



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería de Producción y Operaciones

**Estudio para el mejoramiento de la productividad en el proceso
de vulcanización en la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Ingeniero de Producción y Operaciones**

Autor: Andrea Guillén Palomeque

Director: Ing. Pablo Sacoto Castillo

**Cuenca, Ecuador
2010**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a personas que me han brindado su apoyo a lo largo de mi vida universitaria puesto que han creído en mí y en el hecho de que algún día llegaría a ser una profesional. Cuando existen seres que de una u otra manera están presentes haciéndonos sentir que somos importantes y capaces de lograr cualquier objetivo que nos propongamos, entonces cualquier reto se convierte en fácil y totalmente alcanzable, además hace que crezca el sentimiento de esfuerzo para cumplir con lo planteado. Es por eso que dedico este trabajo de graduación a: mi madre, mi hermana y a mi: profesor, jefe, director de tesis, amigo y consejero Ing. Pablo Sacoto, por confiar en mí.

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero agradecer a Dios por haberme brindado salud y vida. También agradezco a la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.; por la oportunidad de llevar a cabo este estudio y principalmente a los equipos de: Producción, Ing. Industrial, Programación, Industrialización de Producto, Mantenimiento; por haber tenido siempre la apertura conmigo y ayudarme ante cualquier inquietud o cuando necesité de: información, datos, o lo que fuere. De manera especial al Ing. Fernando Córdova por su apoyo.

**Estudio para el mejoramiento de la productividad en el proceso de
vulcanización en la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.**

Resumen

El presente trabajo realiza un análisis de los principales factores que intervienen en el proceso de vulcanización. Se demuestra que es posible optimizar la productividad tanto de llantas radiales como bias, y llegar a curar tres mil llantas más al mes, minimizando los tiempos de apertura y cierre de prensas. Este trabajo debe ser desarrollado conjuntamente con el área de mantenimiento. Además se presenta un manual del SIM para administrativos y trabajadores que identifica todas las herramientas y beneficios identificados en este trabajo.

**Improvements in the productivity of tire manufacturing at Compañía
Ecuatoriana del Caucho S.A.**

Abstract

The present work develops an analysis of the main factors involved in the manufacturing process of tires. The results demonstrate the feasibility of optimize the productivity of radial and pneumatic tires. The plant may perform the vulcanization of more than three thousands tires per month, minimizing the opening and closing times of the presses. These activities are intended to develop with the maintenance area. Moreover, a SIM manual for plant an administration workers is presented, identifying the tools used and the benefits reached with this work.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Indice de contenidos.....	vi

INTRODUCCIÓN.	1
---------------------------	----------

CAPITULO 1: CONCEPTOS GENERALES SOBRE LA EMPRESA Y EL PROCESO

1.1 La Empresa.....	3
1.1.1 Introducción.....	3
1.1.2 Ubicación.....	3
1.1.3 Historia de la Empresa.....	3
1.1.4 Organigrama de la empresa.....	8
1.1.5 Misión de la empresa.....	9
1.1.6 Visión de la empresa.....	10
1.1.7 Políticas de calidad de la empresa.....	10

1.1.8 Empresa de manufactura.....	11
1.1 Descripción de productos.....	11
1.2.1 Llantas Bias/Diagonal.....	11
1.2.2 Llantas Radiales.....	12
1.2.2.1 Componentes de una llanta radial.....	13
1.2.3 Principal diferencia entre llantas bias y radial.....	15
1.3 Descripción de procesos.....	16
1.3.1 Materias Primas.....	16
1.3.2 Mezcla de compuestos.....	16
1.3.2.1 Mezcla primaria.....	17
1.3.2.2 Mezcla final.....	18
1.3.3 Extrusión.....	18
1.3.4 Calandria.....	19
1.3.5 Corte de lonas.....	19
1.3.6 Innerliner.....	20
1.3.7 Construcción de pestañas.....	20
1.3.8 Construcción de cinturones de acero.....	21
1.3.9 Construcción de la llanta.....	22
1.3.9.1 Construcción de llantas bias.....	22
1.3.9.2 Construcción de llantas radiales.....	23
1.3.10 Lubricación.....	24
1.3.11 Vulcanización.....	25
1.3.12 Acabado Final.....	26

CAPITULO 2: SISTEMA INTEGRADO DE MANUFACTURA

2.1 Generalidades del SIM.....	27
2.1.1 Definición.....	27
2.1.2 Funcionamiento	27
2.1.3 Beneficios.....	28
2.1.3.1 Productividad.....	28
2.1.3.2 Programación.....	29
2.1.3.3 Calidad.....	29
2.2 Requerimientos de capacitación al personal.....	30
2.2.1 Personal administrativo de vulcanización.....	30
2.2.1.1 Análisis de herramientas disponibles.....	31
2.2.1.1.1 Razones de paradas por código y color.....	31
2.2.1.1.2 Reporte del estado de las máquinas.....	32
2.2.1.1.3 Reporte de productividad.....	36
2.2.1.1.4 Recursos estadísticos.....	38
2.2.1.1.5 Indicadores.....	41
2.2.1.1.5.1 O.E.E.....	41
2.2.1.1.5.2 T.E.E.P.....	41
2.2.1.1.6 Programación por turno de la producción.....	43
2.2.2 Personal operativo de vulcanización.....	44
2.2.2.1 Actualización de la pantalla al día y turno actual.....	45

2.2.2.2 Selección del material a producirse.....	47
2.2.2.3 Visualización de la lista de materiales (BOM).....	48
2.2.2.4 Visualización de especificaciones.....	49
2.2.2.5 Asignación de causas a las paradas de las máquinas.....	50
2.2.2.6 Otras opciones.....	51

CAPITULO 3: PROCESO DE VULCANIZACIÓN Y LOS PRINCIPALES FACTORES PRODUCTIVOS QUE INFLUYEN

3.1 Definición de proceso.....	52
3.2 Vulcanización.....	52
3.2.1 Lubricación.....	52
3.2.1.1 Lubricación interna.....	52
3.2.1.2 Lubricación externa.....	53
3.2.2 Descripción del proceso de vulcanización.....	53
3.2.3 Marcación de identificación.....	55
3.2.3.1 Llanta radial.....	56
3.2.3.2 Llanta bias.....	56
3.2.3.3 Datos del serial y fecha de fabricación.....	56
3.3 Factores productivos.....	57
3.3.1 Maquinaria.....	57
3.3.1.1 Distribución de la maquinaria.....	57
3.3.1.2 Tipos de prensas.....	58
3.3.1.2.1 Prensas BOM.....	59

3.3.1.2.2 Prensas NRM/Autoform.....	59
3.3.1.3 Ciclos básicos de vulcanización.....	60
3.3.1.3.1 Ciclo de cierre de la prensa.....	60
3.3.1.3.2 Ciclo de cura.....	61
3.3.1.3.3 Ciclo de apertura de la prensa.....	62
3.3.1.4 Toma y estudio de tiempos de apertura y cierre de prensas.....	63
3.3.1.5 Análisis de la toma de tiempos.....	70
3.3.1.5.1 Llantas radiales.....	71
3.3.1.5.2 Llantas bias.....	78
3.3.2 Materiales	89
3.3.2.1 Tipos de entrada.....	89
3.3.2.1.1 Manipulación, almacenamiento y entrega de la llanta verde en el área de lubricación y vulcanización.....	90
3.3.2.1.1.1 Llantas camión bias.....	90
3.3.2.1.1.2 Llantas de camioneta y pasajero bias	91
3.3.2.1.1.3 Llantas de camioneta y pasajero radiales.....	91
3.3.2.1.1.4 Llantas camión radial.....	92
3.3.2.2 Flujo de materiales.....	93
3.3.2.3 Andon (Sistemas de control).....	94
3.3.3 Mano de obra.....	96
3.3.3.1 Distribución de la mano de obra.....	97
3.3.3.2 La motivación humana.....	98
3.3.3.3 La comunicación.....	100

3.3.3.4 Evaluación de cargos.....	101
3.3.4 Métodos.....	103
3.3.4.1 Formato de la hoja de estudio de métodos.....	105
3.3.4.2 Determinación del estudio de métodos.....	105
3.3.4.3 Medición de trabajo.....	127
3.3.4.3.1 Definición del estudio de tiempos.....	127
3.3.4.3.2 Técnicas del estudio de tiempos.....	128
3.3.4.3.3 Muestreo del trabajo.....	129
3.3.4.3.4 Equipo para el estudio de tiempos.....	129
3.3.4.3.4.1 Cronómetro.....	130
3.3.4.3.4.2 Cámaras de video.....	131
3.3.4.3.4.3 Formato de la hoja de trabajo.....	131
3.3.4.3.5 Ritmo de trabajo.....	132
3.3.4.3.5.1 Diferencia entre intensidad y eficiencia.....	132
3.3.4.3.5.2 Ritmos tipo, según la escala de valoración.....	133
3.3.4.3.6 Tiempo normal.....	134
3.3.4.3.7 Suplementos en porcentajes de los tiempos básicos.....	135
3.3.4.3.8 Tiempo estándar.....	137
3.3.4.3.8.1 Aplicaciones del tiempo estándar.....	138
3.3.4.3.9 Determinación del estudio de tiempos.....	139
3.3.5 Mantenimiento.....	142
3.3.5.1 Mantenimiento predictivo.....	142

3.3.5.2 Mantenimiento preventivo.....	143
3.3.5.2.1 Ventajas del mantenimiento preventivo.....	144
3.3.5.3 Mantenimiento correctivo.....	145
3.3.5.3.1 La orden o petición de trabajo.....	145
3.3.5.3.2 Mantenimiento correctivo vs. producción.....	146
3.3.5.3.3 Principales tipos de mantenimiento correctivo área de vulcanización.....	147
3.3.5.4 Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).....	148
3.3.5.4.1 Beneficios del RCM.....	148
3.3.5.4.2 Equipo de trabajo RCM.....	149
3.3.5.4.3 Implantación del RCM.....	150
3.3.5.4.3.1 Selección del sistema y definición del contexto operacional.....	150
3.3.5.4.3.2 Definición defunciones.....	151
3.3.5.4.3.3 Determinar fallas funcionales.....	152
3.3.5.4.3.4 Identificar modo fallas.....	153
3.3.5.4.3.5 Efectos y consecuencias de las fallas.....	153
3.3.5.4.3.6 Aplicación de la hoja de decisión.....	154
3.3.5.4.3.6.1 Tareas proactivas.....	154
3.3.5.4.3.6.2 Tareas reactivas.....	155

CAPITULO 4: PRODUCTIVIDAD

4.1 Programa maestro de producción MPS.....	160
---	-----

4.2 Análisis comparativo de llantas radiales y bias: construidas y vulcanizadas en los últimos tres años.....	161
4.3 Análisis de llantas radiales y bias: construidas y vulcanizadas en el año 2009.....	163
4.4 Historial de record.....	166
4.5 Eficiencia.....	168
4.6 Productividad.....	168
4.6.1 Productividad monofactorial.....	168
4.6.2 Productividad multifactorial.....	169
4.6.2.1 Productividad multifactorial antes de realizar el estudio.....	169
4.6.2.2 Productividad multifactorial después de realizar estudio.....	170
CONCLUSIONES.....	174
RECOMENDACIONES.....	175
BIBLIOGRAFÍA.....	176
ANEXOS.....	177

Guillén Palomeque Andrea Susana

Trabajo de Graduación

Ing. Pablo Sacoto Castillo

Marzo del 2010

Estudio para el mejoramiento de la productividad en el proceso de vulcanización en la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

INTRODUCCION

Actualmente sabemos que cada vez van aumentando las exigencias por parte del mercado y es vital empezar a generar una cultura que nos permita ser flexibles, rápidos e innovadores frente a los cambios constantes que se presentan especialmente en el área manufacturera. El campo de la producción es clave en toda empresa y para que esta pueda alcanzar todos los objetivos planteados es necesario enfocar y direccionar esta área correctamente.

ERCO es una organización dedicada a la fabricación de llantas para lo cual se requiere una serie de procesos, cada uno de ellos claves para entregar al cliente el mejor producto, ya que ERCO se ha caracterizado siempre por su confiabilidad, su tiempo de entrega y su constante crecimiento; aspectos que no se pueden descuidar hoy en día, además por estar siempre abierta a la implementación de métodos y/o sistemas que le permitan crecer y mejorar en estos tiempos donde la productividad y la competitividad son factores muy importantes; es por eso la importancia de considerar métodos que ayuden a optimizar el rendimiento y los resultados de esta empresa.

Dentro del proceso de fabricación se encuentra el proceso de vulcanización donde se realizó un estudio con el objetivo de mejorar la salida de este. Para dicho estudio se consideraron los diferentes y principales factores productivos

que influyen como son: maquinaria, materiales, mano de obra, métodos y mantenimiento y de esta manera llegar a establecer que es lo que se puede hacer para mejorar la productividad.

Además en este presente trabajo se trata todo lo referente al SIM (Sistema Integrado de Manufactura), un programa que se ha venido implementando en los últimos años dentro de la organización y que le ha aportado grandes beneficios; permitiéndole a todo el personal involucrarse activamente en el proceso y conocer en tiempo real lo que sucede en el en este para así poder tomar acciones dentro del tiempo apropiado.

CAPITULO I

CONCEPTOS GENERALES SOBRE LA EMPRESA Y EL PROCESO

1.1 La Empresa

1.1.1 Introducción

Hoy en día es indispensable que las empresas busquen diferentes caminos que les permita mejorar y optimizar sus procesos, de manera que sigan generando beneficios y poder mantenerse en el mercado sin ser desplazados por alguna otra compañía que pueda ofrecer mejores productos, en la cantidad y plazo de entrega requeridos.

ERCO tiene alrededor de 50 años en el Ecuador, tiempo en el cual se han presentado los mayores cambios y avances en la industria sin embargo esta empresa ha demostrado lo sólida que es, manteniéndose como una de las pioneras dentro del mercado de las llantas desde sus inicios. Sin embargo, actualmente debido a las mayores exigencias por parte del mercado, ERCO se ha visto en la necesidad de crecer al punto de llegar a ofrecer más y nuevos productos y con esto también la necesidad de mejorar y optimizar sus procesos.

1.1.2 Ubicación

La Fábrica esta ubicada en la Panamericana Norte Km. 2.8 en la ciudad de Cuenca, Ecuador.

1.1.3 Historia de la Empresa

En la década de los 50, la caída de la comercialización y producción del sombrero de paja toquilla primer sostén de la región provocó la falta de fuentes de trabajo,

aproximadamente un 25% de la población activa tuvo que emigrar hacia las provincias del Guayas y el Oro, en busca de trabajo.

Esta falta de ocupación y de fuentes laborales incentiva al Sr. José Cuesta T, Dr. Octavio Chacón M. y Sr. Enrique Malo Andrade, quienes fueron los mentalizadores, promotores y fundadores de la Compañía Ecuatoriana del Caucho.

De esta manera en la ciudad de Cuenca, el día 31 de julio de 1955 ante el notario público Dr. Abelardo Tamariz Crespo, comparecen los promotores y fundadores con la finalidad de elevar a escritura pública la constitución de la compañía ECUADORIAN RUBBER COMPANY C.A.

Algunos aspectos importantes que se pueden mencionar sobre la trayectoria de la Compañía, son los siguientes:

- Después de todo lo necesario, para llevar a cabo la edificación de la fábrica, se muestra una vista panorámica del primer edificio.

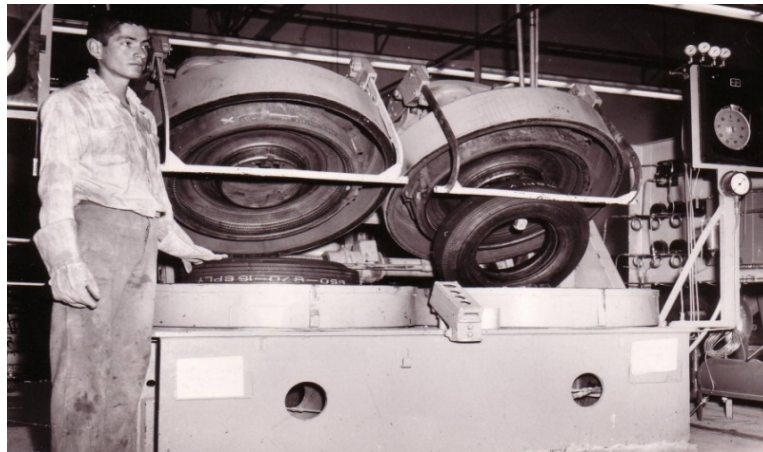
Fotografía 1.1 Primer edificio de la Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

- En el proceso de vulcanización, se obtiene la primera llanta el 23 de Diciembre de 1962 con medida 650 / 670 -15 stm 6 ply. Y en el año 1972 se vulcaniza la llanta numero millón.

Fotografía 1.2 Llanta vulcanizada numero millón.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

- En el año de 1972, dentro de una época de cambios políticos y económicos, por disposiciones gubernamentales se cambia la denominación de la empresa, a: COMPAÑÍA ECUATORIANA DEL CAUCHO S. A.
- En 1987 Continental AG de Hannover Alemania, adquiere General Tire and Rubber Company en todo el mundo.

Figura 1.1 Logo Continental.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

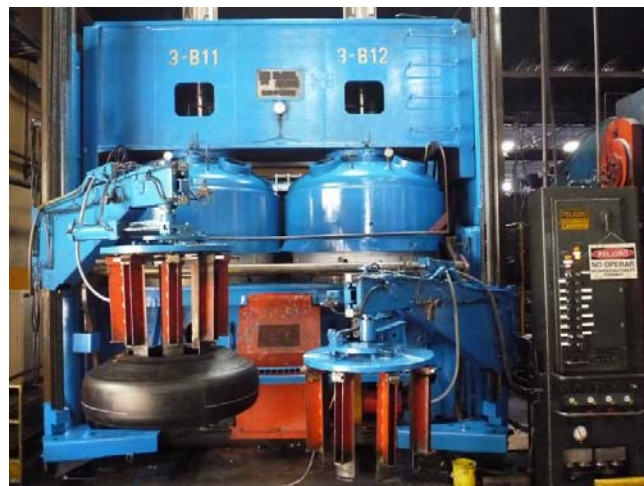
- En julio del 2005 se conmemoraron los cincuenta años de la fundación de la empresa ERCO (JULIO DE 1955 - JULIO DEL 2005).
- El actual presidente Ejecutivo de la Compañía es el Dr. Kristijan Bauer, quién pertenece al personal de servicio exterior de continental de Hannover, Alemania. En funciones desde el 1 de julio del 2007.
- Actualmente la organización se encuentra en la implementación de la línea de producción de camión radial, lo que ha implicado: inversiones en transferencia de tecnología, entrenamiento, sistemas de vanguardia, nueva línea de productos así como compra de acciones. Al momento se encuentran funcionando nuevas máquinas como: la extrusora triplex, hexagonalbead (maquina constructora de núcleos para la formación de pestañas), SAV (constructora de camión radial), zanja G (prensas para camión radial).
- El 31 de octubre del 2008, se construye y vulcaniza la primera llanta radial de camión BARUM 295 / 80 R 22.5 ROAD FRONT.

Fotografía 1.3 Construcción de la primera llanta camión radial.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Fotografía 1.4 Vulcanización de la primera llanta camión radial.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

- PUESTOS DE TRABAJO DIRECTO

Tabla 1.1 Puestos de trabajo directos.

PERSONAL	735
OBREROS	262
EMPLEADOS	84
TOTAL	1.081

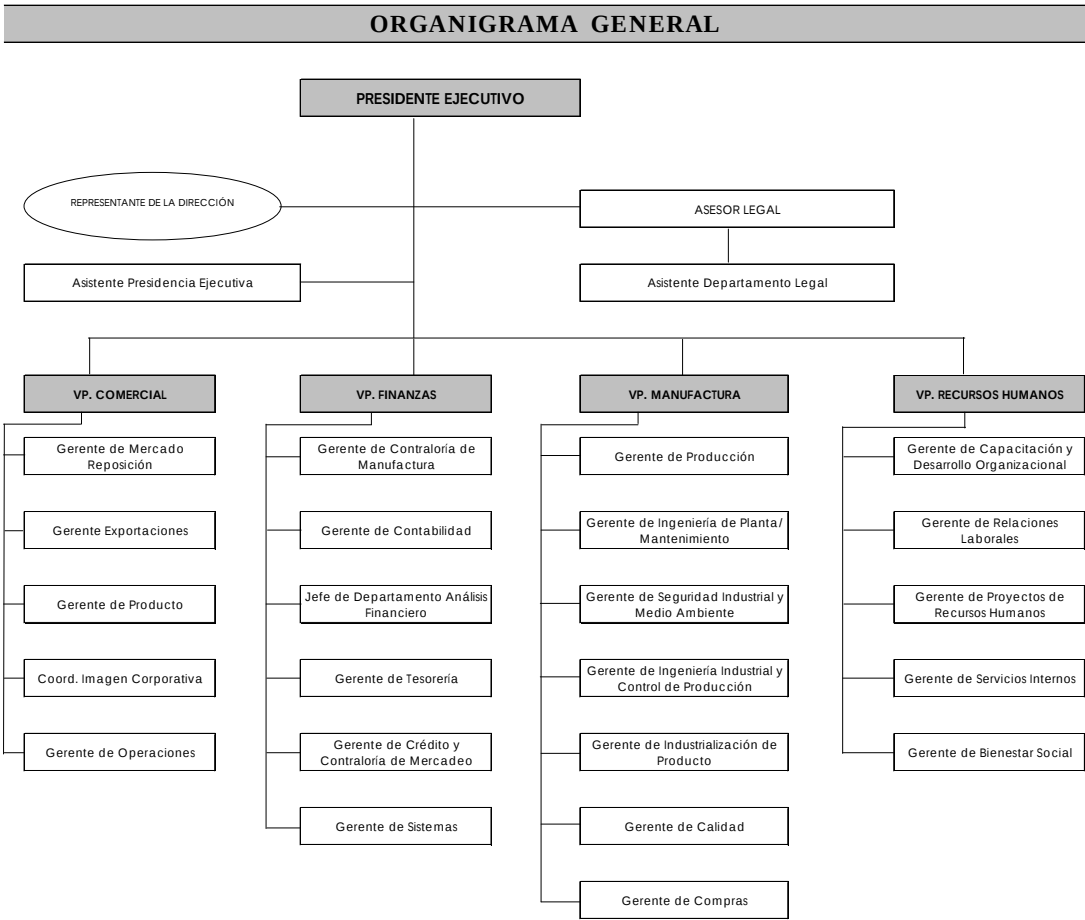
Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

1.1.4 Organigrama de la Empresa

En el cuadro siguiente se detalla el Organigrama General de la empresa, la cual esta formada de 4 divisiones:

- Manufactura: Proceso de producción y calidad del producto.
- Comercial: Comercialización y ventas de los productos.
- Finanzas: Contabilidad y administración de recursos financieros
- Recursos Humanos: Administración de todo Recurso Humano dentro de la empresa.

Figura 1.2 Organigrama General de la Compañía Ecuatoriana del Caucho



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

1.1.5 Misión de la Empresa.

La misión que mantiene la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A. es “Trabajar en equipo con entusiasmo y compromiso”

1.1.6 Visión de la Empresa

La Compañía Ecuatoriana del Caucho quiere ser en el 2010, la “Compañía modelo en Latinoamérica en manufactura y comercialización de productos automotrices con el apoyo de Conti – Internacional”

1.1.7 Políticas de Calidad de la Empresa

La Compañía tiene como compromiso asegurar una competitividad mediante la implementación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión de la Calidad.

Los colaboradores están comprometidos a:

A.- Enfocarse principalmente en nuestros clientes, ofreciendo productos y servicios que les encante.

B.- Ofrecer un ambiente de trabajo desafiante y encaminado al crecimiento personal donde el mejoramiento continuo es una forma de vida.

C.- Satisfacer a los accionistas con una gestión y resultados excepcionales

D.- Garantizar la calidad de los productos con nuestro entusiasmo, talento y modernos sistemas de control.

1.1.8 Empresa de Manufactura.

En los procesos de manufactura los productos son tangibles, los cuales pueden ser producidos para situarlos en inventario y tenerlos "a la mano". Existe un contacto mínimo con el consumidor final. Se trata de un proceso complejo e interrelacionado. La demanda sobre el sistema es variable sobre bases semanales, mensuales y estacionales.

Los mercados servidos por los sistemas productivos son regionales, nacionales e internacionales. Las unidades de gran tamaño pueden aprovechar las economías de escala. La localización del sistema está en relación con los mercados regionales, nacionales e internacionales.

1.2 Descripción de Productos.

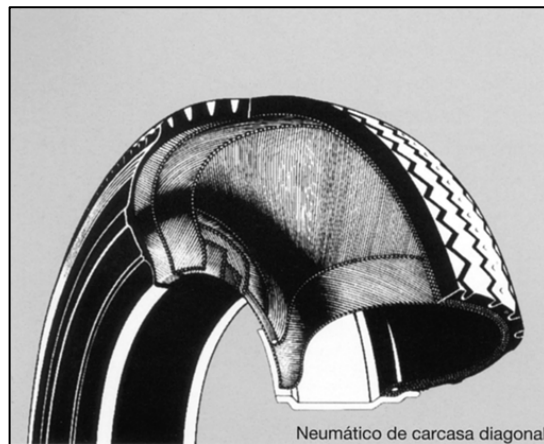
Se fabrican dos tipos de llantas:

- Bias
- Radial

1.2.1 Llantas Bias/Diagonal.

Se le conoce también como llanta convencional. Es aquella que por su construcción tiene los pliegos de las lonas en forma diagonal. Este tipo de neumático requiere de un tubo para su funcionamiento.

Figura 1.3 Llanta Bias.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

Se producen llantas en las respectivas medidas para: pasajero, camioneta y camión.

1.2.2 Llantas Radiales.

Se denomina llanta Radial a aquella que sus pliegos están cortados en el sentido de los radios de la circunferencia, es decir en ángulo recto. Este tipo de llanta ofrece enormes ventajas en términos de uniformidad, reducción del peso y la posibilidad de montaje automático. Comparada con las convencionales, esta llanta de nuevo diseño de apoyo aporta mayor uniformidad y da opción a una reducción de la relación alto: ancho.

Figura 1.4 Llanta Radial.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

Se fabrican neumáticos radial en las respectivas medidas para: pasajero, camioneta, y actualmente se está implementando la producción de camión radial, que ha resultado un éxito gracias al trabajo en equipo de todos los involucrados.

1.2.2.1 Componentes de una llanta radial.

Figura 1.5 Componentes de una llanta radial.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

1 Banda de rodamiento.

El Material es compuesto de caucho. La función de la banda de rodadura es proporcionar una alta resistencia al desgaste y un buen agarre en todo tipo de superficies de carretera. En algunos casos la banda de rodamiento combina dos materiales diferentes (cubierta y base), la base asume la función de minimizar la temperatura de la banda y la resistencia de rodamiento.

2 Cinturón de acero multicapas.

El material, son cordones de acero engomados. Su función es proporcionar estabilidad de conducción, reduce la resistencia al rodamiento y prolonga la vida del neumático. Restringe la dilatación de la carcasa e incrementa la resistencia estructural de la llanta.

3 Carcasa de acero.

El Material es cordón de acero. Su función es proporcionar al neumático su rigidez estructural y sus características de suspensión, determina sustancialmente el confort de conducción.

4 Capa interior.

Es un factor principal que impide la difusión de aire y la penetración de humedad en neumáticos sin cámara de aire.

5 Flanco.

Su función es de protege de agresiones laterales y de efectos meteorológicos.

6 Refuerzo del talón.

El material es nylon, aramida, cordón de acero. Su función es asegurar el final de la capa de inserción de acero con el núcleo del talón y refuerza la estructura del mismo contra fuerzas cortantes altas.

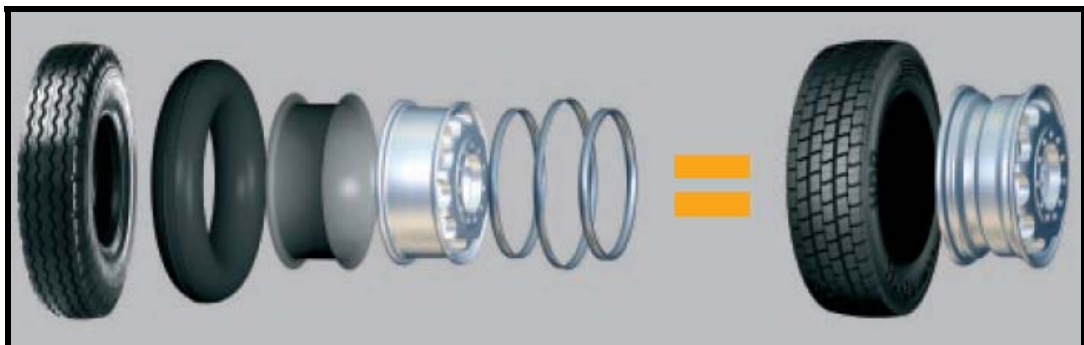
7 Núcleo del talón.

Su función es garantizar el ajuste firme y seguro del neumático en la llanta.

1.2.3 Principal diferencia entre llanta bias y radial.

En la figura que se muestra a continuación se puede ver la llanta bias que se encuentra en la izquierda, está requiere de un tubo y un protector a diferencia de la llanta radial que está a la derecha.

Figura 1.6 Diferencia entre llanta bias y radial



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

1.3 Descripción de Procesos.

1.3.1 Materias Primas.

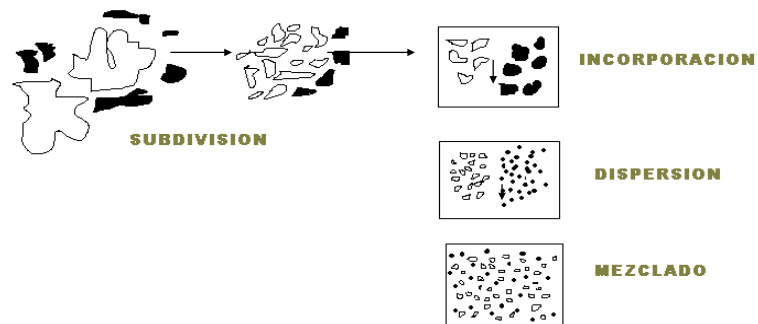
Entre las materias primas que se emplean para la producción, se mencionan las siguientes:

- Caucho Natural
- Caucho Sintético
- Negro de Humo
- Aceites
- Alambres
- Textiles
- Acero
- Componentes Químicos
- Azufre

1.3.2 Mezcla de compuestos.

Proceso de incorporación, integración y homogenización de los diferentes ingredientes, siguiendo un procedimiento técnico, donde consta el orden de agregación de los componentes, las condiciones de proceso, tiempo, temperaturas, potencia, presiones.

Figura 1.7 Proceso de mezclado.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

Se obtiene dos tipos de mezclas:

- Mezcla primaria
- Mezcla final

1.3.2.1 Mezcla primaria.

Para la obtención de una mezcla primaria es elemental una composición de:

- Caucho natural
- Caucho sintético
- Materiales de relleno
- Aceite
- Protectores
- Activadores

1.3.2.2 Mezcla final.

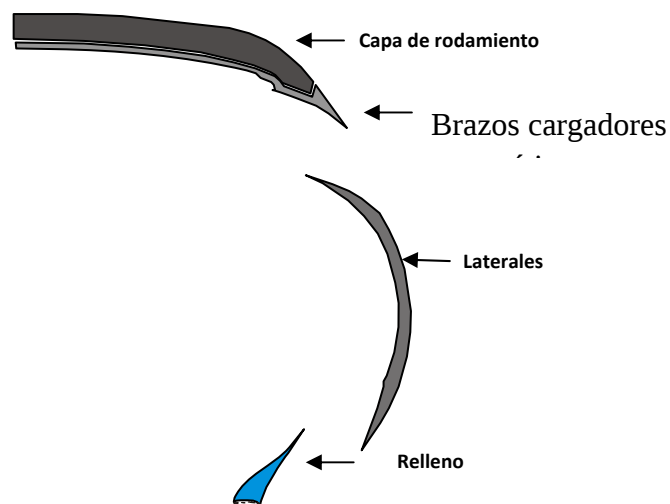
Una vez que se produce la mezcla primaria, es necesario añadir a esta: acelerantes y azufre para obtener la mezcla final.

1.3.3 Extrusión.

Luego que la mezcla se encuentra lista y estabilizada, pasa a un molino quebrantador o también llamado molino homogenizador el cual es utilizado para romper la mezcla a unos 90°C y será el mismo que alimentará a la extrusora. Una extrusora es una máquina diseñada para producir un tira de producto terminado de una sección transversal al forzar el material a pasar por un orificio (dado) bajo condiciones controladas de presión y temperatura.

En las extrusoras se producen los siguientes materiales:

Figura 1.8 Materiales que se producen en las extrusoras.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

1.3.4 Calandria.

Si la mezcla que sale del bambury ha sido producida para fabricar lonas, ingresa a la Calandria, donde existen unos molinos que ayudan a quebrantar la mezcla para que sea más homogénea y poder así proceder a recubrir las fibras a usarse.

Es importante saber que en la calandria se encuentran los rollos tanto de nylon como de poliéster, los mismos que dependiendo de qué lonas se vayan a producir, deben pasar por algunos rodillos con el fin de darle a la fibra su temple y tensión, permitiendo que las cuerdas no rocen entre sí, de manera que se puede proceder a recubrir el tejido de lado y lado con el caucho. Si se va a construir llantas radiales, las lonas serán de poliéster y si se va a construir llantas bias, las lonas serán de nylon.

Figura 1.9 Tejido.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

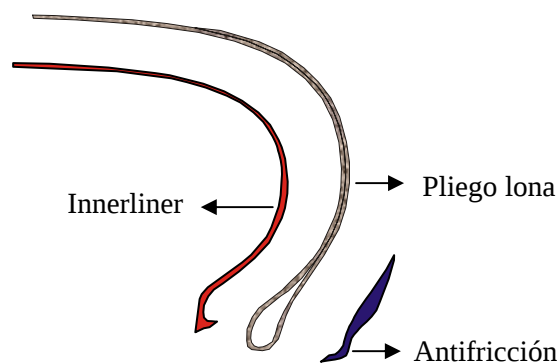
1.3.5 Corte de Lonas.

Para llantas bias, los cortes varían de acuerdo a la especificación de cada medida, sin embargo el promedio de corte es de 28° y luego de la vulcanización hay una variación cambiando el ángulo a 40° . Para llantas radiales, los pliegos se cortarán en ángulos de 90° .

