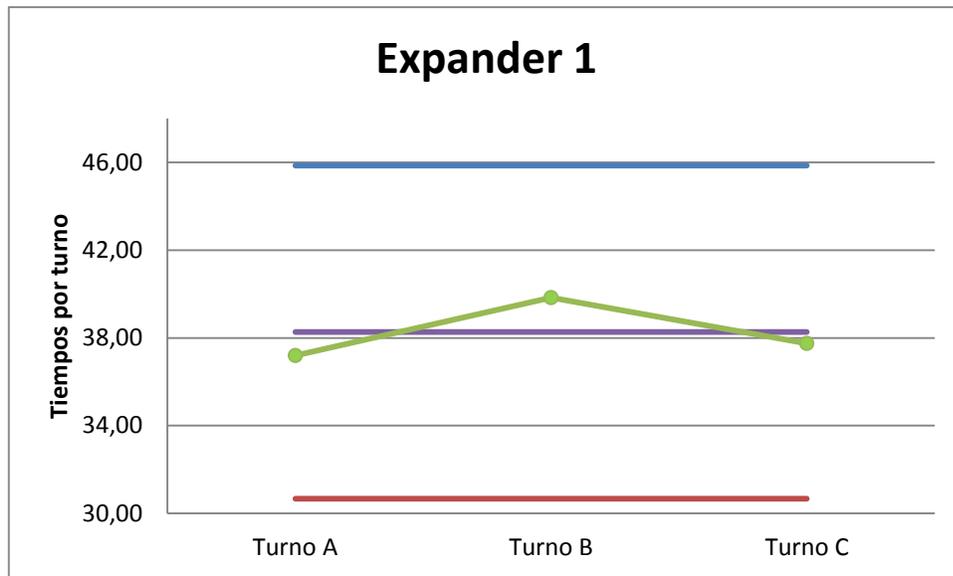
	1				2				3				4																																																										
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																																																							
<b>Expander 1</b>	Turno A	42,12	35,26	35,13	36,30	<b>Expander 2</b>	Turno A	24,66	26,33	22,93	24,12	<b>Expander 3</b>	Turno A	28,23	25,23	27,52	28,95	<b>Expander 4</b>	Turno A	31,49	34,34	30,96	30,91	<b>Expander 5</b>	Turno A	42,61	39,29	39,55	40,50	<b>Expander 6</b>	Turno A	11,64	23,14	19,55	19,78	<b>Expander 7</b>	Turno A	34,50	33,95	33,41	32,87	<b>Expander 8</b>	Turno A	30,43	42,14	28,42	30,24	<b>Expander 9</b>	Turno A	38,39	37,12	34,30	36,39	<b>Expander 10</b>	Turno A	42,93	34,43	36,13	39,38	<b>Expander 11</b>	Turno A	48,44	46,53	41,84	46,53	<b>Expander 12</b>	Turno A	26,87	42,46	29,70	29,30
	Turno B	34,38	44,40	38,97	41,58		Turno B	24,60	24,50	24,40	30,33		Turno B	22,87	28,62	27,14	34,73		Turno B	25,69	30,51	32,84	28,59		Turno B	42,55	39,75	42,10	42,93		Turno B	18,87	19,75	19,60	12,21		Turno B	42,78	39,15	40,97	47,14		Turno B	37,50	26,60	30,70	41,67																								
	Turno C	39,86	35,41	40,50	35,25		Turno C	26,31	26,13	25,95	23,57		Turno C	32,70	31,92	26,00	29,47		Turno C	26,58	29,30	34,10	29,35		Turno C	40,25	42,61	40,66	39,62		Turno C	53,02	42,51	37,50	42,97		Turno C	32,47	42,52	39,21	29,26																														

Para el análisis de los tiempos tomados se utilizó los diagramas “X” de medias de procesos del control estadístico de procesos. Se tomaron los tiempos para cada turno de trabajo de la planta, con el fin de analizar cada turno entre si y así visualizar los tiempos que manejan cada uno. A pesar de que estas rutas ya han sido establecidas, en base a los

tiempos obtenidos nos daremos cuenta de cuales turnos respetan estas rutas y cuáles no, así como el tiempo que pierden al realizar el transporte arbitrariamente.

En los siguientes gráficos se muestran la situación actual de cada constructora.

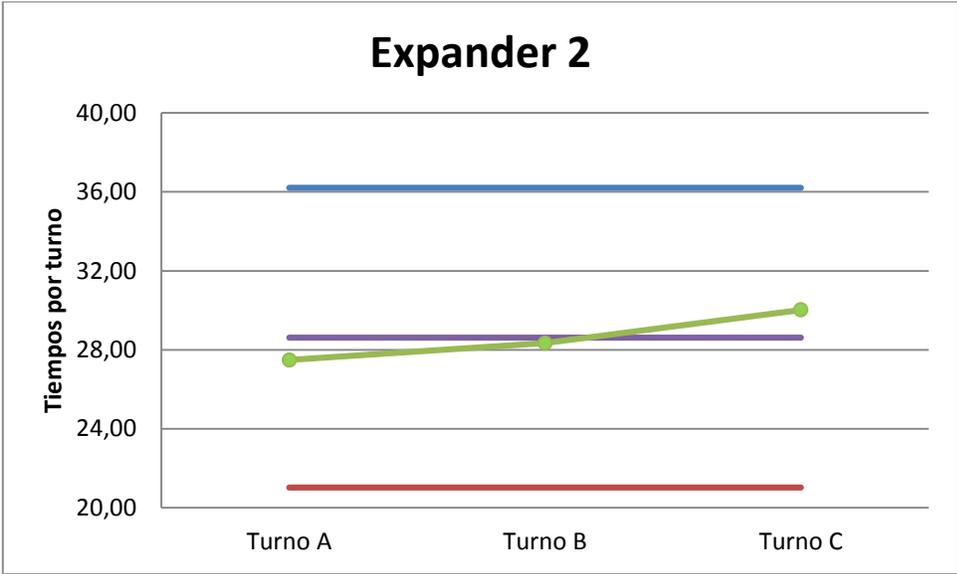
**Figura 61. Tiempos por turno de *Expander* o Constructora 1.**



Fuente: Autor.

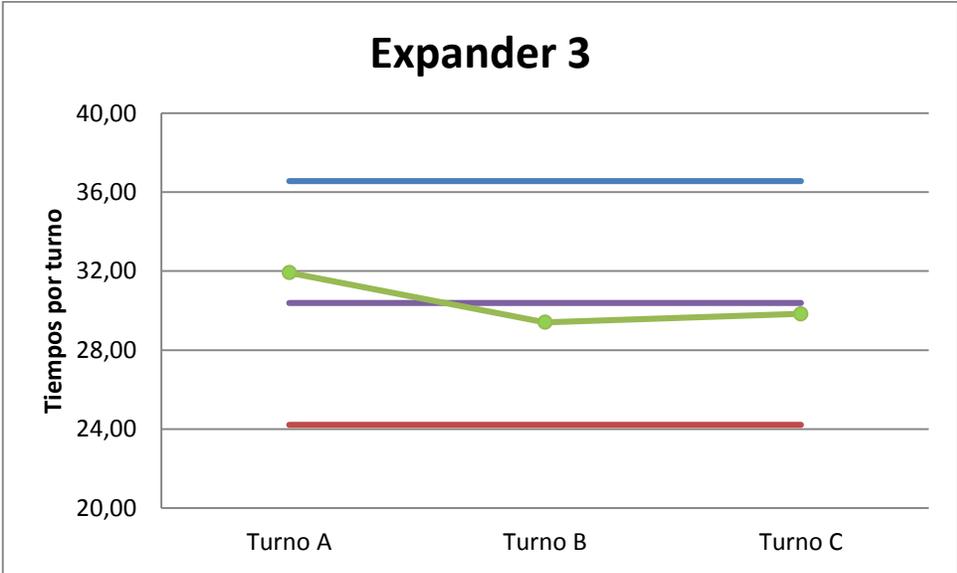
Según el gráfico de la primera constructora podríamos decir que se encuentra bajo control, sin embargo, se observa que cada turno trabaja de manera diferente por lo que se entiende que utilizan diferentes rutas de transporte.

**Figura 62.** Tiempos por turno de *Expander* o Constructora 2.



Fuente: Autor.

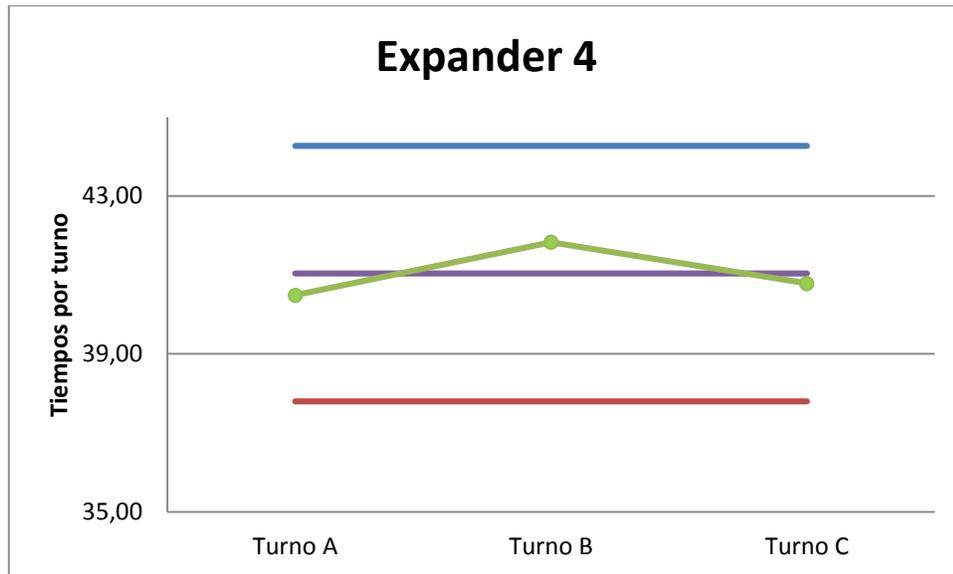
**Figura 63.** Tiempos por turno de *Expander* o Constructora 3.



Fuente: Autor.

En el caso de las constructoras 2 y 3, los tiempos de transporte son más semejantes pero aun así existe variabilidad entre cada turno de trabajo. Esto puede suceder por obstáculos en la ruta de transporte.

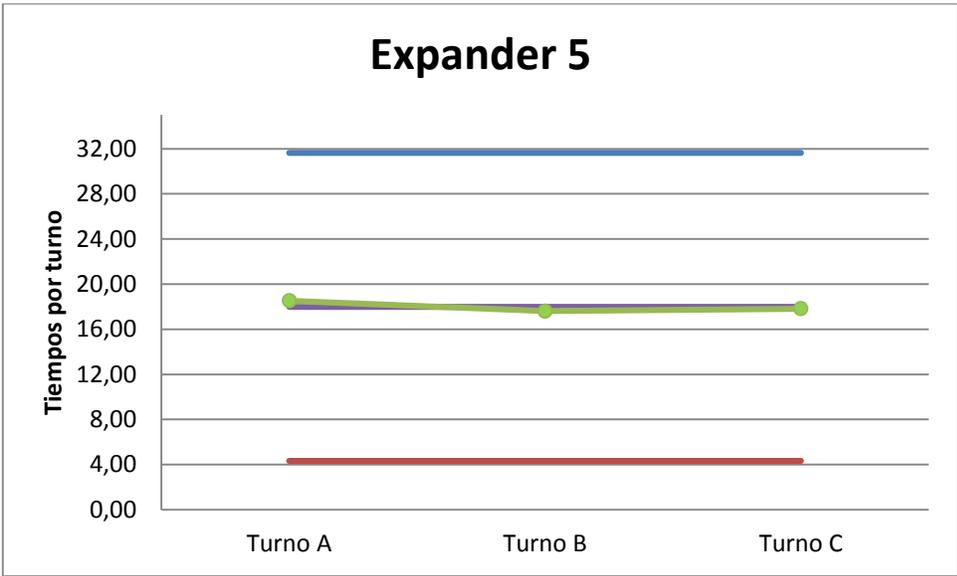
**Figura 64. Tiempos por turno de Expander o Constructora 4.**



Fuente: Autor.

Este caso es evidente la no utilización de la Hoja de Operación Estándar, ya que el turno B tiene un tiempo de transporte alto en relación a los otros dos turnos que son más similares.

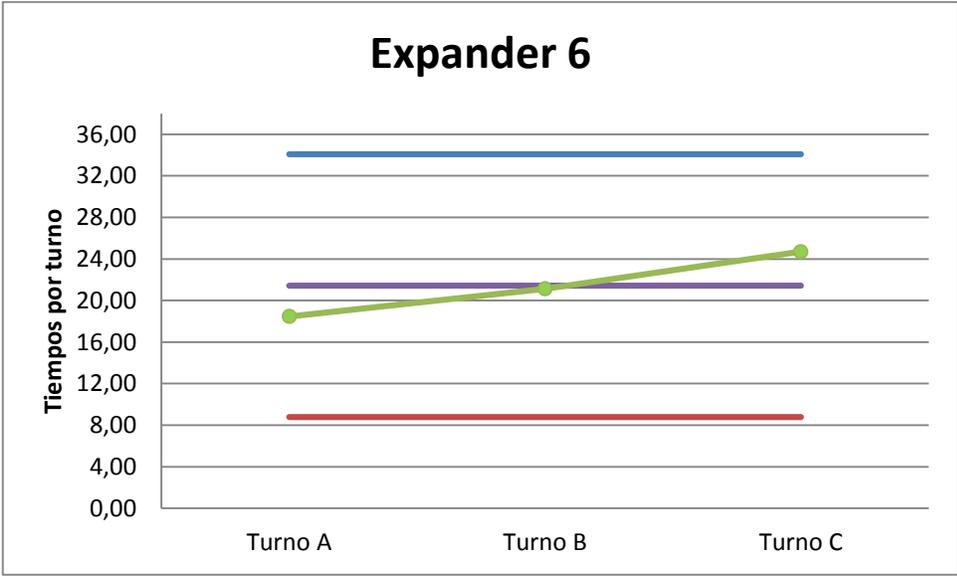
**Figura 65. Tiempos por turno de *Expander* o Constructora 5.**



Fuente: Autor.

