



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería de la Producción y Operaciones

Análisis y propuestas de soluciones para los principales defectos en las llantas de Equipo Original producidas en la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A., aplicando el método de resolución de problemas de inventiva (TRIZ)

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

Autor

Grace Andrea Suárez Quimí

Director

Iván Andrade Dueñas

Cuenca, Ecuador

2011

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las personas más importantes de mi vida, ellas con su amor, respeto, comprensión y confianza me han ayudado a alcanzar cada una de mis metas, gracias a estas personas eh podido seguir con la frente en alto y poniendo el pecho a las balas pese a las adversidades. Ellas con una mirada dulce, un abrazo y algunas veces palabras fuertes han logrado que deje la tristeza y decepción a un lado, es por eso que dedico mi tesis de grado a mis padres, hermano y esposo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera infinita a la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A. y sus colaboradores por el gran apoyo y confianza que me han brindado, a la Universidad del Azuay y los profesores de la Facultad de Ciencia y Tecnología, en especial a los Ingenieros Iván Andrade, Edmundo Cárdenas y Pablo Sacoto, quienes con su conocimiento y experiencia aportaron a la elaboración del presente trabajo.

RESUMEN

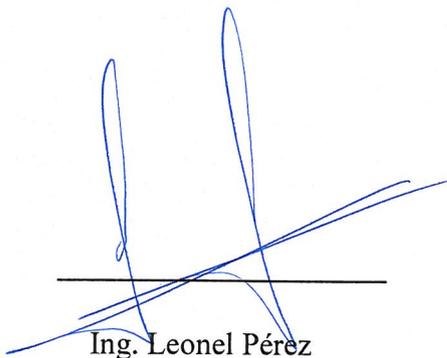
En el presente trabajo se efectúa una investigación dentro del proceso de acabado final que se realiza a las llantas de Equipo Original producidas en la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A., con dicha investigación se logra determinar los principales defectos ofensores que afectan la calidad de los neumáticos, estos defectos ofensores son: desbalanceo de llantas, livianos en lateral, daño por rebarbeo, molde sucio y materia extraña; a los problemas mencionados se les aplica el método de resolución de problemas de inventiva (TRIZ), con lo que se logra encontrar posibles soluciones que los reducirán o eliminarán.

300611
Leonel Pérez

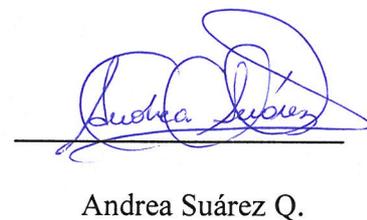
**Analysis and proposals of solutions for the main flaws in the tires “Equipo Original”
produced by the Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A., applying the method of
Creative Problem Solving (TRIZ)**

ABSTRACT

The present work is a research of the process carried out to obtain the final product in the fabrication of the tires “Equipo Original” produced by the Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A. In this research we established the main flaws that affect the quality of tire. The flaws are: unbalance of tires, lightness on the sides, and damage due to residue cleaning, dirty mould and foreign matter. These troubles are solved through Creative Problem Solving (TRIZ), presenting possible solutions to reduce or eliminate such problems.



Ing. Leonel Pérez



Andrea Suárez Q.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen.....	iv
Abstract	v
Indice de contenidos.....	vi
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I: TRIZ (METODO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE INVENTIVA)

1.1 Historia.....	3
1.2 Conceptos y descripción de la teoría.....	5
1.2.1 Problema	6
1.2.2 Invención.....	6
1.2.3 Innovación.....	7
1.2.4 Contradicciones.....	7
1.3 La mejor solución o solución ideal	8
1.4 Agenda para resolución de problemas	9
1.4.1 Contradicciones.....	9
1.4.2 Recursos	19
1.4.3 Resultado final ideal.....	24
1.4.4 Patrones de evolución	27
1.4.5 40 principios.....	34
1.4.6 ¿Cómo seleccionar los principios más adecuados?.....	42