1.3.6 Innerliner.

El innerliner es un compuesto de halo-butilo y butilo, razón por la cual es el material más costoso de la llanta. Es una capa de caucho que hace las veces de tubo en la llanta al no permitir la difusión del gas por la presión interna y resistiendo al deterioro ocasionado por la oxidación. Se produce en la máquina Roller Head, la cual deberá calentar previamente un rodillo perfilado o plano durante 20 min. A 90° C y montar en la calandria.

Figura 1.10 Innerliner.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

1.3.7 Construcción de pestañas.

Las pestañas para llantas radiales están formadas por:

- Núcleo
- Relleno

Para llantas bias, además del núcleo y relleno se requiere de la bandera; que es una capa de nylon que refuerza la pestaña. En la construcción de este material, se requieren alambres recubiertos de cobre, los cuales favorecen la adhesión al compuesto de caucho, estos se agrupan para posteriormente pasar al proceso de calandrado y de esta manera construir el núcleo al cual se le debe fijar el relleno para obtener finalmente el aro de la pestaña. En caso de ser pestaña para bias se colocará además la bandera.

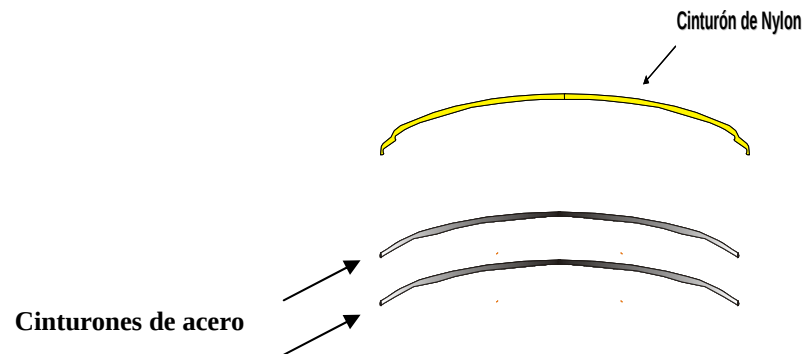
Figura 1.11 Pestaña.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

1.3.8 Construcción de cinturones de acero.

Los cinturones de acero se construyen en máquinas llamadas steelastic. Estos, se cortan a un ángulo de 65° y en la vulcanización variará para quedar con uno de 22° . Actúan como estabilizadores de los movimientos de la carcasa, restringiendo el exceso de deformación de la banda de rodamiento. La tecnología CONTI exige además la colocación de un cinturón protector de nylon, sobre los de acero para especificaciones de “alto desempeño”.

Figura 1.12 Cinturones.

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

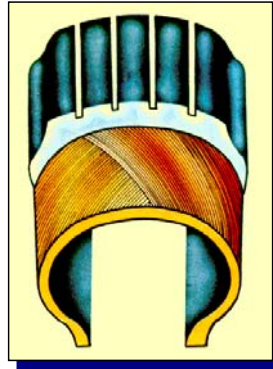
1.3.9 Construcción de la llanta.

Una vez que se tienen todos los materiales necesarios se pasa a construir la llanta, que es la integración de los componentes, formando así la llanta verde. Es importante recalcar que hasta este proceso se pueden recuperar los materiales, ya que, una vez vulcanizada la llanta no es posible. Al tener dos tipos de llantas; bias y radial se tienen dos formas de construcción diferentes explicadase en los siguientes puntos.

1.3.9.1 Construcción de llantas bias.

Este proceso se realiza en una sola etapa, en donde el operador debe colocar los diferentes elementos que la conforman como son: pestañas, bandas, pliegos, chafer que son tiras de fibras que previenen la penetración de humedad y material extraño, rodamiento y laterales. Finalmente se revisa que la llanta verde cumpla con las especificaciones.

Figura 1.13 Construcción de llantas bias.



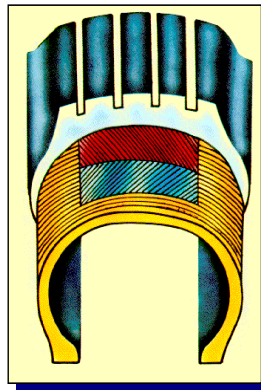
Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

1.3.9.2 Construcción de llantas radiales.

Para construir llantas radiales se necesitan dos etapas.

La primera etapa se realiza en las máquinas carcaseras, en las cuales el constructor deberá incorporar todos los materiales que son: pestañas, innerliner, pliego de poliéster y laterales, obteniendo de esta manera el producto final de este proceso que toma el nombre de carcasa. La segunda etapa se trabaja en máquinas expanders en las cuales el operador añadirá a la carcasa: los cinturones de acero, pliegos y el rodamiento, finalizando el proceso de construcción de la llanta verde.

Figura 1.14 Construcción de llantas radiales.

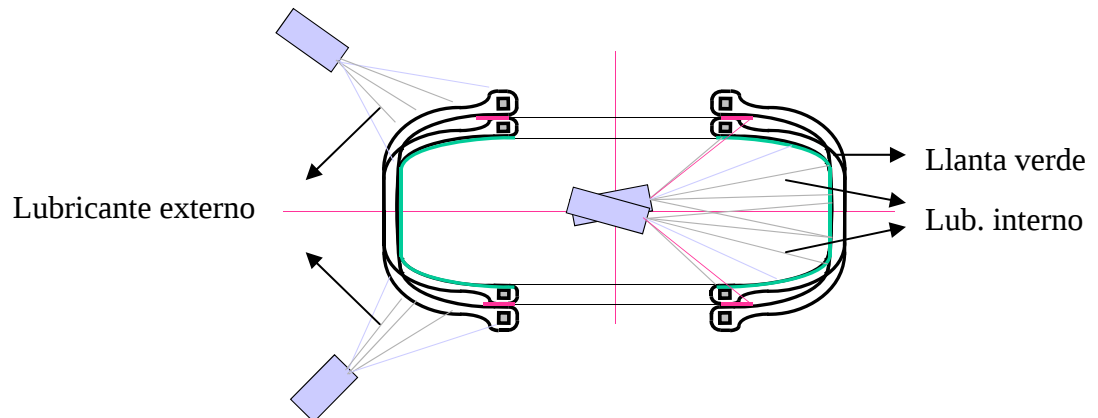


Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

1.3.10 Lubricación.

La llanta verde debe estar correctamente lubricada, tanto internamente como externamente, ya que se pueden evitar varios defectos en el proceso de vulcanización ocasionados por la falta o exceso de lubricante. El operador debe garantizar que la aplicación del lubricante sea uniforme en toda el área aplicada y de acuerdo a las especificaciones.

Figura 1.15 Lubricación.

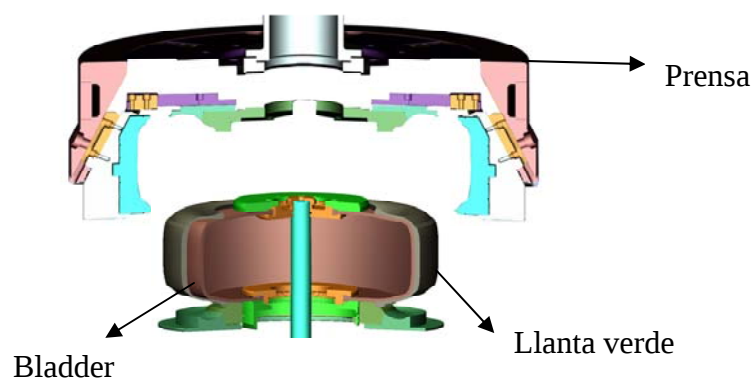


Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

1.3.11 Vulcanización.

La vulcanización es el último paso en la cadena de producción. Con este proceso la llanta toma su forma final por una reacción físico-química, los compuestos pasan de un estado plástico moldeable a un estado definitivo y elástico que retoma fácilmente su forma inicial.

Figura 1.16 Vulcanización.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

Prensa: Es donde la llanta adquiere la forma final y el patrón de la banda de rodamiento. Los moldes calientes, dan forma y vulcanizan la llanta. Los moldes tienen grabados los patrones de la banda de rodamiento, las marcas del fabricante y aquellas que son exigidas en la banda lateral. Cada prensa vulcaniza dos llantas a la vez; se mantienen funcionando las veinticuatro horas del día.

Bladder: Es una membrana de hule que es expandida dentro de la llanta por una presión interna.

Llanta verde: Es la llanta que ya posee todos los componentes y que aún se encuentra en estado plástico siendo la vulcanización el último proceso que le falta.

*En el capítulo 3 analizaremos este proceso más detenidamente.

1.3.12 Acabado Final.

Una vez que la llanta ya está lista pasa a ser inspeccionada para determinar los defectos menores. Posteriormente se revisa la uniformidad (distribución de fuerza), se balancea (distribución de masa) y se inspecciona por segunda vez.

Figura 1.17 Acabado Final.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

CAPITULO II

SISTEMA INTEGRADO DE MANUFACTURA

2.1 Generalidades del SIM.

2.1.1 Definición.

El SIM es una herramienta administrativa que permite obtener información en tiempo real directamente de las máquinas, tomando señales eléctricas provenientes de controladores programables que indican: unidades producidas, tiempos trabajados, paradas, razones de paradas, falta de materiales, y otros indicadores que permiten conocer parámetros de producción, programación y calidad. En este sentido logramos respuestas inmediatas de los departamentos de soporte, que garantizan la operación de cada centro productivo en la planta. Este sistema le permite a cada operador contar con toda la información necesaria para ejecutar su trabajo como son: programas, procedimientos de operación, planes de inspección, trazabilidad, controles de calidad, especificaciones y demás parámetros críticos.

2.1.2 Funcionamiento.

Los controladores programables son equipos industriales que tienen la capacidad de procesar programas que se sirven de datos de planta que llegan mediante señales eléctricas: sensores, transmisores, entre otros, y dan mando sobre equipos (válvulas, motores) proporcionando esta información en tiempo real al personal, que puede tomar acción sobre los resultados en cada centro productivo.

2.1.3 Beneficios.

2.1.3.1 Productividad.

En la parte de productiva se pueden obtener muchos beneficios. Entre ellos, se mencionan los siguientes:

- Reducción de inventarios excesivos, tanto de producto en proceso como de producto final.
- Reducción de tiempos improductivos.
- Mejora el seguimiento de la materia prima, del producto en proceso y final.
- Manejo controlado de los pedidos de tal manera que la gestión de operaciones de la planta sea retroalimentada en forma permanente.
- Reducción de costos.
- Se controla el trabajo de las máquinas en función de la eficiencia en tiempo real y permite conocer las causas de paradas para tomar acción inmediata y ponerlas a trabajar.
- Se dispone al instante del inventario de cada uno de los componentes de las llantas que se producen y al no existir alguno se puede estimar la hora de salida del mismo para su utilización. Se emplea el tiempo de supervivencia como un control de inventarios y para el abastecimiento oportuno de cada proceso al siguiente con el objetivo de siempre disponer de material necesario en cada proceso.

- Se puede medir los niveles de cada turno y por departamento en términos globales, permitiendo tomar decisiones correctas ya que, se conocerá con precisión en qué área se debe mejorar.

2.1.3.2 Programación.

En cuanto a programación de la producción, el SIM es una herramienta que cumple un papel muy importante, ayudando al control de los siguientes aspectos:

- Reducción o eliminación de falta de programas.
- Mejora el proceso de planificación y programación.
- Permite la planificación de la producción día a día y coordinar en cada turno según las necesidades.
- Permite controlar los inventarios de material en proceso y producto para cumplir con el ticket de producción.

2.1.3.3 Calidad.

Este sistema además brinda soporte al área de calidad. Se nombran beneficios como:

- Por medio de la implementación del módulo de calidad se tendrá todo el manejo del producto no conforme y scrap.
- El SIM, permite descargar los materiales con tarjeta roja, es decir que no cumplen con los requisitos de calidad y reprogramar la salida de los mismos para su reposición, con el fin de cumplir con los niveles esperados de producción.

2.2 Requerimientos de capacitación al personal.

Capacitar al personal siempre es completamente necesario y aún más en este caso al tratarse de un sistema nuevo con el que muy pocas compañías cuentan dentro de nuestro país, ya que, puede ser una razón para no generar la aceptación esperada, sobretodo a nivel de los operadores de planta y de hecho no la hubo. A pesar de que se dio una capacitación, que estuvo dirigida a todo el personal involucrado acerca del funcionamiento del sistema cuando apenas se lo empezó a implementar; el 31 de julio de 2009 se suscitó una huelga protagonizada por el Comité de Empresa de ERCO, cuya petición principal fue la eliminación definitiva del SIM dentro de planta, puesto que alegaban que este programa tenía una vinculación directa con los pagos a los trabajadores. A pesar de este altercado se logró que el SIM siga en funcionamiento.

Mediante este capítulo se explicará cada una de las herramientas más utilizadas en vulcanización: para que sirven y por que son necesarias; y se espera aclarar los objetivos del SIM a todos los miembros de la organización puesto que lo primordial que se busca con este es un desarrollo, que lleve a la fábrica a progresar y no quedarse atrás con respecto a empresas internacionales, facilitando y sin duda mejorando la manera de: controlar, programar y tener acceso a procedimientos y especificaciones de trabajo, que hasta hace poco se lo venía haciendo por medio de papel.

2.2.1 Personal administrativo de vulcanización.

El personal administrativo que de una u otra manera forma parte de las decisiones que se toman en el área de vulcanización principalmente son: gerente de planta 2, jefe de planta 2 superintendentes y jefes de turno de dicho proceso, y cada uno de ellos tiene a su disposición en sus PCs el Sistema Integrado de Manufactura, por lo que es muy importante que conozcan todo lo que pueden hacer con este, además, serán los que directamente: motivaran y guiarán a sus equipos para que lo usen correctamente.

2.2.1.1 Análisis de herramientas disponibles.

Las herramientas con las cuales cuenta este software, permiten el correcto manejo y comprensión de las funciones que cumple el mismo, para así controlar y programar la producción, contar con recursos estadísticos y reportes de productividad, además de tener conocimiento de lo que está sucediendo y de lo que ha sucedido con cada centro productivo en cualquier período de tiempo incluso si pertenece al pasado y mediante las cuales se puede llegar a tomar acciones a tiempo que minimicen el impacto de paradas de las máquinas por problemas de: falta de materiales, *set ups* demorados, daños de maquinarias, entre otros. A continuación se explicarán e indicarán en el área de vulcanización cuales son las herramientas más útiles, tanto para el personal administrativo como para los preneros.

2.2.1.1.1 Razones de paras por código y color en el área de vulcanización.

Existen tres monitores en el área de vulcanización más uno que está a cargo del supervisor, en los cuales se puede verificar la situación actual de cada una de las prensas, gracias a una pantalla sabremos si las mismas están trabajando normalmente o si están paradas y cual es la razón exactamente, en el tiempo que se requiera. Existen códigos y colores que indican las razones por las cuales las prensas dejan de operar normalmente, lo cual se puede visualizar en el sistema detalladamente por turno, así como si se desea también se puede conocer lo que sucedió en días anteriores de ser necesario.

Figura 2.1 Códigos y colores en el área de vulcanización.

Color	Código	Descripción
	000	Producción Normal
	800	Baja Eficiencia
	450	Baja Eficiencia

Figura 2.1 Códigos y colores en el área de vulcanización (Cont.).

Color	Código	Descripción
	646	Problemas de calidad
	100	Set up
	104	Lavado de moldes
	105	Cambio de bladders
	300	Daño de máquina
	301	Esperando mantenimiento
	302	Esperando operador
	522	Sin llanta verde
	523	Sin llanta verde pinchada
	620	Retrasos en la producción por falta de medios
	633	Prensa en calentamiento
	740	Mantenimiento programado
	900	Sin programa
	720	Comida y descansos
	240	Inicio / fin de turno

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.1.1.2 Reporte del estado de las máquinas.

Es en esta pantalla (Figura 2.3) donde se puede visualizar cual es el estado de las máquinas en tiempo real en función de los códigos y colores establecidos (Figura 2.1). Se especifica: la prensa, que tipo de llanta esta siendo procesada en ella y cual es el estado en cada lapso de tiempo dentro de cada turno y de igual manera de

requerirlo, se puede tener acceso a turnos o días anteriores. Para llegar a esta pantalla es necesario que escojamos la opción *Reports* de la barra del menú y luego *Machine status report* (Figura 2.2). En la ventana que resulte de esta acción, se deberá seleccionar que *machine group* se desea, es decir; el centro de trabajo, *Shift time* indica que se obtendrá la información por turnos, en *Date* se deberá ingresar la fecha y en *Shift* el turno (1, 2 ó 3) que se desee revisar, y con un *enter* se tendrá acceso a la pantalla de reporte (Figura2.3).

Para introducir la causa de una parada, tan solo colocamos el cursor y hacemos un clic en el tramo que deseamos reportar y nos dirigimos a la parte inferior de la pantalla y con otro clic en el botón *Edit*, aparecerá un recuadro en el que deberemos elegir la pestaña *Reason code* para acceder a la lista de códigos de paradas (Figura 2.4); se señala la que se correcta y finalmente se da un clic en *OK*. Si se quiere proporcionar más información acerca de la causa, junto a *Reason code* se encuentra la pestaña *Note*, en la cual podremos añadir todo lo necesario, siendo lo más preciso posible.

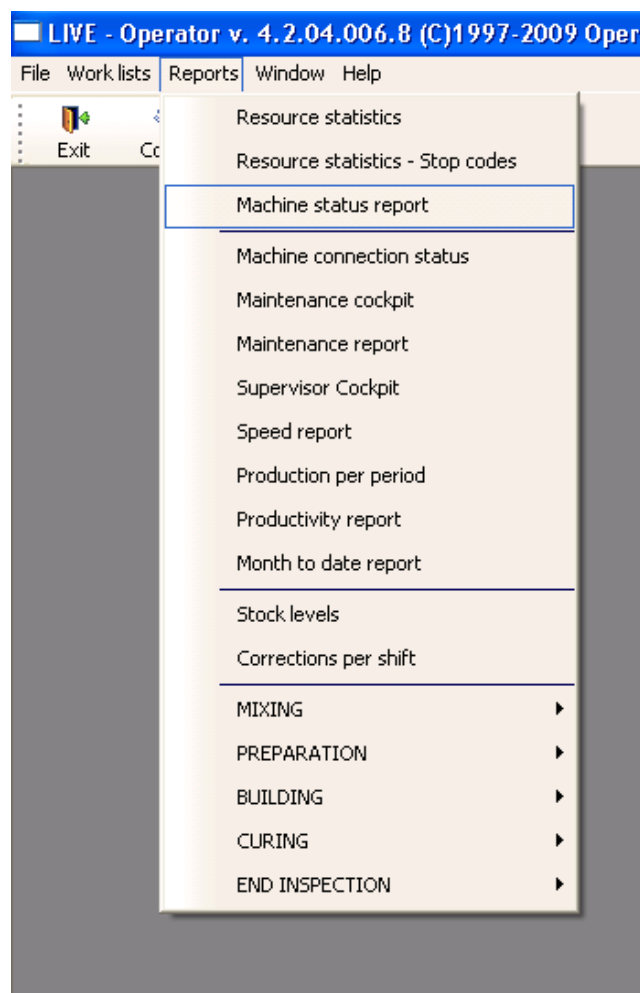
En la figura 2.3 podremos notar que además del botón *Edit* están los siguientes:

- *Refresh*.- Dando un clic en este podremos actualizar al momento la información.
- *Print*.- Con esta opción se puede imprimir la pantalla.
- *Target*.- Este botón permite saber que llanta se está trabajando en la prensa que se desee, además muestra cual es la cantidad producida hasta el momento de ese tipo de llanta.
- *Change ID*.- Si damos un clic aquí podremos ver los cambios que se han hecho. Es más útil en el proceso de construcción, puesto que en cada prensa generalmente se trabaja un tipo de llanta, en cambio tanto en las constructoras como en las expander muchas veces es necesario hacer varios cambios, ya

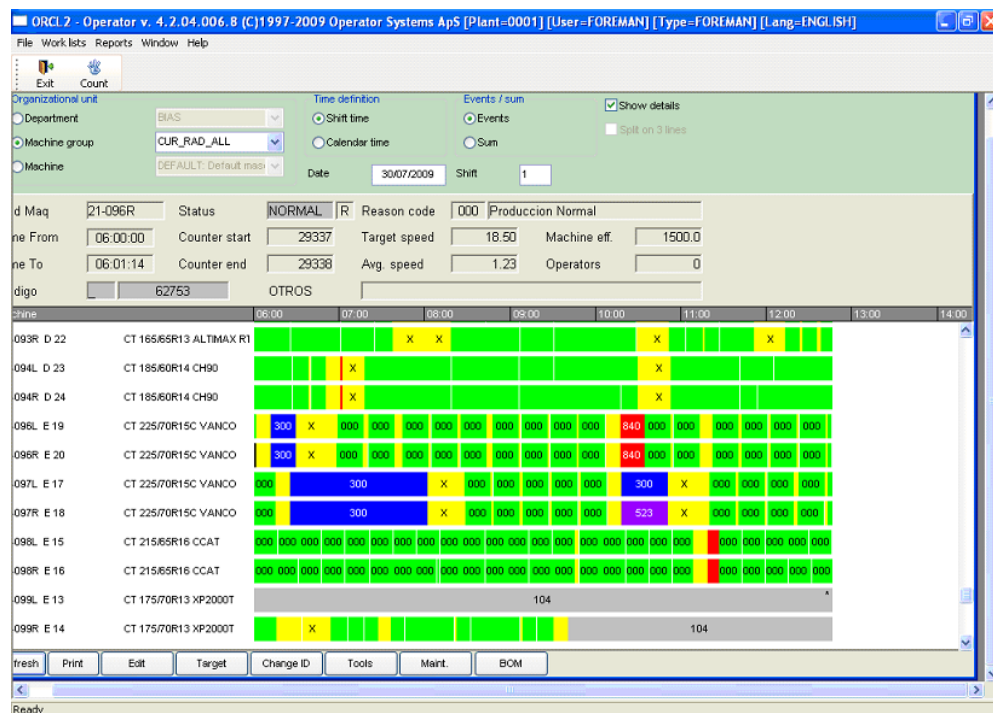
que, en una máquina se pueden hacer más de un tipo de llanta, en el mismo turno dependiendo del ticket de producción.

- *Tools*.- Esta es una opción dedicada al área de mantenimiento, donde se podrá ver información referente a los moldes y a los bladders.
- *Maint*.- Este botón también es utilizado por el área de mantenimiento, permite registrar: los daños, en que parte de la prensa se producen y de que tipo es el daño (eléctrico, electrónico o mecánico).

Figura 2.2 Opción *Machine status report*.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Figura 2.3 Reporte del estado de las máquinas.

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Figura 2.4 Reporte de las causas de parada.

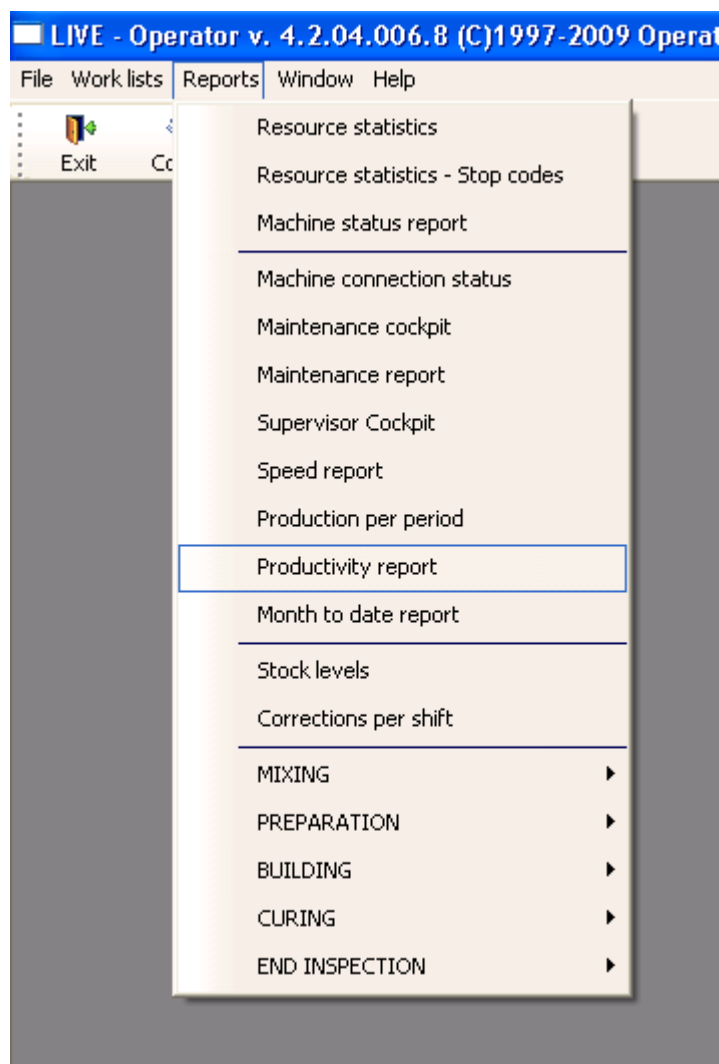
Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Por medio de la información que proporciona *Machine status report* se puede hacer un seguimiento a cada problema que afecte a la productividad, con el objetivo de solucionarlo lo más pronto posible, por ejemplo, paradas relacionadas con daños de la maquinaria; aquí se puede verificar si mantenimiento ya se hizo cargo y cuanto tiempo le tomo arreglar el daño. También se puede estar al tanto si existen problemas de falta de materiales, que prensa esta ociosa por esta razón, cuanto tiempo, y que tipo de llanta es la que carece. Este reporte es muy importante, ya que, permite supervisar y controlar cada uno de los procesos y en este caso, cual es el estado de cada una de las prensas y de esta manera influir para que la productividad llegue a niveles óptimos.

2.2.1.1.3 Reporte de productividad.

Una de las funciones con las que cuenta el SIM es el reporte de productividad. Aquí se puede conocer en cualquier momento la tendencia de la producción, es decir, si se va o no a cumplir con lo planificado, lo cual es vital para el área administrativa quienes harán lo necesario de no tener un exitoso panorama. Para acceder a este reporte es necesario ir a la barra de menús y elegir *Reports* y después *Productivity report* (Figura 2.5).

Como ya se explicó anteriormente, pueden existir varias causas o razones que impiden que se llegue a alcanzar los niveles de producción esperados a fin de turno. El reporte de productividad muestra: cuanto se planificó construir y vulcanizar en el turno actual, cuanto se ha construido y vulcanizado hasta el momento en que el usuario revisa esta información en el programa, el porcentaje de cual ha sido la tendencia de cumplimiento en la última hora y pronostica si se va o no a alcanzar a construir y vulcanizar la cantidad de llantas programadas; de esta manera tendremos la cantidad en un recuadro verde de poder cumplir con lo planificado, de lo contrario el recuadro será de color rojo. Además en esta pantalla se podrá ver el número de *set ups* realizados en el área de construcción y cuantas máquinas están esperando materiales tanto en el área de construcción como en la de vulcanización. Para actualizar la información se debe hacer clic en el botón *Refresh* o dar un *enter*.

Figura 2.5 Opción Productivity report.

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Figura 2.6 Reporte de productividad.

Productivity report

Profile **RADIAL** Date **15/12-09** Shift **2**

Actual shift Previous shifts

	Shift planned	Shift until now	Tendency last hour	Forecast shift end
22:00:00				
Building	1588	1713	69 %	1713
Curing	1588	1806	113 %	1806

Number of setups building **6**

Building machines missing materials **0**

Curing presses missing green tires **0**

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

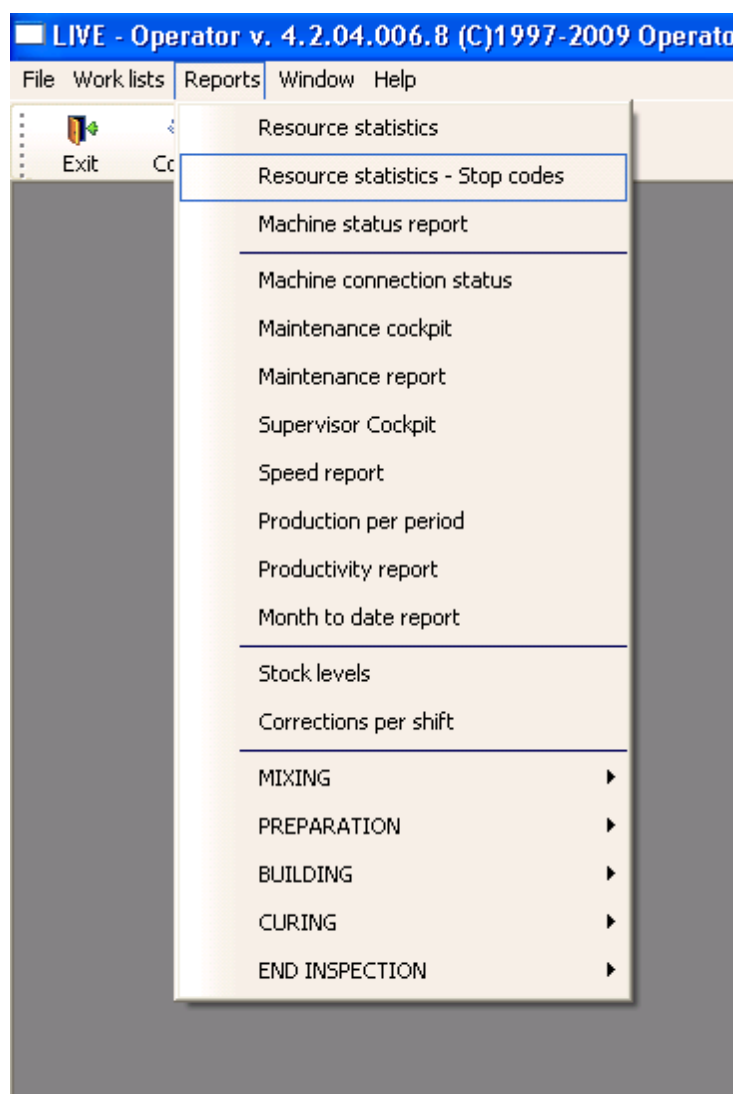
2.2.1.1.4 Recursos estadísticos.

Llevar estadísticas es elemental en todo proceso y en vulcanización no es la excepción. Mediante la opción *Resource statistics – Stop codes* podremos hacer gráficos estadísticos de: área, barras, columnas, líneas, pastel, entre otros; que nos indiquen como está la producción con respecto a las diferentes causas de parada. Para esto es necesario seleccionar *Reports* y luego *Resource statistics – Stop codes* (Figura 2.7).

Una vez que hemos llamado a la pantalla *Resource statistics – Stop codes*, deberemos elegir el proceso que deseemos evaluar en *38achina group* y en este caso optar por *CUR_ALL* que se refiere a vulcanización incluyendo bias y radial y a su vez todas las zanas y prensas. Esta información se puede ver en el período que se requiera, que puede ser por turno (*shift*), día (*day*), semana (*week*), mes (*month*), trimestral (*quarter*), o por año (*year*). Al presionar *enter* o con un clic en el botón *Refresh* aparecerán datos debajo de cada una de las causas de paradas (Figura 2.8).

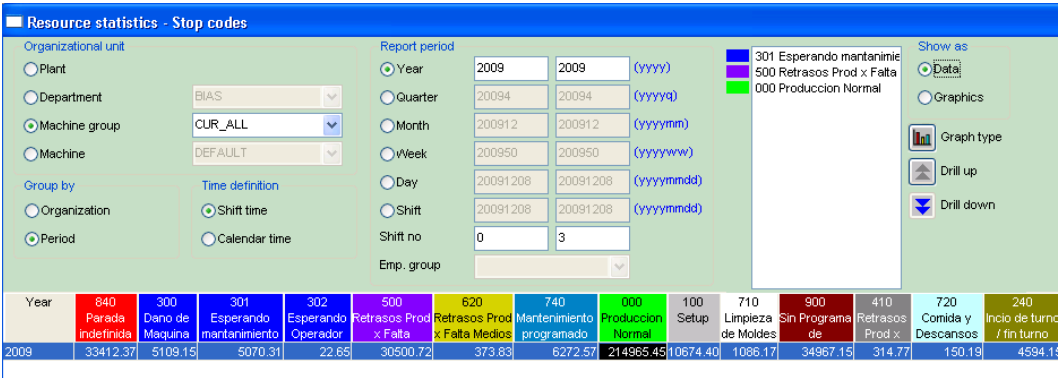
Para seleccionar los datos que se desea que se reflejen en el gráfico, se debe hacer doble clic sobre ellos. Ahora para conseguir un gráfico estadístico en función de los datos escogidos se debe marcar con un clic la opción *Graphics* que se encuentra a la derecha (Figura 2.9). Si se desea cambiar el tipo de gráfico solo se debe dar un clic en Graph type y pasar a otro (Figura 2.10).

Figura 2.7 Opción *Resource statistics – Stop codes*



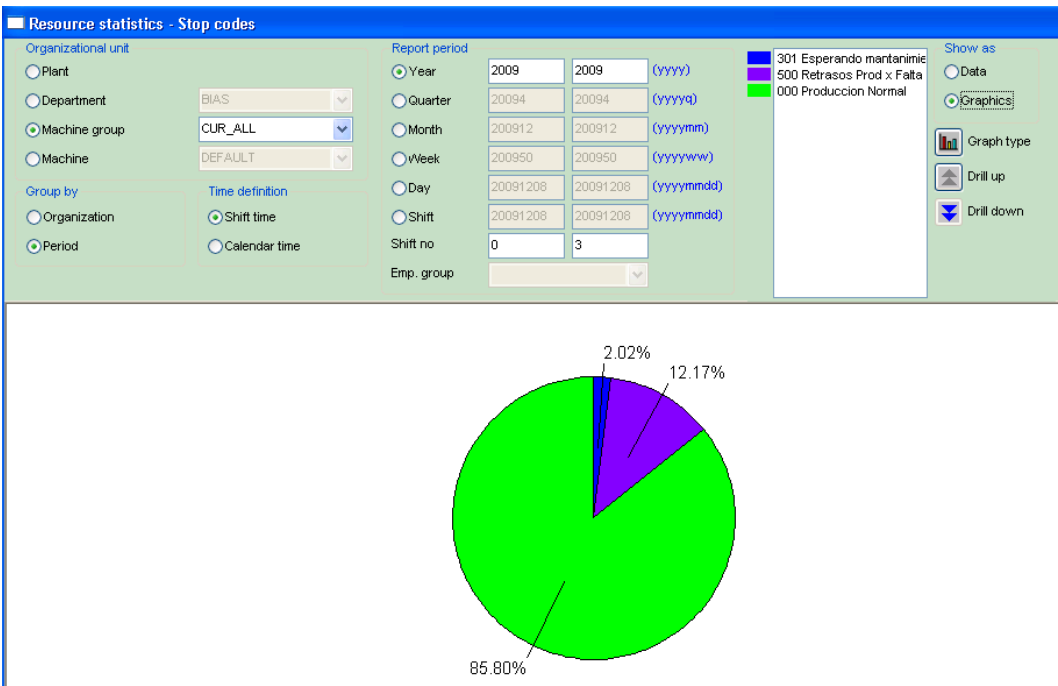
Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Figura 2.8 Datos de causas de paradas.