En la *Expander 5* se aprecia claramente que los tres turnos utilizan las “S.O.S.” y esto se ve reflejado en los tiempos de cada turno.

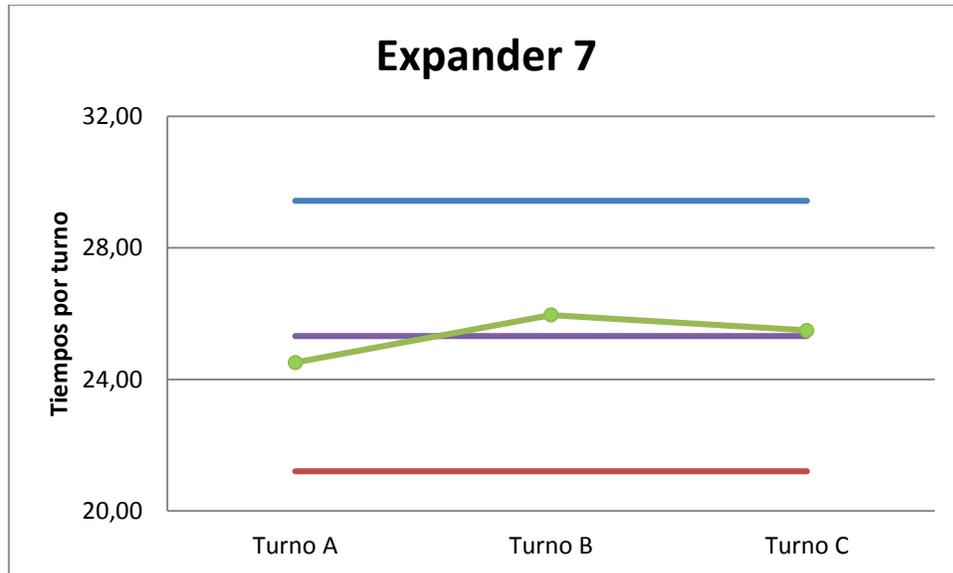
**Figura 66. Tiempos por turno de *Expander* o Constructora 6.**



Fuente: Autor.

En la *Expander 6*, es evidente que los tres turnos utilizan tres rutas totalmente distintas, siendo la más conveniente la utilizada por el turno B.

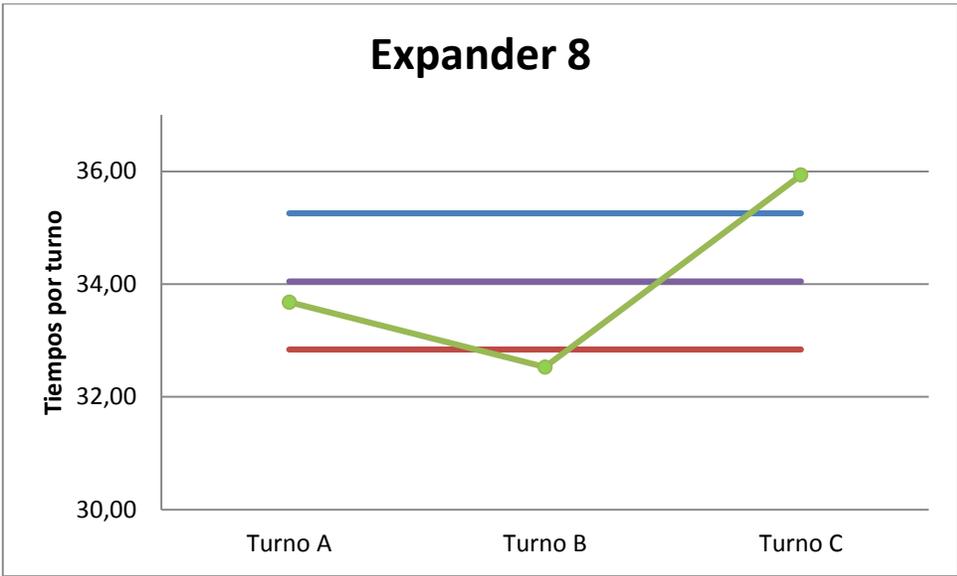
**Figura 67. Tiempos por turno de *Expander* o Constructora 7.**



Fuente: Autor.

Al igual que el gráfico 4 se observa tiempos de transporte en el que dos son similares y uno es mucho menor, por lo que se da a entender que en el Turno A se está respetando la ruta.

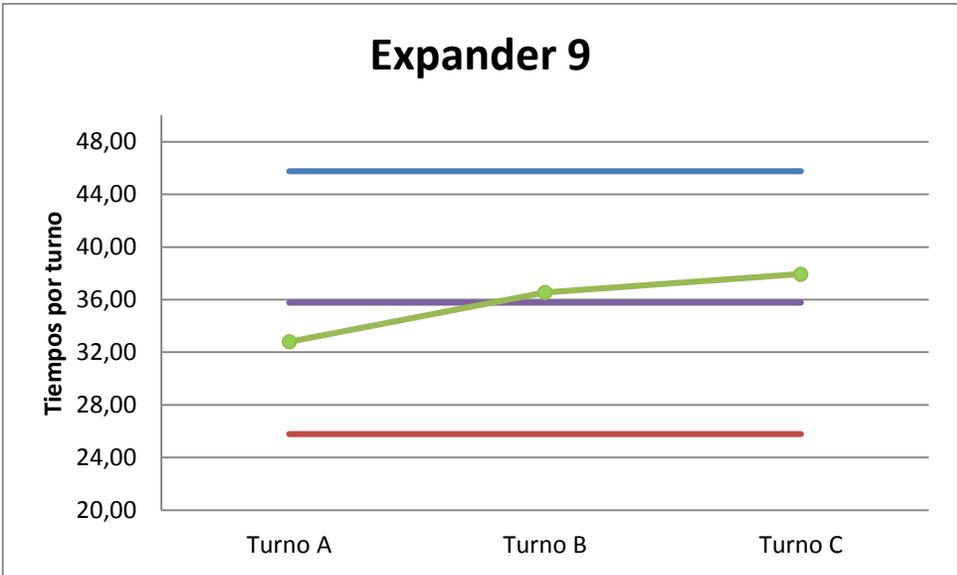
**Figura 68. Tiempos por turno de *Expander* o Constructora 8.**



Fuente: Autor.

Para este caso es notoria aún más la falta de utilización del personal de la Hoja de Operación Estándar lo que hace que no solo los tiempos sean distintos sino el transporte del rack se encuentre fuera de control.

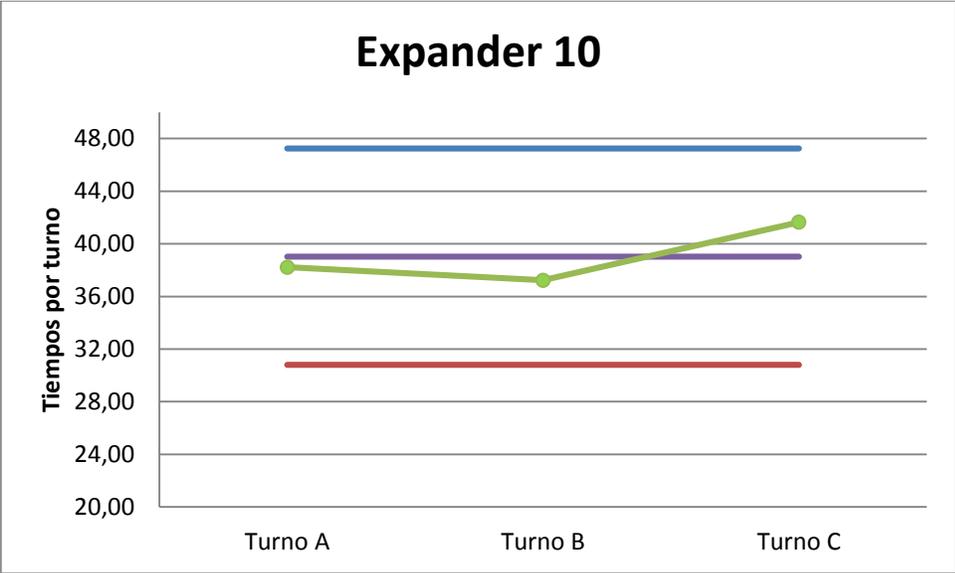
**Figura 69. Tiempos por turno de *Expander* o Constructora 9.**



Fuente: Autor.

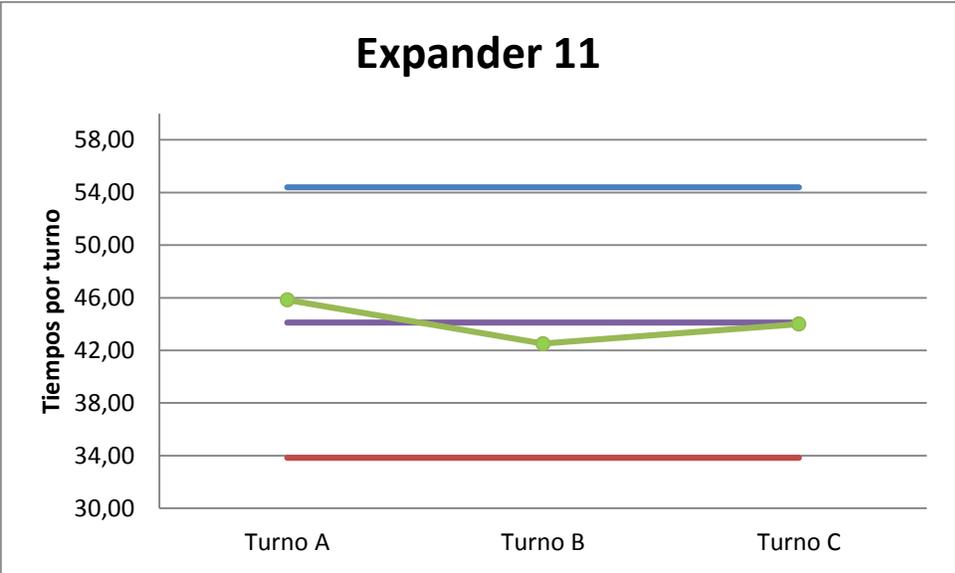
Al igual que en la *Expander 6*, en este gráfico se evidencia la utilización de rutas distintas de transporte.

**Figura 70. Tiempos por turno de *Expander* o Constructora 10.**



Fuente: Autor.

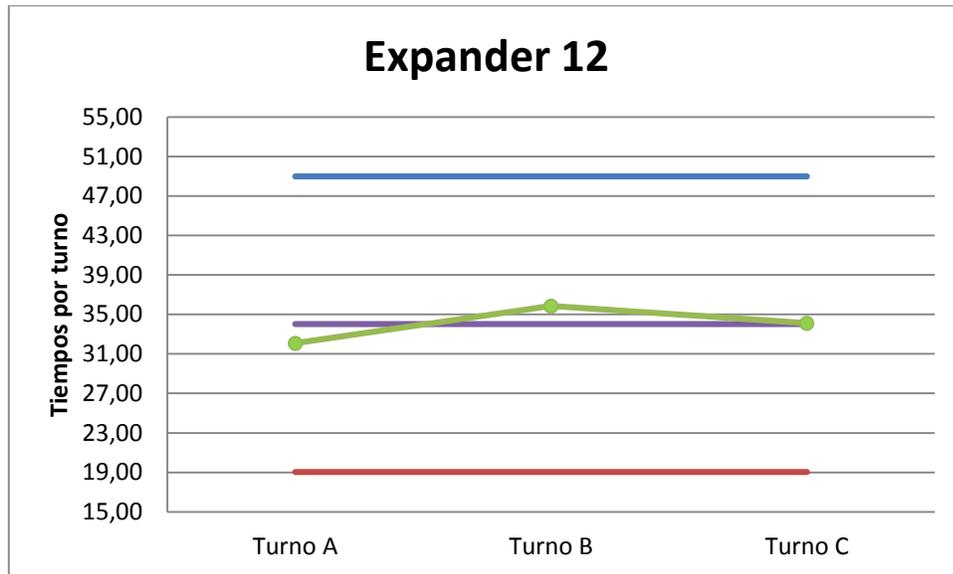
**Figura 71. Tiempos por turno de *Expander* o Constructora 11.**



Fuente: Autor.

En las figuras 10 y 11 se puede apreciar la variabilidad existente en estas dos rutas, dos turnos son muy semejantes y sobresale uno que lo hace en mayor tiempo. Como se ha indicado anteriormente, esto es resultado de no respetar las rutas establecidas.

**Figura 72. Tiempos por turno de *Expander* o Constructora 12.**



Fuente: Autor.

De igual manera que los gráficos anteriores la variabilidad de los tiempos de los tres turnos es común, en este caso son un poco más similares entre sí.

Como resumen del análisis realizado a las rutas de transporte desde las constructoras hacia el área de lubricación podemos destacar la alta variabilidad que existe entre los turnos de trabajo dentro de una misma, si bien en los gráficos muestran procesos “bajo control” en alguno de los casos, en otros son demasiado notorios la falta de estandarización que existe y la no utilización de las “S.O.S.”. Debemos tener presente que al no respetar las rutas establecidas los tiempos se elevan por obstáculos que encuentran en los callejones, espacios angostos para el paso de los racks y más inconvenientes que se presentan en el día a día por no regirse a las Hojas de Operación Estándar.

### 3.10.2 Tiempos de lubricación por llanta.

La lubricación de llantas PLT radial puede ser de dos tipos, para pasajero o para camioneta. En el proceso de lubricación como ya se mencionó, existen dos máquinas lubricadoras, las cuales son activadas por el operador de la máquina según el tipo de llanta a lubricar.

Los tiempos que se manejan para la lubricación van desde los 5 hasta los 15 segundos. Se tiene que tomar en cuenta que el proceso de lubricación aumenta su tiempo por el trabajo del operador al tomar una a una las llantas del rack y devolverlas posteriormente en el mismo rack.