CAPITULO II: LA EMPRESA Y SUS PROCESOS PRODUCTIVOS

2.1 La Empresa.....	47
2.1.1 Misión	47

2.1.2	Visión	48
2.1.3	Valores	48
2.1.4	Política de calidad	48
2.1.5	Certificaciones.....	49
2.1.6	Historia.....	50
2.2	Proceso de elaboración de llantas	58
2.2.1	Tipos de llantas	58
2.2.2	Materias Primas.....	60
2.2.3	Mezcla de compuestos	60
2.2.4	Extrusión	62
2.2.5	Calandria	63
2.2.6	Corte de lonas.....	64
2.2.7	Innerliner	64
2.2.8	Construcción de pestañas	65
2.2.9	Construcción de breaker o cinturón de acero.	66
2.2.10	Construcción de la llanta.....	66
2.2.11	Lubricación	69
2.2.12	Vulcanización.....	70
2.2.13	Acabado final	71
2.3	Proceso de acabado final.....	71
2.3.1	Rebarbeo	71
2.3.2	Primera inspección	72
2.3.3	Producto no conforme	73
2.3.4	Reparación.....	73
2.3.5	Máquinas TUO y TUG.....	74
2.3.6	Balanceo.....	80
2.3.7	Segunda inspección.....	82

CAPITULO III: LLANTAS DE EQUIPO ORIGINAL, DEFECTOS Y ANÁLISIS

3.1	Llantas de Equipo Original	84
3.1.1	Clientes.....	85
3.1.2	Tipos de llantas	86

3.1.3	Identificación.....	87
3.2	Defectos.....	88
3.2.1	Clasificación de defectos.....	89
3.2.2	Códigos de defectos	103
3.3	Reclamos de los clientes	107
3.4	Cumplimiento de pedidos	107
3.5	Levantamiento de información sobre los defectos.....	108
3.5.1	Muestra.....	109
3.5.2	Hoja de registro de datos.....	111
3.5.3	Datos registrados	111
3.6	Identificación de principales defectos	115
3.6.1	Diagrama de Pareto	115
3.6.2	Aplicación	115

CAPITULO IV: APLICACIÓN DE TRIZ

4.1	Aplicación de la agenda para cada defecto	120
4.1.1	Aplicación de la agenda para el desbalanceo de llantas.....	121
4.1.2	Aplicación de la agenda para los livianos en el lateral	129
4.1.3	Aplicación de la agenda para el defecto “Daño en rebarbeo”	136
4.1.4	Aplicación de la agenda para “Molde sucio”	144
4.1.5	Aplicación de la agenda para “Materia extraña”	145

CONCLUSIONES.....	155
--------------------------	------------

GLOSARIO	158
-----------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA.....	160
--------------------------	------------

ANEXOS	161
---------------------	------------

Suárez Quimí Grace Andrea

Trabajo de Graduación

Ing. Iván Andrade Dueñas

Junio 2011

Análisis y propuestas de soluciones para los principales defectos en las llantas de Equipo Original producidas en la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A., aplicando el método de resolución de problemas de inventiva “TRIZ”

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la competencia es bastante alta para cualquier tipo de fábrica o negocio, mientras no innovemos, mejoremos continuamente los productos y proceso existentes, no podremos competir y por ende, no lograremos vender los productos como deberíamos o quisiéramos.

Al trabajar en ERCO me pude dar cuenta que se desperdiciaban muchas llantas ya terminadas, debido a múltiples factores que influyen en la calidad de las mismas, los técnicos, jefes, gerentes, etc., buscaban la manera de reducir ese desperdicio aplicando varios métodos que les brindaban pocos resultados exitosos.

Es por esta razón que me motivé a aportar en la compañía con un granito de arena, ayudando a encontrar la mejor manera de eliminar o reducir el desperdicio de llantas terminadas, atacando directamente a los principales defectos y los procesos donde se producen.

Sabiendo que es muy importante mejorar continuamente la calidad de los productos fabricados dentro de cualquier empresa manufacturera, ya que esto garantiza la entrega de un producto en perfectas condiciones al cliente, se realiza el presente trabajo que ayudará a mejorar la calidad, en cuanto a cumplimiento de especificaciones, de las llantas para Equipo Original producidas en la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A., lo que beneficiará a la empresa en varios aspectos como:

- Reducción de desperdicios de materiales.
- Reducción de reclamos de los clientes.
- Reducción de tiempo de entrega de pedidos.
- Se harán más llantas Equipo Original y no reposición.
- Será más confiable para sus clientes.

Dicho lo anterior, puedo mencionar cual es el objetivo de realizar este trabajo: Analizar y proponer soluciones para los principales defectos en las llantas de Equipo Original producidas en la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A., aplicando el método de resolución de problemas de inventiva “TRIZ”. Para alcanzar este objetivo, realizaré los siguientes pasos:

- Levantar información de los defectos presentados en las llantas de Equipo Original.
- Identificar los principales defectos ofensores aplicando un diagrama de Pareto.
- Determinar posibles soluciones aplicando el método de resolución de problemas inventivos “TRIZ”.