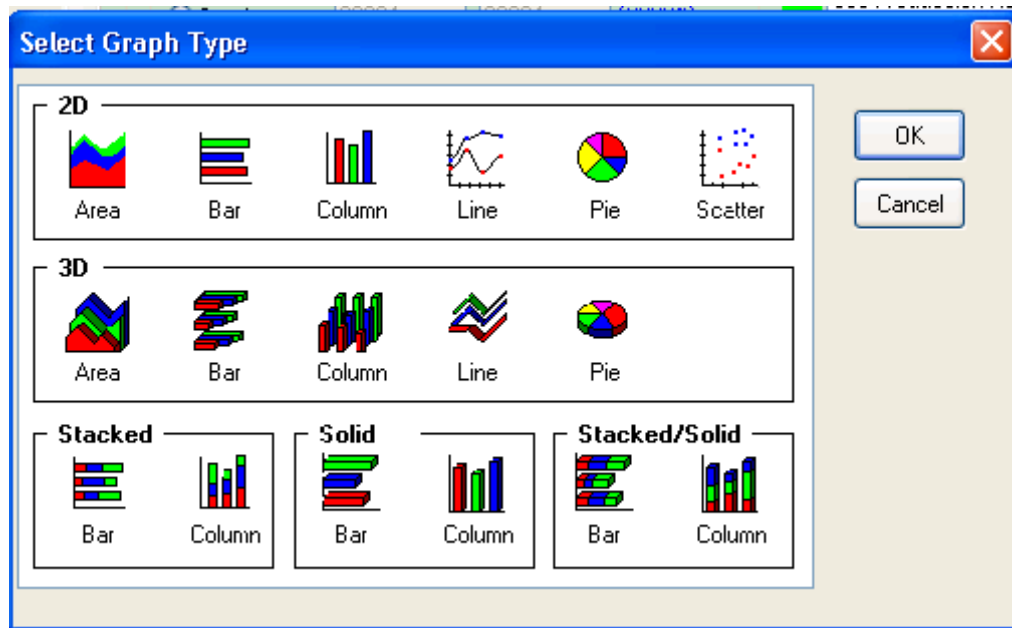


Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Figura 2.9 Gráfico estadístico.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Figura 2.10 Tipos de gráfico.

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.1.1.5 Indicadores.

Otra herramienta que ofrece el SIM es la posibilidad de observar indicadores que proporcionan información muy útil para la producción y estos son:

- OEE
- TEEP

2.2.1.1.5.1 OEE.

Mide la eficiencia de las máquinas en función del tiempo productivo neto.

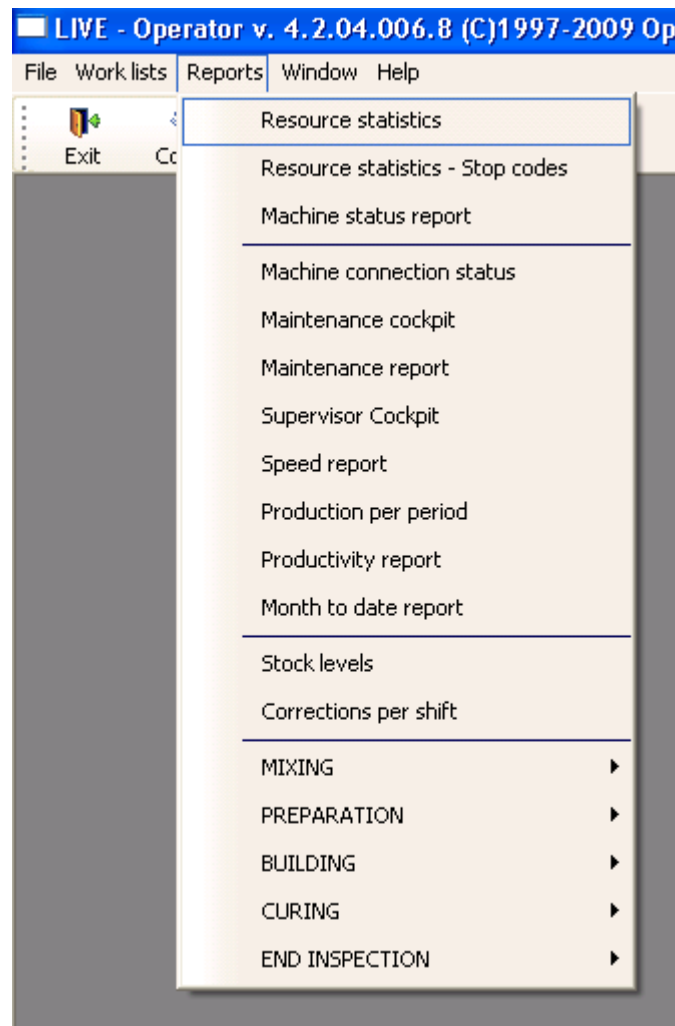
2.2.1.1.5.2 TEEP.

Mide la eficiencia de las máquinas en función del total de tiempo disponible.

Podemos acceder a los valores del OEE y TEEP mediante el menú en la parte superior, aquí encontraremos la opción *Reports* y haciendo clic en esta obtendremos

una lista de la cual se debe preferir *Resource statistics* (Figura 2.11), y después de presionar *enter* directamente podremos observar los datos de OEE y TEEP calculados los cuales se los puede comparar con los objetivos definidos (*Target*) (Figura 2.12).

Figura 2.11 Opción *Resource statistics*



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Figura 2.12 OEE y TEEP.

■ Ressource statistics

Organizational unit

☐ Plant

☐ Department

☒ Machine group

☐ Machine

Group by

☐ Organization

☒ Period

Time definition

☒ Shift time

☐ Calendar time

Report period

☐ Year (yyyy)

☐ Quarter (yyyyq)

☒ Month (yyyymm)

☐ Week (yyyymm)

☐ Day (yyyymmdd)

☐ Shift (yyyymmdd)

Shift no

Emp. group

Month	OEE numerator	OEE denominator	OEE calc.	Target OEE	TEEP numerator	TEEP denominator	TEEP calc.	Target TEEP	Plan. qty. finished	Acc. qty. finished	Target production
200903	13458.34	16585.01	81.1	80.0	13458.34	17763.86	75.8	80.0	240583	67691	197708

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.1.1.6 Programación por turno de la producción.

Cada inicio de turno, el supervisor de cada área se encarga de distribuir el trabajo a los operadores que tiene a su cargo y ponerse al tanto de todo lo relacionado con su área y lo ocurrido en el anterior turno, entonces pronto ya conoce con cuanto personal cuenta, además si el turno previo fue entregado con algún problema pendiente como algún daño de máquina o en el caso de vulcanización si quedo algún cambio de bladder o lavado de moldes sin realizarse. Después de que cada supervisor ya ha organizado su área, debe asistir a la reunión de coordinación de la producción, en donde también interviene por supuesto el programador, quién con la ayuda del SIM podrá establecer que es lo que se va a producir y en que cantidad en el presente turno.

El SIM pone a disposición una manera rápida, confiable y segura de programar. Por medio de este sistema se podrá visualizar: el tipo de llanta o material; con cuanto stock se cuenta al momento, cual es la demanda diaria y por turno, cual es el requerimiento para poder cumplir con la demanda, y en base a esos datos y a los recursos que tienen en el turno los supervisores, se programa una cantidad

determinada a producir la cual se pretende cumplir a fin del período; también se tiene información como: cual es la cantidad producida de cada material al instante, cuanto tiempo hay antes de que haga falta un material y cuanto se necesita producir por turno.

Figura 2.13 Programación de la producción.

The screenshot shows the 'ORCL2 - Operator' software interface. The main window displays a production scheduling report for the date 19-12-2009. The report is organized by machine group (CUR_RAD_PAS) and material type (CUR_RAD_PAS2). The table lists various materials with their respective quantities and planned start times. The interface includes a menu bar with options like File, Interface, Basic data, Order data, Work lists, Reports, Window, and Help. The toolbar contains icons for Exit, Interface, Empl., Materials, Orders, Mach. st., and Count. The main data table has columns for Cod Maq, Desc., Mat. shift 1, Act. shift 1, Hours shift 1, Mat. shift 2, Act. shift 2, Hours shift 2, Mat. shift 3, Act. shift 3, Hours shift 3, numero de, codigo, Material description, cantidad planeada, cantidad ogramada, cantidad producida, Planned start, and Surv. time demand. The data is organized by machine group and material type.

Cod Maq	Desc.	Mat. shift 1	Act. shift 1	Hours shift 1	Mat. shift 2	Act. shift 2	Hours shift 2	Mat. shift 3	Act. shift 3	Hours shift 3	numero de	codigo	Material description	cantidad planeada	cantidad ogramada	cantidad producida	Planned start	Surv. time demand
21-012L	E 3	51656		8.00	51656		8.00	51656			70454	51613	CT 165/70R13 BRILLANT	678	591	237	18/12/2009 00:00:00	
21-012R	E 4	51656		8.00	51656		8.00	51656			70455	51614	CT 165/70R13 XP2000T	678	591	235	18/12/2009 00:00:00	
21-029L	F 5	51655		8.00	51655		8.00	51655			70456	51643	CT 175/70R13 VIKING	763	1182	930	18/12/2009 00:00:00	
21-029R	F 6	51655		8.00	51655		8.00	51655			70457	51655	CT 175/70R13 SPORTIVA	1313	1182	902	18/12/2009 00:00:00	
21-032L	F 9										70458	51656	CT 175/70R13 BRILLANT	3195	2364	1772	12/12/2009 00:00:00	
21-032R	F 10										70459	51657	CT 175/70R13 XP2000T	1543	1182	754	18/12/2009 00:00:00	
21-083L	D 1	51643		8.00	51643		8.00	51643			70460	51659	CT 175/70R13 ALTIMAX RT	1300	1182	551	18/12/2009 00:00:00	
21-083R	D 2	51643		8.00	51643		8.00	51643			70461	51666	CT 185/70R13 XP2000T	1357	2354	960	18/12/2009 00:00:00	
21-084L	D 3	51689		8.00	51689		8.00	51689			70462	51686	CT 185/70R13 SPORTIVA	763	1182	818	18/12/2009 00:00:00	
21-084R	D 4	51689		8.00	51689		8.00	51689			70463	51687	CT 185/70R13 BRILLANT	1357		0	18/12/2009 00:00:00	
21-085L	D 5	51656		8.00	51656		8.00	51656			70464	51689	CT 185/60R14 CC1	2908	2264	1807	12/12/2009 00:00:00	
21-085R	D 6	51656		8.00	51656		8.00	51656			70465	51770	CT 185/60R14 CH90	3061		1291	12/12/2009 00:00:00	
21-086L	D 7	51775		8.00	51775		8.00	51775			71033	51775	CT 185/65R14 CH90	100	340	103	21/12/2009 00:00:00	
21-086R	D 8	51770		8.00	51770		8.00	51770			70466	51946	CT 195/65R15 CC1	1106	1004	844	18/12/2009 00:00:00	
21-087L	D 9	51770		8.00	51770		8.00	51770										
21-087R	D 10	51770		8.00	51770		8.00	51770										
21-088L	D 11	51686		8.00	51686		8.00	51686										
21-088R	D 12	51686		8.00	51686		8.00	51686										
21-089L	D 13	51613		8.00	51613		8.00	51613										
21-089R	D 14	51614		8.00	51614		8.00	51614										
21-090L	D 15	51666		8.00	51666		8.00	51666										
21-090R	D 16	51666		8.00	51666		8.00	51666										
21-091L	D 17	51659		8.00	51659		8.00	51659										
21-091R	D 18	51659		8.00	51659		8.00	51659										
21-092L	D 19	51946		8.00	51946		8.00	51946										
21-092R	D 20	51946		8.00	51946		8.00	51946										
21-093L	D 21	51666		8.00	51666		8.00	51666										
21-093R	D 22	51666		8.00	51666		8.00	51666										
21-094L	D 23	51689		8.00	51689		8.00	51689										
21-094R	D 24	51689		8.00	51689		8.00	51689										
21-099L	E 13	51657		8.00	51657		8.00	51657										
21-099R	E 14	51657		8.00	51657		8.00	51657										
				240.00			240.00											

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.2 Personal operativo de vulcanización.

Es fundamental la aceptación por parte de los trabajadores con respecto al SIM, es por eso que al principio de este capítulo se nombran diversos beneficios que ellos deben conocer por medio de un refuerzo de la capacitación ya impartida. La colaboración que se requiere por parte de este personal es muy grande, para permitir que este programa se siga perfeccionando según las necesidades de producción. La pantalla que principalmente va a ser más utilizada es la de *Machine status report* en

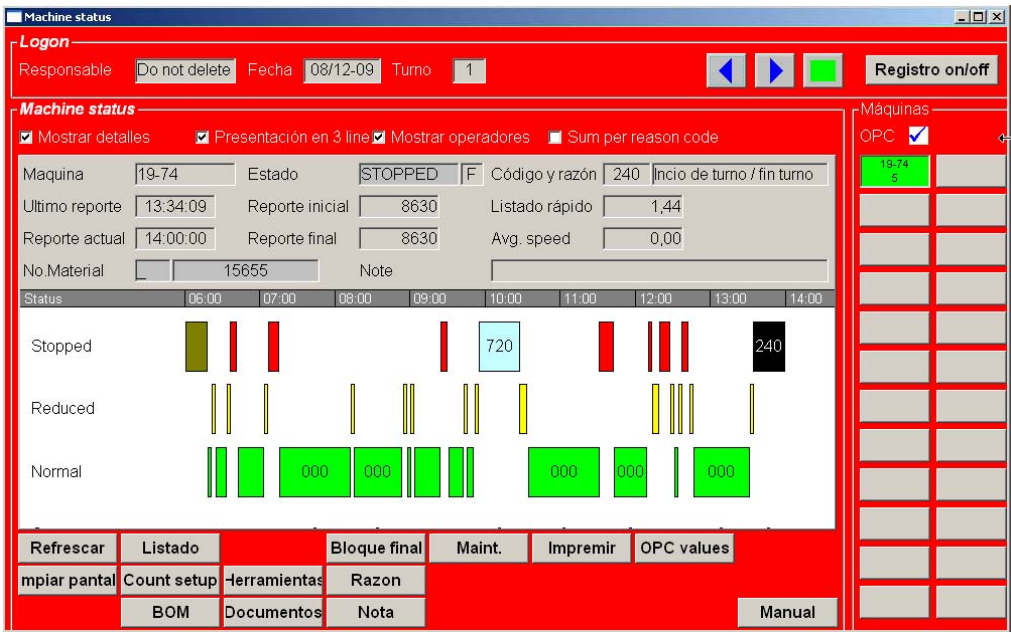
los monitores que tienen a su alcance. Seguidamente se detalla la forma de operarla y ver la información del estado de maquina que aquí se proporciona.

Primeramente se deben conocer los códigos, los colores y que representan cada uno de ellos y se puede recurrir a la figura 2.1. En los monitores dispuestos para uso de los operadores siempre estará presente esta pantalla que es táctil, para que sea aún más fácil su utilización (Figura 2.3). Los pasos que se deben seguir para disponer de esta se encuentran seguidamente.

2.2.2.1 Actualización de la pantalla al día y turno actual.

Cuando se inicia el turno de producción hay que cambiar el día y turno debido a que el sistema estará presentando información anterior. Cuando no se encuentra actualizada esta pantalla es de color rojo (Figura 2.12) entonces se debe proceder a pulsar el botón Registro *on/off* que esta ubicado en la parte superior derecha de la pantalla. Ahora aparecerá un cuadro preguntando “¿Esta seguro de salir del registro?” (Figura 2.13) Entonces se debe escoger sí. Se elige nuevamente Registro *on/off* para actualizar la pantalla. Aquí debemos de completar los campos de Usuario, Clave, Fecha y Turno de acuerdo a los correspondientes (Figura 2.14) y para finalizar *OK*.

Figura 2.14 Pantalla de estado de las máquinas desactualizada.

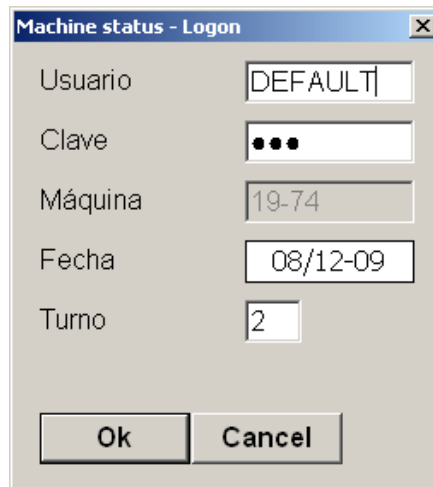


Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Figura 2.15 Cuadro de confirmación para la actualización.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Figura 2.16 Cuadro de actualización de datos.A screenshot of a Windows-style dialog box titled "Machine status - Logon". It contains five input fields: "Usuario" with the text "DEFAULT", "Clave" with three black dots, "Máquina" with the text "19-74", "Fecha" with the text "08/12-09", and "Turno" with the text "2". At the bottom are two buttons: "Ok" and "Cancel".

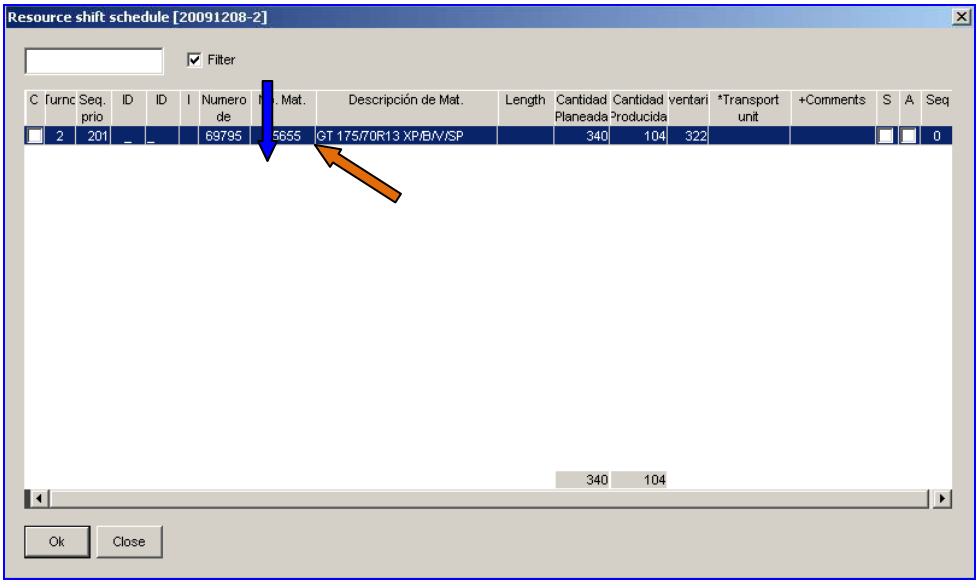
Field	Value
Usuario	DEFAULT
Clave	•••
Máquina	19-74
Fecha	08/12-09
Turno	2

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.2.2 Selección del material a producirse.

Para seleccionar el material que se va a producir se debe presionar el botón Listado que esta localizado en la parte inferior izquierda. De aquí, se desplegará el programa de producción vigente para el turno actual, debiendo seleccionar el producto que se va a trabajar en ese momento y pulsar *OK*. (Figura 2.15). Este procedimiento se realiza cada vez que se inicia la producción de un ítem en el centro de producción, con el objetivo de garantizar la confiabilidad del material en proceso.

Figura 2.17 Pantalla de selección del material a producirse.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.2.3 Visualización la lista de materiales (BOM).

La lista de materiales se desplegará al pulsar el botón BOM donde se encontrarán los inventarios de la misma, que corresponde al producto que se encuentran produciendo en ese instante (Figura 2.16). En la parte superior de la pantalla están campos como: producto, turno, cantidad programada, cantidad producida e inventario en tiempo real. En la parte inferior se podrá visualizar los componentes del producto e igual se podrán conocer los inventarios y además la demanda diaria. Para salir se debe escoger el botón *Close*.

Figura 2.18 Pantalla de la lista de materiales.

[20091208-2]

☒ Filter

Seq. prio	No. Mat.	Descripción de Mat.	Turno	Cantidad Planeada	Cantidad Producida	Inventario
201	15655	GT 175/70R13 XP/BM/SP	2	340	116	330

340116

Pos.	Unit	Demand qty.	Description	No.Material	Inventario
5	UN	1	C 175/70R13 82T XP/B	15655-1	22
10	M	1,683	A10 130 mm	BN182	1769
15	M	1,671	A10 140 mm	BF105	2495
20	M	1,716	CAP PLY 148 mm	CP04	-64670
25	UN	1	ROD. 175/70R13 XP/B	T175334	955

OkClose

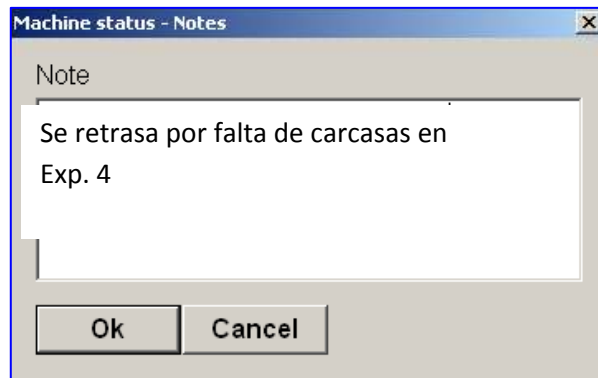
Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.2.4 Visualización de especificaciones.

Por medio de este botón se consigue toda la información referente a la especificación técnica, tanto del ítem que se está produciendo como de los que están programados en el turno. Adicionalmente se mostrará el funcionamiento de la máquina (Figura 2.17). Hasta hace poco tiempo, esta documentación estaba disponible únicamente en papel lo que venía a ser completamente incómodo de utilizar.

Figura 2.19 Pantalla de especificaciones.

Figura 2.20 Cuadro de ingreso de notas extra.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.2.6 Otras opciones.

La pantalla de estado de las máquinas cuenta también con otras opciones además de las destacadas previamente que permiten:

- Ingresar de forma manual la cantidad producida de cada material, por medio del botón Manual.
- Actualizar la pantalla al instante en que se encuentre trabajando, con el botón Refrescar.
- Desactivar por un lapso de 30 segundos la pantalla cada que se requiera realizar una limpieza al monitor, mediante el botón Limpiar pantalla.

CAPITULO III

PROCESO DE VULCANIZACION Y LOS PRINCIPALES FACTORES PRODUCTIVOS QUE INFLUYEN

3.1 Definición de proceso.

Un proceso se refiere a cualquier parte de una organización que transforma insumos en productos o servicios y estos deberían ser de mayor valor que los insumos originales.¹

3.2 Vulcanización.

3.2.1 Lubricación.

La lubricación es clave para una exitosa vulcanización, la cual puede evitar una serie de defectos. La lubricación es el proceso de suministrar lubricante en el interior y exterior de la llanta verde de manera uniforme y sin excesos, y es necesaria tanto en llantas radiales como bias.

3.2.1.1 Lubricación interna.

El lubricante que se aplica internamente es una base acuosa de secado rápido el mismo que brinda un excelente resbalamiento, despegue y elimina el aire atrapado entre el bladder y la llanta verde.

¹ CHASE, Richard, JACOBS, Robert, AQUILANO, Nicholas. *Administración de la Producción y Operaciones*, 10a. Edición, México, Editorial Mc Graw-Hill, 2007.

La lubricación tanto para llantas radiales como bias debe cubrir internamente de dedo a dedo en la llanta verde.

3.2.1.2 Lubricación externa.

El lubricante para la parte externa es anti-defectos y anti-adherente, este se encarga de prevenir el repliegue en moldeo mejorando la apariencia final de la llanta.

La lubricación debe cubrir externamente el lateral de la llanta verde hasta el hombro del rodamiento, dejando libre de lubricante el espacio entre hombros. Se sigue el mismo procedimiento para llantas radiales y bias.

3.2.2 Descripción del proceso de vulcanización.

Consiste en una reacción en la que se forman ligamentos químicos fuertes entre las “cadenas de caucho”, siendo un elemento esencial más no único, para la construcción de estos el azufre. ²

Se forma una red tridimensional de ligamentos que asegura las cadenas de caucho entre sí, permitiendo una movilidad relativa y que le confiere la propiedad de retornar a la forma inicial cuando está sujeta a esfuerzos, impactos y deformaciones.³

Para una correcta vulcanización es necesaria una conjugación de tres factores:

- Agentes químicos
- Temperatura
- Tiempo de vulcanización

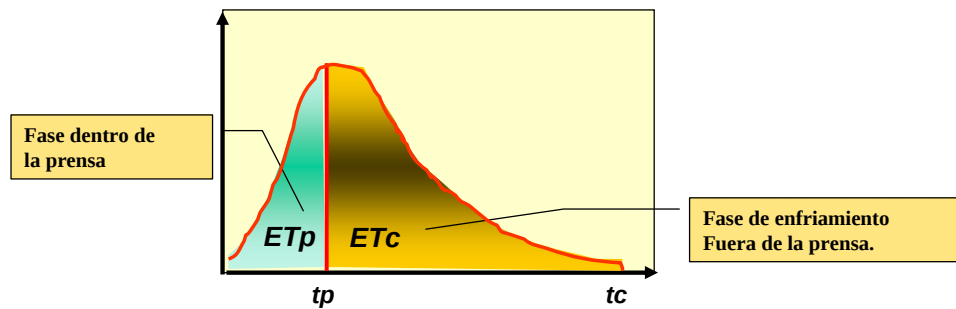
^{2,3} GENERAL TIRE, Inc, *Standard Practice for Tire Division*,1992.

Agentes químicos: Se requiere, azufre, aceleradores y activadores en cantidades correctas además cada compuesto necesita de un sistema adecuado, dependiendo de las propiedades que se desea y la zona de la llanta donde se encuentra.

Temperatura y tiempo de vulcanización: Cuando existe la temperatura correcta pero más tiempo del necesario se produce la sobre vulcanización y por ende la reversión de las propiedades. Por el contrario si se tiene la temperatura adecuada pero menos tiempo del requerido significa falta de vulcanización.

El proceso de vulcanización tiene dos fases:

- Una principal, que se lleva a cabo dentro de la prensa y consiste en una vulcanización controlada llamada ciclo de vulcanización.
- Una complementaria, después que la llanta sale de la prensa, llamada vulcanización fuera de la prensa sin presión. En esta fase la llanta toma su forma definitiva, más las condiciones ambientales de temperatura que también juegan un papel importante.

Figura 3.1 Curva de Vulcanización.

ET_p = Tiempo equivalente de vulcanización en la prensa.

ET_c = Tiempo equivalente de vulcanización fuera de la prensa.

$ET_{total} = ET_p + ET_c$ ET = tiempo equivalente de vulcanización + el tiempo de enfriamiento.	ETc
--	------------

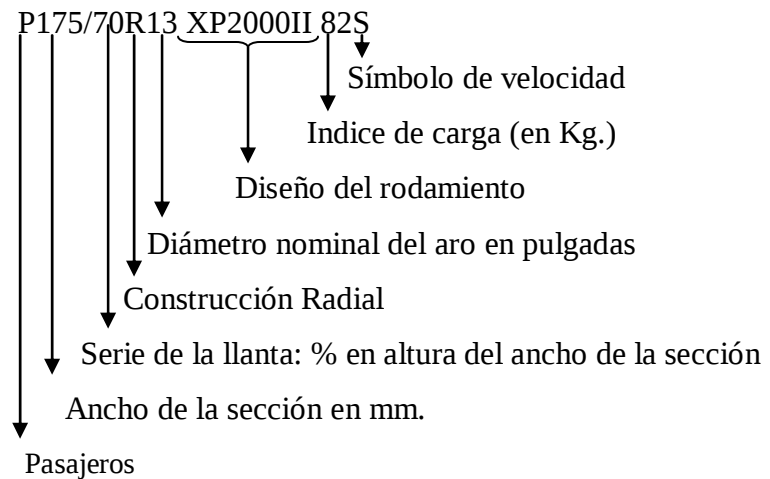
Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

3.2.3 Marcación de identificación.

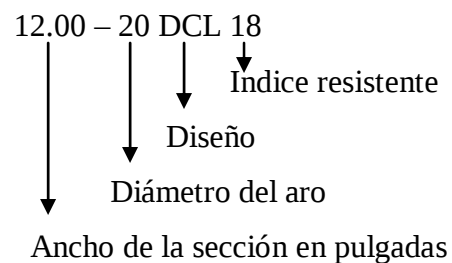
En la vulcanización los moldes imprimen una marca de identificación la cual debe ser permanente y estar situada sobre los laterales tal como lo indica la Norma Técnica Ecuatoriana INEN.

La nomenclatura es la siguiente:

3.2.3.1 Llanta radial.

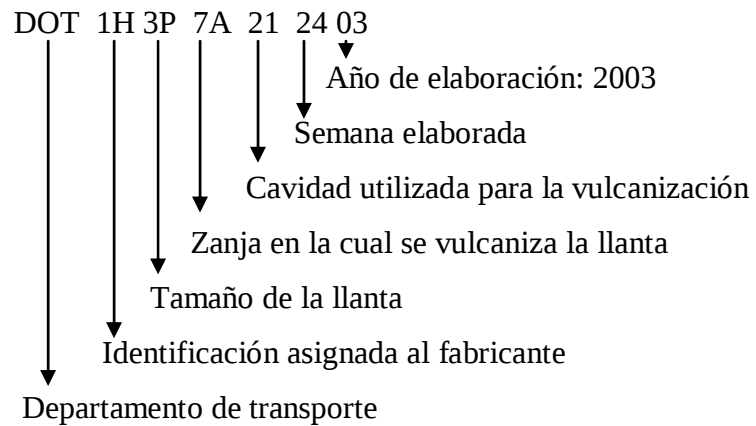


3.2.3.2 Llanta Bias.



3.2.3.3 Datos del serial y fecha de fabricación.

Los datos junto al símbolo de DOT hacen referencia al serial y a la fecha de fabricación, esta información debe interpretarse de la siguiente manera:



3.3 Factores Productivos.

3.3.1 Maquinaria.

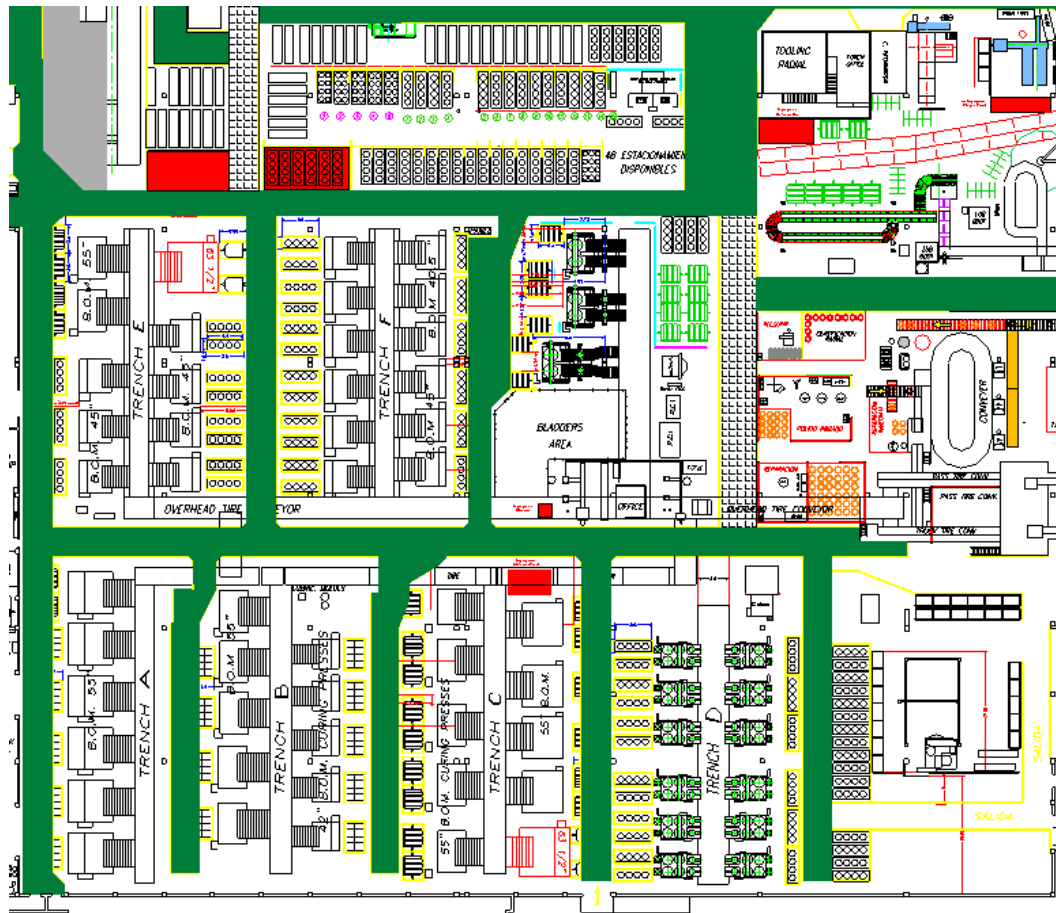
En el proceso de vulcanización se emplean prensas; cada una de ellas cura dos llantas a la vez.

3.3.1.1 Distribución de la maquinaria.

A continuación se muestra una gráfica de cómo se encuentran las prensas distribuidas en sus respectivas zanjas:

El área de vulcanización cuenta con siete zanjas, identificadas con las letras de la A a la G y cada prensa es numerada. La zanja G se utiliza únicamente para la recuperación de llantas, por lo que no se la tomará en cuenta para efectos del presente estudio.

Figura 3.2 Distribución de la maquinaria en el área de vulcanización de la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA

3.3.1.2 Tipos de Prensas.

Existen diferentes tipos de prensas entre ellas tenemos:

- Prensas BOM
- Prensas NRM/Autoform
- Prensas RP

En ERCO se utilizan prensas BOM y NRM/ Autoform.