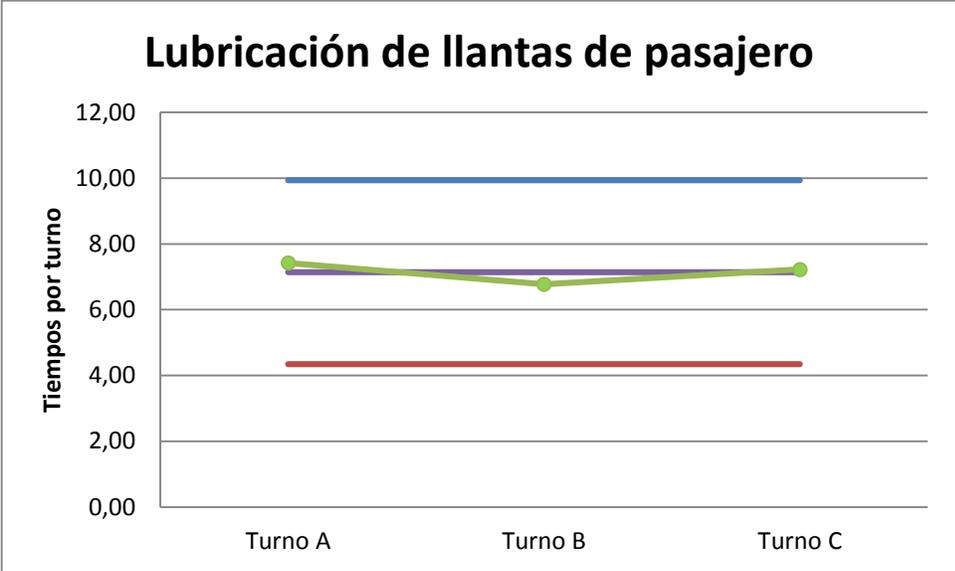
En la tabla a continuación se muestran los tiempos en segundos, obtenidos de los tres turnos de trabajo.

**Tabla 10. Tiempos de lubricación de llantas.**

Lubricación de llantas pasajero					Lubricación de llantas camioneta				
	1	2	3	4		1	2	3	4
<b>Turno A</b>	5,11	9,81	6,91	7,91	<b>Turno A</b>	8,22	8,31	8,40	8,54
<b>Turno B</b>	7,25	6,40	7,36	6,60	<b>Turno B</b>	9,40	8,73	8,15	8,12
<b>Turno C</b>	8,63	6,45	6,72	7,21	<b>Turno C</b>	9,81	9,29	8,36	7,49

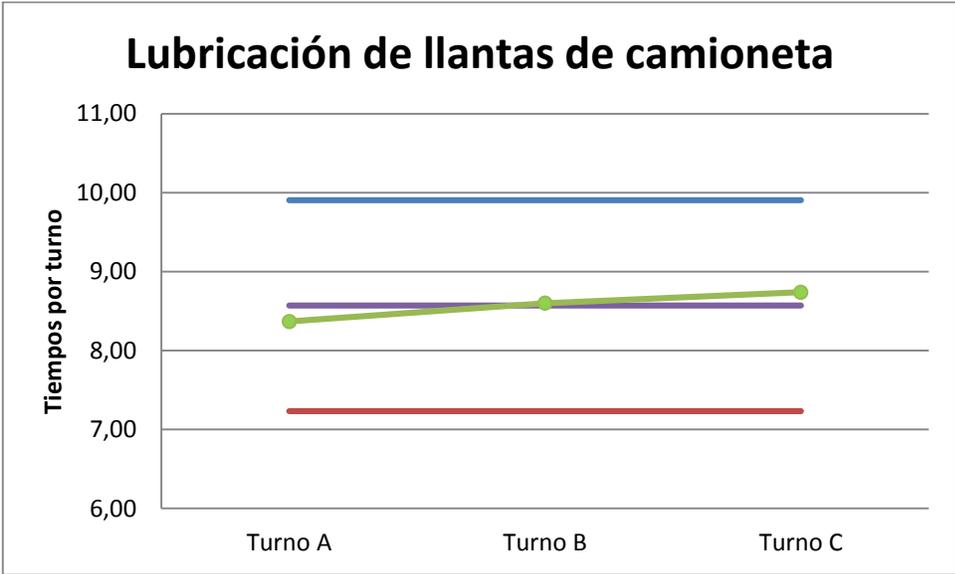
En los siguientes gráficos se puede observar la situación actual de este proceso tanto para lubricar llantas de pasajero como de camioneta.

**Figura 73. Tiempos de lubricación de llanta de pasajero.**



Fuente: Autor

**Figura 74. Tiempos de lubricación de llanta de camioneta.**



Fuente: Autor

Como se ve en las figuras 13 y 14, la variabilidad en esta parte del proceso es mínima ya que éste es semi-automatizado. El trabajo del operador es opacado por las máquinas lubricadoras. En resumen, este sub proceso está bajo control y servirá de guía para la propuesta de mejora en el siguiente capítulo.

### 3.10.3 Tiempo de material en almacenamiento.

Una vez que las llantas han sido lubricadas, el tiempo que permanecen almacenadas va a depender de la producción de la planta en ese momento y la necesidad de cada prensa. En esta parte del proceso si bien los tiempos de almacenamiento van a depender de cómo se encuentre el ritmo de producción, se tiene que tomar en cuenta que la metodología de trabajo “Primero en entrar, primero en salir o FIFO” no es aplicada ya que los ayudantes se llevan los racks con llanta verde a vulcanización indistintamente del orden en el que las llantas fueron lubricadas y muchas de las veces los racks con llanta verde permanecen estacionados por tiempos prolongados que pueden ser de hasta una hora o más.

A continuación se muestra la tabla con los tiempos cronometrados en el que los carros permanecieron almacenados hasta ser llevados a las zanjas de vulcanización. Los tiempos se encuentran en minutos.

**Tabla 11. Tiempo de almacenamiento de racks después de lubricación.**

Almacenamiento después de lubricación				
	1	2	3	4
<b>Turno A</b>	1,42	22,10	16,23	8,42
<b>Turno B</b>	4,27	4,33	18,37	71,34
<b>Turno C</b>	14,46	0,56	22,01	10,32

### 3.10.4 Tiempos de material en proceso hacia vulcanización.

Esta es la parte final del proceso de transporte de llanta verde; en el cual una persona de lubricación se encarga de llevar un rack con llanta verde lubricada hacia la prensa que la

requiera. La variabilidad en esta parte del proceso es reducida debido a que la distancia existente entre las lubricadoras y las zanjas de vulcanización es más corta que la de las rutas desde las constructoras a las lubricadoras.

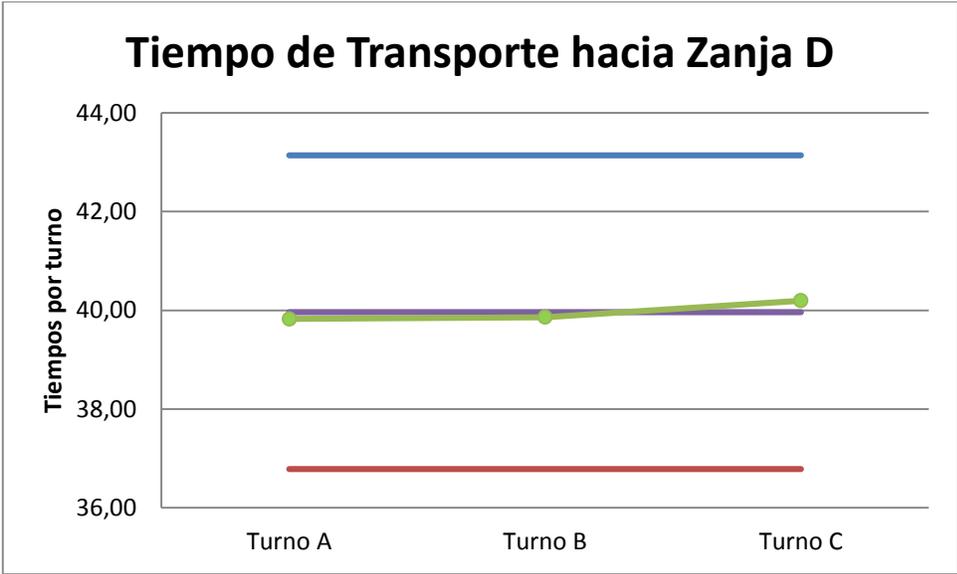
Cada zanja posee prensas de vulcanización a cada lado de la misma, por lo que en los tiempos cronometrados se tomó en cuenta los dos lados de la zanja. Se debe tener dos consideraciones para los tiempos de este sub-proceso; no existen tiempos estándar ni de referencia y, se consideró el punto medio de la zanja como arribo a la misma (Ver imagen 60). En la siguiente tabla se muestran los tiempos en segundos cronometrados.

**Tabla 12. Tiempos de transporte a zanjas de vulcanización.**

<b>Transporte de racks hacia Zanja D</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Turno A</b>	42,05	40,08	39,87	37,30
<b>Turno B</b>	39,03	41,09	40,05	39,27
<b>Turno C</b>	39,06	40,86	39,29	41,57
<b>Transporte de racks hacia Zanja E</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Turno A</b>	29,46	22,16	33,45	23,65
<b>Turno B</b>	31,54	20,18	24,16	29,17
<b>Turno C</b>	28,76	33,78	22,19	24,01
<b>Transporte de racks hacia Zanja F</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Turno A</b>	24,06	13,06	11,10	23,57
<b>Turno B</b>	12,87	23,87	14,36	22,17
<b>Turno C</b>	23,98	12,04	21,56	13,78

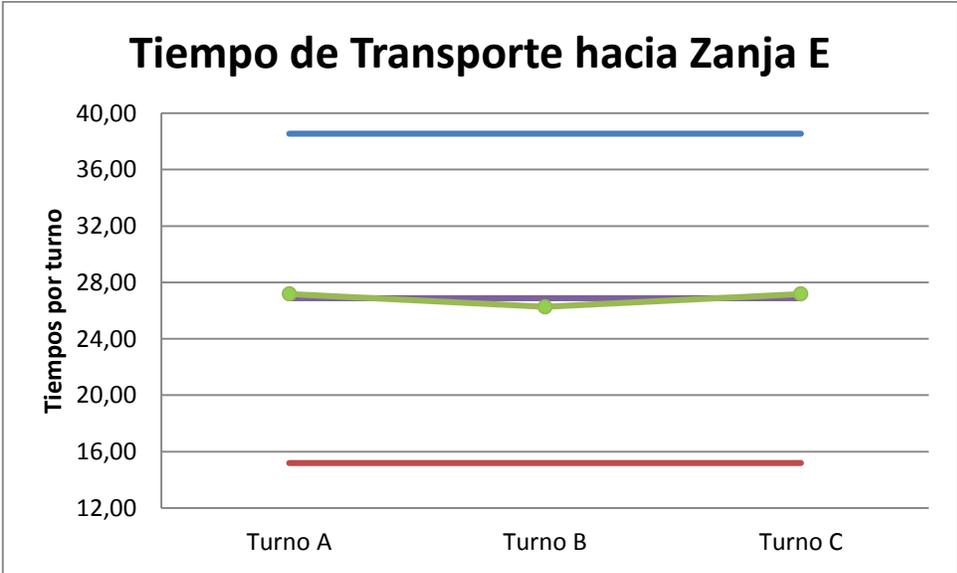
En los gráficos a continuación se presentan los tiempos que tarda un rack móvil en llegar a cada zanja de vulcanización.

Figura 75. Tiempos de transporte hacia Zanja D.

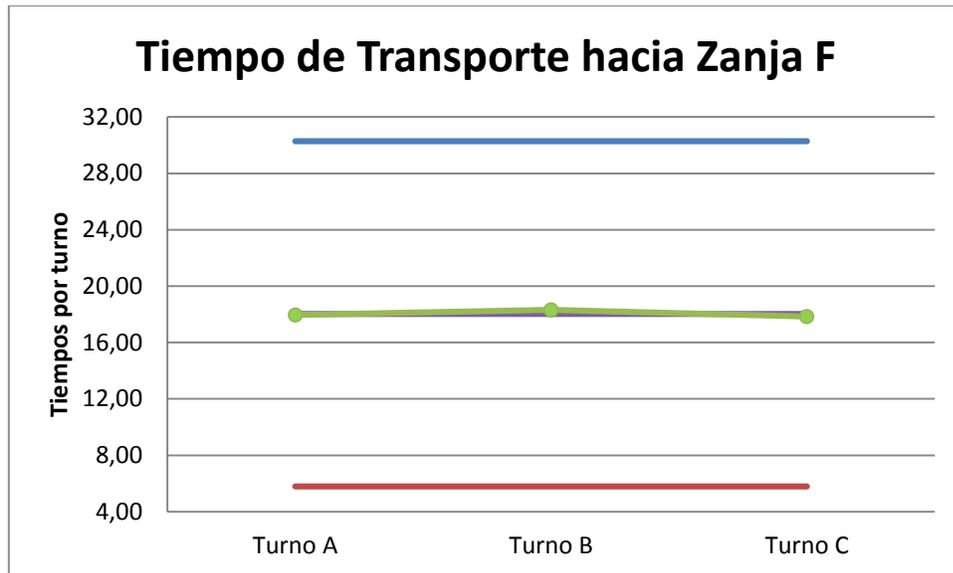


Fuente: Autor.

Figura 76. Tiempos de transporte hacia Zanja E.



Fuente: Autor.

**Figura 77. Tiempos de transporte hacia Zanja F.**

Fuente: Autor.

Como se puede observar en los tres gráficos anteriores, en esta parte del proceso los tiempos son muy similares ya que no existe variabilidad y las rutas utilizadas por los diferentes turnos de trabajo son las mismas. Esto se debe a que en estas rutas no existen opciones para que los ayudantes escojan por donde transportar los racks.

### **3.11 Análisis de la situación actual a través de la Teoría de Colas.**

Para el análisis de la situación actual a través de la teoría de colas se tiene que tener presente que ninguna de las tres zanjas de vulcanización involucradas tiene un aro definido de trabajo, es decir, pueden producir cualquier tipo de aro (13, 14, 15, 16) esto va a depender del molde que se monte en cada prensa. Para este análisis dividiremos al proceso en dos partes; la primera es el transporte desde constructoras hacia lubricación y la segunda será desde lubricación hasta vulcanización.

#### **3.11.1 Transporte desde construcción hacia el área de lubricación.**

En esta parte del proceso de transporte lo que se tiene en teoría es un modelo de cola "M/D/1". En donde la llegada de llanta verde es atendida a través de una política de F.I.F.O. (First In, First Out) primero en entrar, primero en salir. Este caso es aplicable ya

que la planta trabaja sin descanso por lo que se tiene una cantidad infinita de llantas a lubricar. Los tiempos de lubricación como se mencionó anteriormente varían de una llanta a otra y son independientes entre sí, pero su tasa promedio es conocida.