Como vemos, se utilizará un método completamente nuevo para encontrar soluciones llamado TRIZ, al hacerlo se abrirán puertas para las empresarios, estudiantes, emprendedores, etc., en cuanto a alternativas a utilizar para descubrir soluciones a cualquier tipo de problema que se les presente.

Por otro lado, puedo aportar con la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A., lo cual es una manera de agradecer por la oportunidad que me ha brindado de pertenecer al programa semillero. También será un reto culminar con éxito el trabajo, lo que ayudará a mi formación tanto personal como profesional.

CAPITULO I

TRIZ (MÉTODO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE INVENTIVA)

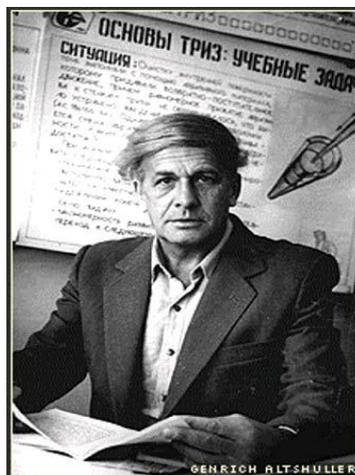
Introducción

En este capítulo se presenta el marco teórico a utilizar para lograr los objetivos del presente trabajo, consta de una breve historia de TRIZ y por ende de su creador Genrich Altshuller, se mencionan los conceptos más relevantes junto con la descripción de la teoría.

También se detalla cómo resolver los problemas mediante la aplicación de la agenda de resolución de problemas, la cual consta la descripción de contradicciones, configuración de recursos, definición de resultado final ideal, aplicación de los patrones de evolución y los principios de innovación.

1.1 Historia

Fotografía 1.1 Genrich Altshuller



Fuente: Metodología TRIZ para la innovación tecnológica e inventiva

La historia del TRIZ empieza a manos de su creador Genrich Altshuller quien nació en Rusia el 15 de Octubre de 1926 y murió en el año de 1998. Altshuller consiguió el título de ingeniero mecánico, y empezó trabajar en la oficina de patentes de la marina rusa, su trabajo consistía en ayudar a los ingenieros de la marina a resolver problemas técnicos buscando soluciones en la base de datos de patentes.¹

Durante su experiencia laboral se dio cuenta de que no existían libros sobre cómo resolver problemas referentes a inventos o que hablaran de un método que facilitara la invención. En los libros existentes, sus creadores afirmaban que dichos inventos eran producto un accidente o pura casualidad, desde ese momento él se sintió apasionado por desarrollar una metodología que facilitara el proceso de invención y empezó a crear su propia base de datos sobre invenciones, la cual fue basada en los puntos en común encontrados en las patentes con las que trabajaba.

A partir de su investigación nacen las primeras premisas del TRIZ. Al tener ideas claras y valederas, él y su colaborador, Rafael Shipiro, deciden dirigir una carta a José Stalin, en ese entonces mandatario de la nación, sugiriendo una nueva manera de resolver los problemas existentes en la generación de inventos rusos, Stalin no lo tomó como la mejor de las iniciativas y lo encarceló bajo la acusación de "inventar para hacer daño a su país".

La sanción que recibió fue de 25 años de cárcel, pese a esto Altshuller no detuvo el desarrollo del TRIZ, es más, al aplicarlo logró sobrevivir a numerosas situaciones dentro de su encierro, una de ellas fue que no le permitían dormir, solo sentarse en una silla con los ojos abiertos, entonces se ideó una manera para "dormir y no dormir a la vez". ¿Cómo lo hizo? pues pegándose un papel, con pupilas pintadas, en sus párpados. Los guardias del lugar no se dieron cuenta sino luego de unos días, y cuando lo hicieron lo enviaron a otra cárcel donde mejoró substancialmente su teoría del TRIZ, ya que pudo constatar sus ideas con eminentes científicos también encarcelados.

¹ VILLEGAS, Ciro. *Metodología TRIZ para La innovación tecnológica e inventiva* [en línea]. citado junio 7, 2010. Disponible de Internet: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/metodologia-triz-innovacion-tecnologica-inventiva/metodologia-triz-innovacion-tecnologica-inventiva.pdf>

Tras la muerte de Stalin fue liberado y continuó enseñando TRIZ a numerosos alumnos (miles) y publicó diversos libros (14 y varios artículos). Sin embargo, gran parte de su vida Altshuller trabajó como escritor de ciencia ficción para poder sobrevivir. Como escritor ha sido mundialmente conocido con el sobrenombre de Henry Altov.²

1.2 Conceptos y descripción de la teoría

TRIZ es el acrónimo en ruso de Teorija Rezbjenija Izobretatelskib Zadach, que significa "Teoría de Solución de Problemas de Inventiva".