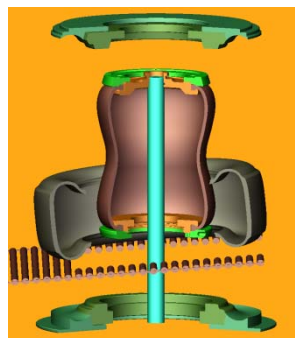
3.3.1.2.1 Prensas B.O.M.

Este tipo de prensas vulcanizan la llanta mediante la transferencia de calor. Las zanjás A, B, C, E y F emplean prensas tipo B.O.M. El cargue de estas llantas es automático a excepción de las prensas que se mencionan a continuación:

- B1-2
- B3-4
- B5-6
- E7-8
- E9-10

Estas prensas requieren que el cargue se lo realice manualmente con la ayuda de un tecla.

Figura 3.3 Prensa B.O.M.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA

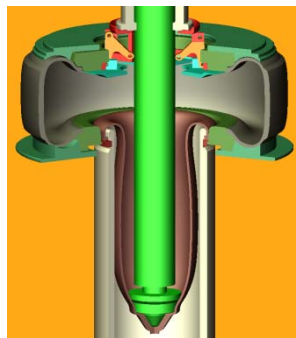
3.3.1.2.2 Prensas NRM/Autoform.

Estas prensas están diseñadas para curar las llantas con vapor, y están equipadas de tal forma que la carga y descarga de llantas es de manera automática, es decir, las

presas realizan diversas actividades en una secuencia completamente automática como: abrir, descargar, cargar y curar las llantas.

La función manual que requieren estas máquinas es la colocación de las llantas verdes enfrente de la máquina sobre los servidores dispuestos para tal fin.

Figura 3.4 Prensa NRM.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

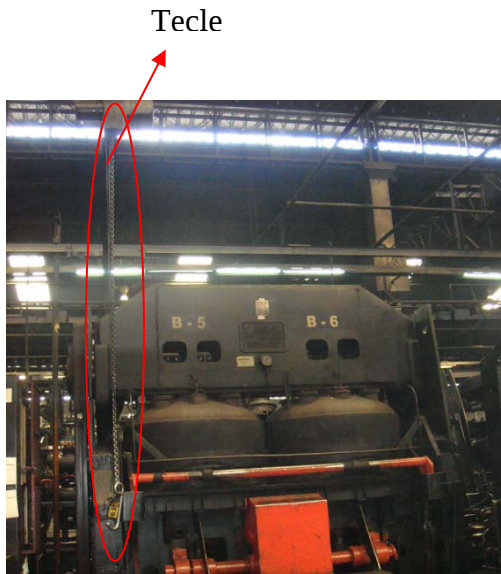
3.3.1.3 Ciclos Básicos de Vulcanización:

Para completar la operación de vulcanización son necesarios principalmente tres ciclos básicos.

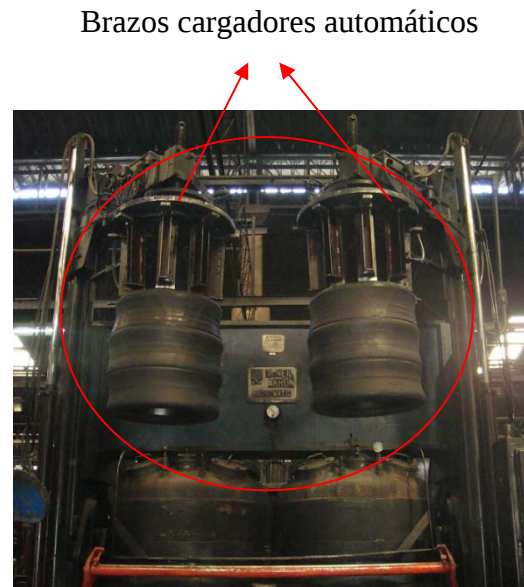
3.3.1.3.1 Ciclo de cierre de la prensa.

Una vez que salen las llantas de la prensa los cargadores colocan dos nuevas llantas verdes en los moldes liberándolas en un tiempo determinado y se retiran, en el caso de prensas NRM y las BOM que posean cargadores automáticos; de lo contrario el operador deberá depositar las llantas de forma manual con la ayuda de un tacle.

Fotografía 3.1 P. de cargue manual.



Fotografía 3.2 P. de cargue automático



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Posteriormente el bladder es expandido dentro de la llanta por una presión. Las llantas son hinchadas y formadas dentro de los moldes con una presión interna y otra externa. Internamente proveniente del bladder y externamente por la presión que se ejerce sobre los moldes por la prensa.

3.3.1.3.2 Ciclo de cura.

La cura está determinada por:

- Temperatura externa
- Temperatura interna
- Calibre del bladder
- Medida de la llanta
- Calibre de la llanta (L32, L31, W138)
- Diseño del grabado del rodamiento (moldeado)
- Propiedades de los compuestos (T10 y T90)

- Tipos de prensa (domo, plato o segmentado)
- Tipo de energía (vapor, gas inerte, agua caliente)
- Tiempo de aplicación del calor
- Tiempo de drenaje al final del ciclo de cura
- Tiempo de la llanta que pasa en PCI

Es un período cronometrado por la misma máquina, durante el cual las llantas son retenidas en los moldes bajo las condiciones apropiadas de temperatura y presión interna. Las partes inferior y superior de los moldes se mantienen unidas durante el tiempo de cura, mediante la fuerza ejercida por la parte de la estructura superior y la base de la prensa actúa contra el molde inferior.

3.3.1.3.3 Ciclo de apertura de la prensa.

Una vez que el curado de las llantas se ha completado; la presión interna es liberada y las llantas tienen que desprenderse de los bladder. Entonces, se expulsan las llantas ya listas cuando se abre la prensa en el caso de ser NRM, en el caso de prensas BOM, la prensa abre y luego de que el bladder se estira, unos brazos ayudan a que la llanta salga.

Después del proceso de vulcanización, la llanta emerge de la prensa para la siguiente operación, el pos inflado que se refiere a la presión de aire que se debe aplicar a la llanta, inmediatamente después de que esta sale del molde de vulcanización.

3.3.1.4 Toma y estudio de tiempos de apertura y cierre de prensas.

El estudio de tiempos es una técnica que sirve para medir el trabajo, por medio del registro de tiempos y ritmos de trabajo observados en el transcurso de las actividades de un proceso.⁴

Las condiciones para llevar a cabo el estudio deben corresponder a las de un “día justo de trabajo”.⁵

El siguiente estudio, tiene como fin demostrar que se puede mejorar el tiempo de apertura y cierre de prensas, y con esto lograr un mayor número de llantas producidas en el mismo tiempo y con los mismos recursos. Unicamente se tomarán en cuenta las prensas con cargadores automáticos, ya que posteriormente en el estudio de métodos se abarcarán las que requieren el cargue manual.

Se realizó la toma de tiempos y se obtuvieron los siguientes resultados:

^{4,5} CORONEL, Iván, *Ingeniería de Métodos, Material de Estudio* , 2006.

Tabla 3.1 Tiempos de apertura y cierre (Zanja A).

Departamento: Vulcanización

Zanja A

Tipo de prensas: B.O.M.

Fecha: 24-31 de agosto de 2009

Num	ELEMENTOS	Prensa A1-2					$\overline{X}$	Prensa A3-4					$\overline{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	43	43	45	43	43	43	40	41	40	43	43	41
2	Descargado de llanta	47	48	48	47	48	48	63	40	60	39	41	49
3	Cargado de llanta	42	61	62	49	60	55	53	43	43	43	44	45
4	Cerrado de prensa	51	52	43	47	51	49	41	43	40	51	38	43
Tiempo Total en segundos:		183	204	198	186	202	195	197	167	183	176	166	178

Num	ELEMENTOS	Prensa A5-6					$\overline{X}$	Prensa A7-8					$\overline{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	40	44	43	40	43	42	42	42	42	43	42	42
2	Descargado de llanta	61	60	63	64	63	62	48	55	50	50	51	51
3	Cargado de llanta	51	47	39	56	46	48	45	56	52	90	55	60
4	Cerrado de prensa	40	41	42	41	42	41	40	40	40	40	40	40
Tiempo Total en segundos:		192	192	187	201	194	193	175	193	184	223	188	193

Num	ELEMENTOS	Prensa A9-10					$\overline{X}$	Prensa A11-12					$\overline{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	44	42	40	42	40	42	44	42	44	44	44	44
2	Descargado de llanta	47	46	49	47	48	47	49	44	45	43	45	45
3	Cargado de llanta	50	56	57	57	55	55	55	51	51	64	43	53
4	Cerrado de prensa	55	40	40	40	52	45	32	40	39	38	40	38
TiempoTotal en segundos:		196	184	186	186	195	189	180	177	179	189	172	179

Elaboración: La autora

Tabla 3.2 Tiempos de apertura y cierre (Zanja B).

Departamento: Vulcanización

Zanja B

Tipo de prensas: B.O.M.

Fecha: 01-03 de septiembre de 2009

Num	ELEMENTOS	Prensa B7-8					$\bar{X}$	Prensa B9-10					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	40	43	44	44	40	42	39	41	44	41	43	42
2	Descargado de llanta	67	67	64	70	63	66	49	51	49	46	47	48
3	Cargado de llanta	130	74	72	130	140	109	89	65	96	92	85	85
4	Cerrado de prensa	37	40	38	38	37	38	39	41	36	35	39	38
Tiempo total en segundos:		274	224	218	282	280	256	216	198	225	214	214	213

Departamento: Vulcanización

Zanja B

Tipo de prensas: B.O.M.

Fecha: 04-08 de septiembre de 2009

Num	ELEMENTOS	Prensa B11-12					$\bar{X}$	Prensa B13-14					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	18	18	18	18	18	18	19	19	20	19	20	19
2	Descargado de llanta	12	11	12	12	11	12	8	9	14	9	9	10
3	Cargado de llanta	28	27	27	28	27	27	24	24	27	24	24	25
4	Cerrado de prensa	18	18	18	18	18	18	18	19	18	17	17	18
Tiempo total en segundos:		76	74	75	76	74	75	69	71	79	69	70	72

Num	ELEMENTOS	Prensa B15-16					$\bar{X}$	Prensa B17-18					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	19	19	19	19	20	19	19	19	20	19	20	19
2	Descargado de llanta	25	26	26	26	25	26	22	24	23	23	22	23
3	Cargado de llanta	26	24	23	24	25	24	24	24	25	25	24	24
4	Cerrado de prensa	18	17	18	17	18	18	17	17	17	18	18	17
Tiempo total en segundos:		88	86	86	86	88	87	82	84	85	85	84	84

Num	ELEMENTOS	Prensa B19-20					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	19	19	19	19	19	19
2	Descargado de llanta	19	19	18	18	19	19
3	Cargado de llanta	45	33	35	33	35	36
4	Cerrado de prensa	19	18	18	18	18	18
Tiempo total en segundos:		102	89	90	88	91	92

Elaboración: La autora

Tabla 3.3 Tiempos de apertura y cierre (Zanja C).

Departamento: Vulcanización

Zanja C

Tipo de prensas: B.O.M.

Fecha: 09-15 de septiembre de 2009

Num	ELEMENTOS	Prensa C1-2					$\bar{X}$	Prensa C3-4					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	40	41	41	42	41	41	41	41	42	42	43	42
2	Descargado de llanta	58	54	54	59	61	57	97	183	94	97	96	113
3	Cargado de llanta	38	70	63	65	71	61	74	57	84	77	71	73
4	Cerrado de prensa	42	46	38	37	50	43	40	39	50	51	53	47
Tiempo total en segundos:		178	211	196	203	223	202	252	320	270	267	263	274

Num	ELEMENTOS	Prensa C5-6					$\bar{X}$	Prensa C7-8					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	43	42	42	41	43	42	40	41	41	41	41	41
2	Descargado de llanta	57	61	60	60	57	59	43	50	42	43	50	46
3	Cargado de llanta	62	73	70	75	78	72	114	145	130	76	81	109
4	Cerrado de prensa	46	39	63	60	48	51	44	57	67	52	59	56
Tiempo total en segundos:		208	215	235	236	226	224	241	293	280	212	231	251

Num	ELEMENTOS	Prensa C9-10					$\bar{X}$	Prensa C11-12					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	41	41	42	41	42	41	69	68	70	70	68	69
2	Descargado de llanta	43	31	39	41	42	39	56	60	56	57	58	57
3	Cargado de llanta	91	70	42	57	61	64	47	46	45	47	47	46
4	Cerrado de prensa	42	51	42	38	41	43	59	62	56	55	58	58
Tiempo total en segundos:		217	193	165	177	186	188	231	236	227	229	231	231

Num	ELEMENTOS	Prensa C13-14					$\bar{X}$	Prensa C15-16					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	43	42	42	42	42	42	42	43	42	43	42	42
2	Descargado de llanta	56	47	45	48	48	49	71	66	71	68	69	69
3	Cargado de llanta	42	66	62	61	64	59	66	68	90	72	69	73
4	Cerrado de prensa	41	45	41	42	45	43	38	38	38	38	41	39
Tiempo total en segundos:		182	200	190	193	199	193	217	215	241	221	221	223

Num	ELEMENTOS	Prensa C17-18					$\bar{X}$	Prensa C19-20					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	41	37	43	42	41	41	42	41	41	42	42	42
2	Descargado de llanta	36	38	37	40	51	40	44	42	37	44	44	42
3	Cargado de llanta	83	85	89	61	83	80	89	89	107	111	92	98
4	Cerrado de prensa	41	38	38	39	41	39	39	37	39	38	38	38
Tiempo total en segundos:		201	198	207	182	216	201	214	209	224	235	216	220

Elaboración: La autora

Tabla 3.4 Tiempos de apertura y cierre (Zanja D).

Departamento: Vulcanización

Zanja D

Tipo de prensas: NRM

Fecha: 16-21 de septiembre de 2009

Num	ELEMENTOS	Prensa D1-2					$\bar{X}$	Prensa D3-4					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa y descargue de llanta	38	17	18	18	18	22	37	27	28	39	38	34
3	Cargado de llanta	10	11	10	10	10	10	8	8	9	9	10	9
4	Cerrado de prensa	25	30	29	30	30	29	30	31	28	29	29	29
Tiempo total en segundos:		73	58	57	58	58	61	75	66	65	77	77	72

Num	ELEMENTOS	Prensa D5-6					$\bar{X}$	Prensa D7-8					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa y descargue de llanta	37	37	37	37	37	37	18	18	19	19	19	19
2	Cargado de llanta	9	10	9	9	10	9	11	11	9	10	10	10
3	Cerrado de prensa	20	20	21	21	21	21	20	20	21	21	21	21
Tiempo total en segundos:		66	67	67	67	68	67	49	49	49	50	50	49

Num	ELEMENTOS	Prensa D9-10					$\bar{X}$	Prensa D11-12					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa y descargue de llanta	25	34	34	25	24	28	33	33	33	23	23	29
2	Cargado de llanta	11	11	11	11	12	11	12	9	12	11	11	11
3	Cerrado de prensa	27	26	27	27	27	27	17	17	17	17	17	17
Tiempo total en segundos:		63	71	72	63	63	66	62	59	62	51	51	57

Num	ELEMENTOS	Prensa D13-14					$\bar{X}$	Prensa D15-16					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa y descargue de llanta	35	36	35	36	35	35	33	33	33	33	33	33
2	Cargado de llanta	16	16	17	17	17	17	13	13	13	13	13	13
3	Cerrado de prensa	26	27	30	26	27	27	22	21	22	22	22	22
Tiempo total en segundos:		77	79	82	79	79	79	68	67	68	68	68	68

Num	ELEMENTOS	Prensa D17-18					$\bar{X}$	Prensa D19-20					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa y descargue de llanta	37	29	37	30	28	32	22	22	22	23	23	22
2	Cargado de llanta	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10
3	Cerrado de prensa	30	30	31	30	30	30	24	23	23	22	24	23
Tiempo total en segundos:		75	67	77	69	67	71	55	55	55	55	57	55

Num	ELEMENTOS	Prensa D21-22					$\bar{X}$	Prensa D23-24					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa y descargue de llanta	36	37	31	36	36	35	29	37	38	29	29	32
2	Cargado de llanta	19	18	21	18	18	19	9	10	10	9	9	9
3	Cerrado de prensa	20	22	21	22	21	21	23	23	22	23	19	22
Tiempo total en segundos:		75	77	73	76	75	75	61	70	70	61	57	64

Elaboración: La autora

Tabla 3.5 Tiempos de apertura y cierre (Zanja E).**Departamento:** Vulcanización**Zanja E****Tipo de prensas:** B.O.M.**Fecha:** 22-28 de septiembre de 2009

Num	ELEMENTOS	Prensa E1-2					$\overline{X}$	Prensa E3-4					$\overline{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	18	18	18	19	19	18	19	19	19	19	18	19
2	Descargado de llanta	14	19	15	15	19	16	17	16	16	16	18	17
3	Cargado de llanta	64	64	65	61	58	62	41	42	44	45	43	43
4	Cerrado de prensa	17	18	18	18	18	18	18	18	17	17	17	17
Tiempo total en segundos:		113	119	116	113	114	115	95	95	96	97	96	96
Num	ELEMENTOS	Prensa E5-6					$\overline{X}$	Prensa E11-12					$\overline{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
5	Apertura de prensa	22	22	21	21	22	22	62	51	77	69	77	67
6	Descargado de llanta	15	15	15	16	16	15	50	31	52	47	37	43
7	Cargado de llanta	45	45	44	45	45	45	73	75	60	70	73	70
8	Cerrado de prensa	17	17	18	18	17	17	60	51	70	61	61	61
Tiempo total en segundos:		99	99	98	100	100	99	245	208	259	247	248	241
Num	ELEMENTOS	Prensa E13-14					$\overline{X}$	Prensa E15-16					$\overline{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	22	22	21	22	20	21	23	22	22	22	21	22
2	Descargado de llanta	13	14	14	14	14	14	12	12	13	13	14	13
3	Cargado de llanta	47	50	50	49	51	49	48	55	52	57	55	53
4	Cerrado de prensa	21	20	19	21	18	20	23	17	18	18	17	19
Tiempo total en segundos:		103	106	104	106	103	104	106	106	105	110	107	107
Num	ELEMENTOS	Prensa E17-18					$\overline{X}$	Prensa E19-20					$\overline{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
5	Apertura de prensa	21	22	21	21	22	21	21	20	22	22	21	21
6	Descargado de llanta	13	13	12	17	13	14	14	10	10	11	15	12
7	Cargado de llanta	48	60	61	56	58	57	40	38	42	43	37	40
8	Cerrado de prensa	20	15	20	20	21	19	20	20	19	20	19	20
Tiempo total en segundos:		102	110	114	114	114	111	95	88	93	96	92	93

Elaboración: La autora

Tabla 3.6 Tiempos de apertura y cierre (Zanja F).

Departamento: Vulcanización

Zanja F

Tipo de prensas: B.O.M.

Fecha: 29 de septiembre - 03 de octubre de 2009

Num	ELEMENTOS	Prensa F1-2					$\bar{X}$	Prensa F3-4					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	22	19	22	20	20	21	20	22	21	21	22	21
2	Descargado de llanta	20	20	21	21	21	21	18	17	19	18	18	18
3	Cargado de llanta	38	39	39	43	44	41	42	42	43	43	44	43
4	Cerrado de prensa	18	19	19	18	19	19	18	17	17	18	17	17
Tiempo total en segundos:		98	97	101	102	104	100	98	98	100	100	101	99

Num	ELEMENTOS	Prensa F5-6					$\bar{X}$	Prensa F7-8					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	20	20	18	18	18	19	20	20	21	21	20	20
2	Descargado de llanta	20	19	19	20	19	19	21	19	27	20	19	21
3	Cargado de llanta	31	32	31	31	31	31	41	42	44	42	41	42
4	Cerrado de prensa	19	19	19	19	19	19	18	18	18	19	18	18
Tiempo total en segundos:		90	90	87	88	87	88	100	99	110	102	98	102

Num	ELEMENTOS	Prensa F9-10					$\bar{X}$	Prensa F11-12					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	18	22	20	17	19	19	21	21	22	21	21	21
2	Descargado de llanta	20	22	28	22	21	23	25	25	26	25	28	26
3	Cargado de llanta	50	62	48	51	43	51	61	62	67	68	65	65
4	Cerrado de prensa	18	16	19	18	18	18	19	19	17	19	17	18
Tiempo total en segundos:		106	122	115	108	101	110	126	127	132	133	131	130

Num	ELEMENTOS	Prensa F13-14					$\bar{X}$	Prensa F15-16					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	18	18	18	19	18	18	19	19	18	18	18	18
2	Descargado de llanta	26	27	27	28	27	27	25	25	26	27	26	26
3	Cargado de llanta	43	42	41	42	41	42	43	46	45	66	65	53
4	Cerrado de prensa	17	18	18	18	18	18	21	18	18	18	18	19
Tiempo total en segundos:		104	105	104	107	104	105	108	108	107	129	127	116

Num	ELEMENTOS	Prensa F17-18					$\bar{X}$	Prensa F19-20					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	24	26	22	21	25	24	22	22	25	25	22	23
2	Descargado de llanta	23	21	24	22	21	22	20	20	20	20	20	20
3	Cargado de llanta	40	40	40	39	40	40	64	59	61	64	61	62
4	Cerrado de prensa	18	18	17	19	19	18	20	19	19	20	19	19
Tiempo total en segundos:		105	105	103	101	105	104	126	120	125	129	122	124

Num	ELEMENTOS	Prensa F21-22					$\bar{X}$	Prensa F23-24					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Apertura de prensa	22	21	22	24	22	22	21	21	21	21	21	21
2	Descargado de llanta	18	19	20	17	20	19	27	32	30	32	30	30
3	Cargado de llanta	49	50	50	50	50	50	52	51	52	52	51	52
4	Cerrado de prensa	17	17	18	18	18	18	17	17	18	17	18	17
Tiempo total en segundos:		106	107	110	109	110	108	117	121	121	122	120	120

Elaboración: La autora

3.3.1.5 Análisis de la toma de tiempos.

Una vez que se tienen los datos reales, estos deben analizarse para establecer si se puede hacer algo, para mejorar los tiempos estudiados y consecuentemente mejorar la productividad.

Se puede ver que los tiempos de apertura y cierre varían, pero además se debe mencionar que una de las razones, a pesar que la maquinaria sea del mismo tipo es que las capacidades son diferentes, es por eso que no en cualquier prensa se puede hacer cualquier tipo de llanta.

En los cuadros que se presentan seguidamente, constan los diferentes tipos de llantas, tanto bias como radial que se producen, los tiempos de cura sobre los cuales no se puede influir, las prensas en donde pueden ser vulcanizadas y cuantas llantas más, se podrían producir en un mes, si todas las prensas tuvieran el mismo tiempo de apertura y cierre, y se ha tomado como referencia las máquinas de cada tipo con menor tiempo promedio en la operación estudiada.

Por ejemplo el mes de septiembre de 2009 tuvo 28.7 días de producción, teniendo presente que los domingos tan solo se trabajan dos turnos.

Se podrá notar que la cantidad de llantas más, que se pueden producir va a depender del tiempo de cura; mientras mayor sea este, el tiempo de apertura y cierre no influye tanto; tal es el caso de las llantas bias y las de camión radiales y bias, en cambio cuando el tiempo de cura es menor, sí se puede obtener mayor productividad y es así que en las llantas radiales de pasajero y camioneta como los tiempos de cura son menores se puede conseguir una mayor cantidad de llantas en el mismo tiempo, si todas las prensas se abrieran y cerraran en el menor tiempo posible.

3.3.1.5.1 Llantas Radiales.

Tabla 3.7 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (pasajero y camioneta radial).

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa				
		E13-14	E15-16	E17-18	E19-20	F11-12
175/70R13 BARUM	10	114	172	172	—	402
195/50R15 ALTIMAX 195/60R15 ALTIMAX	10.5	114	172	172	—	344
235/60R15 GRABBER HP 235/60R16 4X4 CONTACT	12.8	58	58	114	—	230
255/60R15 GRABBER HP	13.5	58	114	114	—	230
275/60R15 GRABBER HP	14	58	114	114	—	230
LT205/75R15 GRABBER AT2 215/65R16 CROSS CONTACT AT	14.5	58	114	114	—	230
245/70R16 CROSS CONTACT 225/75R16 GRABBER AT2 265/70R16 CROSS CONTACT 255/70R16 CROSS CONTACT 245/70R16 GRABBER HTS P255/70R16 GRABBER SUV 245/75R16 GRABBER SUV	15.5	58	114	114	—	172
LT235/75R15 GRABBER AT2 31X10,5R15 GRABBER AT2	18	58	58	58	—	172
225/70 R15 VANCO	18.5	58	58	58	—	114

Tabla 3.7 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (pasajero y cta. radial) cont.

Llanta	Tiempo de cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa					
		D1-2	D3-4	D5-6	D7-8	D9-10	D11-12
155/80R12 SPORT II 165/70R13 BARUM BRILLANT OR57 165/70R13XP2000T 175/70R13 ALTIMAX 175/70R13 XP2000T 175/70R13 BARUM BRILLANT OR57 175/70R13 SPORTIVA G70 175/70R13 VIKING VSS100 185/70R13 BARUM BRILLANT OR57 185/70R13 XP2000T 185/70R13 SPORTIVA G70 205/60R13 ALTIMAX 205/60R13 RS260 185/60R14 XP2000T 185/60R14 BARUM BRILLANT OR57 175/65 R14 ALTIMAX 175/65R14 XP2000T 185/65R14 BARUM BRILLANT 185/65R14 XP2000T 185/65R14 SPORTIVA G65 185/60R14 ALTIMAX 195/50R15 XP2000 H	10	114	230	172	—	172	58
185/60R14 CH 90 185/60R14 CONFOR CONTAC 1 165/70R13 ALTIMAX 165/65R13 77T ALTIMAX RT 195/50R15 ALTIMAX 195/60R15 ALTIMAX 185/65R14 ALTIMAX 185/65R14 CH 90 185/70R14 BARUM BRILLANT OR57 185/70R14 XP2000 T	10.5	114	230	172	—	172	58
195/60R13XP2000 H	11	114	230	172	—	172	58
195/55R15 CC-1 185/60R13 BARUM BRAVURA	12	58	172	114	—	114	58
195/60R14 XP 2000 H 195/60R14ALTIMAX 195/65R15 CH 90 195/65R15 XP2000 H	12.5	58	172	114	—	114	58

Tabla 3.7 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (pasajero y cta. radial) cont.

Llanta	Tiempo de cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa					
		D13-14	D15-16	D17-18	D19-20	D21-22	D23-24
155/80R12 SPORT II 165/70R13 BARUM BRILLANT OR57 165/70R13XP2000T 175/70R13 ALTIMAX 175/70R13 XP2000T 175/70R13 BARUM BRILLANT OR57 175/70R13 SPORTIVA G70 175/70R13 VIKING VSS100 185/70R13 BARUM BRILLANT OR57 185/70R13 XP2000T 185/70R13 SPORTIVA G70 205/60R13 ALTIMAX 205/60R13 RS260 185/60R14 XP2000T 185/60R14 BARUM BRILLANT OR57 175/65 R14 ALTIMAX 175/65R14 XP2000T 185/65R14 BARUM BRILLANT 185/65R14 XP2000T 185/65R14 SPORTIVA G65 185/60R14 ALTIMAX 195/50R15 XP2000 H	10	344	230	230	58	288	172
185/60R14 CH 90 185/60R14 CONFOR CONTAC 1 165/70R13 ALTIMAX 165/65R13 77T ALTIMAX RT 195/50R15 ALTIMAX 195/60R15 ALTIMAX 185/65R14 ALTIMAX 185/65R14 CH 90 185/70R14 BARUM BRILLANT OR57 185/70R14 XP2000 T	10.5	288	172	230	58	230	114
195/60R13XP2000 H	11	288	172	230	58	230	172
195/55R15 CC-1 185/60R13 BARUM BRAVURA	12	230	114	172	—	172	114
195/60R14 XP 2000 H 195/60R14ALTIMAX 195/65R15 CH 90 195/65R15 XP2000 H	12.5	230	114	172	58	172	114

Tabla 3.7 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (pasajero y cta. radial) cont.

Llanta	Tiempo de cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa					
		F1-2	F3-4	F5-6	F7-8	F9-10	F11-12
P195/70R14 XP2000 AS	9.5	114	114	—	114	230	460
155/80R12 SPORT II 155/SR12AMERI*SPORT 155/SR12 PERFORMANCE 175/70R13 SPORTIVA 175/70R13 ALTIMAX 175/70R13XP2000T P195/75R14 AMERI G4S 205/60R13RS260 175/70R13 BARUM BRILLANT	10	172	114	—	172	230	460
195/50R15ALTIMAX 195/60R15ALTIMAX 185/65R14 ALTIMAX 185/60R14CH90 185/65R14 BARUM BRILLANT OR57 185/65R14 XP2000 T 185/65R14 SPORTIVA G65 175/70R13BARUM	10.5	114	58	—	114	172	344
P225/75R15 AMERI TECH st 235/60R16 4X4 CONTAC	12	114	58	—	114	172	288
235/60R15 GRABBER HP	12.8	58	58	—	114	172	288
LT215/75R14 SIDEWINDER LT215/75R14 GRABBER AT 255/60R15GRABBER HP	13.5	58	58	—	58	114	230
275/60R15 GRABBER HP P205/75R15SIDEWINDER P205/75R15GRABBER SUV	14	58	58	—	58	114	230
LT205/75R15 GRABBER AT2 P235/75R15 SIDE WINDER P235/75R15 GRABBER SUV 195R14 C 200 PR 10 235/75R15GRABBER HTS 195R14 C 200 PR 8 215/65R16 CROSS CONTAC AT	14.5	58	58	—	58	114	230
245/70R16 CROSS CONTAC AT 225/75R16 GRABBER AT2 265/70R16 CROSS CONTAC AT 255/70R16 CROSS CONTC AT LT245/75R16CONTI CROSS CONTC P 255/70R16 GRABBER SUV 245/70R16 GRABBER HTS P245/75R16 GRABBER SUV	15.5	58	58	—	58	114	172
31X10.5R15 GRABBER AT2 LT235/75R15GRABBER AT2	18	58	58	—	58	58	172
225/70R15 C VANCO	18.5	58		—	58	58	114
7.50 R 16 LT AMERI*550 AS	21			—	58	58	114

Tabla 3.7 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (pasajero y cta. radial) cont.

Llanta	Tiempo de cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa					
		F13-14	F15-16	F17-18	F19-20	F21-22	F23-24
P195/70R14 XP2000 AS	9.5	172	288	172	344	230	344
155/80R12 SPORT II 155/SR12AMERI*SPORT 155/SR12 PERFORMANCE 175/70R13 SPORTIVA 175/70R13 ALTIMAX 175/70R13XP2000T P195/75R14 AMERI G4S 205/60R13RS260 175/70R13 BARUM BRILLANT	10	172	288	172	402	230	344
195/50R15ALTIMAX 195/60R15ALTIMAX 185/65R14 ALTIMAX 185/60R14CH90 185/65R14 BARUM BRILLANT OR57 185/65R14 XP2000 T 185/65R14 SPORTIVA G65 175/70R13BARUM	10.5	114	230	114	288	172	288
P225/75R15 AMERI TECH st 235/60R16 4X4 CONTAC	12	114	230	114	288	172	230
235/60R15 GRABBER HP	12.8	114	172	114	230	114	230
LT 215/75R14 SIDEWINDER LT 215/75R14 GRABBER AT 255/60R15GRABBER HP	13.5	114	172	58	172	114	172
275/60R15 GRABBER HP P205/75R15SIDEWINDER P205/75R15GRABBER SUV	14	114	172	58	172	114	172
LT205/75R15 GRABBER AT2 P235/75R15 SIDE WINDER P235/75R15 GRABBER SUV 195R14 C 200 PR 10 235/75R15GRABBER HTS 195R14 C 200 PR 8 215/65R16 CROSS CONTAC AT	14.5	58	114	58	172	114	172
245/70R16 CROSS CONTAC AT 225/75R16 GRABBER AT2 265/70R16 CROSS CONTAC AT 255/70R16 CROSS CONTC AT LT245/75R16CONTI CROSS CONTC P 255/70R16 GRABBER SUV 245/70R16 GRABBER HTS P245/75R16 GRABBER SUV	15.6	58	114	58	172	114	172
31X10.5R15 GRABBER AT2 LT235/75R15GRABBER AT3	18	58	114	58	114	58	114
225/70R15 C VANCO	18.5	58	58	58	114	58	114
7.50 R 16 LT AMERI*550 AS	21	58	58	58	114	58	58

Tabla 3.7 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (pasajero y cta. radial) cont.

Llanta	Tiempo de cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa		
		E1-2	E3-4	E5-6
P195/70R14 XP2000 AS	9.5	230		58
155/80R12 SPORT II 155/SR12AMERI*SPORT 155/SR12 PERFORMANCE 175/70R13 SPORTIVA 175/70R13 ALTIMAX 175/70R13XP2000T P195/75R14 AMERI G4S 205/60R13RS260 175/70R13 BARUM BRILLANT	10	172	—	—
195/50R15ALTIMAX 195/60R15ALTIMAX 185/65R14 ALTIMAX 185/60R14CH90 185/65R14 BARUM BRILLANT OR57 185/65R14 XP2000 T 185/65R14 SPORTIVA G65 175/70R13BARUM	10.5	172	—	—
P225/75R15 AMERI TECH st 235/60R16 4X4 CONTAC	12	114	—	—
235/60R15 GRABBER HP	12.8	114	—	—
LT 215/75R14 SIDEWINDER LT 215/75R14 GRABBER AT 255/60R15GRABBER HP	13.5	114	—	—
275/60R15 GRABBER HP P205/75R15SIDEWINDER P205/75R15GRABBER SUV	14	114	—	—
LT205/75R15 GRABBER AT2 P235/75R15 SIDE WINDER P235/75R15 GRABBER SUV 195R14 C 200 PR 10 235/75R15GRABBER HTS 195R14 C 200 PR 8 215/65R16 CROSS CONTAC AT	14.5	114	—	—
245/70R16 CROSS CONTAC AT 225/75R16 GRABBER AT2 265/70R16 CROSS CONTAC AT 255/70R16 CROSS CONTC AT LT245/75R16CONTI CROSS CONTC P 255/70R16 GRABBER SUV 245/70R16 GRABBER HTS P245/75R16 GRABBER SUV	15.5	114	—	—
31X10.5R15 GRABBER AT2 LT235/75R15GRABBER AT4	18	114	—	—
225/70R15 C VANCO	18.5	114	—	—
7.50 R 16 LT AMERI*550 AS	21	58	—	—

Elaboración: La autora

Tabla 3.8 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (camión radial).