A continuación se muestra la nomenclatura y el análisis de la situación de este proceso:

$\rho$  : Factor de utilización del sistema.

$\delta$  : Tasa de arribo de llantas por unidad de tiempo.

$\mu$  : Tasa de servicio, numero promedio de clientes servidos por unidad de tiempo.

$Wq$ : Tiempo promedio que una llanta permanece en la cola.

$Lq$ : Número de llantas promedio esperando en la cola.

$Ws$ : Tiempo promedio que la llanta permanece en el sistema (espera más servicio).

$Ls$ : Numero promedio de llantas en el sistema.

$Po$ : Probabilidad de que el sistema quede vacío.

$Pn$ : probabilidad de que exista un número específico de clientes en el sistema.

La tasa promedio de arribo ( $\delta$ ) es de 3 llantas por minuto, las mismas que arriban indistintamente desde las constructoras, la tasa promedio de servicio ( $\mu$ ) es de 4 llantas por minuto, en base a esta información obtenemos:

$$\rho = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ Porcentaje de sistema ocupado } 75\%$$

$$Wq = \frac{3}{4(4-3)} = 0.75 \text{ min.}$$

$$Ws = \frac{1}{4-3} = 1 \text{ min.}$$

$$Lq = \frac{9}{4(4-3)} = 2.25 \text{ llantas en cola.}$$

$$L_s = 3(1) = 3 \text{ llantas en el sistema.}$$

Como resumen de esta primera etapa en análisis, salta a la vista que el sistema permanece ocupado en gran parte de su tiempo, teniendo la misma cantidad de llantas en cola que las que arriban. En el siguiente capítulo se plantea una posible solución a este inconveniente.

### **3.11.2 Transporte desde lubricación hacia vulcanización.**

Por otro lado el transporte hacia vulcanización presenta otro modelo de cola; “M/M/2” es decir una cola con dos servidores. Este caso es aplicable a esta parte del proceso ya que las racks forman una cola y son llevados a las prensas de vulcanización según vayan quedando libres. La teoría de este modelo de colas busca de igual manera que el modelo anterior la aplicación de la política F.I.F.O.

La tasa promedio de arribo ( $\delta$ ) es de 32 llantas por hora a cada prensa de vulcanización, cada prensa como se indicó en puntos anteriores cuenta con dos cavidades siendo su tasa promedio de servicio ( $\mu$ ) de 8 llantas por hora por prensa.

El análisis de esta etapa del proceso se vuelve complejo debido a que la cantidad de llantas que arriban por hora es mayor a la cantidad de llantas que se vulcaniza por la misma unidad de tiempo. Por esta razón no se puede realizar el análisis mediante las formulas planteadas en el punto anterior. Según los datos de arribo y servicio nos proyecta a definir que el proceso de vulcanización se encuentra colapsado, no se cuenta con las prensas necesarias para vulcanización. En el siguiente capítulo se planteará acciones de mejora para solucionar el principal cuello de botella de la planta.

### **3.12 Conclusiones sobre la situación actual.**

Como se ha evidenciado en este capítulo a través del análisis de la situación actual, es evidente que el principal problema recae sobre el espacio físico de la planta y el área que ocupan los racks móviles dentro de la misma y los problemas que a su vez se derivan de esta situación.

Actualmente la empresa busca optimizar el personal dentro de la planta, ya que muchos de los trabajadores realizan trabajos puntuales y poseen tiempo libre o tiempo muerto de sobra, en el caso del transporte de llanta verde desde las constructoras hasta vulcanización se lo realiza por medio de los ayudantes de construcción, quienes pierden tiempo dejando el rack con llanta verde y trayendo uno vacío. En lo que respecta al personal del área de lubricación está sub utilizado para las funciones del puesto y las tareas asignadas. En resumen, lo que concierne al personal involucrado en todo el proceso de transporte se deduce que esta subutilizado y puede ser objeto de reajuste.

El proceso de transporte de llanta verde es sencillo y a pesar de serlo genera grandes inconvenientes a la planta, se definió el área total que ocupan los racks móviles únicamente en la planta siendo ésta de 357.14 m<sup>2</sup> distribuida en diferentes zonas. Las áreas destinadas para estacionar los racks suman un área total de alrededor 543.33m<sup>2</sup>.

A través del control estadístico de procesos se logró demostrar e identificar los problemas que ocurren en el transporte de llanta verde principalmente desde las constructoras hacia lubricación, mientras que el resto de procesos involucrados se muestran bajo control lo que nos sirve como pauta para la propuesta de mejora y guía hacia donde debemos enfocarnos.

En lo que respecta al transporte que involucra a las constructoras y lubricadoras, los tiempos obtenidos muestran anomalías en cada uno de ellos, teniendo como base del problema al personal que realiza esta labor identificado en los tres turnos de trabajo existentes. El problema nace en el irrespeto a las rutas establecidas, esto hace que los tiempos que se manejan en transporte se vean afectados así como el correcto flujo de trabajo por todos los inconvenientes que surgen al realizar el transporte de manera desordenada.

Finalmente el utilizar la “Teoría de Colas” para analizar más a fondo el problema nos ayudó a identificar que otro de los problemas se encuentra en la cantidad de llantas verdes que se producen versus la cantidad de llantas que se vulcanizan, es decir, existe un déficit de prensas de vulcanización, se producen más llanta verde por hora de las que se vulcaniza.

En base al análisis del personal involucrado, el área total utilizada para el almacenamiento de racks, los resultados del control estadístico de procesos y la Teoría de Colas y junto con la ayuda de las “Hojas de Operación Estándar” podremos plantear de mejor manera la propuesta de mejora continua al proceso de transporte de llanta verde PLT radial dentro de la planta.

## CAPITULO IV

### **PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA EN EL PROCESO DE TRANSPORTE DE LLANTA VERDE PLT RADIAL**

Con la información levantada en el capítulo tres sobre la situación actual de la empresa, salta a la vista que el mayor problema con el que nos enfrentamos radica en el espacio físico con el que contamos, el irrespeto de los trabajadores al trabajo estándar establecido y la falta de prensas para vulcanización. Por lo que en este capítulo se presentará una propuesta de mejora continua al sistema de transporte de llanta verde PLT radial, de acuerdo a las necesidades y exigencias del mismo y buscando optimizar los recursos con los que cuenta actualmente la planta.

#### **4.1 Estandarización de rack móviles.**

Los racks móviles se encuentran dispersos por toda la planta y es el principal inconveniente en el proceso de transporte de llanta verde ya que ocupan grandes áreas, generan costos de mantenimiento y presentan dificultad en su maniobrabilidad y transportación.

Es por esto que en esta propuesta de mejora continua se decidió comenzar con la estandarización de los racks de transporte; empezando con su capacidad se propone utilizar racks de 5 pisos con capacidad para 20 llantas (4 llantas por piso) debido a la facilidad de manejo, tamaño y área que ocupan ya que es menor en relación a otros carros que son usados actualmente y estos pueden ser usados para transportar llantas tanto de pasajero como de camioneta.

El material de los carros es otro factor muy importante ya que el peso actual de los mismos dificulta aún más su transporte. Hoy en día se usan carros compuestos de estructuras metálicas con bases de acero. Para la propuesta se proyecta realizarlo en carros contruidos en estructura metálica con pisos de Polietileno de alta densidad, ganando así una mejora en el transporte por la disminución en su peso lo cual nos

brindará una mayor velocidad y facilidad de manipulación en el transporte, además este material nos asegura una reducción del riesgo de accidentes laborales, ya que al ser un material ligero no provoca el mismo daño que el acero.

Entre las características del Polietileno se encuentra la capacidad de mantener las propiedades físicas de los materiales que entren en contacto con el mismo. Al utilizar el armazón metálico se evitará que el polietileno tienda a pandearse y producir daños a futuro.

Las medidas del nuevo rack serán de 3,20m de largo por 0.90m de ancho con una altura de 2,20m incluido las bases con un peso aproximado de 150 kg. En la siguiente imagen podemos observar la propuesta del modelo del rack móvil.

**Figura 78. Propuesta de nuevo rack móvil.**



Fuente: Autor.

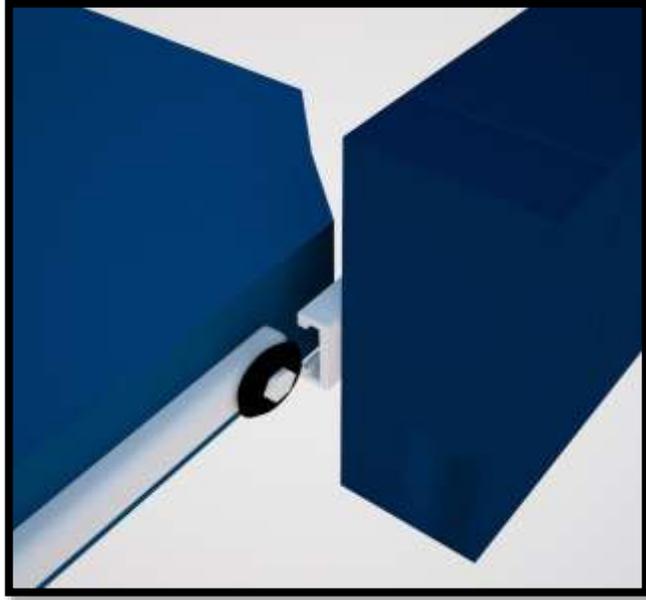
Por otro lado, una vez que los carros se van llenando de llanta verde, teniendo en cuenta que este paso lo realizan de abajo hacia arriba, el momento de lubricar y vulcanizar se vuelve un tanto molesto y dificultoso por el peso de cada base del rack, si bien las mismas cuentan con resortes metálicos para su movimiento, éstos generan un peligro potencial ya que no sabemos en qué momento las espiras pueden romperse y caer, por lo cual se plantea acondicionar los carros con rieles ancladas a cada extremo de sus bases. Con este sistema lograremos un trabajo más adecuado para los operadores, menos riesgos de accidentes y más agilidad en el proceso ya sea de lubricación o vulcanización. En las siguientes imágenes se muestra el nuevo sistema de movimiento de los pisos del rack móvil.

**Figura 79. Sistema de movimiento de bases de rack móvil.**



Fuente: Autor.

**Figura 80. Sistema de riel anclado para sistema de movimiento propuesto.**



Fuente: Autor.

#### **4.2 Cambio de carros de transporte.**

Como se mencionó en el capítulo anterior, los racks móviles actualmente son transportados por carros eléctricos los mismos que aumentan el área utilizada en la transportación de llanta verde por toda la planta. La evolución del transporte industrial está en auge en lo que a automatización se refiere no solo por las mejores prestaciones que se obtienen sino por los costos de mantenimiento y electricidad que se reducen.

En esta propuesta se analizaron algunas alternativas, tomando en cuenta la infraestructura de la planta, el espacio y el factor económico siendo la alternativa más viable el uso de “AGV’s” (Vehículo de Guiado Automático) o “Automatic Guided Vehicles” por sus siglas en inglés.

La utilización de este tipo de transporte nos brinda mayor fiabilidad y certeza en los tiempos de traslado del material ya que hoy en día son usados en el mundo de la manufactura para el transporte planificado de materiales. Al hablar de AGV hablamos de un sin fin de beneficios para la empresa y los operadores, entre estos tenemos:

- Estandarizar las rutas de transporte.
- Optimizar tiempos de ejecución programados.
- Evitar demoras en el traslado de los racks.
- Reducir errores en el transporte.
- Eliminar incidentes o accidentes laborales.
- Reducir costos de mantenimiento de racks y carros eléctricos.

El modelo de AGV que nos garantice todos estos y más beneficios para la empresa es el mismo que se usa en los hospitales a nivel internacional, ya que estos son utilizados por diversas áreas como; cocina, lavandería, farmacia y más. Su uso nace de transportar objetos en espacios reducidos y donde el movimiento de personal es elevado.

Si bien a nivel hospitalario los AGV's aquí utilizados se guían a través de escáner láser, lo que les permite una mayor autonomía en su movimiento, para el caso de la planta de Continental, por la complejidad que existe en las rutas y la contaminación por el caucho que pudiesen cubrir los escáner laser, la mejor opción es el guiado a través de puntos magnéticos implantados en el piso de la planta que, sumado al peso que genere el rack móvil nos otorgará una mayor adherencia a la ruta sin paralizar el movimiento del AGV.

En la imagen a continuación podemos observar un vehículo AGV utilizado dentro de un hospital.

**Figura 81. Vehículo AGV de uso Hospitalario.**



Fuente: Fuente: Imagen tomada de la página: <http://www.medicalexpo.es/prod/john-bean-technologies-corporation-jbt/vehiculos-autoguiados-hospitales-agv-81064-513406.html>.

Además de lo mencionado anteriormente, los AGV's hospitalarios llegan a poseer una capacidad de carga de hasta 500 kg, según el estándar propuesto de 20 llantas por rack tenemos un peso total de 180 kg (cada llanta tiene un peso de 9 kg) que sumado al peso de la estructura del rack móvil de 150 kg nos da un total de 330 kg por lo que el AGV propuesto cumple con la necesidades y exigencias del proceso y nos brinda una velocidad máxima de 2 m/s programables.

Los AGV's son fabricados según las exigencias y requerimientos del cliente, por lo que para este caso se plantea un modelo con las siguientes especificaciones y características:

- Sistema de navegación a través de puntos magnéticos.
- Capacidad de carga de 500 kg.
- Velocidad máxima de 2 m/s.
- Movimiento bidireccional.
- Sistema alimentado por baterías recargables y desmontable de plomo ácido.
- Escáner de proximidad (Sensores que detendrán el vehículo en caso de detección de objetos o personas alrededor del vehículo).
- Y demás características básicas de un AGV.

El mecanismo propuesto para su anclaje con los racks móviles se basa en los anclajes “Macho-Hembra”, los cuales se encontrarán en la base de los racks así como en los laterales del AGV. Adicionalmente se colocarán en los costados del rack dos arneses para garantizar el anclaje entre el vehículo y el rack móvil. Las imágenes a continuación muestran el modelo de AGV planteado para las exigencias del proceso junto con su mecanismo.

**Figura 82. Modelo de AGV propuesto para la planta.**



Fuente: Autor.