TRIZ es un método sistemático para incrementar la creatividad, basado en el estudio de los modelos de evolución de patentes y en otros tipos de soluciones a problemas.³

Kucharavy (2006) describe esta teoría como “un área de la ciencia que explora los mecanismos de evolución de los sistemas técnicos con el objetivo de desarrollar métodos analíticos y técnicas de resolución de problemas”.

Otra definición interesante es la siguiente: “Una ciencia naciente. TRIZ contiene una base teórica, diversas herramientas analíticas y herramientas basadas en el conocimiento, que ayudan a un individuo a inventar y a resolver problemas complejos de manera sistemática” (Ideation International, 2008).⁴

TRIZ es un método basado en la ciencia y en el conocimiento que se concentra en resolver contradicciones en sistemas, comportamientos que muestran contradicciones pasadas o similares. Sus etapas son básicamente la de establecer las fases de

² VILLEGAS, Ciro. *Metodología TRIZ para La innovación tecnológica e inventiva* [en línea]. citado junio 7, 2010. Disponible de Internet: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/metodologia-triz-innovacion-tecnologica-inventiva/metodologia-triz-innovacion-tecnologica-inventiva.pdf>

³ ISOBA, Oscar. *TRIZ y la innovación en tiempos de crisis* [en línea] citado noviembre 8, 2010. Disponible de Internet: <http://www.gestiopolis.com/innovacion-emprendimiento/triz-teoria-de-resolucion-de-problemas-inventivos.htm>

⁴ HERNANDEZ, Cirina; ORDUÑA, Patricia; PEREZ, Susana; CORTES, Guillermo y AGUILAR, Alberto. *Aplicación de los conceptos fundamentales de la teoría TRIZ en el diseño conceptual* [en línea]. citado junio 7, 2010. Disponible de Internet: http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/formulario/MT/MT2009/MT5/SESION1/MT51_CHERNANDEZ_080.pdf

definición del problema, la formulación, la categorización del problema, el desarrollo de conceptos de solución, la priorización e implementación de soluciones.⁵

Luego de enunciar los conceptos de TRIZ, es importante definir las siguientes palabras que han surgido:

1.2.1 Problema

Un problema se presenta principalmente cuando se encuentran contradicciones, esto es cuando “mucho” es malo y “poco” también lo es. Existe un problema en el momento que necesitamos o deseamos alcanzar un estado y no sabemos como hacerlo.

Hay problemas sencillos y problemas complejos. Altshuller los clasificó como problemas rutinarios o sencillos y problemas inventivos o creativos.

1.2.1.1 Problemas rutinarios

Los problemas sencillos, se resuelven fácilmente con soluciones rutinarias y no dan lugar a la innovación.

1.2.1.2 Problemas creativos

Son problemas para los cuales la solución no es obvia y obliga a "pensar" al que lo intenta resolver. TRIZ es de aplicación para este tipo de problemas.

1.2.2 Invención

Una invención es el hallazgo de una solución novedosa o creativa a un problema dado. Es importante destacar que si no existe un problema no existe invención,

⁵ SARIEGO, Pedro; PIZARRO, Felix. *Alcances y aplicaciones en la fase de diseño conceptual de TRIZ* [en línea]. Valparaíso, Chile: Octubre 2007. [citado junio 7, 2010]. Disponible de Internet: <http://congreso.pucp.edu.pe/cibim8/pdf/05/05-01.pdf>

puesto que no se puede hallar nada si no se lo está buscando. A veces sin embargo se encuentra algo diferente a lo que se estaba buscando, y encontramos una solución novedosa a otro problema diferente. Pero hasta ese momento la invención no deja de ser tan solo una idea.

1.2.3 Innovación

Cuando la idea o invención se hace realidad a través de su implantación se consigue una innovación. La industria solo está interesada en innovaciones, puesto que aquellas ideas creativas que sean difíciles de realizar quedarán descartadas y morirán en el olvido.

El TRIZ en un principio sólo se ocupó de invenciones. Hoy día se ocupa de invenciones realizables que más tarde se conviertan en innovaciones.

1.2.4 Contradicciones

Las contradicciones se consideran el origen de todo problema técnico. Una contradicción surge cuando dos necesidades de un producto o proceso están en conflicto y sin embargo deben estar asociadas para alcanzar un objetivo.