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa	
		C11-12	E11-12
11R22.5 BARUM BF12 295/80R22.5BF12BARUM 11R22.5 S360	63.9	—	—
12R22.5 M247 GENERAL 12R22.5 MS520 GENERAL	65.7	—	—
12R22.5BD21BARUM 275/80R22.5 D450GENERAL	67.3	—	—
11R22.5BARUM BU53	70.6	—	—
11R22.5GENERAL MS 520	73.3	—	—

Elaboración: La autora

3.3.1.5.2. LLantas Bias.**Tabla 3.9** Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (pasajero y cta. bias) Zanja B.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa				
		B11-12	B13-14	B15-16	B17-18	B19-20
695-13-DJ-6	15.5	—	—	58	58	—
600-14-PJ-8 650-14 PJ-8 TBLS 650-16-HCT-8	18.9	—	—	58	58	—
700-15-HCT-10 700-15-PJ-10 750-16-HCT-12 750-16-PJ-10 750-16-PJ-10 TBLS	24	—	—	—	—	—
750-16 ADCL 12 750-16 SAG 10 750-16-HCT-14 750-16 PJ-12	27	—	—	—	—	—

Elaboración: La autora

Tabla 3.10 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (cta. y camión bias) Zanja A.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa					
		A1-2	A3-4	A5-6	A7-8	A9-10	A11-12
750-16-HCT-12 750-16-PJ-10-TBL 750-16-PJ-10 650-16-HCT-8	25	58	—	58	58	—	—
750-16-PJ-12 750-16-ADCL-14 750-16-ADCL-12 750-16-HCT-14 750-16-SAG-10	27.5	—	—	—	—	—	—
8.25-16-HCT II 750-16-ADCL-14	35.5	—	—	—	—	—	—
750-20-HCT-12 1000-20-VALUE	38	—	—	—	—	—	—
900-20-BSR-14	41.5	—	—	—	—	—	—
750-20-PJ-12 825-20-HCT-14 825-20-PJ-14 900-20-HCT-14	44.5	—	—	—	—	—	—
900-20 RENOVA LLANTA-14	45	—	—	—	—	—	—
900-20-SUP-14	46.5	—	—	—	—	—	—
825-20-PJ-14	46.5	—	—	—	—	—	—
1000-20-BSR-14 1000-20-BSR-16 1100-20-BSR-16	47.5	—	—	—	—	—	—
1000-20-HCT-16 1100-20-BSR-14	48	—	—	—	—	—	—
900-20-DCL-14	51	—	—	—	—	—	—
825-20-HCT II - 14 900-20-HCT II -14 1100-20-HCT-16 1100-20DCL-18 1000-20 CARGO EXPRESS 1100-20-DCL-16 1200-20-HCT-16 1100-20-ADCL-16 1100-20-EUZKADI-14	52.2	—	—	—	—	—	—

Elaboración: La autora

Tabla 3.11 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (camión bias) Zanja A.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa					
		A1-2	A3-4	A5-6	A7-8	A9-10	A11-12
1000-20-HCT-16 1000-20-DCL-16 1100-20-BSR-16 900-20-DCL-14	52.2	—	—	—	—	—	—
11-22.5HCT16 TBL. 12X22.5 AMERI DCL 16	53	—	—	—	—	—	—
1100-20-DBR-16	53	—	—	—	—	—	—
1100-20-BSC-16 1200-20 HCT II 18	54.7	—	—	—	—	—	—
1100-20-HCT-16 1100-20-BDR-16	54.7	—	—	—	—	—	—
1000-20-SP-16 1000-20-MILLA PLUS 14	55	—	—	—	—	—	—
1000-20-SP-16 1000-20 -DCL-16	55	—	—	—	—	—	—
1200-20-BSR-16 1100-22-HCT-16	57.5	—	—	—	—	—	—
1100-20-SP-16 1100-20 SUPER CARRETERA	58.2	—	—	—	—	—	—
1200-20-DCL-18	58.7	—	—	—	—	—	—
1200-20-SP-16 1200-20-BDR-18	59.2	—	—	—	—	—	—
1300-24-DTL-12	59.5	—	—	—	—	—	—
11-22.5HCT16 TBL. 12X22.5 AMERI DCL 16	59.5	—	—	—	—	—	—
1200-24-HCT-16 1300-24-DTL-12	60	—	—	—	—	—	—
1200-24-HCT-16	60	—	—	—	—	—	—
1200-24-HCT-16	68	—	—	—	—	—	—
1300-24-DTL-12	68	—	—	—	—	—	—
1200-20-DCL-18 1100-20-ADCL-16	72	—	—	—	—	—	—
1200-20-ND/LCM-18	73	—	—	—	—	—	—

Elaboración: La autora

Tabla 3.12 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (cta. y camión bias) Zanja C.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa				
		C1-2	C3-4	C5-6	C7-8	C9-10
750-16-HCT-12 750-16-PJ-10-TBL 750-16-PJ-10 650-16-HCT-9	25	—	—	58	114	—
750-16-PJ-12 750-16-ADCL-14 750-16-ADCL-12 750-16-HCT-14 750-16-SAG-11	27.5	—	—	58	114	—
8.25-16-HCT II 750-16-ADCL-15	35.5	—	—	—	58	—
750-20-HCT-12 1000-20-VALUE	38	—	—	—	58	—
900-20-BSR-15	41.5	—	—	—	58	—
750-20-PJ-12 825-20-HCT-14 825-20-PJ-14 900-20-HCT-15	44.5	—	—	—	—	—
900-20 RENOVA LLANTA-15	45	—	—	—	58	—
900-20-SUP-15	46.5	—	—	—	58	—
825-20-PJ-15	46.5	—	—	—	58	—
1000-20-BSR-14 1000-20-BSR-16 1100-20-BSR-17	47.5	—	—	—	—	—
1000-20-HCT-16 1100-20-BSR-15	48	—	—	—	—	—
900-20-DCL-15	51	—	—	—	58	—
825-20-HCT II - 14 900-20-HCT II -14 1100-20-HCT-16 1100-20DCL-18 1000-20 CARGO EXPRESS 1100-20-DCL-16 1200-20-HCT-16 1100-20-ADCL-16 1100-20-EUZKADI-14	52.2	—	—	—	—	—

Tabla 3.12 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (cta. y camión bias) Zanja C cont.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa				
		C11-12	C13-14	C15-16	C17-18	C19-20
750-16-HCT-12 750-16-PJ-10-TBL 750-16-PJ-10 650-16-HCT-10	25	58	—	58	—	58
750-16-PJ-12 750-16-ADCL-14 750-16-ADCL-12 750-16-HCT-14 750-16-SAG-12	27.5	58	—	58	—	58
8.25-16-HCT II 750-16-ADCL-16	35.5	—	—	—	—	—
750-20-HCT-12 1000-20-VALUE	38	—	—	—	—	—
900-20-BSR-16	41.5	—	—	—	—	—
750-20-PJ-12 825-20-HCT-14 825-20-PJ-14 900-20-HCT-16	44.5	—	—	—	—	—
900-20 RENOVA LLANTA-16	45	—	—	—	—	—
900-20-SUP-16	46.5	—	—	—	—	—
825-20-PJ-16	46.5	—	—	—	—	—
1000-20-BSR-14 1000-20-BSR-16 1100-20-BSR-18	47.5	—	—	—	—	—
1000-20-HCT-16 1100-20-BSR-16	48	—	—	—	—	—
900-20-DCL-16	51	—	—	—	—	—
825-20-HCT II - 14 900-20-HCT II -14 1100-20-HCT-16 1100-20DCL-18 1000-20 CARGO EXPRESS 1100-20-DCL-16 1200-20-HCT-16 1100-20-ADCL-16 1100-20-EUZKADI-14	52.2	—	—	—	—	—

Elaboración: La autora

Tabla 3.13 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (camión bias) Zanja C.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa				
		C1-2	C3-4	C5-6	C7-8	C9-10
1000-20-HCT-16 1000-20-DCL-16 1100-20-BSR-16 900-20-DCL-15	52.2	—	—	—	—	—
11-22.5HCT16 TBL. 12X22.5 AMERI DCL 17	53	—	—	—	58	—
1100-20-DBR-17	53	—	—	—	58	—
1100-20-BSC-16 1200-20 HCT II 19	54.7	—	—	—	58	—
1100-20-HCT-16 1100-20-BDR-17	54.7	—	—	—	58	—
1000-20-SP-16 1000-20-MILLA PLUS 15	55	—	—	—	58	—
1000-20-SP-16 1000-20 -DCL-17	55	—	—	—	58	—
1200-20-BSR-16 1100-22-HCT-17	57.5	—	—	—	—	—
1100-20-SP-16 1100-20 SUPER CARRETERA	58.2	—	—	—	—	—
1200-20-DCL-19	58.7	—	—	—	—	—
1200-20-SP-16 1200-20-BDR-19	59.2	—	—	—	—	—
1300-24-DTL-13	59.5	—	—	—	—	—
11-22.5HCT16 TBL. 12X22.5 AMERI DCL 17	59.5	—	—	—	—	—
1200-24-HCT-16 1300-24-DTL-13	60	—	—	—	—	—
1200-24-HCT-16	60	—	—	—	—	—
1200-24-HCT-16	68	—	—	—	—	—
1300-24-DTL-13	68	—	—	—	—	—
1200-20-DCL-18 1100-20-ADCL-17	72	—	—	—	—	—
1200-20-ND/LCM-19	73	—	—	—	—	—

Tabla 3.13 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (camión bias) Zanja C cont.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa				
		C11-12	C13-14	C15-16	C17-18	C19-20
1000-20-HCT-16 1000-20-DCL-16 1100-20-BSR-16 900-20-DCL-16	52.2	—	—	—	—	—
11-22.5HCT16 TBL. 12X22.5 AMERI DCL 18	53	—	—	—	—	—
1100-20-DBR-18	53	—	—	—	—	—
1100-20-BSC-16 1200-20 HCT II 20	54.7	—	—	—	—	—
1100-20-HCT-16 1100-20-BDR-18	54.7	—	—	—	—	—
1000-20-SP-16 1000-20-MILLA PLUS 16	55	—	—	—	—	—
1000-20-SP-16 1000-20 -DCL-18	55	—	—	—	—	—
1200-20-BSR-16 1100-22-HCT-18	57.5	—	—	—	—	—
1100-20-SP-16 1100-20 SUPER CARRETERA	58.2	—	—	—	—	—
1200-20-DCL-20	58.7	—	—	—	—	—
1200-20-SP-16 1200-20-BDR-20	59.2	—	—	—	—	—
1300-24-DTL-14	59.5	—	—	—	—	—
11-22.5HCT16 TBL. 12X22.5 AMERI DCL 18	59.5	—	—	—	—	—
1200-24-HCT-16 1300-24-DTL-14	60	—	—	—	—	—
1200-24-HCT-16	60	—	—	—	—	—
1200-24-HCT-16	68	—	—	—	—	—
1300-24-DTL-14	68	—	—	—	—	—
1200-20-DCL-18 1100-20-ADCL-17	72	—	—	—	—	—
1200-20-ND/LCM-19	73	—	—	—	—	—

Elaboración: La autora

Tabla 3.14 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (cta. y camión bias) Zanja E.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa						
		E1-2	E3-4	E5-6	E13-14	E15-16	E17-18	E19-20
750-16-HCT-12 750-16-PJ-10-TBL 750-16-PJ-10 650-16-HCT-11	25	–	–	–	–	–	–	–
750-16-PJ-12 750-16-ADCL-14 750-16-ADCL-12 750-16-HCT-14 750-16-SAG-13	27.5	58	–	58	58	58	58	–
8.25-16-HCT II 750-16-ADCL-17	35.5	–	–	–	–	–	–	–
750-20-HCT-12 1000-20-VALUE	38	–	–	–	–	–	–	–
900-20-BSR-17	41.5	–	–	–	–	–	–	–
750-20-PJ-12 825-20-HCT-14 825-20-PJ-14 900-20-HCT-17	44.5	–	–	–	–	–	–	–
900-20 RENOVA LLANTA-17	45	–	–	–	–	–	–	–
900-20-SUP-17	46.5	–	–	–	–	–	–	–
825-20-PJ-17	46.5	–	–	–	–	–	–	–
1000-20-BSR-14 1000-20-BSR-16 1100-20-BSR-19	47.5	–	–	–	–	–	–	–
1000-20-HCT-16 1100-20-BSR-17	48	–	–	–	–	–	–	–
900-20-DCL-17	51	–	–	–	–	–	–	–
825-20-HCT II - 14 900-20-HCT II - 14 1100-20-HCT-16 1100-20DCL-18 1000-20 CARGO EXPRESS 1100-20-DCL-16 1200-20-HCT-16 1100-20-ADCL-16 1100-20-EUZZKADI-14	52.2	–	–	–	–	–	–	–

Elaboración: La autora

Tabla 3.15 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (camión bias) Zanja E.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa						
		E1-2	E3-4	E5-6	E13-14	E15-16	E17-18	E19-20
1000-20-HCT-16 1000-20-DCL-16 1100-20-BSR-16 900-20-DCL-17	52.2	–	–	–	–	–	–	–
11-22.5HCT16 TBL. 12X22.5 AMERI DCL 19	53	–	–	–	–	–	–	–
1100-20-DBR-19	53	–	–	–	–	–	–	–
1100-20-BSC-16 1200-20 HCT II 21	54.7	–	–	–	–	–	–	–
1100-20-HCT-16 1100-20-BDR-19	54.7	–	–	–	–	–	–	–
1000-20-SP-16 1000-20-MILLA PLUS 17	55	–	–	–	–	–	–	–
1000-20-SP-16 1000-20 -DCL-19	55	–	–	–	–	–	–	–
1200-20-BSR-16 1100-22-HCT-19	57.5	–	–	–	–	–	–	–
1100-20-SP-16 1100-20 SUPER CARRETERA	58.2	–	–	–	–	–	–	–
1200-20-DCL-21	58.7	–	–	–	–	–	–	–
1200-20-SP-16 1200-20-BDR-21	59.2	–	–	–	–	–	–	–
1300-24-DTL-15	59.5	–	–	–	–	–	–	–
11-22.5HCT16 TBL. 12X22.5 AMERI DCL 19	59.5	–	–	–	–	–	–	–
1200-24-HCT-16 1300-24-DTL-15	60	–	–	–	–	–	–	–
1200-24-HCT-16	60	–	–	–	–	–	–	–
1200-24-HCT-16	68	–	–	–	–	–	–	–
1300-24-DTL-15	68	–	–	–	–	–	–	–
1200-20-DCL-18 1100-20-ADCL-17	72	–	–	–	–	–	–	–
1200-20-ND/LCM-19	73	–	–	–	–	–	–	–

Elaboración: La autora

Tabla 3.16 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (cta. y camión bias) Zanja B.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa	
		B7-8	B9-10
750-16-HCT-12 750-16-PJ-10-TBL 750-16-PJ-10 650-16-HCT-12	25	58	—
8.25-16-HCT II 750-16-ADCL-18	35.5	58	—
750-20-HCT-12 1000-20-VALUE	38	58	—
900-20-BSR-18	41.5	58	—
750-20-PJ-12 825-20-HCT-14 825-20-PJ-14 900-20-HCT-18	44.5	—	—
900-20 RENOVA LLANTA-18	45	—	—
900-20-SUP-18	46.5	—	—
825-20-PJ-18	46.5	—	—
1000-20-BSR-14 1000-20-BSR-16 1100-20-BSR-20	47.5	—	—
1000-20-HCT-16 1100-20-BSR-18	48	—	—
900-20-DCL-18	51	—	—
825-20-HCT II - 14 900-20-HCT II -14 1100-20-HCT-16 1100-20DCL-18 1000-20 CARGO EXPRESS 1100-20-DCL-16 1200-20-HCT-16 1100-20-ADCL-16 1100-20-EUZKADI-14	52.2	—	—
1000-20-HCT-16 1000-20-DCL-16 1100-20-BSR-16 900-20-DCL-18	52.2	—	—

Elaboración: La autora

Tabla 3.17 Cantidad ganada en llantas vulcanizadas (camión bias) Zanja B.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa	
		B7-8	B9-10
11-22.5HCT16 TBL. 12X22.5 AMERI DCL 20	53	—	—
1100-20-DBR-20	53	—	—
1100-20-BSC-16 1200-20 HCT II 22	54.7	—	—
1100-20-HCT-16 1100-20-BDR-20	54.7	—	—
1000-20-SP-16 1000-20-MILLA PLUS 18	55	—	—
1000-20-SP-16 1000-20 -DCL-20	55	—	—
1200-20-BSR-16 1100-22-HCT-20	57.5	—	—
1100-20-SP-16 1100-20 SUPER CARRETERA	58.2	—	—
1200-20-DCL-22	58.7	—	—
1200-20-SP-16 1200-20-BDR-22	59.2	—	—
1300-24-DTL-16	59.5	—	—
11-22.5HCT16 TBL. 12X22.5 AMERI DCL 20	59.5	—	—
1200-24-HCT-16 1300-24-DTL-16	60	—	—
1200-24-HCT-16	60	—	—
1200-24-HCT-16	68	—	—
1300-24-DTL-16	68	—	—
1200-20-DCL-18 1100-20-ADCL-20	72	—	—
1200-20-ND/LCM-22	73	—	—

Elaboración: La autora

Tabla 3.18 Cantidad ganada en llantas vulc. (camión bias)C11-12; E11-12.

Llanta	Tiempo de Cura (minutos)	Número de llantas más que se pueden producir en cada prensa	
		C11-12	E11-12
1200-20-DCL-18	58.7	—	—
1200-20-ND/LCM-18	73	—	—
1100-20 BSC 16 1200-20 HCT II 18	54.7	—	—
1200-20-SP-16 1200-20-BDR-18	59.2	—	—

Elaboración: La autora

* Las columnas que se encuentran en color amarillo  corresponden a aquellas prensas modelo; es decir a aquellas cuyo tiempo de apertura y cierre es el menor.

Finalmente, podemos notar que definitivamente se puede alcanzar una mayor productividad optimizando este factor productivo, lo cual se puede lograr realizando un labor conjuntamente con el personal de mantenimiento quienes al conocer las necesidades de producción están siempre dispuestos a atender requerimientos como el que se presenta en este estudio.

3.3.2 Materiales.

3.3.2.1 Tipos de entrada.

En este proceso se tiene como entrada la llanta verde; ya sea bias o radial en las distintas medidas y el diseño de esta va a depender del molde.

3.3.2.1.1 Manipulación, almacenamiento y entrega de la llanta verde en el área de lubricación y vulcanización.

Toda la llanta verde debe ser manipulada, almacenada y entregada en el área respectiva correctamente por el personal encargado, es por eso que se han diseñado carros transportadores apropiados para cada familia de llantas.

3.3.2.1.1.1 Llantas camión bias.

Para llantas camión bias se debe utilizar carros de brazos como se muestra en la fotografía 3.3.

Fotografía 3.3 Carro transportador de brazos para llantas de camión bias.

Brazo



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

3.3.2.1.1.2 Llantas de camioneta y pasajero bias.

Las llantas de camioneta y pasajero bias deben ser almacenadas correctamente como se muestra en la fotografía 3.4.

Fotografía 3.4: Carro transportador para llantas de camioneta y pasajero bias.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA

3.3.2.1.1.3 Llantas de camioneta y pasajero radiales.

En el caso de llantas de camioneta y pasajeros radiales el almacenaje previo a la vulcanización debe realizarse como se indica en la fotografía 3.5.

Fotografía 3.5: Carro transportador para llantas de camioneta y pasajero radiales.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

3.3.2.1.1.4 Llantas camión de radial.

Cuando se tienen llantas de camión radial; estas deben dirigirse al área de lubricación y luego al área de vulcanización siguiente manera.

Fotografía 3.6: Carro transportador para llantas de camión radial.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

El área de reposo de los carros con la llanta lubricada además deberá estar ordenada y en el lugar designado además se debe tener en cuenta que el personal de lubricación son quienes garantizan el correcto almacenamiento de las llantas, ya sean bias o radiales, en los carros transportadores.

3.3.2.2 Flujo de materiales.

Los lubricadores reciben la llanta construida para aplicar el lubricante, y una vez listo este proceso, son ellos quienes suministran a los preneros los carros con llantas, pero existen ocasiones en que las prensas se quedan esperando un largo tiempo para recibir el material lo que hace que se pierda productividad. En el SIM se puede visualizar mediante un cuadro estadístico el porcentaje perdido por falta de llanta verde en las prensas.

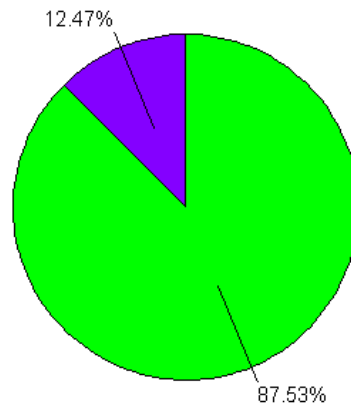
3.3.2.3 Andon (sistema de control).

El Andon es un sistema utilizado para la detección de anomalías dentro de un proceso de producción. Si llegara a ocurrir algún problema, los trabajadores accionan algún mecanismo por el cual se enciende una luz en el tablero el cual está ubicado en un lugar visible. Este cuadro de luces y el sistema de aviso de los trabajadores se denomina Andon.⁶

Los motivos comunes para el uso de la señal Andon pueden ser: falta de material, defecto creado o encontrado, mal funcionamiento de la maquinaria o incluso la aparición de un problema de seguridad.

La distribución de colores dependerá de lo acordado dentro de cada organización. ERCO gracias al SIM ya cuenta con una distribución de colores, tal como se indica en el capítulo 2, con los cuales cada departamento puede estar al tanto de lo que está ocurriendo en cualquier momento.

⁶ BATTISTINI, Oswaldo, *Toyotismo y Representación Sindical. Dos Culturas Dentro de la Misma Contradicción*, Revista Venezolana de Gerencia, pp. 553-572, Venezuela, 2001.

Figura 3.5 Parada por falta de materiales.

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Los beneficios del SIM se pueden extender si todos cooperan y lo más conveniente es aprovechar al máximo de estos. Es así entonces que es evidente el tiempo perdido en las prensas por falta de materiales y con la ayuda de la fusión de estos dos sistemas podemos reducir estos tiempos ociosos, mediante un aviso de sonido de alerta, adicional a los colores al departamento de construcción y al área de lubricación previo a que una prensa se quede sin llanta verde. De esta manera el supervisor del área podrá organizar y direccionar el trabajo hacia la prensa que más próxima este por quedarse sin material para vulcanizar.

Este aviso puede ser con una media hora de anticipación, el SIM deberá ser capaz de calcular el tiempo que va a tardar en vulcanizar la llanta verde que este disponible para cada prensa, y la mejor manera podría ser con la colaboración del personal de lubricación, que es el que suministra de llanta a los preneros, ellos serían quienes antes de entregar la llanta deben ingresar la cantidad en el programa y este automáticamente empieza a calcular según los tiempos de cura, de apertura y cierre, cuanto le va a durar a cada prensa trabajar la cantidad de material con el que fue provisionada.

Cuando la prensa este a media hora de quedarse sin llanta verde, mediante el SIM, un aviso debe llegar a los supervisores de cada área involucrada y de esta manera resolver lo antes posible y proveer al siguiente proceso con lo necesario. El aviso con sonido puede ser titilante en la pantalla de los interesados, donde conste el tipo de llanta que esta por requerirse y la prensa donde será vulcanizada.

Figura 3.6 Aviso de llanta y prensa que está por quedarse ociosa.



3.3.3 Mano de Obra.

Actualmente se pretende tratar a las personas como tales ya que, representan recursos organizacionales importantes, rompiéndose la manera tradicional de tratarlas únicamente como medios de producción. Hasta hace poco tiempo este recurso productivo era considerado como si fueran máquinas o equipos de trabajo, como simples agentes pasivos dentro de las organizaciones. En consecuencia se presentaron problemas de calidad y productividad reduciendo la competitividad en las organizaciones. Hoy en día se persigue que todas las personas en todos los niveles de la organización, sean los administradores de sus propias actividades y no solo los ejecutores.⁷

⁷ CHIAVENATO Idalberto, *Administración de Recursos Humanos*, 5ta. Edición, Colombia, Editorial Mc Graw-Hill, 2005.

Una llanta terminada es el producto del esfuerzo y del trabajo en equipo de cientos de personas, cada una de las cuales brindan su valioso aporte para realizar un producto dentro de las exigencias y expectativas del cliente, en la espera de recibir un beneficio a cambio de dicho trabajo.

3.3.3.1 Distribución de la mano de obra en el proceso de vulcanización.

En ERCO existen 4 equipos de trabajo: A, B, C, D; mientras los tres se encuentran trabajando el 1 descansa. Se trabajan las 24 horas del día, a excepción del día domingo que es cuando se trabajan solo dos turnos, descansando el tercero, cada día consta de tres turnos cada uno de 8 horas. El primero comienza a las 6:00 y termina a las 14:00. El segundo turno empieza a las 14:00 y termina a las 22:00. El tercero comienza a partir de las 22:00 y finaliza a las 6:00.

Cada equipo de trabajo en el área de vulcanización se distribuye en las prensas de la siguiente manera:

Tabla 3.19 Distribución de los preneros en las zanjas.

ZANJA	NUMERO DE PRENSEROS
A	1
B	1
C	1
D	2
E	2
F	2
TOTAL:	9

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

En las zanjas A, B y C tan solo se requiere de 1 presero, ya que en estas prensas se vulcanizan generalmente llantas bias de camioneta y camión y estas tienen largos tiempos de cura y no se requiere la atención del presero tan constante. Por el contrario en las zanjas D, E y F se vulcanizan llantas de camioneta y pasajero radial y los tiempos de cura de este tipo de llantas son más cortos. Dependiendo el tipo de llantas duran desde los 9.5 minutos hasta 21 minutos, lo que significa que se van a vulcanizar más llantas en estas prensas y se requiere más atención por parte de los operadores, de manera que no se descuide ninguna prensa.

3.3.3.2 La motivación humana.

La motivación es un factor interno que resulta difícil definir, pero se puede decir que se trata de una fuerza impulsora que hace que una persona presente un comportamiento específico y actúe de una manera determinada.⁸

Cada individuo es diferente, por lo que; sus necesidades, valores, capacidades son distintas y se modifican con el paso del tiempo. A pesar de lo mencionado hay patrones de comportamiento que son iguales y se pueden aplicar a todas las personas.⁹

Existen varias teorías motivacionales y una de ellas es la jerarquía de necesidades según Maslow.

^{8, 9} CHIAVENATO Idalberto, *Administración de Recursos Humanos*, 5ta. Edición, Editorial Mc Graw-Hill, Colombia, 2005.

Figura 3.7 Jerarquía de las necesidades humanas, según Maslow.



1. Necesidades Fisiológicas. Son las necesidades más básicas que aseguran la supervivencia de los individuos; son las primeras que se presentan desde el nacimiento y se mantienen hasta la adultez.
2. Necesidades de seguridad. Una vez que se satisfacen las primeras necesidades tenemos la tendencia de protegernos del peligro o de cualquier amenaza, buscando protección y seguridad.
3. Necesidades sociales. Este tipo de necesidades, tienen que con la interacción con las demás personas, nos llevan a asociarnos y a encajar dentro de un grupo de individuos, de adaptarnos socialmente.
4. Necesidades de autoestimas. En este nivel las personas buscan algo, va a depender de cómo la persona se ve a sí mismo y lo que espera de sí mismo esperando ser reconocido por los demás.

5. Necesidades de autorrealización. Las personas que no se conforman seguirán buscando siempre algo más como un desarrollo y realización personal. Estas necesidades no son observables por los demás.

Una persona motivada es quién persigue una meta, y la llevará a ejecutar una tarea de la mejor manera. En un grupo de trabajo motivado todos están decididos a conseguir algo en común, y es el conjunto de varias y diferentes capacidades, habilidades, ideas, pensamientos, opiniones y sugerencias, lo cual encaminado correctamente puede llegar a ser un tesoro dentro de una organización, ya que permitirá obtener una cantidad de beneficios para todos pero, se debe considerar también que mantener la motivación dentro de un grupo no es nada fácil.

En una publicación del 06 de marzo del 2009 del Diario HOY, se afirma que según el Ministerio de Finanzas a principios del año 2009 la tasa de desempleo se ubicó en 9.5%, y Cuenca está dentro de las cinco ciudades que presentan la mayor tasa. Actualmente, en nuestro país el solo hecho de tener un empleo estable que provea de salarios justos debe constituir una motivación para los ecuatorianos y es algo que debemos valorar y hacerlo con gusto.

3.3.3.3 La comunicación.

La comunicación es un elemento sumamente importante dentro de las organizaciones; es el acto de enviar y recibir un mensaje, por lo que, se requiere de al menos dos personas, es el proceso de transferir, ideas, conocimientos, pensamientos; es la vía mediante la cual nos relacionamos con las otras personas.¹⁰

¹⁰ CHIAVENATO Idalberto, *Administración de Recursos Humanos*, 5ta. Edición, Colombia, Editorial Mc Graw-Hill, 2005.

Se pueden lograr grandes progresos al mejorar esta área, ya que se puede cambiar o influir en el comportamiento humano. Cuando no existe una buena comunicación, este parámetro puede influir mucho en el clima laboral, generando malos entendidos y perjudicando las relaciones entre los miembros del grupo de trabajo.

Se quiso recalcar la importancia de la comunicación en este presente trabajo ya que, es un factor que no se puede aislar cuando se trabaja con personas. En el proceso de vulcanización como en todos los procesos dentro de la organización es indispensable una excelente comunicación entre los miembros del equipo y además con los supervisores y superintendentes.

Por ejemplo, los operadores son quienes deben informar al supervisor de cualquier anomalía que se presente en el proceso y de la buena comunicación dependerá que la solución sea precisa y oportuna evitando contratiempos y pérdidas de producción.

3.3.3.4 Evaluación de cargos.

“La evaluación o análisis de cargos es una verificación comparativa de las exigencias (requisitos) que dichas tareas o funciones imponen al ocupante”.¹¹

Son requisitos que debe tener el empleado para desempeñar adecuadamente las tareas encomendadas.

¹¹ CHIAVENATO Idalberto, *Administración de Recursos Humanos*, 5ta. Edición, Colombia, Editorial Mc Graw-Hill, 2005.

El análisis de cargos se enfoca en cuatro áreas:

1. Requisitos intelectuales
2. Requisitos Físicos
3. Responsabilidades implícitas
4. Condiciones de trabajo.

El departamento de Ingeniería Industrial se encarga entre otras actividades de la evaluación de cargos, así entonces se tiene la Hoja de evaluación del cargo de Presero. Mediante un análisis y cuadros predeterminados se asignan grados del 1 al 5 para cada factor, significando el grado 1 que no se requiere un alto nivel y el 5 que si requiere un alto nivel, a su vez se establecen puntos y de acuerdo al valor final de la suma de estos, se asigna una categoría para el cargo.

Tabla 3.20 Evaluación de cargo.

HOJA DE EVALUACION DE CARGO		
NOMBRE DE CARGO:	"PRENSERO"	
DEPARTAMENTO:	VULCANIZACION	
DIVISION:	Manufactura	
FACTORES	GRADOS	PUNTOS
HABILIDAD		
1, Educación	2	29
2, Experiencia	4	83
3, Iniciativa	1	9
ESFUERZO		
4, Físico	3	61
5, Mental	3	59
RESPONSABILIDAD		
6, Maquinaria y Herramientas	2	26
7, Materiales y Productos	3	51
8, Trabajo de otros	2	20
9, Seguridad de otros	2	20
CONDICIONES DE TRABAJO		
10, Ambiente	3	54
11, Riesgos Inevitables	3	59
		TOTAL PUNTOS:471
		CATEGORIA: 7

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

3.3.4 Métodos.

El objetivo de un estudio de métodos es identificar las demoras, las distancias del transporte, los procesos y además los requerimientos de tiempo del procesamiento que se necesita para simplificar la operación. Lo que se busca es eliminar cualquier actividad que no le añada ningún valor al producto final.

Al introducir el factor productivo de métodos en este proyecto; se permite considerar la posibilidad de mejorar la eficiencia y eficacia, por lo que se debe tomar en cuenta lo siguiente:

“Eficacia es hacer el trabajo correcto y eficiencia es realizar bien el método, por lo que eficiencia y eficacia significa hacer bien las cosas. Es importante no considerar a la eficiencia, por que hacer un trabajo innecesario es malo, pero hacer eficiente un trabajo inútil es peor, es decir hacer las cosas bien es la meta del estudio de operaciones”¹²

El propósito de estudiar de forma completa la serie de actividades que conllevan la vulcanización de una llanta es descubrir la posibilidad de mejorar o suprimir actividades duplicadas o aquellas que no generen valor al proceso. Se podrá plantear las siguientes preguntas, las mismas que al ser contestadas mejoraran el método utilizado:

- ¿podemos eliminar este elemento?
- ¿podemos combinar este elemento con algún otro para reducir su costo?
- ¿Podemos reorganizar este elemento para hacer la tarea más fácil?
- ¿Podemos simplificar el trabajo, lo que significa acercar las cosas, reducir la complejidad del elemento o proporcionar asistencia mecánica para la tarea?

¹² MEYER, Fred, *Estudio de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil*, 2da. Edición, México, Editorial Pearson Educación, 2000.

3.3.4.1 Formato de la Hoja de Estudio de Métodos.

Este formato se trata de una tabla elaborada para registrar cada uno de los pasos realizados por el operador en la vulcanización de una llanta.

En la parte superior constan datos como, nombre del procedimiento, número de revisión, fecha, número de página, además quienes se encargan de revisar y aprobar dicho procedimiento.

En la parte inferior del cuadro de datos se detallan los siguientes aspectos:

1. Propósito: El objetivo del procedimiento.
2. Alcance: Para quien va dirigida el procedimiento.
3. Referencia: Anexos y especificaciones.
4. Definiciones: Términos que se utilizan comúnmente.
5. Herramientas, Material y Equipo: Utilizadas en el procedimiento.
6. Proceso: Métodos utilizados en la construcción de la llanta.
7. Distribución: Quienes deben tener una copia del procedimiento.

3.3.4.2 Determinación del Estudio de Métodos.

A continuación se muestran los métodos para la vulcanización de llantas actuales, en donde se han establecido las diferentes operaciones correspondientes para los dos tipos de llantas que se vulcanizan: bias y radial.