**Figura 83. Panel frontal de vehículo AGV.**



Fuente: Autor.

**Figura 84. Vehículo AGV y rack acoplados.**



Fuente: Autor.

Si bien el movimiento correcto del vehículo AGV es garantizado por su sistema de puntos magnéticos, con el avance continuo de la tecnología y los mecanismos autónomos, se puede en un futuro no lejano realizar el movimiento de los AGV's a través del sistema de RFID (Sistema de identificación por radiofrecuencia) para garantizar aún más el transporte correcto del rack y la precisión en los tiempos de transporte gracias a su sistema de almacenamiento y recuperación de información.

#### **4.3 *Conveyor* de almacenamiento para llantas lubricadas.**

Otra etapa crítica dentro del transporte de llanta verde es el momento en que las llantas son lubricadas y los racks son almacenados indistintamente, sin un orden y en áreas no debidas. Como se ha venido indicando a lo largo de este capítulo, el espacio físico de la planta es limitado y con la cantidad de llantas que son construidas y lubricadas se necesitan cada vez mayores espacios para su almacenamiento por lo que a continuación detallaremos la propuesta de construcción de un *conveyor* o cinta transportadora sin fin para almacenamiento de llantas lubricadas.

En primer lugar se considera la reubicación de las dos lubricadoras existentes con la finalidad de ajustar las mismas al trazado del *conveyor*, es decir, actualmente se encuentran una a lado de la otra lo que limita el trabajo de los operadores en las mismas por lo cual se plantea ubicar las lubricadoras en paralelo ganando así espacio tanto para la recepción de los racks con llanta verde como para el trabajo de lubricación que aquí se realice.

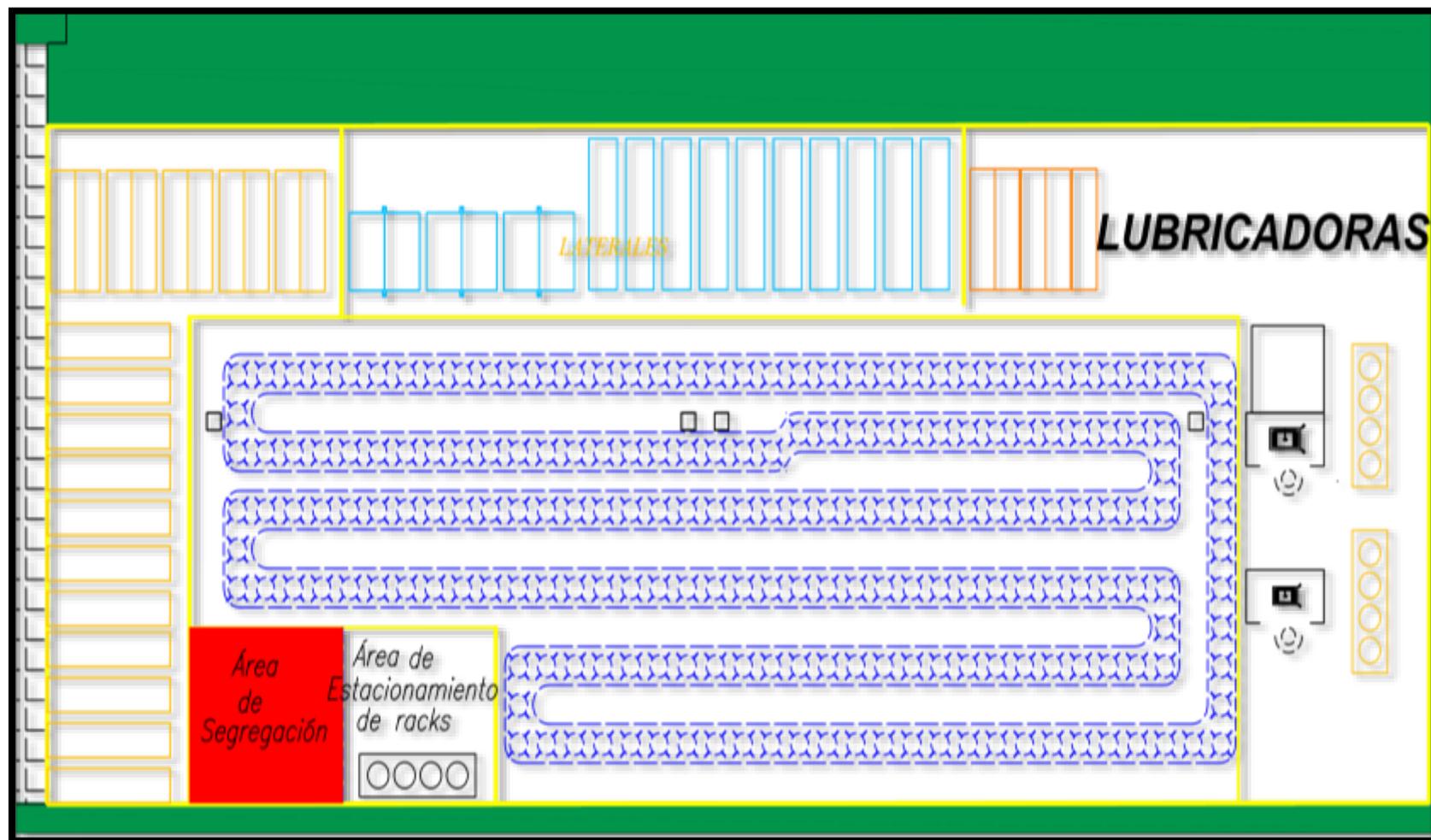
Como fue indicado en el capítulo anterior después de que las llantas son lubricadas existen dos posibles pasos siguientes; los racks son llevados directamente a las zanjas de vulcanización o son almacenados en las áreas indicadas. Para la propuesta de mejora continua, se plantea la construcción del *conveyor* en la misma área ocupada actualmente por los racks de llanta verde lubricada, la misma que reorganizada de mejor manera nos brinda una área de 17,82 m<sup>2</sup> para segregación de llantas, otra área de 17,74 m<sup>2</sup> para estacionamiento de racks de vulcanización y la construcción del *conveyor* con capacidad de 205 llantas aproximadamente.

La finalidad del *conveyor* es organizar de mejor manera el almacenamiento de las llantas ya que a través de los racks no se tienen ningún tipo de orden en el transporte hacia vulcanización, los ayudantes cogen los racks más cercanos indistintamente del orden en el que las llantas fueran lubricadas.

El material a utilizarse para la fabricación del *conveyor* es el mismo polietileno de alta densidad utilizado en los racks móviles por lo que se convierte en una alternativa nada compleja ni costosa. El mecanismo para su movimiento será el mismo que se usa en los aeropuertos, en donde motores colocados a lo largo del *conveyor* harán girar al mismo.

En la figura a continuación se muestra el *layout* de la propuesta del conveyor de almacenamiento, la reubicación de las lubricadoras y las áreas para segregación y estacionamiento de racks. En el anexo 7 encontramos el *layout* a escala del *conveyor*.

Figura 85. *Layout de conveyor propuesto.*



Fuente: Autor.

#### 4.4 Apertura de una zanja de vulcanización.

La propuesta de mejora continua en el proceso de transporte de llanta verde tiene su punto crucial en el aumento de una zanja más de vulcanización para así poder equiparar las llantas producidas versus las llantas vulcanizadas. La necesidad de ampliar el número de zanjas de vulcanización para PLT radial radica en que actualmente se producen más llantas verdes que las que se vulcanizan. Para tener una idea clara del problema, mientras una llanta se vulcaniza, se producen tres llantas verdes.

Con base en la “Teoría de Colas” realizada en el capítulo anterior se plantea aumentar el número de zanjas en la planta con el fin de que no exista acumulación de llanta verde lubricada por toda la planta, ocupando lugares no asignados y generando problemas en las operaciones de la planta como se indica en la Imagen 86, por lo que en la apertura de esta nueva zanja se plantea incrementar 5 prensas con una capacidad total de 10 cavidades más, lo que permitirá disminuir la cantidad de llantas por vulcanizar.

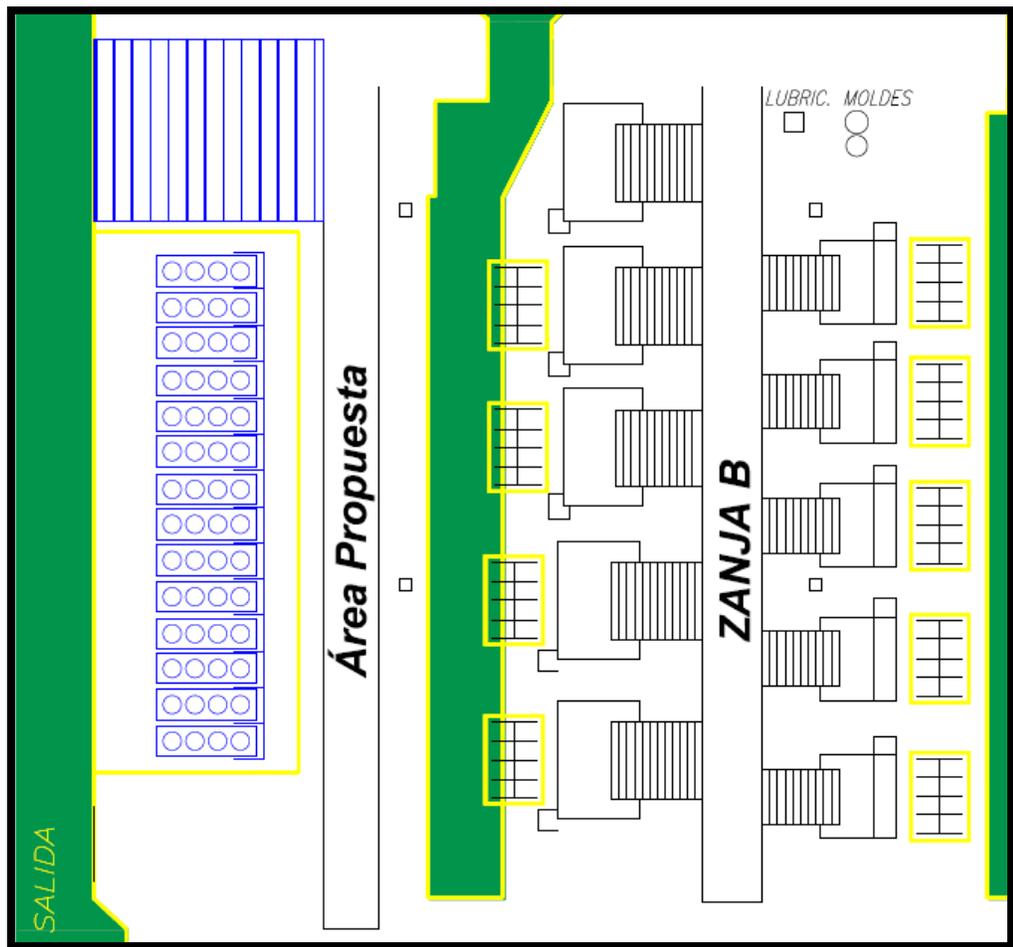
**Figura 86. Desorden de racks después de lubricación.**



Fuente: Autor.

En la Figura 87 se muestra el *layout* del área donde se plantea incorporar la nueva zanja de vulcanización y el uso que se le da actualmente, la misma que es usada para almacenar racks con llanta verde lubricada. Al incorporar los puntos anteriores de la propuesta de mejora esta área quedará obsoleta por lo que se convierte en el lugar ideal para la apertura de la nueva zanja, no solo por esta razón sino por su ubicación, la cual es estratégica para las rutas de transporte y el flujo de operaciones de la planta ya que se encuentra frente a la Zanja E que de igual manera es utilizada para vulcanizar llantas PLT radial y al lado de la Zanja B la cual ya cuenta con la infraestructura de las bandas de transporte para llanta vulcanizada.

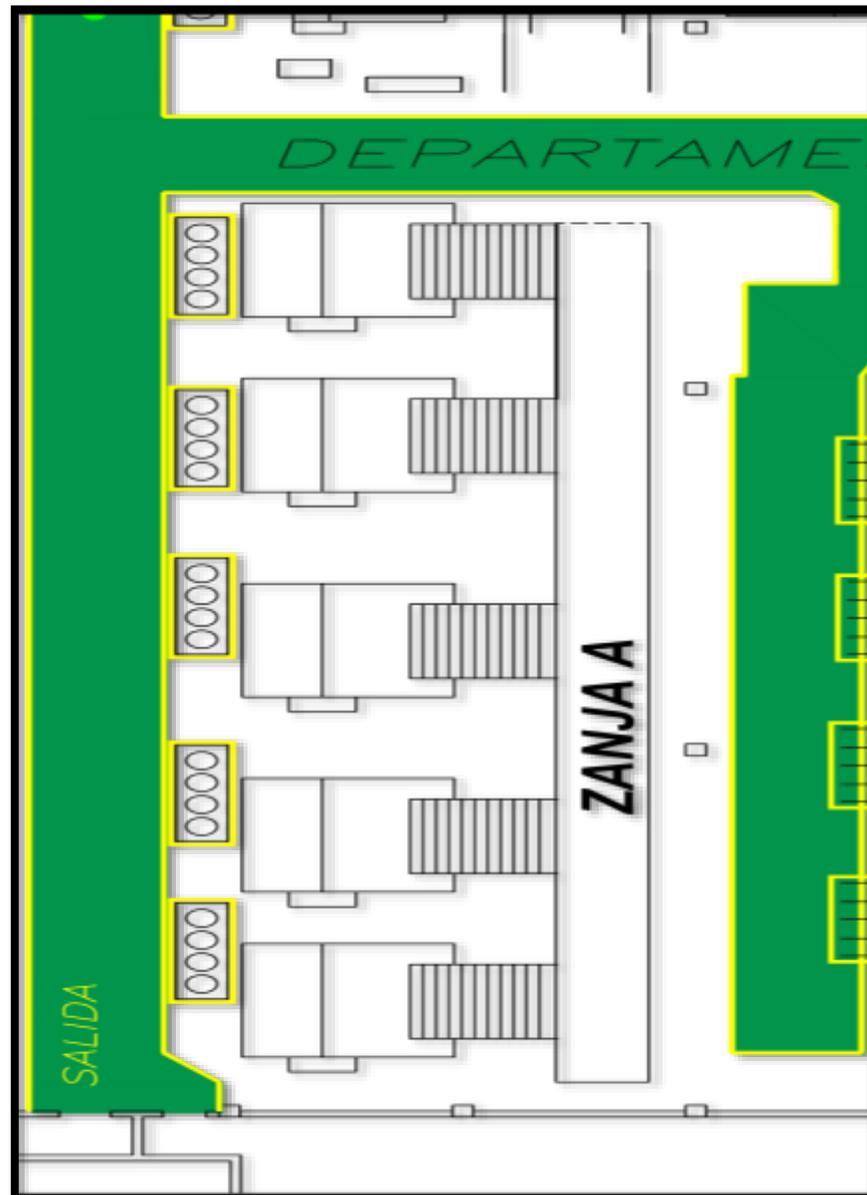
**Figura 87. Área propuesta para nueva zanja de vulcanización.**



Fuente: Autor.