En este proceso es importante tener en cuenta que la principal operación que realiza el presero y que requiere el mayor esfuerzo físico es el cargue de la llanta.

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS RADIALES Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 1 de 11
Revisado por: Ingeniero Industrial	Aprobado por: Gerente IP Gerente Producción Gerente Cont. Prod. Ing. Ind.	

1 PROPOSITO

Establecer procedimiento para alimentar llantas verdes radiales (pasajero, camioneta) a las prensas BOM y NRM.

2 ALCANCE

Para el Operador Prensero Llantas (radiales pasajero, camioneta).

3 DEFINICIONES

- 3.1 *Bladder*:** Es un dispositivo de las prensas utilizado para la conformación de las llantas.
- 3.2 *Conformación*:** Proceso en el cual la llanta verde adopta la forma del molde para proceder a la vulcanización de la llanta.
- 3.3 *Llanta verde*:** Se denomina así a la llanta, una vez que ha pasado la segunda etapa de construcción radial.
- 3.4 *Ciclo de Cura*:** Rango de tiempo durante el cual se ejecuta el proceso de vulcanización en la prensa.

4 REFERENCIA

- Plan de inspección del proceso de vulcanización.

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS RADIALES Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 2 de 11

- Plan de inspección del procedimiento de uniformidad en vulcanización.
- Set-Up de prensas en vulcanización.
- Control de vulcanización.
- Calentamiento de prensas, bladders y revisión de primeros cargues en condiciones especiales en el proceso de vulcanización.
- Conformación de llanta en vulcanización.
- Acciones en el caso de apagones y fallos de prensas durante la vulcanización.
- Gráficos de presión y temperatura de prensas y cabezales en vulcanización.
- Uso y Control de bladders en vulcanización.
- Condiciones de trabajo en vulcanización en prensas.
- Práctica estándar. Tolerancias para vulcanización.
- Uniformidad de Llantas Radiales en Vulcanización.
- Vectorial de prensa molde.

5 HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS

5.1 Materiales

- De acuerdo a las especificaciones técnicas y sus tolerancias
- Mantener siempre identificados los materiales

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS RADIALES Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 3 de 11

5.2 Accesorios Máquina: (Entre otros)

- Tablero de control
- Cargador automático
- Plato porta llantas
- Post inflador
- Graficador de ciclos de cura
- Panel Electrónico

5.3 Herramientas y Accesorios

- Brocha
- Desarmador
- Serial

6 MÉTODO

6.1 Ajuste de Máquina (Set-up):

De acuerdo a lo establecido en las hojas respectivas, emitidas por la Gerencia de Industrialización de Producto.

6.2 Nota:

El proceso debe estar ceñido a los parámetros y tolerancias determinadas por la Gerencia de Industrialización de Producto (Especificación Técnica).

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS RADIALES Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 4 de 11

6.3 Operaciones:

- 6.3.1** Enterarse del programa de producción y organizar el trabajo de acuerdo a las instrucciones del Supervisor, informar cualquier anomalía al mismo.
- 6.3.2** El Operador Prensero es el responsable de la operación de vulcanización y de reportar la producción del turno.
- 6.3.3** Por efectos de calidad y proceso, las prensas de vulcanización de llantas no pueden detenerse durante los treinta minutos asignados para la alimentación del personal, por lo cual el Prensero deberá atender dos filas de prensas en este periodo.
- 6.3.4** Dirigirse hasta el área de stock de carros de llantas verdes (Sistema FIFO).
- 6.3.5** Luego de que las llantas han sido lubricadas hay que esperar un tiempo mínimo de 30 minutos, antes de cargarlas en las prensas, este tiempo es necesario ya que permitirá que el lubricante interno y externo se seque.
- 6.3.6** Cargar las llantas en las prensas completamente secas, verificando que las llantas que no requieren de lubricación, de acuerdo a disposición del Técnico de Uniformidad, no

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS RADIALES Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 5 de 11

hayan pasado por el proceso de lubricación; caso contrario proceder a limpiar.

- 6.3.7** Cuando sea necesario solucionar problemas de livianos en rodamiento y lateral no aplicar ningún tipo de lubricante en moldes segmentados (Zanja F, Zanja D, Zanja E).
- 6.3.8** Regresar con el carro conteniendo las llantas hasta el área de almacenamiento para las prensas.
- 6.3.9** Verificar la respectiva identificación de bajo relieve, las líneas de colores en la llanta, y en el carro portallantas.
- 6.3.10** Tomar llantas del carro, revisando que estén en óptimas condiciones, colocarlas y acomodarlas en los platos porta llantas de las prensas, cumplir con lo especificado en el vectorial, colocarlas de tal manera que la identificación en bajo relieve que existe en el rodamiento se pueda leer normalmente (que no esté invertida).
- 6.3.11** Verificar que la llanta no esté apretada en el cargador y que el cargador no este muy alto o bajo, caso contrario, ajustar garras de tal forma que la llanta gire suavemente y calibrar la altura del cargador de tal manera que cuando la llanta cubra al bladder al inicio de la conformación se observe la mitad del

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS RADIALES Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 6 de 11

anillo # 4; efectuar estos procedimientos en todas las prensas para garantizar la calidad y una producción normal.

6.3.12 Controlar que el cono del RAM este centrado con el agujero del bladder para el caso de prensas NRM.

6.3.13 Controlar que el proceso automático de cargar la llanta en el molde, especialmente el centrado de la llanta verde en el mismo, sea el adecuado, de acuerdo a lo especificado.

6.3.14 Verificar en las prensas NRM que la altura del bladder este dentro de los valores especificados para mantener una buena conformación (Pre – Shape y Hold – Shape).

6.3.15 Controlar que el proceso de cerrado de la prensa se realice correctamente. Para el caso de prensas NRM, asegurar que la distancia y tiempo de parada este de acuerdo a lo especificado verificando que antes de cerrar la prensa, debe realizar la parada automática para que la llanta verde se acople con el bladder.

6.3.16 Una vez concluido el ciclo de cura, la prensa se abre automáticamente, controlar y chequear que el proceso automático de descarga de la llanta se realice normalmente;

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS RADIALES Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 7 de 11

deberá también chequear que los post-infladores trabajen correctamente y estén listos para recibir a la nueva llanta.

6.3.17 Cuando la llanta se deforme al conformarse, detener la prensa y calibrar conformación o solicitar un cambio inmediato del bladder.

6.3.18 Comprobar que las llantas monople cumplan con el tiempo de enfriamiento (Delay), luego de ser evacuadas de las respectivas cavidades, de no cumplirse, detener la máquina y comunicar al supervisor.

6.3.19 Observar que las llantas por especificación técnica requiere P.C.I. se acomode correctamente en el P.C.I. y se post-infle, caso contrario, acomodar la llanta manualmente, si el daño es mayor, detener la vulcanización y notificar al supervisor; efectuar estos procedimientos en todas las prensas para garantizar la calidad y el proceso normal de la producción.

6.3.20 Verificar que la temperatura del plato o domo, la presión del P.C.I., la primera y segunda conformación, estén de acuerdo a lo especificado, caso contrario realizar los ajustes respectivos.

6.3.21 En caso de presentarse livianos en cualquier área de la llanta comunicar inmediatamente al supervisor de turno.

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS RADIALES		
Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 8 de 11

6.3.22 Comprobar que no existan fugas de vapor por el bladder, que la altura del bladder estirado sea el especificado, que los sopladores y rociadores funcionen correctamente y estén bien orientados, de no cumplirse cualquiera de éstos requisitos no cargar llantas y comunicar al supervisor.

6.3.23 Verificar que las curvas de vapor interno (alta y baja) y de presión de agua caliente estén simétricas, de no cumplirse cualquiera de éstos requisitos no cargar llantas y comunicar al supervisor; efectuar estos procedimientos en dos prensas por turno (al inicio y a la mitad del mismo).

6.3.24 Cada vez que se cambie un bladder, realizar el calentamiento respectivo, verificar todas las presiones de conformación en los manómetros estén de acuerdo a lo especificado, caso contrario, detener la máquina y ajustar.

6.3.25 Llenar en el registro respectivo el número de curas del bladder, observar que éste no sobrepase al número promedio establecido, caso contrario solicitar cambio inmediato de bladder.

6.3.26 Comprobar que no existan fugas de vapor y/o agua en la prensa, que al abrir la prensa los bladders estén muy chupados o muy hinchados, que no exista condensado en el anillo # 4; de

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS RADIALES Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 9 de 11

suceder lo contrario, detener la vulcanización y comunicar al supervisor.

6.3.27 Luego de que se haya efectuado el procedimiento “Vectorial de Prensa Molde (cada vez que se cambie un molde) por parte del Técnico de Uniformidad y/o Jefe de Uniformidad, realizar el cargue de las llantas en los platos porta llantas de acuerdo a los resultados que presente dicho procedimiento y a las indicaciones que imparta el Técnico de Uniformidad y/o Jefe de Uniformidad. Si la prensa se encuentra sin las indicaciones del vectorial, cargar las llantas con el empalme del rodamiento frente al prenero, es decir a 0°.

6.3.28 Revisar continuamente que los moldes estén limpios y con la serial correspondiente, en caso contrario, colocar la misma en el lugar indicado. Las señales de todas las prensas se cambiarán los días domingos en el segundo turno por cambio de semana.

6.3.29 Cuando se produzcan apagones, el prenero deberá inmediatamente proceder según las “Acciones en caso de apagones y fallas de prensas durante la vulcanización “

6.3.30 De ser necesario parar las prensas cuando el inspector de Acabado Final comunique la presencia de llantas scrap, informar inmediatamente al supervisor del turno.

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS RADIALES Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 10 de 11

6.3.31 Cuando la prensa se detiene por fallas mecánicas, eléctricas, apagones u otras razones, y es necesario calentarla, el prenero deberá seguir el procedimiento de “ Calentamiento de Prensas Bladders y revisión de primeros cargues en condiciones especiales en el proceso de Vulcanización ”

6.3.32 Efectuar una inspección superficial de la llanta vulcanizada y señalar los posibles defectos en la misma, comunicar al supervisor.

6.3.33 Lubricar exterior e interiormente cuando las llantas no han sido previamente lubricadas.

6.3.34 Otros

6.3.34.1 Colaborar con el Supervisor, realizando cualquier otra operación miscelánea; para impedir que se pare la máquina y trabajar sin interrupciones.

6.3.34.2 Mantener limpia y ordenada el área de trabajo (evitando arrojar tarjetas, etc., al piso).

6.3.34.3 Verificar que las condiciones de la máquina estén de acuerdo al set-up establecido por la Gerencia de Industrialización de Producto.

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS RADIALES Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 11 de 11

6.3.34.4 Realizar cualquier operación que sea necesaria, para conseguir calidad y normalidad en el proceso.

7 DISBRIBUCIÓN

Jefe Calidad

Gerencia Producción

Of. Supervisión Vulcanización Radiales

Operador Prensero Llantas (Radiales) 7

Archivo Ingeniería Industrial

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACIÓN LLANTAS BIAS Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-16	Revisión: Original	Página: 1 de 10
Revisado por: Ingeniero Industrial	Aprobado por: Gerente IP Gerente Producción Gerente Cont. Prod. Ing. Ind.	

1 PROPOSITO

Establecer procedimiento para alimentar llantas verdes bias (camioneta y camión) a las prensas BOM.

2 ALCANCE

Para el Operador Prensero (llantas Bias -vulcanización de plato y domo).

3 DEFINICIONES

3.1 Bladder: Es un dispositivo de las prensas utilizado para la conformación de las llantas.

3.2 Conformación: Proceso en el cual la llanta verde adopta la forma del molde para proceder a la vulcanización de la llanta.

3.3 Llanta verde: Se denomina así a la llanta, una vez que ha pasado la etapa de construcción.

3.4 Ciclo de Cura: Rango de tiempo durante el cual se ejecuta el proceso de vulcanización en la prensa.

4 REFERENCIA

- Plan de inspección del proceso de vulcanización.
- Plan de Inspección del Procedimiento de uniformidad en vulcanización.

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACION DE LLANTA BIAS		
Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 2 de 10

- Set-up de prensas en vulcanización.
- Control de vulcanización.
- Calentamiento de prensas, bladders y revisión de primeros cargues en condiciones especiales en el proceso de vulcanización.
- Conformación de llanta en vulcanización.
- Acciones en el caso de apagones y fallos de prensas durante la vulcanización.
- Gráficos de presión y temperatura de prensas y cabezales en vulcanización.
- Uso y control de bladders en vulcanización.
- Condiciones de trabajo en vulcanización en prensas.
- Práctica estándar. Tolerancias para vulcanización.
- Vectorial de prensa molde.

5 HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS

5.1 Materiales

- De acuerdo a las especificaciones técnicas y sus tolerancias
- Mantener siempre identificados los materiales

5.2 Accesorios Máquina: (Entre otros)

- Tablero de control
- Cargador automático

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACION DE LLANTA BIAS		
Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 3 de 10

- Plato porta llantas
- Rack de brazos
- Carros de llanta verde
- Post inflador
- Graficador de ciclos de cura
- Panel electrónico
- Tecle
- Tarjetas de control de curas de bladders (653-014)
- Registros de producción

5.3 Herramientas y Accesorios

- Brocha
- Desarmador
- Serial

6 MÉTODO

6.1 Ajuste de Máquina (Set-up):

De acuerdo a lo establecido en las hojas respectivas, emitidas por la Gerencia de Industrialización de Producto.

6.2 Nota:

El proceso debe estar ceñido a los parámetros y tolerancias determinadas por la Gerencia de Industrialización de Producto (Especificación Técnica).

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACION DE LLANTA BIAS		
Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 4 de 10

6.3 Operaciones:

- 6.3.1 Enterarse del programa de producción y organizar el trabajo de acuerdo a las instrucciones del Supervisor, informar cualquier anomalía al mismo.
- 6.3.2 El Operador Prensero es el responsable de la operación de vulcanización y de reportar la producción del turno.
- 6.3.3 Por efectos de calidad y proceso, las prensas de vulcanización de llantas no pueden detenerse durante los treinta minutos asignados para la alimentación del personal, por lo cual el Prensero, deberá atender dos filas de prensas en este período.
- 6.3.4 Dirigirse hasta el área de stock de carros de llantas verdes y llevar hasta las prensas de acuerdo al sistema FIFO, para inventario de llantas.
- 6.3.5 Luego de que las llantas han sido lubricadas hay que esperar un tiempo mínimo de 30 minutos, antes de cargarlas en las prensas, este tiempo es necesario ya que permitirá que el lubricante interno y externo se seque.

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACION DE LLANTA BIAS		
Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 5 de 10

6.3.6 Cargar las llantas completamente secas para evitar que se presenten livianos en el rodamiento y lateral.

6.3.7 Verificar que la identificación en bajo relieve y las líneas de colores de cada llanta exista, caso contrario comunicar al supervisor.

6.3.8 Tomar llantas del rack, revisando que estén en óptimas condiciones, acomodarlas en los platos porta llantas de las prensas o utilizando el teclé cargar las llantas en las cavidades respectivas, colocarlas de tal manera que la identificación en bajo relieve que existe en el rodamiento se pueda leer normalmente (que no esté invertida).

6.3.9 Verificar que la llanta no esté apretada en el cargador y que el cargador no este muy alto o bajo, caso contrario, ajustar garras de tal forma que la llanta gire suavemente y calibrar la altura del cargador de tal manera que cuando la llanta cubra al bladder al inicio de la conformación se observe la mitad del anillo # 4; efectuar estos procedimientos en todas las prensas turno a turno (al inicio y a la mitad del mismo).Se debe tener un control continuo de las prensas en el turno correspondiente.

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACION DE LLANTA BIAS		
Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 6 de 10

- 6.3.10** Controlar que el proceso automático de cargar la llanta en el molde, especialmente el centrado de la llanta verde en el mismo, sea el adecuado, de acuerdo a lo especificado.
- 6.3.11** Cuando la llanta se deforme al conformarse, detener la prensa calibrar o arreglar la conformación o solicitar un cambio inmediato del bladder.
- 6.3.12** Una vez concluido el ciclo de cura, la prensa se abre automáticamente, controlar y chequear que el proceso automático de descarga de la llanta se realice normalmente; deberá también chequear que los planos inclinados (PCI) trabajen correctamente y estén listos para recibir a la nueva llanta.
- 6.3.13** Verificar que no se presenten livianos en cualquier área de la llanta y de presentarse el caso, comunicar inmediatamente al supervisor de turno.
- 6.3.14** Observar que la llanta se acomode correctamente en el P.C.I. y se post-infle, caso contrario, acomodar la llanta manualmente, si el daño es mayor, detener la vulcanización y notificar al supervisor; se debe tener un control continuo de las prensas.

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACION DE LLANTA BIAS		
Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 7 de 10

6.3.15 Verificar que la temperatura del plato o domo, la presión del P.C.I., estén de acuerdo a lo especificado, caso contrario realizar los ajustes respectivos.

6.3.16 Comprobar que no existan fugas de vapor por el bladder, que la altura del bladder estirado sea el especificado, que los sopladores y rociadores funcionen correctamente y estén bien orientados, que las curvas de vapor interno (alta y baja) y de presión de agua caliente estén simétricas, de no cumplirse cualquiera de éstos requisitos no cargar llantas y comunicar al supervisor; efectuar estos procedimientos en todas las prensas por turno (al inicio y a la mitad del mismo).

6.3.17 Cada vez que se cambie un bladder, realizar el calentamiento respectivo y verificar que las presiones de conformación en los manómetros estén de acuerdo a lo especificado, caso contrario, detener la máquina y ajustar.

6.3.18 Llenar en el registro respectivo el número de curas del bladder, observar que éste no sobrepase al número promedio establecido, caso contrario solicitar cambio inmediato de bladder.

6.3.19 Comprobar que no existan fugas de vapor y/o agua en la prensa, que al abrir la prensa los bladders estén muy chupados o muy hinchados, que no exista condensado en el anillo # 4;

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACION DE LLANTA BIAS		
Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 8 de 10

de suceder lo contrario, detener la vulcanización y comunicar al supervisor.

6.3.20 Revisar continuamente que los moldes estén limpios y con la serial correspondiente, en caso contrario, colocar la misma en el lugar indicado. Se cambiará las seriales de todas las prensas los días domingos en el segundo turno por cambio de semana.

6.3.21 Cuando se produzcan apagones, el prenero deberá inmediatamente proceder según el “Control del Proceso de Vulcanización en caso de Apagones”.

6.3.22 Al presentarse problemas en la prensa, sin concluir el ciclo de cura y/o scrap deberá marcarse con crayón en la llanta la cavidad y llevar al área de segregación de llantas verdes Bias.

6.3.23 Cuando la prensa se detiene por fallas mecánicas, eléctricas, apagones u otras razones, y es necesario calentarla, el prenero deberá seguir el procedimiento de “Calentamiento de Prensa Parada.

6.3.24 Efectuar una inspección superficial de la llanta vulcanizada y señalar los posibles defectos en la misma, comunicar al supervisor.

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACION DE LLANTA BIAS		
Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 9 de 10

6.3.25 Cuando la llanta al abrirse la prensa, se esté pegando al molde superior aplicar lubricante de las boquillas que se encuentran en el cargador activando el pulsante del panel del operador.

6.3.26 Llevar las llantas que no han sido previamente lubricadas hasta las respectivas lubricadoras.

6.3.27 Otros

6.3.27.1 Colaborar con el Supervisor, realizando cualquier otra operación miscelánea; para impedir que se pare la máquina y trabajar sin interrupciones.

6.3.27.2 Mantener limpia y ordenada el área de trabajo (evitando arrojar tarjetas, etc., al piso).

6.3.27.3 Verificar que las condiciones de la máquina estén de acuerdo al set-up establecido por la Gerencia Técnica.

6.3.27.4 Realizar cualquier operación que sea necesaria, para conseguir calidad y normalidad en el proceso.

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR		
VULCANIZACION DE LLANTA BIAS		
Operador Prensero Llantas		
Fecha: 2007-05-15	Revisión: Original	Página: 10 de 10

6.3.27.5 Reportar la producción a supervisión.

7 DISBRIBUCIÓN

Jefe Calidad

Gerencia Producción

Oficina Supervisión Vulcanización Radiales

Operador Prensero Llantas (Bias) 7

Archivo Ingeniería Industrial

Estos procedimientos son los establecidos dentro de la compañía desde la última revisión realizada en el 2007 y a la fecha actual hay un cambio en los puntos 6.3.4 y 6.3.5 .

6.3.4 Dirigirse hasta el área de stock de carros de llantas verdes y llevar hasta las prensas de acuerdo al sistema FIFO, para inventario de llantas.

6.3.5 Luego de que las llantas han sido lubricadas hay que esperar un tiempo mínimo de 30 minutos, antes de cargarlas en las prensas, este tiempo es necesario ya que permitirá que el lubricante interno y externo se seque.

Estas actividades son desempeñadas actualmente por los lubricadores, ya que, como se mencionaba anteriormente son ellos los que suministran de llanta a los preneros y mientras lubrican otros carros con llanta se espera a que el lubricante se seque correctamente.

3.3.4.3 Medición de Trabajo:

3.3.4.3.1 Definición del Estudio de Tiempos

“La simplificación del trabajo es la aplicación de técnicas que determinen el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierta en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida”¹³

¹³ MEYER, Fred, *Estudio de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil*, 2da. Edición, México, Editorial Pearson Educación, 2000.

La medición de tiempos del proceso de vulcanización se analizó anteriormente cuando tratamos el factor productivo de la maquinaria, ya que, es el factor que interviene principalmente. La operación en la que participa directamente el presero es en el cargado de llantas en los platos, para que después estas sean tomadas por los cargadores automáticos y esta actividad podría no tener nada que ver en el tiempo total de vulcanizado de llantas, ya que se la puede realizar durante el tiempo de cura.

Únicamente en las prensas que todavía se cargan manualmente es en donde si afecta la actividad del cargado, ya que, como se había mencionado previamente el presero lo hace con la ayuda de un tecla, pero cuando la llanta es descargada, es decir, la prensa se encuentra ociosa esperando hasta recibir las próximas llantas, esto quiere decir que en estas prensas si afecta al tiempo total esta operación.

Por esa razón a continuación analizaremos detenidamente las prensas que requieren que el cargue se lo realice de forma manual.

3.3.4.3.2 Técnicas para el Estudio de Tiempos.

En el estudio de tiempos se aplica los siguientes puntos claves:

- Establecer tiempos estándar en el proceso de vulcanización en prensas que requieren ser cargadas manualmente, tomando en cuenta que el operador es calificado y capacitado, se trabaja a velocidad y ritmo normal y se realiza una tarea específica en un día justo de trabajo.
- Aplicar indicadores visuales instantáneos, se opta por este método ya que se va a medir tiempos reales, según como se presenten las operaciones del proceso.
- El estudio de tiempos, afecta de manera directa los salarios de los operadores y balances económicos de la compañía, por lo que el trabajo debe ser confiable y minucioso, las inexactitudes darán como

resultado la pérdida de confianza del operario y deterioraran la armonía en las relaciones de trabajo.

- Se dialoga con el operador para que obtenga el interés suficiente en el bienestar de la compañía, cooperar para eliminar fallas y apoyar las prácticas y procedimientos que se está implementando.
- Verificar los tiempos para confirmar la validez del estudio de tiempos.

3.3.4.3.3 Muestreo del Trabajo

El muestreo del trabajo es una técnica para determinar, el porcentaje de aparición de determinada actividad, mediante las observaciones aleatorias.

Ya determinado el proceso de operación de las prensas, se realizan las observaciones mientras el operador realiza su trabajo en las respectivas zanjas; está establecido en la compañía la toma de 5 tiempos por tratarse de este tipo de maquinaria, ya que existe mayor probabilidad de que dichas observaciones reflejen la situación real en un día normal de trabajo.

3.3.4.3.4 Equipo para el Estudio de Tiempos.

El equipo requerido para realizar correctamente un programa de estudio de tiempos incluye:

- Un cronometro.
- Cámara de video.
- Un Formato de Hoja de tiempos.

3.3.4.3.4.1 Cronómetro.

Para este estudio de tiempos se empleó un cronómetro digital, ya que proporciona una resolución de 0.001 segundos y una exactitud de $\pm 0.002\%$. Estos instrumentos además permiten tomar el tiempo de cualquier número de elementos individuales, mientras sigue contando el tiempo total transcurrido, proporcionando tanto tiempos continuos como regresos a cero.

Fotografía 3.7 Cronómetro.



3.1.3.4.2 Cámaras de Video.

Es una de las mejores herramientas para el estudio y registro de métodos y estándares de tiempo. La cámara de video sirve para grabar una operación y revisarla con el objeto de analizar y mejorar los métodos. La cinta puede ser reproducida varias veces, recorrida a velocidad lenta, acelerada o pararla.

La grabación de video es utilizada como cronómetro, ya que la cámara tiene contadores integrados, el tiempo de inicio se resta del tiempo final y el resultado es el tiempo del ciclo de apertura cargue y cierre de una prensa, sirviendo este tiempo como base para mejorar los métodos.

3.3.4.3.4.3 Formato de la Hoja de Trabajo.

Es una tabla elaborada por el departamento de Ingeniería Industrial de la compañía ERCO, pero ha sido adaptada, ya que se realizó un estudio a todas las prensas que no había sido llevado a cabo anteriormente, basado en el análisis de una serie de datos de la medición del trabajo.

Constan en la parte superior datos como: el departamento, a que zanja pertenecen las prensas, cual es el tipo de prensas, y la fecha en fue realizado el estudio.

En la sección de elementos se detalla cada una de las operaciones: de apertura, descargue, cargue y cerrado de la prensa, posterior, se transcriben los ciclos cronometrados y la calificación del operario.

3.3.4.3.5 Ritmo del Trabajo.

Es un medio para ajustar el tiempo promedio observado de una operación, con el fin de obtener el tiempo que requiere un operario para realizar el cargue de una llanta a paso normal y así poder establecer un tiempo estándar verdadero, basándose desde luego en la experiencia, juicio subjetivo y honestidad al realizar el estudio de tiempos.

La calificación toma en cuenta los siguientes aspectos:

- Habilidad
- Esfuerzo
- Condiciones
- Consistencia

3.3.4.3.5.1 Diferencia entre intensidad y eficiencia.

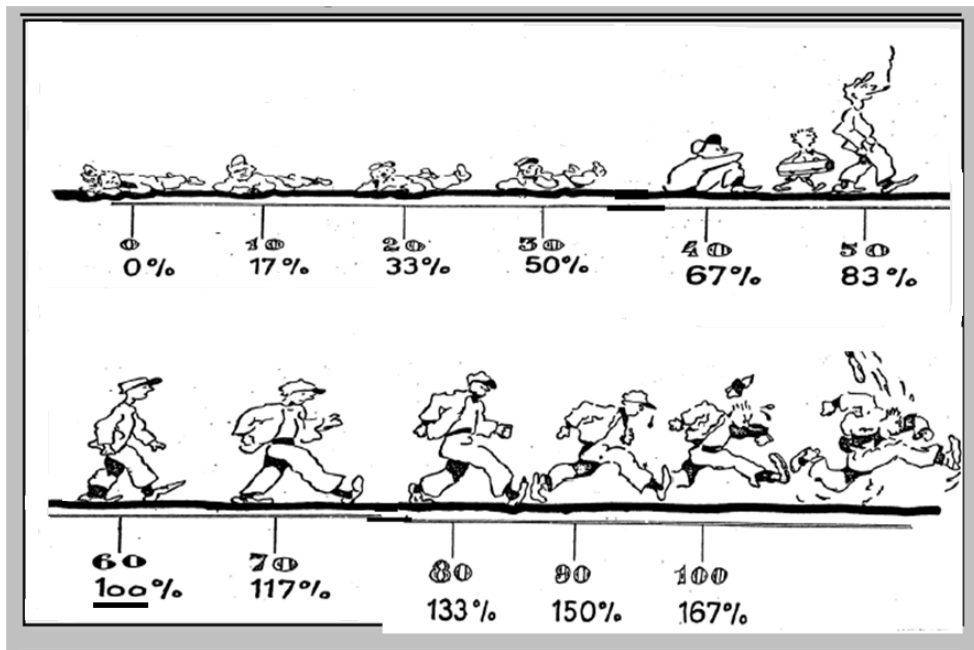
Eficiencia es una expresión de calidad de la forma de trabajar. La Eficiencia es considerada la base de rapidez, suavidad, armonía, espontaneidad, confiabilidad, destreza con la cual el trabajador realiza la actividad que es llevada a cabo.

La intensidad se expresa a sí mismo con la velocidad con la cual los movimientos son realizados y ejecutados, el esfuerzo realizado en la ejecución de los movimientos.

3.3.4.3.5.2 Ritmos tipo, según la escala de valoración.

Se utiliza para este estudio tomando en cuenta varios factores una escala de 60, como valor tipo.

Figura 3.8 Valoración del Ritmo. Escala 60 - 80 vs 0 -100.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

Escala de Valoración.

0 %. Actividad nula.

40 %. Muy lento, movimientos torpes, inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.

60 %. Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido vigilado, parece lento pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.

80 %. Activo, capaz, como de obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.

100 %. Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, Destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del obrero calificado medio.

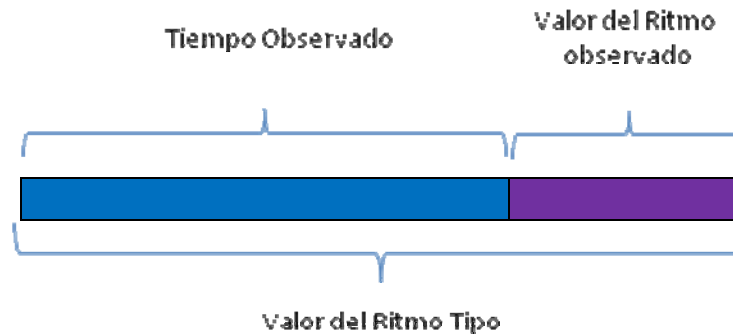
120 %. Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de "virtuoso" sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

3.3.4.3.6 Tiempo Normal.

Es el tiempo que tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo.¹⁴

Al determinar el tiempo base de cada uno de los elementos de: apertura, descargue, cargue y cierre, dentro del proceso de vulcanización, efectuados, es necesario incluir una medida de velocidad o calificación de la actuación para normalizar el trabajo y pueda ser utilizado por otros operadores.

¹⁴ KANAWATY, George, *Introducción al Estudio de Trabajo*, 4ta. Edición, México; Editorial Mc Graw Hill, 1998.

Figura 3.9 Componentes del Tiempo Normal.

La ecuación que se utiliza es la siguiente:

$$\text{Tiempo Normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Valor del Ritmo Observado}}{\text{Valor del Ritmo Tipo}}$$

El valor del ritmo tipo es igual a 60.

3.1.3.8 Suplementos en porcentaje de los tiempos básicos.

En la siguiente tabla se indica los factores constantes y variables, que son utilizados para determinar los porcentajes de fatiga y poder calcular el tiempo estándar en un ciclo de trabajo, en este caso estudiado.

Tabla 3.21 Tabla de Suplementos.

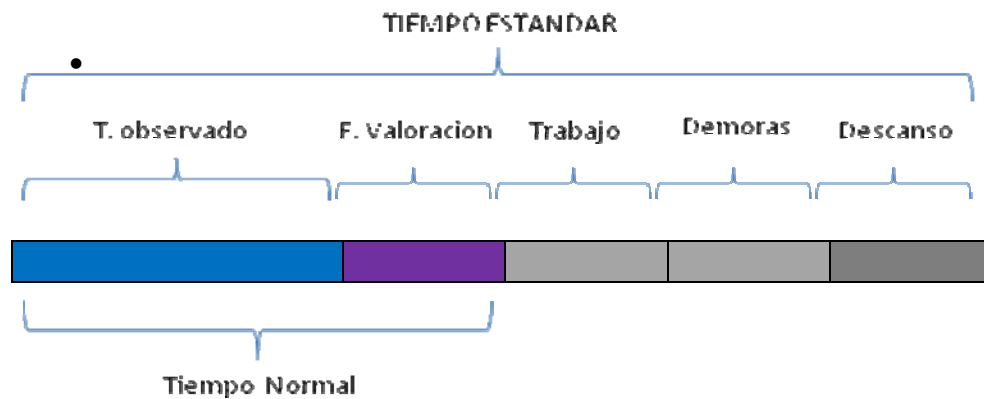
FACTORES				HOMBRE (%)	MUJER (%)
CONSTANTES	Necesidades personales			5	7
	Base por Fatiga			4	4
VARIABLES	Posiciones	Normales	Sentado	1	2
			Caminando	2	3
			De pie	3	4
		Anormales	Ligeramente incómoda	1	2
			Incómoda (agachado, inclinado, brazo o cabeza alzada)	4	5
			Muy incómoda (tendido, estirado, cuclillas)	6	7
	Esfuerzo	Con miembros superiores	5 kilos	1	2
			10 kilos	3	4
			15 kilos	5	8
			20 kilos	9	13
			25 kilos	13	20
			30 kilos	17	-
			35 kilos	22	-
			40 kilos	25	-
		Con miembros inferiores	Palanca con el pie	1	2
			Palanca con la rodilla	3	4
	Condiciones ambientales	Iluminación	Aceptable	0	0
			Ligeramente deficiente	2	E
			Insuficiente	5	5
		Temperatura	5 - 10 °C	4	4
			10 - 15 °C	3	3
			15 - 25 °C	0	0
			25 - 30 °C	3	3
			30 - 35 °C	4	4
		Ruido	Débil (continuo o intermitente)	1	1
			Fuerte (continuo o intermitente)	2	2
			Alta frecuencia (sirena)	5	5
	Precisión	Baja concentración		0	0
		Concentración media		2	2
		Alta concentración		5	5
	Complejidad	Complejidad mínima (sin razonamiento)		0	0
		Procesos complejos (saca conclusiones)		4	6
		Procesos muy complejos (alto grado de razonamiento)		8	8
	Monotonía	Trabajos algo monótonos (alguna variación)		0	0
		Trabajos monótonos (poca variación)		2	1
		Trabajos muy monótonos (ninguna variación)		5	3

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

3.3.4.3.8 Tiempo Estándar.

El tiempo estándar se determina al agregar al tiempo normal reservas para realizar necesidades personales, demoras inevitables en el trabajo y fatiga del trabajador tanto física como mental.¹⁵

Figura 3.10 Componentes del Tiempo Estándar.



En el grado de dificultad intervienen las siguientes categorías:

- Posición de trabajo: si el operador está sentado, parado caminando y el peso que se maneja.
- Condiciones de trabajo: operaciones automáticas, críticas o repetitivas.

¹⁵ KANAWATY, George, *Introducción al Estudio de Trabajo*, 4ta. Edición, México; Editorial Mc Graw Hill, 1998.

Las condiciones a que se han hecho referencia en este procedimiento de actuación son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En la mayoría de los elementos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Las consistencias del operario son evaluadas mientras se realiza el estudio.

La productividad es disminuir de alguna forma el tiempo estándar a fin de obtener más producción con los mismos recursos.

La ecuación que se utiliza para determinar el tiempo estándar es la siguiente:

$$\textbf{\textit{Tiempo Estándar}} = \textbf{\textit{Tiempo Normal}} (1 + \textbf{\textit{Suplementos}})$$

3.3.4.3.8.1 Aplicaciones del Tiempo Estándar

- Ayudará a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.
- Facilitará al supervisor de vulcanización, que relaciona mano de obra, materiales, máquinas, métodos y mantenimiento, sirviéndole los tiempos de producción para la coordinación de todos los elementos, además como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.
- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.

- Facilitará la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.
- Proporcionará costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.
- Ayudará a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán un parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

3.3.4.3.9 Determinación del Estudio de Tiempos.

A continuación se determina los tiempos de apertura y el cierre de las prensas cuyo cargue se debe hacer manualmente con la ayuda de un teclé, se van a presentar además los respectivos cuadros donde constan, el tiempo normal, y el tiempo estándar.

Tabla 3.22 Determinación del estudio de tiempos (Zanja B prensas manuales).**Departamento:** Vulcanización**Nombre del operador:** Pedro Vélez**Zanja B****Tipo de prensas:** B.O.M.**Elaborado por:** Andrea Guillén**Fecha:** 05-08 de septiembre de 2009

Num	ELEMENTOS	Prensa B1-2					TIEMPO ESTAND.	TIEMPO NORMAL
		1	2	3	4	5		
1	Apertura de prensa	3570	3655	3570	3485	3740	1,0512	60,067
2	Descargado de llanta	4760	4590	4675	4760	4675	1,3685	78,2
3	Cargado de llanta	8330	8160	8160	8000	8330	2,5499	136,6
4	Cerrado de prensa	3230	3570	3315	3230	3230	0,9669	55,25
TOTAL:		19890	19975	19720	19475	19975	5,9364	330,12

Num	ELEMENTOS	Prensa B3-4					TIEMPO ESTAND.	TIEMPO NORMAL
		1	2	3	4	5		
5	Apertura de prensa	3740	3315	3570	3400	3570	1,0264	58,65
6	Descargado de llanta	3655	4080	3740	3825	3740	1,1107	63,467
7	Cargado de llanta	5310	6290	7120	6960	8960	2,1554	115,47
8	Cerrado de prensa	3995	3400	3230	3315	3400	1,0115	57,8
TOTAL:		16700	17085	17660	17500	19670	5,3039	295,38

Num	ELEMENTOS	Prensa B5-6					TIEMPO ESTAND.	TIEMPO NORMAL
		1	2	3	4	5		
5	Apertura de prensa	3655	3655	3740	3485	3570	1,0561	60,35
6	Descargado de llanta	2805	2635	2890	2465	2550	0,7785	44,483
7	Cargado de llanta	9010	7820	19040	12675	14560	3,9265	210,35
8	Cerrado de prensa	3315	3315	3145	3315	3145	0,947	54,117
TOTAL:		18785	17425	28815	21940	23825	6,7082	369,3

Elaboración: La autora

Tabla 3.23 Determinación del estudio de tiempos (Zanja E prensas manuales).**Departamento:** Vulcanización**Nombre del operador:** Manuel Guachichulca**Zanja E****Tipo de prensas:** B.O.M.**Elaborado por:** Andrea Guillén**Fecha:** 27-29 de agosto de 2009

Num	ELEMENTOS	Prensa E7-8					TIEMPO ESTAND.	TIEMPO NORMAL
		1	2	3	4	5		
1	Apertura de prensa	4165	4165	4250	4165	4250	1,2247	69,983
2	Descargado de llanta	5525	5355	5865	5015	4590	1,5371	87,833
3	Cargado de llanta	14400	15440	12325	15600	18060	4,718	252,75
4	Cerrado de prensa	9350	10200	10030	3485	3400	2,1271	121,55
TOTAL:		33440	35160	32470	28265	30300	9,6069	532,12

Num	ELEMENTOS	Prensa E9-10					TIEMPO ESTAND.	TIEMPO NORMAL
		1	2	3	4	5		
5	Apertura de prensa	2720	4250	4250	4165	4250	1,1454	65,45
6	Descargado de llanta	6460	5440	5695	5610	5780	1,6908	96,617
7	Cargado de llanta	8585	9775	9520	10500	10080	2,8268	161,53
8	Cerrado de prensa	2805	5780	3910	3485	3485	1,1355	64,883
TOTAL:		20570	25245	23375	23760	23595	6,7985	388,48

Elaboración: La autora

Vemos que hay una gran variación en los tiempos estándar sobre todo en las dos prensas de la zanja E. Con seguridad se puede decir que estos tiempos mejorarían si los cargadores fueran automáticos, pero se debería considerar que se requeriría de una gran inversión. Por otra, parte también se presenta un problema cuando dos o las tres prensas que están continuas descargan casi al mismo tiempo, y el operador tiene la obligación de cargarlas en el menor tiempo posible a todas ellas, entonces lo que hace es cargar la más cercana, así sea la que se abrió al último, lo que hace que la o las prensas se encuentren en tiempo improductivo, hasta que sean nuevamente cargadas.

3.3.5 Mantenimiento.

En la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A. existe un equipo que se encarga exclusivamente del mantenimiento en el área de vulcanización y se realizan los tres principales tipos de mantenimiento:

3.3.5.1 Mantenimiento Predictivo.

Consiste en determinar la condición técnica (mecánica, eléctrica y electrónica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos.¹⁶

Este mantenimiento hace que se eviten grandes montajes y desmontajes, actualmente las técnicas que más se emplean en el mantenimiento predictivo son las siguientes:

- Análisis de vibraciones
- Análisis de lubricantes
- Termometría y Termografía
- Ensayos NO destructivos mecánicos
- Método Fórmulas de Consumo de Vida
- Consumo de vida. Inspecciones
- Ensayos eléctricos de máquinas
- Análisis de gases de transformadores
- Desgaste mecánico

¹⁶ LUDWING, Sward, KNUT, Fredrick, Mantenimiento de las máquinas y herramientas, Barcelona, Editorial Blume, 2005.

3.3.5.2 Mantenimiento Preventivo.

El principal objetivo del mantenimiento preventivo es adelantarse en el tiempo de averías y uno de los índices que miden su eficacia es la reducción de estas. Entre otra de las funciones de este mantenimiento tenemos la de velar por el estado óptimo de las máquinas e instalaciones. Se realiza a razón de la experiencia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento preciso para llevar a cabo dicho procedimiento.¹⁷

Los programas de mantenimiento preventivo contienen las siguientes actividades básicas:

- Limpieza
- Lubricación
- Inspección normalmente combinada con
- Control de calidad
- Corrección de averías y errores

El mantenimiento preventivo interviene directamente en el mantenimiento correctivo y en el costo total de mantenimiento.

¹⁷ LUDWING, Sward, KNUT, Fredrick, Mantenimiento de las máquinas y herramientas, Barcelona, Editorial Blume, 2005.

El principal y más grande mantenimiento preventivo que se lleva a cabo en la compañía, es el que se realiza los últimos 15 días de cada fin de año. Pero a su vez existe personal que trabaja diariamente en este mantenimiento elaborando un programa mensual para cada proceso. En anexos se encuentra precisamente, un procedimiento del proceso de vulcanización y acabado final correspondiente el mes de septiembre de 2009, donde se especifica: primeramente el código del proceso, el área donde se hará el mantenimiento, fecha, quienes revisan y aprueban dicho programa. Enseguida consta un cronograma, donde indica que tipo de actividad se realizará, en qué máquina y qué día, en la parte inferior se encuentra el proceso, el código de la máquina, el número de actividad, la descripción de la actividad, el número de registro, tiempo previsto, cuantas personas se requieren, tipo de equipo, hora de inicio y notas adicionales. Los colores indican además si la parada de los equipos será total, parcial o si estos seguirán operando normalmente mientras se realiza el mantenimiento.

3.3.5.2.1 Ventajas del mantenimiento preventivo.

Entre las principales ventajas del mantenimiento preventivo podemos citar las siguientes:

- Menos paros al reducirse los daños.
- Costos más bajos para las actividades del programa.
- Cambio de <<reparaciones>> a un <<mantenimiento programado>> más barato y más eficaz.
- Reducción de costos de reparación por simples reparaciones llevadas a cabo antes de un daño, al requerir menos tiempo de trabajo e interrupciones más breves.
- Mejor conservación y mayor duración de los equipos aplazando o eliminando sustituciones.
- Mayor control de cambio de repuestos, con un mínimo de necesidades de inventario.

- Mejor calidad del producto, con menos rechazos debido al correcto ajuste del equipo.
- Mayor seguridad y mejor protección de la instalación.
- Menos contratiempos por la reducción de paros e improvisaciones.
- Menores costos de producción.

3.3.5.3 Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento correctivo consiste en reparar una máquina o pieza que se encuentre averiada. Se puede resumir en los siguientes pasos:

- Desmontar piezas o conjuntos averiados
- Reparar dichas piezas o conjuntos
- Volver a montarlos
- Corregir desviaciones de los elementos no constructivos de las máquinas como son: reglajes, ensamblajes, dimensionamientos.
- Ayudar a mantenimiento preventivo
- Reconstrucción de maquinaria
- Construir piezas de repuesto

3.3.5.3.1 La orden o petición de trabajo.

La orden o petición de trabajo es un importante documento de mantenimiento. Razón por la cual ningún trabajo de mantenimiento que necesite cierto nivel de preparación, se debería desempeñar sin una orden de trabajo.

En el caso del proceso de vulcanización, cuando llega a presentarse algún daño o problema en alguna prensa es el operador quien debe reportarlo al supervisor, quien a

su vez se encargará de llenar el daño en una hoja de informe de trabajos de mantenimiento en planta, que a su vez hace la función de orden de trabajo.

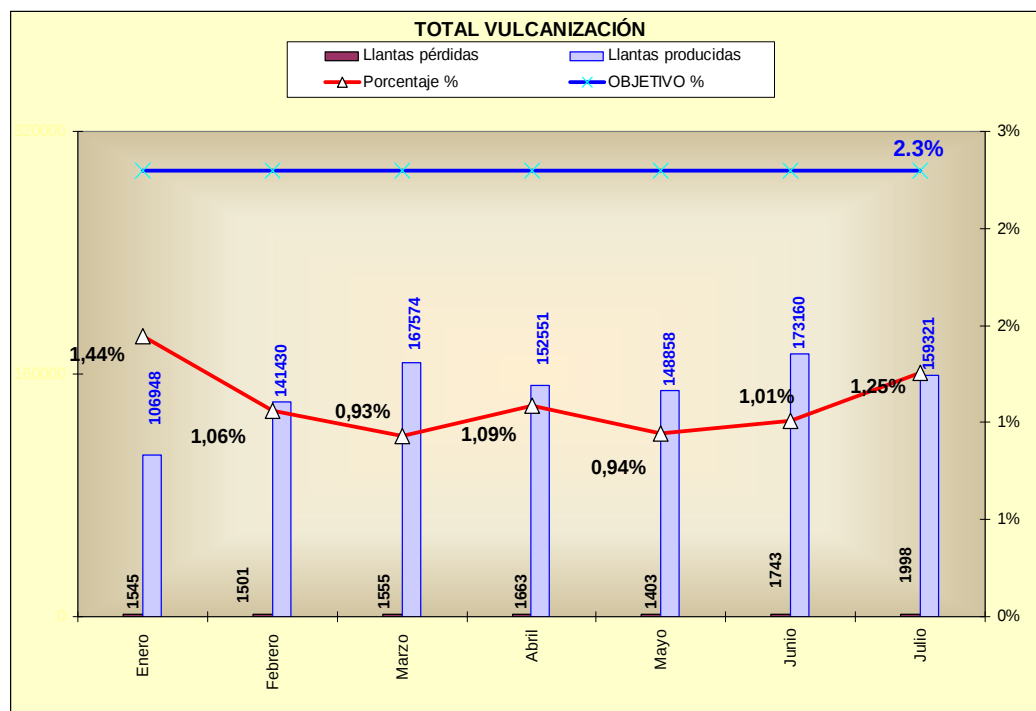
En este informe el supervisor deberá ingresar datos como: la máquina en la cual se presenta el problema, el supervisor, hora en que se reporta el daño, y la descripción de la falla.

Una vez que se ha realizado el mantenimiento, el personal encargado deberá llenar información como: el ítem, hora en que inicia el trabajo, hora en que finaliza, tiempo total de mantenimiento: mecánico, eléctrico o electrónico, pérdida real de producción, por quién fue recibido el trabajo, y que tipo de trabajo y repuestos fueron empleados, en la parte inferior se deberá ingresar los nombres y códigos de quienes realizaron el trabajo y el reporte de herramientas utilizadas.

El modelo de la hoja de informe de trabajos de mantenimiento en planta; en anexos.

3.3.5.3.2 Mantenimiento Correctivo vs. Producción.

El gráfico que se presenta a continuación muestra la cantidad de llantas perdidas a causa del mantenimiento correctivo es en estos gráficos en los que se basa el área de mantenimiento para saber en donde deben actuar y esmerarse; con el objetivo de evitar al área de producción motivos para que la cantidad que se ofrezca al mercado no sea la que se espera. Según los siguientes datos se han perdido 11408 llantas.

Gráfico 3.1 Gráfico de Mantenimiento Correctivo vs. Producción.

Fuente: Departamento de mantenimiento de la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

3.3.5.3 Principales tipos de mantenimiento correctivo en el área de vulcanización.

En vulcanización los principales tipos de mantenimiento que se realizan son:

- Cambio de moldes
- Lavado de moldes
- Cambio de bladders.

3.3.5.4 Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).

“Filosofía de gestión de mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo de encarga de optimar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, tomando en cuenta los posibles efectos que originarán los modos de fallas de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones.”¹⁸

El RCM se está por implementar en el área de vulcanización. Esta se convertirá en una herramienta de trabajo muy valiosa para el área de mantenimiento, debido a que ayudará a eliminar desperdicios de tiempo, transporte, esperas y movimientos, en determinados procedimientos y facilitará la capacitación del personal, lo que a su vez significará una ganancia en productividad.

3.3.5.4.1 Beneficios del RCM.

Entre los beneficios del mantenimiento centrado en confiabilidad se pueden enumerar los siguientes:

- Mayor seguridad e integridad ambiental
- Mejor funcionamiento operacional
- Mejor costo eficacia del mantenimiento
- Mayor vida útil de componentes costosos
- Una base de datos global

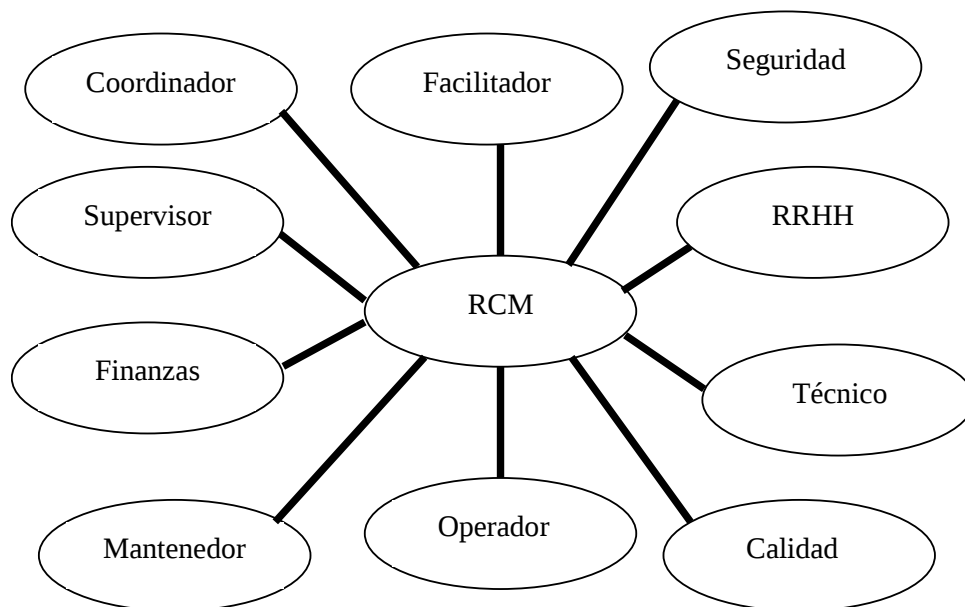
¹⁸ QUEVEDO, Marcos, Estrategia de Mantenimiento. *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)* (págs.. 4). Cuenca: Material de Estudio, 2005.

3.3.5.4.2 Equipo de trabajo RCM.

Un equipo de trabajo RCM es multidisciplinario, para poder desarrollar soluciones en las que todos puedan participar desde diferentes enfoques y puedan ser comprendidas por todos. Este equipo de trabajo debe actuar en un ambiente informal y relajado en el que todos puedan intervenir por igual, existe completa predisposición para escuchar las sugerencias e ideas de todos. Los desacuerdos no son descartados sino que se procura discutir para siempre llegar a un consenso.¹⁹

Las acciones son asignadas a los integrantes y llevadas a cabo por ellos. Los resultados son revisados y verificados por el proceso de análisis y se garantiza la implantación.

Figura 3.11 Equipo de Trabajo RCM.



¹⁹ QUEVEDO, Marcos, Estrategia de Mantenimiento. *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)* (págs.. 4). Cuenca: Material de Estudio, 2005.

3.3.5.4.3 Implantación del RCM.

La fase de implantación del RCM es la siguiente:

- Selección del sistema
- Definición de funciones
- Determinar fallas funcionales
- Identificar modos de fallas
- Efectos y consecuencias de las fallas
- Aplicación de la hoja de decisión.

3.3.5.4.3.1 Selección del sistema y definición del contexto operacional.

Para poder seleccionar un sistema puede ayudar el siguiente esquema:

- 1 Sistemas que presenten un alto contenido de mantenimiento preventivo y sus costos.
- 2 Sistemas con un alto número de acciones correctivas en los últimos dos años.
- 3 Sistemas que contribuyen con las paradas de producción en los últimos dos años.
- 4 Sistemas con riesgos en el ámbito de seguridad y medio ambiente.
- 5 Equipos genéricos con un alto costo global de mantenimiento.
- 6 Sistemas donde no existe confianza.

Vulcanización es uno de los procesos escogidos para implementar este tipo de mantenimiento, debido a que muchos de los aspectos señalados en el esquema, recaen en esta área.

En el contexto operacional existen factores como:

- Perfil de operación
- Ambiente de operación
- Calidad/disponibilidad de los insumos requeridos
- Alarmas
- Monitoreo de primera línea
- Políticas de repuestos, recursos y logística.

Inicialmente se debe proceder a recolectar información con la ayuda de diagramas de bloque o esquemáticos del sistema, manuales de diseño y operación de los sistemas, manuales de los equipos pertenecientes al sistema.

3.3.5.4.3.2 Definición de funciones.

Se deben definir las funciones primarias y secundarias.

El primer paso será definir las funciones primarias, respondiendo a preguntas como:

- ¿Qué se necesita que haga el sistema?
- ¿De que se desea que sea capaz?
- ¿Por qué existe el sistema?

Para definir las funciones secundarias es necesario tener en cuenta.

- Ambiente
- Seguridad estructural
- Contenedor, confort, control
- Apariencia
- Protección
- Economía, eficiencia
- Superfluos.

Una de las funciones a desarrollar de acuerdo al actual estudio por ejemplo es apertura cargue y cierre de la prensa D3-4 en 49 segundos.

3.3.5.4.3 Determinar fallas funcionales.

Una falla funcional se da cuando el activo no puede cumplir con los estándares esperados y hace que este no sea eficiente.

Continuando con el ejemplo anterior la falla funcional sería:

Tabla 3.24 Falla funcional.

FUNCION		FALLA FUNCIONAL	
1	Apertura, cargue y cierre en 49 segundos	A	Incapacidad de abrir cargar y cerrar en el tiempo esperado (49 segundos).

Elaboración: La autora

3.3.5.4.3.4 Identificar modos de fallas.

Se define modo de falla como a la causa que produce la falla funcional es lo que provoca que el activo pierda su función total o parcialmente.

Para poder determinar correctamente el modo de falla es clave tener en cuenta:

- El mantenimiento esta orientado a cada modo falla.
- Se debe enfocar en qué más no en quién causa las fallas.

El modo falla debe ser descrito de una manera concreta de manera que sea capaz de suministrar la información suficiente y necesaria.

Tabla 3.25 Modos de fallo.

FUNCION		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	
1	Apertura, cargue y cierre en 49 segundos	A Incapacidad de abrir cargar y cerrar en el tiempo esperado (49 segundos).	1	Falta de energía.
			2	Fallo del piñon
			3	Fallo del sistema eléctrico

Elaboración: La autora

3.3.5.4.3.5 Efectos y consecuencias de las fallas.

Para describir los efectos que tienen las fallas, es necesario analizar de que manera afectan estas a aspectos como: la producción, las operaciones, la seguridad, el ambiente, así como, cuales son los daños físicos que causa la falla y que debe hacerse

para reparar la falla. Evaluar cuales son las consecuencias, ayudará a tomar decisiones de si vale o no la pena llevar a cabo el mantenimiento preventivo. Pueden existir consecuencias de: fallas ocultas, seguridad y medio ambiente, operacionales y no operacionales.

Tabla 3.26 Efectos de las fallas.

MODO DE FALLO		EFFECTOS DE LAS FALLAS
1	Falta de energía.	No se logra aplicar la fuerza necesaria para efectuar la apertura y el cierre.
2	Fallo del piñon	Habrá pérdida de movilidad.
3	Fallo del sistema eléctrico	Existe interrupción de las ordenes que son generadas por el sistema.

Elaboración: La autora

3.3.5.4.3.6 Aplicación de la hoja de decisión.

Antes de explicar la aplicación de la hoja de decisión es necesario conocer de qué se tratan las tareas proactivas y las tareas reactivas.

3.3.5.4.3.6.1 Tareas proactivas.

Son tareas que se adelantan a la falla, estas se encuentran dentro del mantenimiento predictivo y preventivo.

Las tareas proactivas se dividen en tres categorías:

- Tareas de a condición: Son acciones que se toman cuando aparecen advertencias que son capaces de avisar que una falla funcional esta por ocurrir tratando de evitarla.
- Tareas de reacondicionamiento cíclico: Es la reparación de un componente antes de un límite específico, sin importar la condición actual del mismo.
- Tareas de sustitución cíclicas: Es la sustitución de un componente antes de un límite específico, sin importar en que condición se encuentre en ese momento.

3.3.5.4.3.6.2 Tareas reactivas.

Se realizan cuando el daño ya está presente, corrigen la falla ya que no se pudo aplicar ninguna tarea proactiva.

Las tareas reactivas incluyen:

- Rediseño: Esto implica modificar al equipo y las capacidades iniciales del sistema.
- Mantenimiento no programado (correctivo): Cuando la falla ocurre se procede a repararla.

El diagrama de decisión RCM ayudará a responder las siguientes preguntas:

¿Qué mantenimiento de rutina será realizado?

¿Qué fallas son lo suficientemente graves como para justificar el rediseño?

¿En qué casos se debe tomar la decisión de dejar que ocurran las fallas?

A continuación, se presentarán dos modelos de formularios que se deberán llenar en base a lo que se ha presentado, el diagrama de decisión se lo encontrará en anexos.

Tanto el primer formulario como el segundo, tienen encabezados en los que se deberá ingresar información como: elemento, componente, por quién fue realizado y revisado y en qué fecha, el número de hoja de cuantas existen en total. En el primer formulario además se debe llenar cual es la función que se va a analizar, que fallas funcionales presenta, las causas de la falla (modo de fallo) y que sucede cuando se presenta una falla (efectos de las fallas).

Tabla 3.27 Modelo del primer formulario RCM.

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACION RCM		ELEMENTO: Prensa D3-4		Realizado por:	Jefe de Mant.	Fecha: 30/10/09	Hoja:1
		COMPONENTE: Sistema Motriz		Revisado por:	Gerente de Mant.	Fecha: 31/10/09	De: 2
FUNCION		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO		EFECTOS DE LAS FALLAS		
1	Apertura, cargue y cierre	A Incapacidad de abrir cargar y cerrar en 49 segundos.	1	Falta de energía.	No se logra aplicar la fuerza necesaria para efectuar la apertura y el cierre.		
			2	Fallo del piñon	Habrá pérdida de movilidad.		
			3	Fallo del sistema eléctrico	Existe interrupción de las ordenes que son generadas por el sistema.		

Elaboración: La autora

En el segundo formulario se proponen: tareas, con que frecuencia se las debe realizar y quién estará a cargo de desempeñarlas.

Las columnas F, FF, MF, son la referencia de la función, falla funcional y modo de falla respectivamente.

A partir de estas columnas se irán anotando las respuestas que se obtienen del desarrollo del diagrama de decisión RCM. Con una S si corresponde a Sí y con una N si corresponde a No.

Las columnas, H, S, E, O y N son utilizadas para registrar las respuestas que tienen que ver con las preguntas de las consecuencias de cada modo de falla.

Tabla 3.28 Resumen de Consecuencias de falla.

Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				
F	FF	MF	H	S	E	O	
1	A	1	N				Una falla oculta
1	A	2	S	S			Consecuencias para la seguridad
1	A	3	S	N	S		Consecuencias para el medio ambiente
1	A	4	S	N	N	S	Consecuencias operacionales
1	A	5	S	N	N	N	Consecuencias no operacionales

Las columnas H1, H2, H3, S1, S2, S3, O1, O2, O3, N1, N2, N3, registran si ha sido seleccionada una tarea proactiva y que tipo de tarea.

Tabla 3.29 Criterios de Factibilidad técnica.

H1	H2	H3	
S1	S2	S3	
O1	O2	O3	
N1	N2	N3	
S			Es factible realizar una tarea a condición.
N	S		Es factible realizar una tarea de reacondicionamiento cíclico.
N	N	S	Es factible realizar una tarea de sustitución cíclica.

Las columnas H4, H5, S4 serán utilizadas en caso de requerir tareas reactivas.

Tabla 3.30 Modelo del segundo formulario RCM.

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACION RCM										ELEMENTO: Prensa D3-4							Realizado por: Jefe de Mant.		Fecha: 30/10/09	Hoja: 1
										COMPONENTE: Sistema Motriz							Revisado por: Gerente de Mant.		Fecha: 31/10/09	De: 2
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas reactivas				Tareas propuestas			Frecuencia Inicial		A realizar por:	
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4								
1	A	1	S	N	N	S	N	S					Chequear la cometida, si existe corriente en un lapso de tiempo de 10 min.			Anual		Mantenimiento		
1	A	2	S	N	N	S	N	S					Desarmado y reemplazo dependiendo del piñon. Si es de la corona toma un tiempo de 8 días, para lo cual el repuesto se encuentra en bodega. Si es la rueda externa se procede al rectificado en la empresa.			Anual				
1	A	3	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de fusibles			Anual				
			S	S	N	S	N	N	N			S	Verificar cerrado de prensa y calibrar a lo especificado.			Mensual				

Elaboración: La autora

Uno de los objetivos es hacer un manual que contenga formularios RCM con todas las fallas que pueden darse en las prensas; con lo que se conseguiría en efecto ganar productividad ya que, el personal recurriría al manual para saber como puede solucionar cualquier falla que se presente en cualquier momento. Lo que actualmente ocurre es que el personal no conoce exactamente de que se trata el problema entonces pierde tiempo en: ir, averiguar y regresar por los implementos necesarios. Con dicha información estos sabrían exactamente que acciones tomar y

que herramientas y accesorios necesitan llevar al campo, evitando generar desperdicios como: excesos de movimientos, transportes, esperas y procesos innecesarios. Además facilitaría la capacitación al personal nuevo.

CAPITULO IV

PRODUCTIVIDAD

4.1 Programa maestro de producción (MPS).

El programa maestro comprende los productos finales, aquí se deberá especificar que es lo que se va a producir exactamente a su vez tiene conexión con el área de ventas, finanzas, administración y producción. El programador deberá tener en cuenta todas las demandas de ventas del producto, además así como también involucrarse con las promesas de entregas a los clientes. En este programa estará especificado cuando la empresa planea producir cada bien final y en que cantidad.²⁰

Del proceso de vulcanización se parte para realizar el programa maestro de producción y de aquí se emitirán los requerimientos de los materiales necesarios para la cumplir con el MPS; es por eso la importancia de dicho proceso, ya que, en base a este se determinará cuando y cuanto producir de todos los demás componentes requeridos para la producción de una llanta, siendo clave para poder cumplir con la demanda.

²⁰ CHASE, Richard, JACOBS, Robert, AQUILANO, Nicholas *Administración de la Producción y Operaciones*, 10a. Edición, México, Editorial Mc Graw-Hill, 2007

4.2 Análisis comparativo de llantas radial y bias: construidas y vulcanizadas en los últimos tres años.

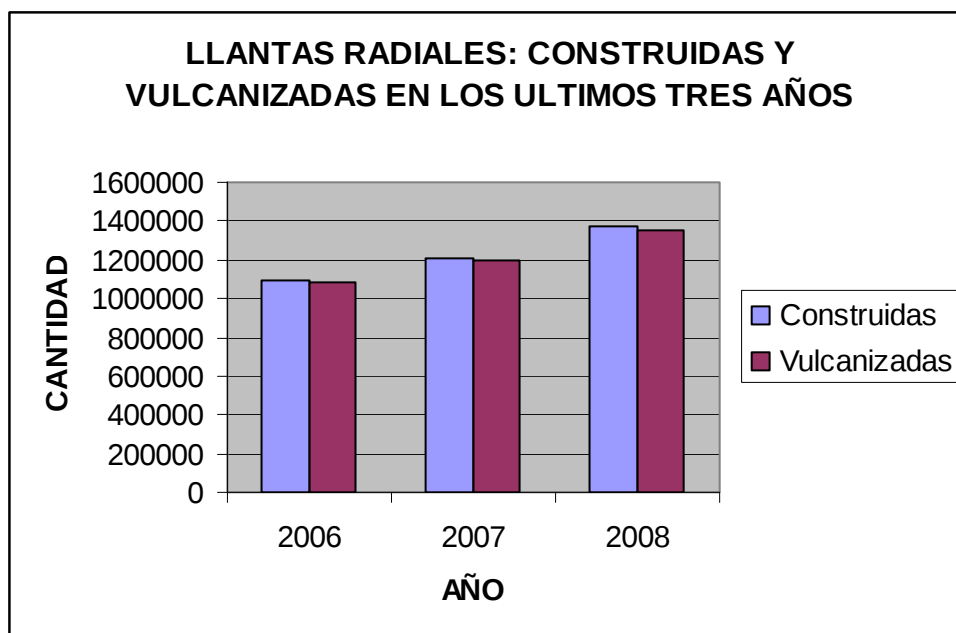
Por medio de la información y datos proporcionados por el departamento de Programación de la Producción, es posible realizar un análisis de lo que ha sucedido con la producción de llantas últimamente para establecer que tan necesario es mejorar la productividad. En las siguientes tablas y gráficos; consta la cantidad de llantas radial y bias: construidas y vulcanizadas de los últimos tres años. Mediante estos gráficos podremos comparar que es lo que ha sucedido con la producción en este período de tiempo.

En la tabla y el gráfico 4.1 se encuentra lo que se ha: construido y vulcanizado, de llantas radiales en los años: 2006, 2007 y 2008, por lo que se puede notar claramente que existe un incremento año a año en la producción de esta familia de llantas y por su puesto esto es la consecuencia del aumento de la demanda; por el contrario en la tabla y el gráfico 4.2 que corresponden a llantas bias, vemos que no ocurre algo parecido puesto que del año 2006 al 2007 hay una gran disminución tanto en llantas: construidas y vulcanizadas y al año 2008 en cambio hay un crecimiento importante.

Tabla 4.1 Llantas radiales: construidas y vulcanizadas en los últimos tres años.

	2006	2007	2008
Construidas	1090251	1209932	1372966
Vulcanizadas	1081499	1201739	1353449

Fuente: Departamento de programación de la Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

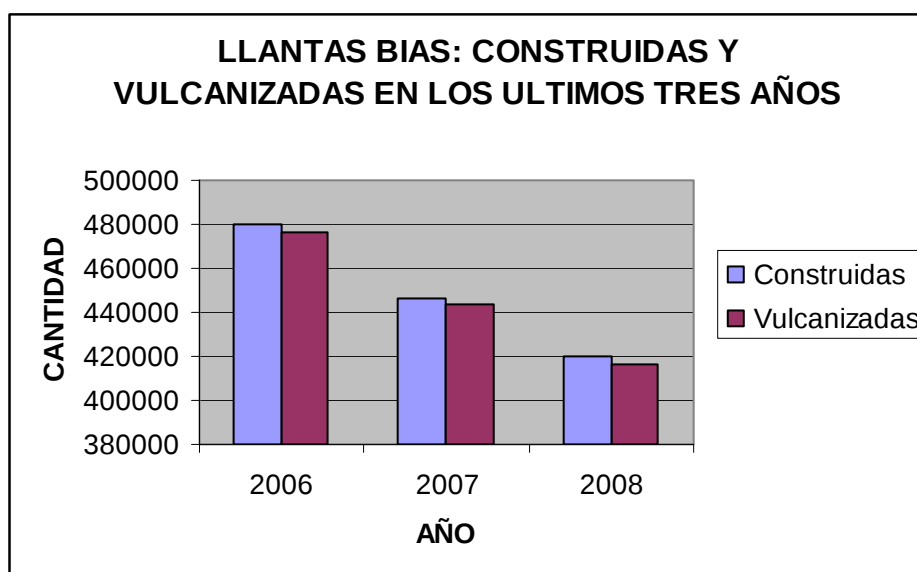
Gráfico 4.1 Llantas radiales: construidas y vulcanizadas en los últimos tres años.

Fuente: Departamento de programación de la Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

Tabla 4.2 Llantas bias: construidas y vulcanizadas en los últimos tres años.

	2006	2007	2008
Construidas	480344	445981	420248
Vulcanizadas	476146	443268	416389

Fuente: Departamento de programación de la Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

Gráfico 4.2 Llantas bias: construidas y vulcanizadas en los últimos tres años.