En la figura siguiente se muestra el *layout* de la nueva zanja denominada “Zanja A”. En el anexo 8 se encuentra el *layout* a escala de la nueva zanja de vulcanización.

**Figura 88. Propuesta de Zanja A.**



Fuente: Autor.

En el Anexo 8 se encuentra el *layout* a escala real de la propuesta de apertura de una nueva zanja de vulcanización.

## **4.5 Rutas de transporte.**

Una vez planteados los racks, vehículos de transporte, el *conveyor* de almacenamiento y la nueva zanja de vulcanización podemos precisar las rutas de transporte. El poseer actualmente las “Hojas de Operación Estándar” nos ayuda de manera considerable ya que las mismas serán utilizadas como base para la propuesta de mejora, si bien no van a existir mayores modificaciones en las rutas, si se modificarán las que tengan mayor dificultad el momento de regreso de los AGV's hacia las constructoras o desde las zanjas de vulcanización hacia las lubricadoras.

### **4.4.1 Constructoras a lubricación.**

En el caso de las rutas trazadas desde las constructoras hacia el área de lubricación y viceversa, se debe tener presente que las mismas no influyan con el resto de movimientos y operaciones que se realizan en esta zona, como es el transporte de materiales a constructoras, abastecimiento de materia prima a otros procesos de la planta y más.

Los trabajos que aquí se realicen son mínimos ya que la colocación de las guías magnéticas en el piso de la planta no es nada complicado ni demorado, por lo que no afectaría en el normal desarrollo de las operaciones de la empresa. En la siguiente imagen se observa las rutas de transporte según la propuesta de mejora continua.



#### **4.4.2 Lubricación a zanjas de vulcanización.**

Para esta parte del proceso no se cuenta con rutas establecidas ni tiempos de referencia, para la propuesta de las rutas se tendrá en cuenta el movimiento que existe por los pasillos de estas áreas, los trabajos que aquí se realicen y la facilidad de transporte tanto de ida como de retorno de los racks.

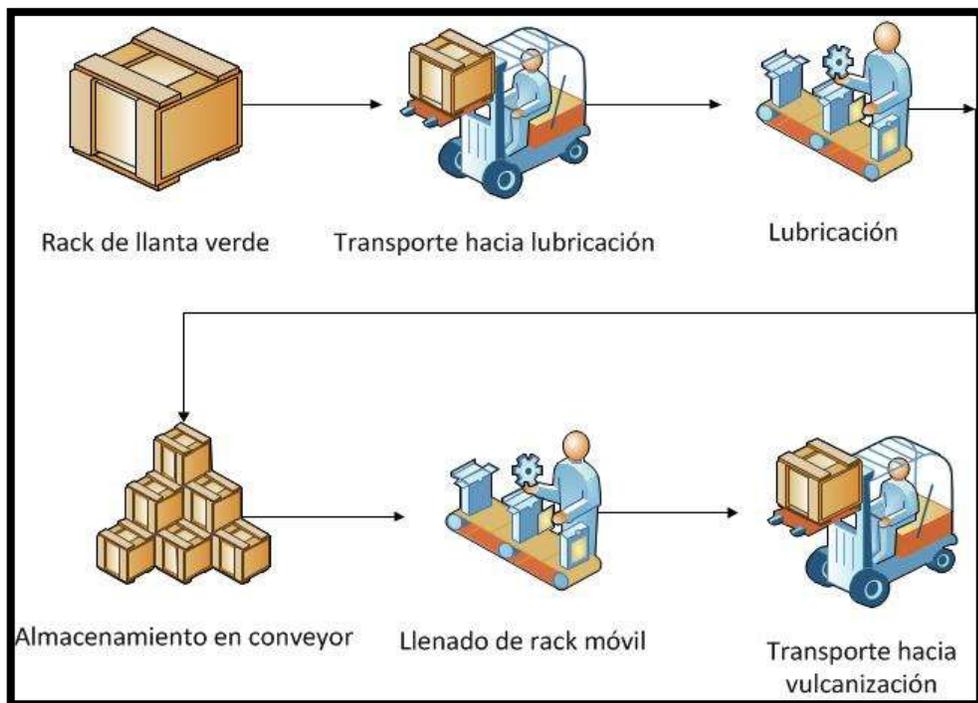
Al igual que en las rutas de las constructoras, los trabajos que aquí se realicen para la implementación de las guías magnéticas son mínimos y no se verán involucrados ni interrumpidos los demás trabajos de esta área. A continuación se muestra en la figura la propuesta de las rutas desde las lubricadoras hacia las zanjas de vulcanización y viceversa.



#### 4.6 Descripción del nuevo proceso de transporte de llanta verde PLT Radial.

Una vez detallada la propuesta de mejora para cada sub proceso involucrado en el transporte de llanta verde PLT Radial como son la estandarización de los racks móviles, la utilización de vehículos AGV, el *conveyor* para almacenamiento, las rutas de transporte y la nueva zanja de vulcanización, el nuevo proceso queda definido de la siguiente manera:

**Figura 91. Diagrama del proceso con la propuesta de mejora continua.**



Fuente: Autor.

A primera vista la descripción del proceso propuesto es similar al actual, pero se tiene que tomar en cuenta que la propuesta de mejora radica en el método de trabajo que se realiza en cada sub-proceso teniendo como objetivo principal el eliminar la variabilidad de los tiempos, aumentar la cantidad de llantas a vulcanizar y evitar el caos del proceso dentro de la planta.

El proceso de mejora planteado es el siguiente:

Cada constructora contará con dos racks móviles y un vehículo de guiado automático (AGV), una vez llenado el rack, el operador activará el AGV para que el mismo se dirija hacia el área de lubricación, mientras que el un rack móvil es transportado hacia lubricación el operador de la constructora empezará a llenar el otro rack asignado hasta que el vehículo AGV retorne de lubricación con el rack vacío.

A continuación el operador de la lubricadora accionará la máquina para lubricar las llantas una a una, ya sea de pasajero o camioneta y las colocará en el *conveyor*, las llantas se irán colocando en la banda transportadora conforme sean lubricadas. Una vez lubricadas todas las llantas del rack, el operador accionará el vehículo para que retorne a su constructora por las rutas programadas.

En el caso de los AGV's para las zanjas de vulcanización, trabajarán de manera distinta, estos pasarán estacionados en puntos específicos en donde los operadores de las prensas los guiarán a su prensa e ingresarán los datos con las especificaciones del tipo de llanta que necesiten, la zanja y prensa respectiva, las mismas que servirán para que el programa del AGV trace las rutas de transporte. Una vez ingresados los datos activarán el vehículo, el cual se dirigirá al área de estacionamiento junto al *conveyor* de llantas lubricadas. A continuación se detalla un ejemplo de ingreso de datos al AGV.

Especificación de la llanta: CONTI POWER CONTACT 175/65 R14

Zanja: D

Prensa: 12

Junto a la banda en el área de estacionamiento de racks una persona se encargará de llenar los racks según las especificaciones que indique el panel de control del AGV, como se indicó en el punto anterior, una vez llenado el rack el operador lo activará y este se dirigirá hacia la prensa que lo solicitó.

De esta manera queda definido el nuevo proceso de transporte de llanta verde PLT radial dentro de la planta de Continental.

#### 4.6 Análisis de colas con la propuesta de mejora continua.

Al igual que en el capítulo anterior, para un correcto análisis de la situación de la planta con la propuesta de mejora, dividiremos en dos partes a este análisis.

##### 4.6.1 Transporte desde construcción hacia el área de lubricación.

El modelo de cola propuesto para esta parte del proceso es “M/M/2”, con las mismas características y datos anteriores como son; la llegada de llanta verde atendida a través de una política de F.I.F.O. (First In, First Out) primero en entrar, primero en salir, tasa promedio de arribo y tasa promedio de servicio.

A continuación se muestra la nomenclatura y el análisis de la situación de este proceso:

$\rho$  : Factor de utilización del sistema.

$\delta$  : Tasa de arribo de llantas por unidad de tiempo.

$\mu$  : Tasa de servicio, numero promedio de clientes servidos por unidad de tiempo.

$Wq$ : Tiempo promedio que una llanta permanece en la cola.

$Lq$ : Número de llantas promedio esperando en la cola.

$Ws$ : Tiempo promedio que la llanta permanece en el sistema (espera más servicio).

$Ls$ : Numero promedio de llantas en el sistema.

$Po$ : Probabilidad de que el sistema quede vacío.

$Pn$ : probabilidad de que exista un número específico de clientes en el sistema.

La tasa promedio de arribo ( $\delta$ ) es de 3 llantas por minuto, las mismas que arriban indistintamente desde las constructoras, la tasa promedio de servicio ( $\mu$ ) es de 4 llantas por minuto, en base a esta información obtenemos:

$$Po = 0,45 \text{ Probabilidad de sistema vacío } 45\%$$

$$Wq = 3 = 0.04 \text{ min. en cola.}$$

$$Ws = \frac{0.87}{3} = 0.29 \text{ min en el sistema.}$$

$$Lq = 0.87 - \frac{3}{4} = 2.25 \text{ llantas en cola.}$$

$$Ls = \frac{12 \times 0.75^2}{1! \times 5^2} \times 0.45 + 0.75 = 0.87 \text{ llantas en el sistema.}$$

Al comparar los resultados de los análisis realizados de la situación actual de la planta, así como de la propuesta de solución planteada es fácil darse cuenta que se puede mejorar el proceso con tan solo la reubicación de los recursos propios de la planta. A continuación se muestra la tabla comparativa de los resultados obtenidos.

**Tabla 13. Tabla comparativa de los resultados de la teoría de colas en las lubricadoras**

	Situación Actual	Propuesta planteada
<b>Probabilidad de sistema desocupado</b>	75%	45%
<b>Tiempo de llantas en cola (min)</b>	0.75	0.04
<b>Tiempo de llantas en el sistema (min)</b>	1	0.29
<b>Número de llantas en la cola</b>	2.25	2.25
<b>Número de llantas en el sistema</b>	3	0.87

#### **4.6.2 Transporte desde lubricación hacia vulcanización.**

Como se indicó en el capítulo anterior, realizar el estudio de colas en esta parte del proceso se vuelve complejo y complicado. El punto de partida es la tasa de arribo promedio de llantas a la prensa de vulcanización, la misma que actualmente es de 48 llantas por hora con una tasa de servicio de 8 llantas por la misma unidad de tiempo. Al estandarizar los vehículos y las rutas de transporte, podemos precisar que a cada prensa arribarán racks con 20 llantas cada 1,5 horas manteniendo su tasa de promedio de servicio.

Esto quiere decir que la tasa de arribo promedio disminuirá de manera considerable gracias a que cada prensa solicitará llantas el momento en que las necesite, no cuando no exista espacio en la planta y se tenga que estacionar el carro en la prensa a pesar de que esté con material en proceso completo.

Inclusive con la propuesta de apertura de la Zanja A la tasa promedio de arribo es mayor a la de servicio. Por esta razón para precisar aún más este análisis se puede realizar una “simulación” del proceso teniendo en cuenta las 5 prensas más con las que contará la planta y definir el número de prensas adicionales que se deberían incrementar para balancear las líneas de construcción, lubricación y vulcanización.

El Capítulo IV tenía como objetivo, el identificar propuestas de mejora al proceso de transporte de llanta verde PLT radial dentro de la planta de Continental, el mismo que se considera alcanzado con todos los puntos anteriormente indicados en los que se proponen alternativas viables y de costo moderado ya que en su mayoría se utilizan recursos propios de la planta y los cuales no paralizaran el ritmo de producción normal de la misma.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Al hablar de la filosofía de mejora continua, nos referimos a un sin fin de campos de trabajo y herramientas para conseguir los objetivos planteados. En el caso del presente trabajo de grado el utilizar las herramientas como el control estadístico de procesos, la “Teoría de Colas”, simulación y más, nos permitió analizar y definir la situación actual de la empresa Continental Tire Andina, la misma que no es nada favorable para los fines de la empresa que busca un crecimiento empresarial y organizacional.

- ✓ La empresa se enfrenta a diversos problemas que frenan su expansión, por lo que una de las finalidades de la propuesta de mejora era determinar el espacio que la planta posee y a su vez pierde con la utilización de racks móviles, ya que, si bien se tiene un inventario de los racks, no se conoce a ciencia cierta cómo estos están trabajando dentro de la planta, es decir, si están siendo utilizados en su totalidad, los gastos que involucran en su mantenimiento y si su uso es el correcto. Recordemos que también existen carros para llantas PLT Bias. Al evaluar el área que ocupan estos dentro de la planta así como el área que destina la planta para almacenarlos, es fácil darse cuenta a primera vista que es un área inutilizada que no está entregando ningún valor a la empresa, sino al contrario se trata de 791.91m<sup>2</sup> perdidos en áreas de almacenamiento.
- ✓ El problema se encuentra no solo en el espacio físico sino en el mal trabajo del personal al transportar los racks por la planta. Es un trabajo que se lo realiza de manera arbitraria y que genera pérdidas y demoras en la planta. Al analizar las rutas y tiempos destinados al transporte, con el control estadístico de procesos fue fácil evidenciar que cada turno de trabajo realiza el mismo de manera distinta y muchas de las veces errónea generando así efectos no deseados dentro de la planta.

En base a los problemas y necesidades de la empresa principalmente lo que se refiere al espacio físico y falta de estandarización del trabajo, se plantearon propuestas de mejora para optimizar las áreas utilizadas por los racks móviles y aprovecharlas en la apertura de una nueva zanja, teniendo en cuenta que otro de los problemas es que se construye más llanta verde que la que se vulcaniza. Los problemas que se derivan del espacio físico, falta de estandarización y de capacidad instalada afectan al flujo de las operaciones de la planta y al ritmo de producción diaria de la misma.

- ✓ El estandarizar los racks no solo genera una mayor versatilidad del trabajo sino ayuda a tener datos más reales de la producción de la planta, cantidad de llantas en proceso y establecer tiempos estándar en los procesos que involucren llanta verde, ya que siempre se va a estar trabajando con la misma cantidad de llantas verdes dentro de un rack. En base a esta propuesta es más sencillo mejorar su sistema de transporte, es decir, eliminar los carros eléctricos y dar un paso hacia mecanismos automáticos como son los vehículos AGV, que para la planta representarán menos costos de energía, ya que hablamos que estos utilizan baterías de mayor duración y son recargables.
- ✓ La propuesta de mejora tiene su auge en la construcción del *conveyor* para llanta verde lubricada y la apertura de la “Zanja A”, debido a que estos dos puntos representan un cambio de grandes proporciones para la planta. Tomando en cuenta que los racks móviles se estandarizaron por constructora y prensa de vulcanización, no se va a tener racks estacionados por toda la planta, creando así áreas suficientes para la construcción tanto de la zanja como del *conveyor*.
- ✓ La utilización de la “Teoría de colas” nos sirvió de pauta tanto para el análisis como para la propuesta de mejora y, a través de la misma puntualizar los resultados obtenidos, los cuales sirvieron para precisar que la propuesta de mejora es viable y sobre todo beneficiosa para la planta de Continental Tire Andina.

Como se dijo en su momento, los problemas no radican en el método de trabajo sino en la variabilidad del mismo. Al trabajar de manera ordenada y estandarizada, contando con un *conveyor* de almacenamiento y una nueva zanja de vulcanización, se podrá disminuir

el nivel de llantas en proceso por toda la planta y se tratará de equiparar el volumen de llantas producidas frente al volumen de llantas vulcanizadas.

## Recomendaciones

La presente propuesta busca mejorar el ritmo de trabajo de la empresa Continental Tire Andina, pero se tiene presente que todo cambio involucra tiempo y esfuerzo por lo que se plantea también ciertas reflexiones que pueden servir de recomendaciones para la planta y sus trabajadores.

- ✓ El trabajo puede ser estandarizado a través de capacitación al personal involucrado en todos los sub procesos del transporte de llanta verde, si no existe una correcta capacitación no se puede esperar resultados favorables.
- ✓ Los racks móviles tienen su control en base a inventarios, sin embargo, el regular su uso a través de las “S.O.S.” (Hojas de operación estándar) y un control por parte de los operadores de construcción y vulcanización, brindará información real y actualizada del ritmo de producción que se tenga en ese momento.
- ✓ Para concluir, actualmente la programación de las constructoras se realiza según los pedidos de clientes, histórico y proyección de ventas y más factores que surgen de un momento al otro, que hace que la programación cambie. Para mejorar esta situación se plantea la utilización de la “Teoría de las restricciones” fijando nuestro cuello de botella en las prensas de vulcanización, se puede programar la producción en base no solo a las ventas y pedidos que se generen sino también al dinero que se obtenga a través de las mismas, ayudando así a minimizar y reducir los inventarios y gastos de operación. La filosofía de esta teoría es aplicable en cada proceso aquí involucrado, la filosofía del “correcaminos” sería de vital importancia aplicarla tanto en las constructoras como en las lubricadoras.

Es así como Continental Tire Andina puede continuar con su expansión utilizando sus propios recursos de una manera correcta, ordenada y sobre todo sincronizada.

## GLOSARIO

**Benchmarking:** Evaluación corporativa.

**Breakers:** pliegos de freno.

**Business team:** Equipos de Trabajo.

**Comercial Vehicle Tires:** Llantas para vehículos comerciales.

**Continental Bussines System:** Sistema de trabajo “Continental”.

**First In, First Out (F.I.F.O.):** Primero en entrar, primero en salir, filosofía de trabajo adoptado en procesos y colas.

**Gemba:** lugar real o lugar de trabajo, hace referencia los lugres donde se trabaja.

**Innerliner:** revestimiento interior.

**Jidoka:** automatización, término de la metodología japonés de *lean manufacturing*.

**Just in time:** Justo a tiempo, sistema de organización de la producción.

**Kaizen:** “cambio a mejor o mejora”, en español hace referencia al mejoramiento continuo, busca alcanzar la calidad total en un proceso de trabajo.

**Kanban:** “Tarjeta, Tablero”, sistema de información para la fabricación de productos necesarios en cantidad y tiempo.

**Layout:** Plano.

**Lean Manufacturing:** “manufactura esbelta”, modelo de trabajo que genera un mayor valor agregado para el cliente.

**Manufacturing Efficiency:** Eficiencia de mano de obra.

**Overall Equipment Efficiency:** Eficiencia de equipos.

**Pasenger & Light truck:** Llantas de pasajero y camioneta.

**Plant Operation Review:** Revisión de Operación de Planta.

**Poka Yoke:** su traducción al español se define como “a prueba de errores”, técnica de calidad para evitar errores.

**Procces Cost:** Costo de proceso.

**Pull:** Halar.

**Quality System Basics:** Sistemas Básicos de Calidad.

**Seiketsu:** Estandarización.

**Seiri:** Clasificación.

**Seiso:** Limpieza.

**Seiton:** Orden.

**Shitsuke:** Disciplina.

**Single Minute Exchange of Die (S.M.E.D):** Cambio de herramienta en un solo dígito de minutos

**Size Achievement:** Volumen alcanzado.

**Standard Operation Sheet (S.O.S.):** Hoja de Operación estándar.

**Stock:** inventario.

**Total Productive Manteince:** Mantenimiento productivo total.

**Toyota Creative Ideas and Suggestions System:** Sistema de sugerencias e ideas creativas de Toyota.

**Toyota Production System:** Sistema de producción Toyota, metodología de trabajo de la empresa “Toyota”.

**Value Stream Mapping:** Mapa de la cadena de valor.

**Variable Headcount:** Personal asignado a producción.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, H. (2009). *Manual de Ingeniería Industrial*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2013, de <http://manualingenieriaindustrial.blogspot.com/2009/10/breve-historia-de-la-mejora-continua.html>
- ANDRADE, I., & Cárdenas, E. (2011). *Seminario sobre TRIZ*. Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- CRUELLES, A. (2012). *Productividad en las tareas administrativas*. Barcelona, España: Marcombo.
- DARGAN, G., Johnson, B., Panchalingam, M., & Straits, C. (2004). *The use of Radio Frequency Identification as a Replacement for traditional Barcoding*. Pittsburgh, Estados Unidos: Carnegie Mellon University.
- FINKENZELLER, K. (2010). *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication*. Hoboken, New Jersey, Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- GARZOLA, M., Malo, G., Torres, D., Machuca, A., Machuca, M., & Vargas, C. (2012). *(ERCO 50 años de Historia)*. Cuenca, Ecuador: Imprenta Monsalve Moreno.
- Guía de la calidad. (2013). *Guía de la Calidad*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2013, de <http://www.guiadelacalidad.com/modelo-efqm/mejora-continua>
- HERNÁNDEZ, G. (2004). *Código de Barras*. Texas, Estados Unidos: Arola Editors.
- HERNÁNDEZ, J. (2012). *Efectos que un ambiente de trabajado basado en facetas de la responsabilidad produce sobre la Mejora Continua: El orden y el cumplimiento de estándares*. Universidad de Navarra, Pamplona, España.
- IMAI, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's competitive succes*. New York, Estados Unidos: Random House Business Division.
- LEFCOVICH, M. ([s.a.]). *Tu Obra UNAM*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2013, de [http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040709173720-1\\_.html](http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040709173720-1_.html)
- MALDONADO, J. A. (2012). *Gestión de Procesos*. Tegucigalpa, Honduras: Seinco.
- MBCES. (2012). *MBCESStore*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2013, de MBCESStore: <http://www.mbcestore.com.mx/codigo-de-barras/>
- MOSCOSO, S., & Maldonado, J. (2012). *Propuesta De Mejora Al Sistema De Logística En La Bodega De Producto Terminado De La Empresa Continental Tire Andina S.A."*. Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- OHNO, T. (1988). *Toyota Production Syztem: Beyond Large-Scale Production*. Portland, Estados Unidos: Productivity Press.

OSADA, T. (1991). *The 5S's: Five Keys to a total Quality Environment*. Tokyo, Japón: Asian Productivity Organization.

Planeta Curioso. (20 de Enero de 2007). *Planeta Curioso*. Recuperado el 5 de Enero de 2014, de <http://www.planetacurioso.com/2007/01/20/%C2%BFcomo-leer-el-codigo-de-barras/>

SARRIÉS, L., & Casares, E. (2008). *Buenas prácticas de recursos humanos*. Tlalpan, México: ESIC.

## ANEXOS

## Anexo 1. Lista de neumáticos PLT Radial elaborados por Continental Tire Andina.

Código de Producto	Medida	Modelo	Marca
GE000126090	165/65 R13	Brillantis-2	BARUM
GE000126130	165/70 R13	BARUM BRILLANT OR57	BARUM
GE000126200	165/70 R13	TL Brillantis-2	BARUM
GE000126560	175/70 R13	BARUM BRILLANT OR57	BARUM
GE000126420	175/70 R13	Brillantis-2	BARUM
GE000126840	185/60 R13	BARUM BRAVURA OR58	BARUM
GE000126850	185/60 R13	Brillantis-2	BARUM
GE000126870	185/70 R13	BARUM BRILLANT OR57	BARUM
GE000126680	185/70 R13	Brillantis-2	BARUM
GE000127710	185/60 R14	BRILLANT OR57	BARUM
GE000127730	185/60 R14	Brillantis-2	BARUM
GE000127740	185/65 R14	BRILLANT OR57	BARUM
GE000127870	185/65	Brillantis-2	BARUM

	R14		
GE000127900	185/65 R14	Brillantis 2	BARUM
GE000127770	185/70 R14	BRILLANT OR57	BARUM
GE000127850	185/70 R14	Brillantis-2	BARUM
GE000127950	185/70 R14	Brillantis 2	BARUM
GE000129500	195/60 R15	BRAVURIS-2	BARUM
GE000129540	195/60 R15	Brillantis 2	BARUM
GE000126520	175/65 R14	CONTI POWER CONTACT 82H	CONTINENTAL
GE000126890	185/60 R14	CONTI COMFORT CONTACT-1	CONTINENTAL
GE000127700	185/60 R14	SPORT CONTACT	CONTINENTAL
GE000127380	185/60 R14	CONTI POWER CONTACT 82H	CONTINENTAL
GE000127750	185/65 R14	SUPER CONTACT	CONTINENTAL
GE000127860	185/65 R14	CONTI POWER CONTACT 86H	CONTINENTAL
GE000129520	185/65 R15	CONTI POWER CONTACT	CONTINENTAL
GE000129460	195/55 R15	CONTI COMFORT CONTACT-1	CONTINENTAL
GE000129510	195/55 R15	CONTI POWER CONTACT 85H	CONTINENTAL

GE000129490	195/60 R15	CONTI POWER CONTACT 88H	CONTINENTAL
GE000129450	195/65 R15	SUPER CONTACT	CONTINENTAL
GE000129410	195/65 R15	CONTI POWER CONTACT 91H	CONTINENTAL
GE000129640	205/55 R16	CONTI POWER CONTACT 91H	CONTINENTAL
GE000227530	225/70 R15	CONTINENTAL VANCO	CONTINENTAL
GE000228200	215/65 R16	CONTI CROSS CONTACT AT	CONTINENTAL
GE000228820	235/60 R16	4X4 CONTACT	CONTINENTAL
GE000228080	245/70 R16	CONTI CROSS CONTACT AT	CONTINENTAL
GE000228000	LT245/75 R16	CONTI CROSS CONTACT AT	CONTINENTAL
GE000228030	255/70 R16	CONTI CROSS CONTACT AT	CONTINENTAL
GE000228060	265/70 R16	CONTI CROSS CONTACT AT	CONTINENTAL
GE000126000	155 R12 77S	AMERI SPORT	GENERAL TIRE
GE000126060	155/80 R12	SPORT II 77S	GENERAL TIRE
GE000126080	165/65 R13	ALTIMAX RT 77T	GENERAL TIRE
GE000126140	165/70 R13	XP2000T	GENERAL TIRE
GE000126150	165/70	ALTIMAX RT 79T	GENERAL

	R13		TIRE
GE000126210	165/70		GENERAL
	R13	ALTIMAX RT	TIRE
GE000126590	175/70		GENERAL
	R13	ALTIMAX RT 82T	TIRE
GE000126570	175/70		GENERAL
	R13	XP2000T	TIRE
GE000126440	175/70		GENERAL
	R13	EVERTREK RT 82T	TIRE
GE000128300	185/60		GENERAL
	R13	ALTIMAX RT	TIRE
GE000126660	185/70		GENERAL
	R13	XP2000T	TIRE
GE000126670	185/70		GENERAL
	R13	ALTIMAX RT 86T	TIRE
GE000126730	185/70		GENERAL
	R13	ALTIMAX RT	TIRE
GE000126690	195/60		GENERAL
	R13	XP2000H	TIRE
GE000126910	205/60		GENERAL
	R13	RS260 86H	TIRE
GE000126920	205/60		GENERAL
	R13	ALTIMAX HP 86H	TIRE
GE000126540	175/65		GENERAL
	R14	XP2000T	TIRE
GE000126530	175/65		GENERAL
	R14	ALTIMAX RT 82T	TIRE
GE000127720	185/60		GENERAL
	R14	XP2000 T	TIRE
GE000127350	185/60		GENERAL
	R14	ALTIMAX HP 82H	TIRE