Fuente: Departamento de programación de la Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

4.3 Análisis de llantas bias y radiales: construidas y vulcanizadas en el año 2009.

De igual manera los datos e información aquí presentados provienen del departamento de Programación y ha sido posible únicamente obtener los mismos hasta el momento, es por eso que hace falta el mes de diciembre, por otra parte no constan los meses en que no se ha tenido una producción normal debido a los contratiempos antes comentados.

Año a año la compañía se traza una meta productiva, la misma que en el 2009 fue llegar a producir de 6200 a 6400 llantas por día y según los días laborables que se tuvieron por mes podemos observar en los gráficos claramente que en el caso de llantas radiales el mejor mes de producción fue septiembre y en bias fue enero; esto se debe a que mes a mes existen variantes tanto: externas (el mercado, proveedores, situación del país entre otras) como internas (la maquinaria, la mano de obra, los métodos, los materiales, mantenimiento).

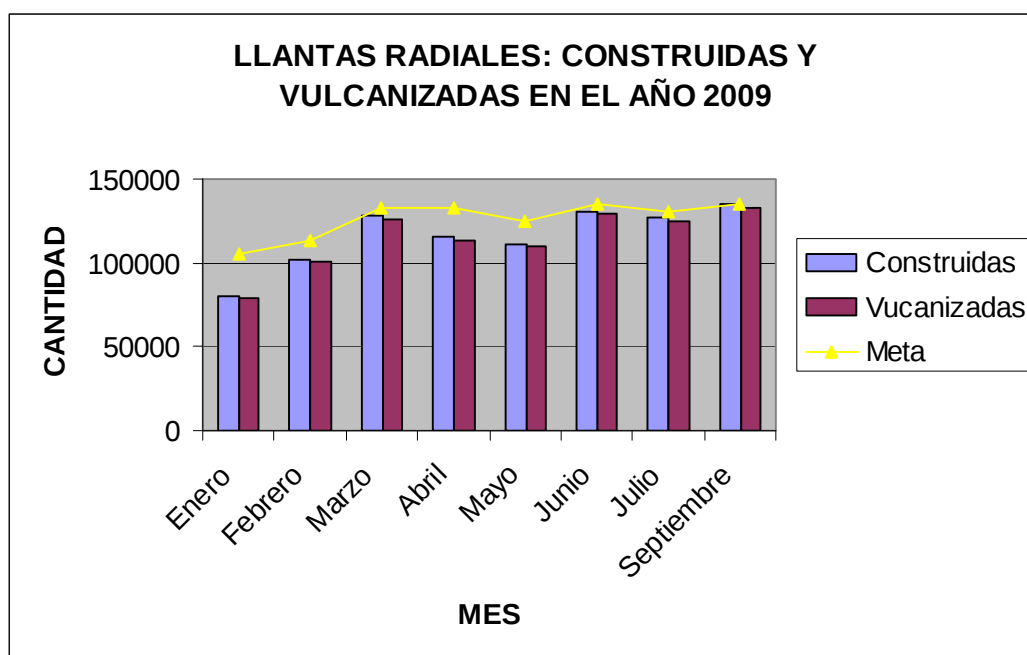
Es importante además notar que en la mayoría de los meses existen más llantas construidas que vulcanizadas y afortunadamente la demanda está en constante

crecimiento permitiendo más adelante demostrar que mediante el estudio de la maquinaria en el capítulo tres, se puede mejorar la cantidad de llantas curadas. El número de radiales que se obtiene mensualmente es cerca de tres veces que el de bias, esto también es a causa de que actualmente existe una mayor demanda de esta familia a pesar de que en este año se contó con un pedido muy elevado de bias proveniente de México lo que obligó a redireccionar los planes de producción pero sin bajar la guardia en radiales.

Tabla 4.3 Llantas radiales: construidas y vulcanizadas en el año 2009.

	RADIALES		
	Construidas	Vucanizadas	Meta
Enero	80338	79407	104810
Febrero	102207	100526	112800
Marzo	128137	126051	133151
Abril	115917	113627	133151
Mayo	110888	109532	125349
Junio	130910	129396	134749
Julio	126677	125057	130049
Septiembre	134982	132725	134749

Fuente: Departamento de programación de la Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

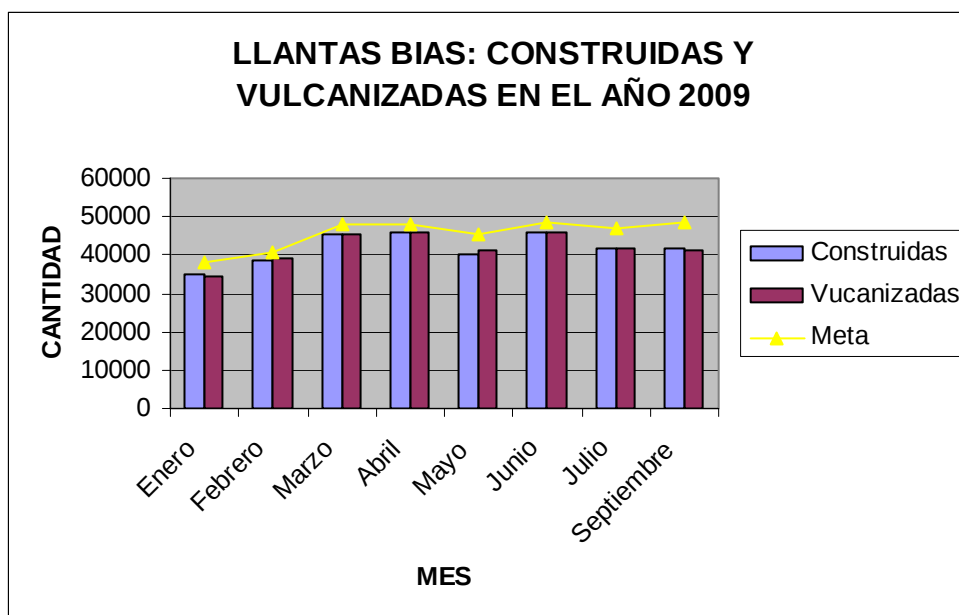
Gráfico 4.3 Llantas radiales: construidas y vulcanizadas en el año 2009.

Fuente: Departamento de programación de la Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

Tabla 4.4 Llantas bias: construidas y vulcanizadas en el año 2009.

	BIAS		
	Construidas	Vucanizadas	Meta
Enero	34785	34472	37961
Febrero	38422	39159	40800
Marzo	45219	45274	48161
Abril	45996	45764	48161
Mayo	40203	41241	45339
Junio	46098	46026	48739
Julio	41825	41573	47039
Septiembre	41788	41440	48739

Fuente: Departamento de programación de la Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

Gráfico 4.4 Llantas bias: construidas y vulcanizadas en el año 2009.

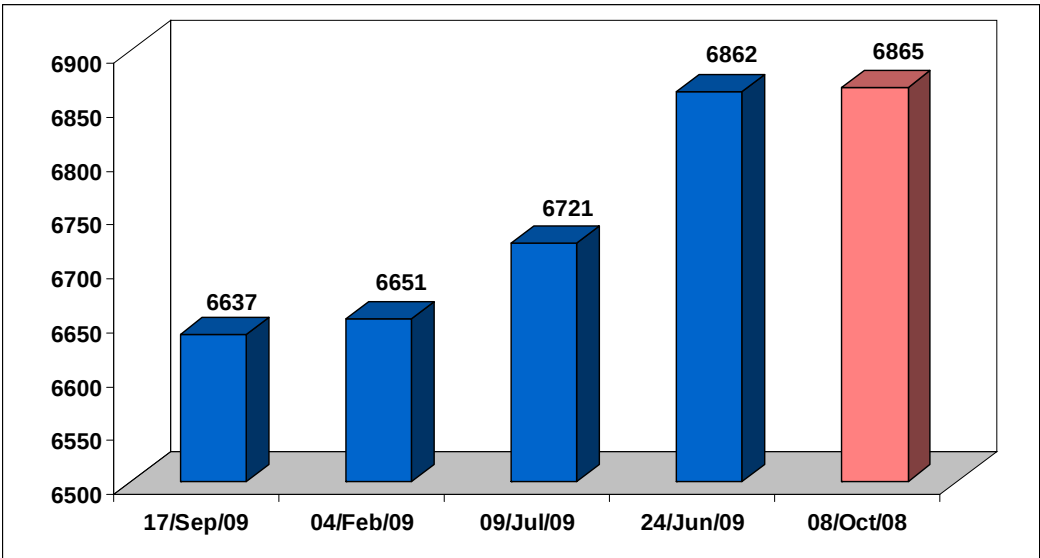
Fuente: Departamento de programación de la Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

4.4 Historial de record.

El 2009 ha sido un año de record para ERCO, el esfuerzo y la dedicación de todo un equipo se ha visto reflejado en los resultados, y no se puede dejar de recalcar estos logros resaltando los meses en que más llantas construidas y vulcanizadas se ha conseguido a lo largo de la vida de esta empresa; aunque en el gráfico 4.5 todavía consta un mes del 2008, como ya se señaló en este año se ha procurado tener una producción de entre 6200 y 6400 llantas por día, lo cual significo un reto el cual se enfrente y se supero y queda constancia en los siguientes gráficos.

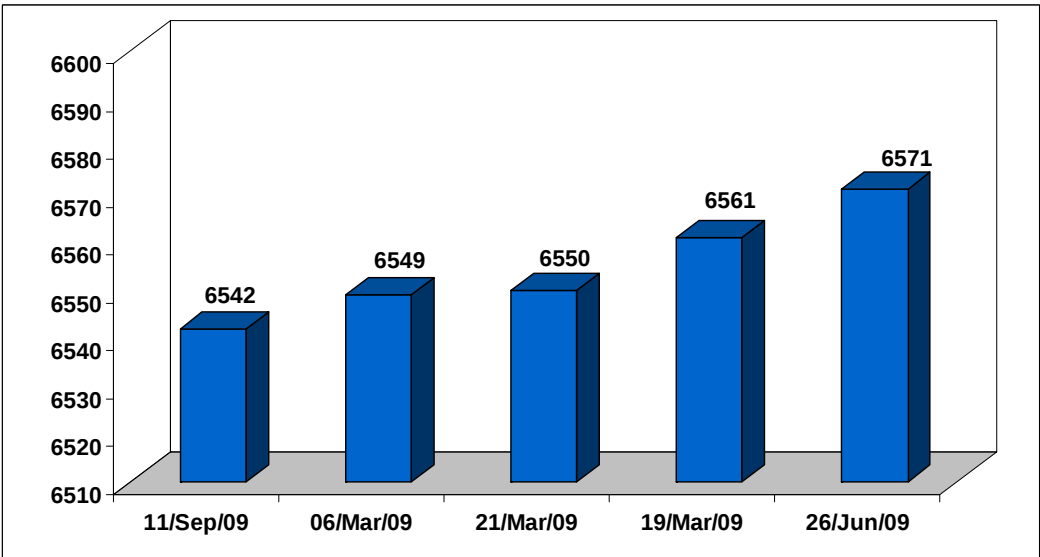
Esto no es más que una muestra de que siempre se puede alcanzar lo propuesto cuando un destacado equipo de trabajo posee las herramientas adecuadas; pero se debe recordar que siempre es posible mejorar y sacar el mayor provecho de todo lo que forma parte de una organización con el único y muy importante objetivo de: cubrir, satisfacer y exceder las expectativas de la demanda que gracias a la innovación y a la inversión en nuevos proyectos se encuentra en crecimiento.

Gráfico 4.5 Historial de record en construcción.



Fuente: Departamento de programación de la Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

Gráfico 4.6 Historial de record en vulcanización.



Fuente: Departamento de programación de la Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

4.5 Eficiencia.

Eficiencia quiere decir realizar bien el trabajo empleando la mínima cantidad recursos y reduciendo el desperdicio.²¹

4.6 Productividad.

Para que exista la producción, tanto de bienes como de servicios, es necesario que exista la transformación de recursos en dichos bienes o servicios. Mientras más eficientes seamos al realizar esta transformación más productivos seremos. La productividad es la eficiencia con la cual se producen bienes y servicios, esto es, la proporción entre la producción de los outputs (bienes y servicios) y el insumo de los inputs (recursos).²²

Existen dos maneras de aumentar la productividad: reduciendo los inputs mientras los outputs permanecen constantes o incrementando los outputs mientras los inputs se quedan iguales. En el presente capítulo se demostrará que es posible el mejoramiento de la productividad en el proceso de vulcanización, gracias al estudio que se presentó en el capítulo tres, de la segunda manera: aumentando los outputs mientras que los inputs se quedan iguales.

4.6.1 Productividad Monofactorial.

Cuando se emplea un solo recurso de input para medir la productividad se le conoce como productividad monofactorial.²³

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Inputs empleados}}$$

^{21, 22, 23} HEIZER, Jay; RENDER, Barry *Dirección de la Producción: Decisiones Estratégicas*, 6ª Edición, Madrid, Editorial Prentice Hall, 2001.

4.6.2 Productividad Multifactorial.

Para saber cual es la productividad multifactorial será necesario emplear la suma de todas las unidades de input, por lo que se le conoce también con el nombre de productividad de factor total.²⁴

En este caso se realizará el cálculo de productividad multifactorial tanto para llantas como radiales como para bias, además de un cálculo total en base al incremento que se demostró se puede obtener cuando se estudió la maquinaria en el capítulo tres.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Output}}{\text{Trabajo} + \text{Material} + \text{Energía} + \text{Capital} + \text{Varios}}$$

Para calcular la productividad multifactorial se obtuvieron datos de costos de cada uno de los inputs provenientes del departamento de Finanzas que por la política de confidencialidad que maneja la empresa no podrán ser presentados uno a uno.

4.6.2.1 Productividad Multifactorial antes de realizar el estudio.

Mediante los datos anteriores, se puede decir que se ha tenido una producción de 4247 llantas radiales y 1561 bias promedio día a lo largo de este año, pero para este cálculo se tomará la cantidad de llantas vulcanizadas promedio por mes, con lo cual se obtendrá la productividad multifactorial antes de realizar el estudio.

²⁴ HEIZER, Jay; RENDER, Barry *Dirección de la Producción: Decisiones Estratégicas*, 6ª Edición, Madrid, Editorial Prentice Hall, 2001.

- **Radiales.**

$$\text{Productividad antes} = \frac{114540}{\text{Trabajo} + \text{Material} + \text{Energía} + \text{Capital} + \text{Varios}}$$

$$\text{Productividad antes} = 0,02626$$

- **Bias.**

$$\text{Productividad antes} = \frac{41869}{\text{Trabajo} + \text{Material} + \text{Energía} + \text{Capital} + \text{Varios}}$$

$$\text{Productividad antes} = 0,0116$$

4.3.6.2 Productividad Multifactorial después de realizar el estudio.

Para el cálculo de productividad después de realizar el estudio, se tomará un *curing* (programación mensual) al azar y según las tablas del capítulo tres se ha podido establecer la nueva cantidad que se puede curar de cada tipo en cada prensa. En anexos se encontrarán los *curing*.

- **Radiales.**

$$\text{Productividad después} = \frac{117296}{\text{Trabajo} + \text{Material} + \text{Energía} + \text{Capital} + \text{Varios}}$$

$$\text{Productividad después} = 0,02689$$

$$\text{Aumento en productividad} = 0,02689/0,02626 = 1,0240$$

El aumento en llantas radiales con el ejemplo escogido es igual a más 2756 llantas radiales mensuales o un incremento de 2.4%.

- **Bias.**

$$\text{Productividad después} = \frac{41987}{\text{Trabajo} + \text{Material} + \text{Energía} + \text{Capital} + \text{Varios}}$$

$$\text{Productividad después} = 0,0117$$

$$\text{Aumento en productividad} = 0.0117/0,01166 = 1,0086$$

El aumento en llantas bias con el ejemplo escogido es igual a más 118 llantas bias mensuales o un incremento de cerca del 1%.

Finalmente mes a mes se pueden producir alrededor de 3000 llantas más, pero aquí lo importante es que la empresa no tuvo que hacer grandes inversiones únicamente bastará con una buena gestión con mantenimiento para lograr que las prensas tengan el mismo tiempo en abrir y cerrar.

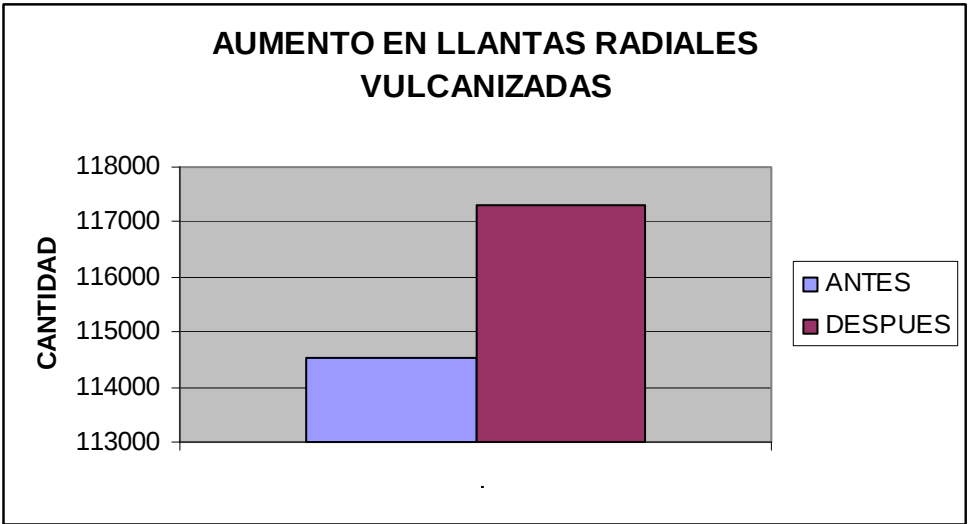
En costos la empresa ganará alrededor de 75000 dólares mensuales y anualmente 900000 dólares.

Tabla 4.5 Cantidad de llantas radiales vulcanizadas antes y después del estudio.

ANTES	DESPUES
114540	117296

Elaboración: La autora

Gráfico 4.7 Cantidad de llantas radiales vulcanizadas antes y después del estudio



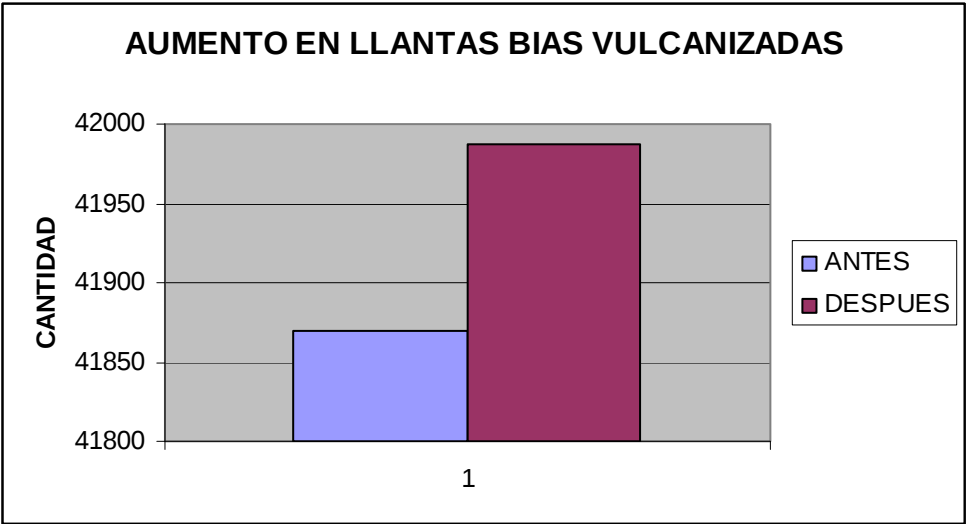
Elaboración: La autora

Tabla 4.6 Cantidad de llantas bias vulcanizadas antes y después del estudio.

ANTES	DESPUES
41869	41987

Elaboración: La autora

Gráfico 4.8 Cantidad de llantas bias vulcanizadas antes y después del estudio



Elaboración: La autora

Conclusiones.

1. El SIM está y seguirá brindando grandes beneficios en el área de producción, calidad y programación principalmente, y tanto a la parte administrativa como a la parte operativa.
2. El SIM permite tomar acciones preventivas y correctivas a tiempo.
3. Con el estudio de tiempos de apertura y cierre se demostró que con una buena gestión y trabajo en equipo conjuntamente con mantenimiento, se puede lograr vulcanizar un considerable número mayor de llantas sin la necesidad de hacer grandes inversiones.
4. La motivación y la buena comunicación son factores que permitirán que se desarrolle un excelente clima laboral y con esto seguramente obtendremos mejores resultados.
5. El cargue manual de la llanta en las prensas, es notoriamente más demorado que el cargue automático.
6. Se debe realizar una revisión y actualización al procedimiento estándar de vulcanización de los preneros tanto de radiales como de bias.
7. La implementación del RCM brindará una herramienta para el personal de mantenimiento permitiéndoles realizar su trabajo en el menor posible.
8. La productividad después del estudio de apertura y cierre de prensas aumentó alrededor del 3% es decir; aproximadamente se podrán vulcanizar 3000 llantas más mensuales, lo que representaría para la empresa cerca de 900000 dólares.
9. Con los resultados obtenidos además, se podría decir que se han alrededor de 22000 minutos.

Recomendaciones.

1. El manual del SIM debe ser repartido a todo el personal nuevo que de una u otra manera vaya a estar involucrado, además de brindarles su respectiva capacitación.
2. Involucrar e incentivar más al personal para que pueda dar sugerencias que permitan mejorar y explotar al máximo el SIM
3. Implementar el Andon, para que trabaje conjuntamente con el SIM emitiendo señales que le permitan a los supervisores y operadores darse cuenta a tiempo de que hace falta algún material.
4. Fomentar la comunicación entre los trabajadores y supervisores, de manera que se pueda mantener un buen clima laboral y se pueda reaccionar a tiempo ante cualquier problema
5. Considerar reemplazar los cargadores manuales por cargadores automáticos; permitiría ganar tiempo y mejorar el método.
6. Coordinar con el personal de mantenimiento para que se realice un cronograma programando cuando se realizarán las adecuaciones y reparaciones necesarias para alcanzar que todas las prensas se abran y cierren en el menor tiempo posible.
7. Monitorear frecuentemente los tiempos de apertura y cierre.
8. Comunicar al personal de vulcanización y mantenimiento el aumento de productividad que se puede alcanzar una vez que se lleve a cabo el mantenimiento en las prensas de esta manera ellos podrán colaborar.
9. Continuar difundiendo, resaltando y premiando los record de producción de manera que todos los miembros de la organización estén al tanto.
10. En este ambiente tan desafiante en los últimos años para las empresas, la organización debe aprovechar hasta lo más mínimo con todas las herramientas que posee, que le pueda ayudar a lograr mejores resultados tomando en cuenta siempre el costo/beneficio.

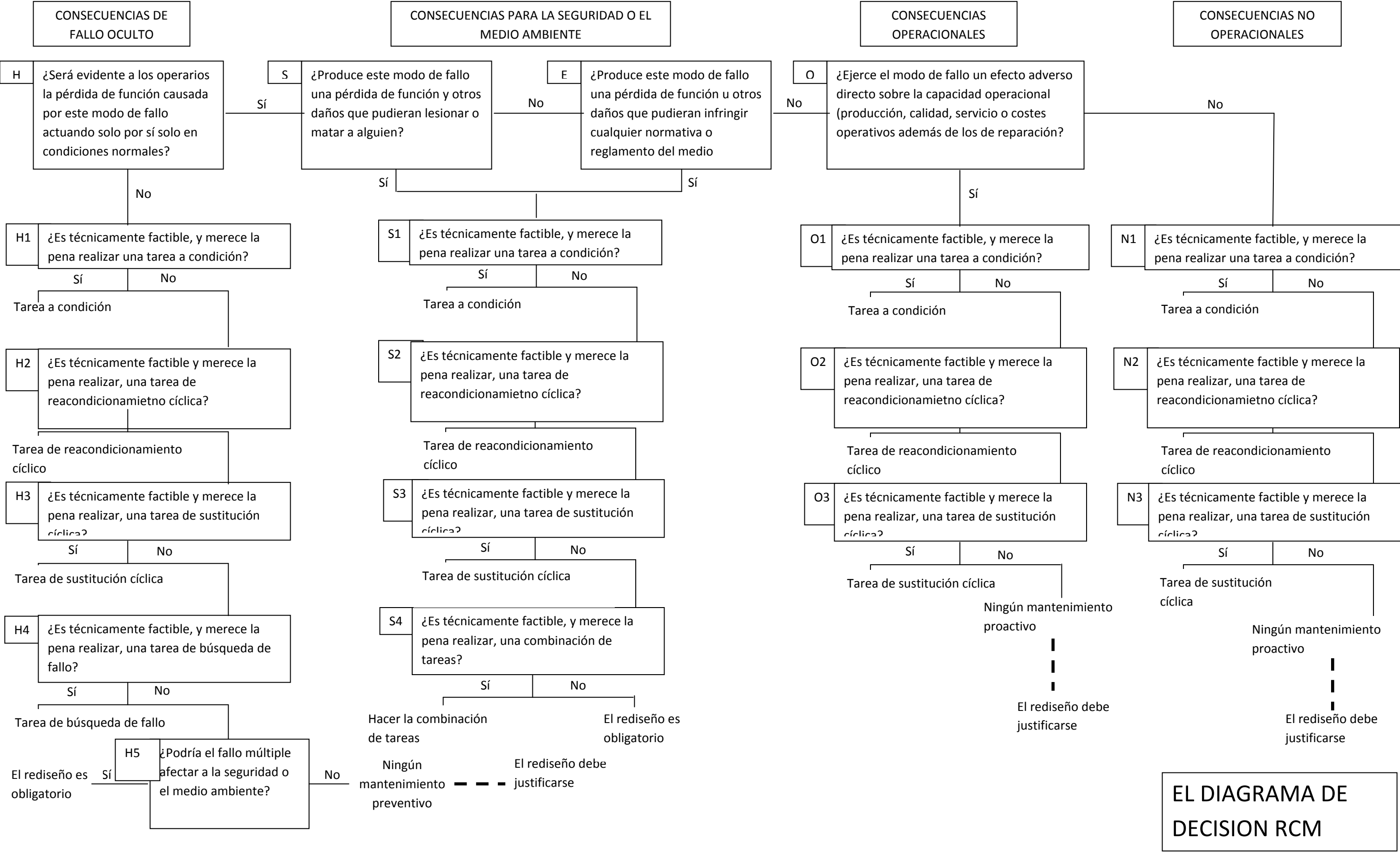
BIBLIOGRAFIA

- BATTISTINI, Oswaldo, *Toyotismo y Representación Sindical. Dos Culturas Dentro de la Misma Contradicción*, Revista Venezolana de Gerencia, pp. 553-572, Venezuela, 2005.
- CHASE, Richard, JACOBS, Robert, AQUILANO, Nicholas *Administración de la Producción y Operaciones*, 10a. Edición, México, Editorial Mc Graw-Hill, 2007.
- CHIAVENATO Idalberto, *Administración de Recursos Humanos*, 5ta. Edición, Colombia, Editorial Mc Graw-Hill, 2005.
- CORONEL, Iván, *Ingeniería de Métodos, Material de Estudio* , 2006
- General Tire, Inc, *Standard Practice for Tire Division*, 1992.
- HEIZER, Jay; RENDER, Barry *Dirección de la Producción: Decisiones Estratégicas*, 7ª Edición, Madrid, Editorial Prentice Hall, 2006.
- KANAWATY, George, *Introducción al Estudio de Trabajo*, 4ta. Edición, México; Editorial Mc Graw Hill, 1998.
- LUDWING, Sward, KNUT, Fredrick, *Mantenimiento de las máquinas y herramientas*, Barcelona, Editorial Blume, 2005.
- MEYER, Fred, *Estudio de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil*, 4ta. Edición, México, Editorial Pearson Educación, 2005.
- QUEVEDO, Marcos, *Estrategia de Mantenimiento. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)* (págs.. 4). Cuenca: Material de Estudio, 2005.

ANEXOS

[illegible]

Anexo 3. Diagrama RCM





Anexo 4: Curing antes del estudio

CURING NORMAL

TRENCH						CAVITY		SIZE		NUMERO	CAPACITY	TICKET	TOTAL	MOONDAY																															TUESDAY		WEDNESDAY		THURSDAY		FRIDAY		SATURDAY		SUNDAY		MONDAY		TUESDAY		WEDNESDAY		THURSDAY		FRIDAY		SATURDAY		SUNDAY		MONDAY		TUESDAY		WEDNESDAY		THURSDAY		FRIDAY		SATURDAY		SUNDAY		MONDAY		TUESDAY		WEDNESDAY		THURSDAY		FRIDAY		SATURDAY		SUNDAY		TOTAL SHIFTS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
H						C		S		M		O		D		E		S		C		H		E		D		A		Y		S		A		T		U		R		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C		H		E		D		A		Y		S		C	



Compañía Reumatoria del Caucho S.A.

Anexo 5. Curing después del estudio

CURING CON INCREMENTO

TRNC		CAVITY	SIZE	NUMERO	TOTAL	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	TOTAL SHIFTS
						4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	RADIAL : 75							
				MOLDES	SCHED.	1	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	BIAS : 75	
A	1 - 2	11.00 - 20 DCL 18	2	364	14	30	30	30	46	46	30	44	46	16		32				42	42	42	42	42	42	28	42	42	42		42	42						364			
	1 - 2	12.00 - 20 BSR 16	2	490														CM			42	42	42	42	42	42	42	42	42		42	42					490				
	3 - 4	7.50 - 16 HCT 12	2	552	30	60	60	60	94	94	60	94																									552				
	3 - 4	7.50 - 16 HCT 14	2	1.324									CM	88	88	88			52	86	88	88	28	88	88	52	86	88	88		88	88	52				1.324				
	5 - 6	7.50 - 16 HCT 12	2	568	32	62	62	62	96	96	62	96								52	86	88	88	28	88	88	52	86	88	88		88	88	88			568				
	5 - 6	7.50 - 16 HCT 14	2	1.244									CM	88	88	88			88	52	86		88	88	88	52	86	88		88	88	88				1.244					
	7 - 8	7.50 - 16 HCT 12	2	536	32	32	62	62	32	96	62	96	62							52	86		88	88		88	52	86	88		88	88	88				536				
	7 - 8	7.50 - 16 HCT 14	2	1.296											CM			88	88	52	86	88	88	88	88	52	86			88	88	88	88	52			1.296				
	9 - 10	7.50 - 16 SAG 10	2	-																																		-			
	9 - 10	7.50 - 16 AMER* DCL 12	2	508	28	56	56	56	86	86		84	56																								508				
	9 - 10	7.50 - 16 AMER* DCL 14	2	894											CM	30	60	60	30	60	68	68	68							68	68	68	68				894				
	11 - 12	7.50 - 16 HCT 12	2	552	30	60	60	60	94	94	60	94																										552			
11 - 12	7.50 - 16 HCT 14	2	-																																		-				
B	1 - 2	7.50 - 16 PJ 12	2	296	26	52	52	52		88	26																										296				
	1 - 2	7.50 - 16 PJ 10 TUBELESS	2	1.476								CM	22	90	90	90	90	90	54	88	90	90	90	90	90		88	90	90	90	90		54			1.476					
	3 - 4	7.50 - 16 PJ 12	2	358	26	52	52	52	88	88																										358					
	3 - 4	7.50 - 16 PJ 10 TUBELESS	2	1.420									CM	88	88	88	88	88	52	86	88	88	88	88		52	86	88	88	88	88	88			1.420						
	5 - 6	8.25 - 16 HCT II PR 16	2	684																							44	66	68	68	68	68	68				684				
	7 - 8	11.00 - 20 BSR 16	2	494	14	28	28	28	46	46		44	46	46	46	46	46	46	30																	494					
	7 - 8	12.00 - 20 SUPERIOR 16	2	284																			CM	40		40	40	40	40	40	40	16	28			284					
	9	8.25 - 20 PJ 14	1	-																																	-				
	10	9.00 - 20 SUPERIOR 14	1	-																																	-				
	10		1	-																																	-				
	11 - 12	6.00 - 14 PJ 8	2	2.726	44	98	98	98	MTC		98	130	132	132	132	132	132	98	130	132	132	132	132		132	98	130	132	132	60		132	60			2.726					
	13 - 14	7.00 - 15 PJ 10	2	2.264	34	68	68	68		88	102	104	104	104	MTC	104	104	88	102	104	104	104		104	104	88	102	104	30	104	104	104	74			2.264					
15 - 16	6.00 - 14 PJ 8	2	2.990	46	100	100		134	134	102	134	136	136	136	136	136	102	134	136		136	136	136	102	134	136	136	136	MTC	136					2.990						
17 - 18	7.00 - 15 HCT 10	2	2.404	34	68		68	104	88	102	104	104	104	104	104	104	88	102			104	104	104	104	88	102	104	104	104	104	104				2.404						
19 - 20	7.00 - 15 HCT 10	2	2.302	34		68	68	104	88	102		104	104	104	104	104	88			104	104	104	104	104	88	102	104	30	104	104	104	74			2.302						
C	1 - 2	11.00 - 20 DCL 18	2	362	14	30	30	30	46	46	30	44	46	46																						362					
	1 - 2	10.00 - 20 SUPERIOR 16	2	546													CM	30	30	44	46	46	46	46	46	30		46	46	46		44			546						
	3 - 4	12.00 - 20 DCL 18	2	968	14	28	28	28	44	44	28	42		44	44	44	44	28	42	44	44	44	44	44	44	28	42	44	44	44	44				968						
	5 - 6	12.00 - 20 DCL 18	2	968	14	28	28	28	44	44	28	42	44	44	44	44	44	44	28	42	44	44	44	44	44	28	42		44	44	44	44				968					
	7 - 8	7.50 - 20 HCT 12	2	-																																-					
	7 - 8	10.00 - 20 BSR 16	2	642			CM												30	32	50	50	50	50		32	50	50	16	50	50	50	32		642						
	9 - 10	12.00 - 20 HCT II 18	2	1.004	14	28	28	28		46	28	44	46	46	46	46	46	28	44	46	46	46	46	46	46	28	44	46	46	46	46	46			1.004						
	11	12 R 22,5 BARUM BD21	1	156																						18	18	12	18	18	18	18	18	18		156					
	12	295/80 R 22,5 BARUM BF12	1	156																						18	18	12	18	18	18	18	18	18		156					
	13 - 14	8.25 - 20 HCT II 14	2	348					46	46	28	44	46	46	46	46																									