GE000127400	185/60 R14	CONTIPOWERCON FIFA	GENERAL TIRE
GE000127830	185/65 R14	ALTIMAX RT 86T	GENERAL TIRE
GE000127760	185/65 R14	XP2000T	GENERAL TIRE
GE000127790	185/70 R14	XP2000 T	GENERAL TIRE
GE000127840	185/70 R14	ALTIMAX RT 88T	GENERAL TIRE
GE000129180	195/60 R14	XP2000 H	GENERAL TIRE
GE000129400	P195/75 R14	AMERIPLUS	GENERAL TIRE
GE000126580	P195/75 R14	AMERIG4S	GENERAL TIRE
GE000129190	195/60 R14	ALTIMAX HP 86H	GENERAL TIRE
GE000129580	185/55 R15	ALTIMAX HP	GENERAL TIRE
GE000129590	185/65 R15	ALTIMAX HP	GENERAL TIRE
GE000129430	195/50 R15	XP2000 H	GENERAL TIRE
GE000129480	195/50 R15	ALTIMAX HP 82H	GENERAL TIRE
GE000129610	195/55 R15	ALTIMAX HP	GENERAL TIRE
GE000129470	195/60 R15	ALTIMAX HP 88H	GENERAL TIRE
GE000129530	195/60	CONTIPOWERCON FIFA	GENERAL

	R15		TIRE
GE000129440	195/65	XP2000H	GENERAL
	R15		TIRE
GE000129420	195/65	ALTIMAX HP 91H	GENERAL
	R15		TIRE
GE000129630	205/55	ALTIMAX HP 91H	GENERAL
	R16		TIRE
GE000129600	P225/75	AMERI TECH ST	GENERAL
	R15		TIRE
GE000227300	195 R14	C200 PR 8	GENERAL
			TIRE
GE000227350	195 R14C	C200 PR 10	GENERAL
			TIRE
GE000227360	195 R14C	VANCO-10	GENERAL
			TIRE
GE000227500	LT215/75	GRABBER AT	GENERAL
	R14		TIRE
GE000227490	LT215/75	GRABBER AT2	GENERAL
	R14		TIRE
GE000227610	LT205/75	GRABBER AT2	GENERAL
	R15		TIRE
GE000229960	P205/75	GRABBER SUV	GENERAL
	R15		TIRE
GE000227560	LT215/75	GRABBER AT2	GENERAL
	R15		TIRE
GE000227570	225/70	GRABBER AT	GENERAL
	R15		TIRE
GE000227520	235/60	GRABBER HP	GENERAL
	R15		TIRE
GE000229970	P235/75	GRABBER SUV	GENERAL
	R15		TIRE

GE000227420	235/75 R15	GRABBER HTS	GENERAL TIRE
GE000227710	LT235/75 R15	GRABBER AT2	GENERAL TIRE
GE000227510	255/60 R15	GRABBER HP	GENERAL TIRE
GE000228090	275/60 R15	GRABBER HP	GENERAL TIRE
GE000227410	31X10.50 R15	GRABBR AT2	GENERAL TIRE
GE000227900	7.50 R16LT	AMERI 550 AS	GENERAL TIRE
GE000228050	225/75 R16	GRABBER AT2	GENERAL TIRE
GE000227810	225/70 R16	GRABBER AT	GENERAL TIRE
GE000227450	225/70 R16	GRABBER HTS 103S	GENERAL TIRE
GE000228830	235/60 R16	GRABBER AT	GENERAL TIRE
GE000228870	245/70 R16	GRABBER AT	GENERAL TIRE
GE000228120	245/70 R16	GRABBER HTS 107 S	GENERAL TIRE
GE000228122	245/70 R16	GREAT WALL	GENERAL TIRE
GE000229030	P245/75 R16	GRABBER SUV	GENERAL TIRE
GE000228110	245/75 R16	GRABBER HTS 111S	GENERAL TIRE
GE000229950	P255/70	GRABBER SUV	GENERAL

	R16		TIRE
GE000228900	255/70	GRABBER AT	GENERAL
	R16		TIRE
GE000228910	255/70	GRABBER AT2	GENERAL
	R16		TIRE
GE000228130	255/70	GRABBER HTS 111T	GENERAL
	R16		TIRE
GE000228150	265/7 R16	GRABBER AT	GENERAL
			TIRE
GE000228140	265/70	GRABBER HTS	GENERAL
	R16		TIRE
GE000126070	165/65	SPORTIVA G65	SPORTIVA
	R13		
GE000126300	165/70	SPORTIVA G70	SPORTIVA
	R13		
GE000126550	175/70	SPORTIVA G70	SPORTIVA
	R13		
GE000126450	175/70	SPORTIVA G70	SPORTIVA
	R13		
GE000126860	185/70	SPORTIVA G70	SPORTIVA
	R13		
GE000126650	185/70	SPORTIVA G70	SPORTIVA
	R13		
GE000127500	185/60	SPORTIVA G60	SPORTIVA
	R14		
GE000127780	185/65	SPORTIVA G65	SPORTIVA
	R14		
GE000127600	185/65	SPORTIVA G65	SPORTIVA
	R14		
GE000129550	195/60	SPORTIVA G60	SPORTIVA
	R15		

<b>GE000227540</b>	215/75 R14	RADIAL AT	SPORTIVA
<b>GE000227580</b>	205/75 R15	RADIAL AT	SPORTIVA
<b>GE000227650</b>	235/75 R15	RADIAL AT	SPORTIVA
<b>GE000228160</b>	245/70 R16	RADIAL AT	SPORTIVA
<b>GE000228170</b>	255/70 R16	RADIAL AT	SPORTIVA
<b>GE000126220</b>	165/70 R13	VIKING CityTech II	VIKING
<b>GE000126430</b>	175/70 R13	VIKING VSS 100	VIKING
<b>GE000126410</b>	175/70 R13	CityTech II	VIKING



## Anexo 3. Lista de códigos de países para códigos de barras.

<b>GTIN-13 (Código de barras más utilizado)</b>					
<b>Código</b>	<b>País</b>	<b>Código</b>	<b>País</b>	<b>Código</b>	<b>País</b>
<b>0-13</b>	USA y Canada	<b>539</b>	Irlanda	<b>759</b>	Venezuela
<b>20-29</b>	Uso interno	<b>54</b>	Bélgica	<b>76</b>	Suiza
<b>30-37</b>	Francia	<b>560</b>	Portugal	<b>770</b>	Colombia
<b>380</b>	Bulgaria	<b>569</b>	Islandia	<b>958</b>	Makao
<b>383</b>	Eslovenia	<b>57</b>	Dinamarca	<b>773</b>	Uruguay
<b>385</b>	Croacia	<b>590</b>	Polonia	<b>775</b>	Perú
<b>387</b>	Bosnia	<b>594</b>	Rumania	<b>777</b>	Bolivia
<b>400- 440</b>	Alemania	<b>599</b>	Hungría	<b>779</b>	Argentina
<b>45-49</b>	Japón	<b>600- 601</b>	Sudafrica	<b>780</b>	Chile
<b>460- 469</b>	Rusia	<b>608</b>	Bahrein	<b>784</b>	Paraguay
<b>471</b>	Taiwan	<b>609</b>	Mauricio	<b>786</b>	Ecuador
<b>474</b>	Estonia	<b>611</b>	Morocco	<b>789- 790</b>	Brasil
<b>475</b>	Letonia	<b>613</b>	Argelia	<b>80-83</b>	Italia
<b>476</b>	Azerbaijan	<b>616</b>	Kenia	<b>84</b>	España
<b>477</b>	Lituania	<b>619</b>	Tunez	<b>850</b>	Cuba
<b>478</b>	Usbekistan	<b>621</b>	Siria	<b>858</b>	Eslovaquia
<b>479</b>	Sri Lanka	<b>622</b>	Egipto	<b>859</b>	Republica Checa
<b>480</b>	Filipinas	<b>624</b>	Libia	<b>860</b>	Yugoslavia
<b>481</b>	Bielorusia	<b>625</b>	Jordania	<b>867</b>	Korea del Norte

<b>482</b>	Ucrania	<b>626</b>	Irán	<b>869</b>	Turquía
<b>484</b>	Moldavia	<b>627</b>	Kuwait	<b>87</b>	Holanda
<b>485</b>	Armenia	<b>628</b>	Arabia Saudita	<b>880</b>	Korea del Sur
<b>486</b>	Georgia	<b>629</b>	Emiratos Árabes	<b>885</b>	Tailandia
<b>487</b>	Kazajistán	<b>64</b>	Finlandia	<b>888</b>	Singapore
<b>489</b>	Hong Kong	<b>690-695</b>	China	<b>890</b>	India
<b>50</b>	Gran Bretaña	<b>70</b>	Noruega	<b>893</b>	Vietnam
<b>520</b>	Grecia	<b>729</b>	Israel	<b>899</b>	Indonesia
<b>528</b>	Libano	<b>73</b>	Suecia	<b>90-91</b>	Austria
<b>529</b>	Chipre	<b>740-745</b>	América Central	<b>93</b>	Australia
<b>531</b>	Macedonia	<b>746</b>	República Dominicana	<b>94</b>	Nueva Zelanda

**Anexo 4. Inventario 2013 de Racks de transporte y almacenamiento PLT radial.**

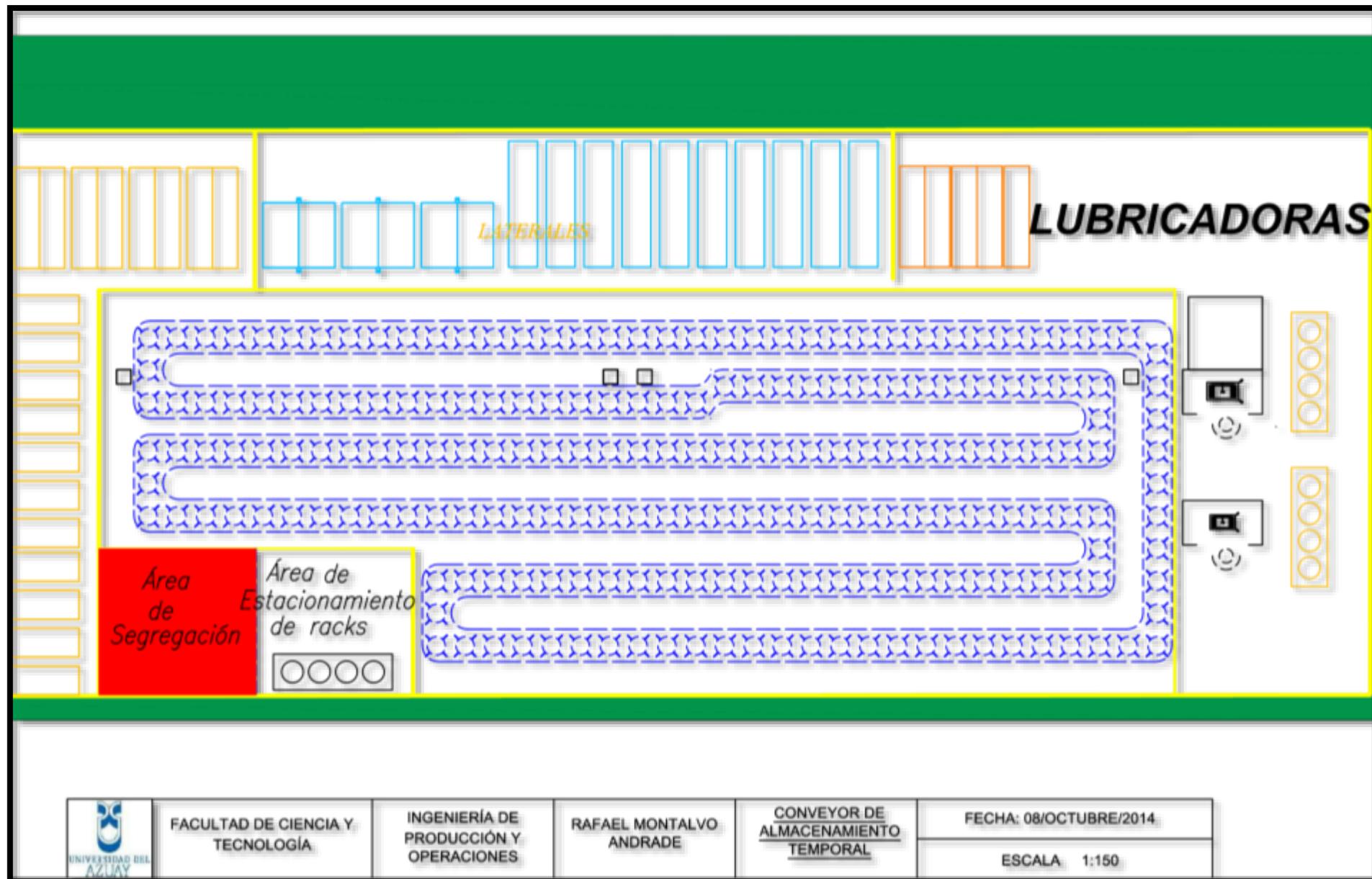
<b>INVENTARIO DE ACCESORIOS</b>				
<b>ACCESORIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD 2013</b>	<b>CAPACIDAD (LLANTAS)</b>
<b>RACKS DE LLANTA VERDE</b>	Carros para pasajeros	16 llantas	59	944
	Carros para pasajeros	20 llantas	16	320
	Carros para pasajeros	24 llantas	5	120
	Carros para pasajeros	32 llantas	7	224
	Carros para camioneta	16 llantas	27	432
	Carros para camioneta	20 llantas	15	300
	Carros para camioneta	24 llantas	3	72
<b>Total</b>			<b>132</b>	<b>2412</b>

**Anexo 5. Medidas y áreas de carros de transporte PLT radial.**

Tipo de Carros	Cantidad	Medidas en metros		Área individual en m <sup>2</sup>	Área total en m <sup>2</sup>
		Largo	Ancho		
<b>Pasajero 16 llantas</b>	59	2.73	0.72	1.97	115.97
<b>Pasajero 20 llantas</b>	16	3.2	0.88	2.82	45.06
<b>Pasajero 24 llantas</b>	5	2.72	1.25	3.40	17.00
<b>Pasajero 32 llantas</b>	7	2.68	1.23	3.30	23.07
<b>Camioneta 16 llantas</b>	27	3.62	0.99	3.58	96.76
<b>Camioneta 20 llantas</b>	15	3.2	0.88	2.82	42.24
<b>Camioneta 24 llantas</b>	3	3.4	1.67	5.68	17.03
<b>Área total de carros</b>					<b>357.14 m<sup>2</sup></b>



**Anexo 7. Layout a escala del conveyor de almacenamiento.**



**Anexo 8. Layout de la nueva zanja de vulcanización.**