Las contradicciones se clasifican fundamentalmente en:

- Técnicas
- Físicas
- Humanas

1.2.4.1 Contradicción técnica

Una contradicción técnica representa el conflicto entre dos elementos de un mismo sistema. La herramienta de TRIZ que está dedicada a la resolución de estos conflictos es la matriz de contradicciones.

1.2.4.2 Contradicción física

Una contradicción física implica condiciones contradictorias de un mismo elemento físico, donde parece obvio que una cierta característica puede ser y no ser a la vez.

1.2.4.3 Contradicción humana

Las contradicciones humanas se deben frecuentemente a lo que Altshuller llamó “Inercia psicológica” que consiste en un bloqueo o resistencia a aceptar un cambio o a reconocer la necesidad de realizar un cambio sin emprender nunca una acción que conduzca hacia este objetivo.

1.3 La mejor solución o solución ideal

TRIZ propone tres características comunes de las buenas soluciones.⁶

1. Resuelve contradicciones
2. Incrementa la idealidad del sistema
3. Usa recursos fácilmente disponibles que se encuentran ociosos.

1.3.1 Resuelve la contradicción

Una buena solución resuelve o elimina las contradicciones que son las causantes del problema.

1.3.2 La idealidad

La idealidad del sistema es la medida de cuán cercano está al sistema perfecto. El sistema perfecto (llamado el resultado ideal final en TRIZ) tiene todos los beneficios que el cliente quiere, sin costo y sin efectos nocivos. Así un sistema incrementa la

⁶RANTANEN, Kalevi; DOMB, Ellen. *TRIZ Simplificado*. Cuenca: Universidad del Azuay. Traducción de: Ing. Iván Andrade.

idealidad cuando le proporciona más de lo que quiere, lo hace a menor costo y generalmente con menor complejidad.

1.3.3 Se usan recursos ociosos

Se usan recursos presentes en el sistema que no han sido vistos para alcanzar las metas aparentemente incompatibles. Estos recursos incluyen energía, materiales, objetos, información o cosas que pueden ser hechas fácilmente con los recursos que están en el sistema o en sus proximidades.

A continuación se explicará cómo resolver problemas usando la agenda de resolución de problemas del TRIZ.

1.4 Agenda para resolución de problemas

La agenda para la resolución de problemas que propone el TRIZ simplificado, se construye utilizando cinco pasos:

- Descripción de las contradicciones
- Configuración de recursos
- Definición del resultado final ideal
- Patrones de evolución
- Principios de innovación

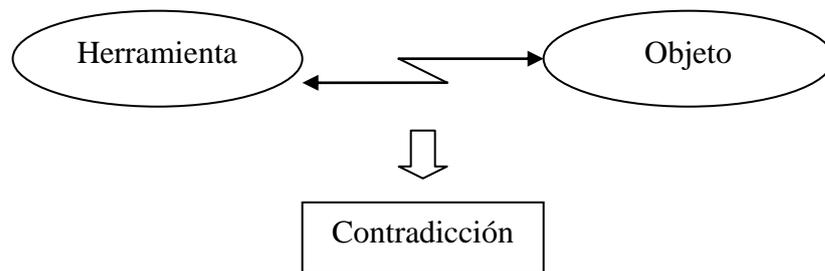
1.4.1 Contradicciones

Las contradicciones son la raíz del problema, y se presentan como un conflicto en el sistema. Un sistema consiste de dos componentes: herramienta (H) y objeto (O). Una herramienta se utiliza como medio para llegar al objeto a un fin específico. Ejemplos:

- El filo de la hoja de un hacha es una herramienta que corta a un trozo de madera que sería el objeto. El conflicto sería si se hace más pesada la hoja, el hacha daría golpes más efectivos pero se torna incomodo el manejo.
- Una empresa quiere mejorar el servicio al cliente y decide obtener un mejor servicio incrementando el entrenamiento del personal. Entrenamiento: herramienta que se utiliza para mejorar el objeto, la calidad profesional de los empleados. El conflicto: si los empleados tienen una capacitación exigente, el servicio mejoraría pero se pierde mucho tiempo durante la capacitación.

Los conceptos de herramienta, objeto y contradicción se ilustran en la figura 3.1, donde la flecha similar a un rayo representa la contradicción entre una herramienta y un objeto.

Figura 1.1 Herramienta, objeto y contradicción



Fuente: RANTANEN, Kalevi; DOMB, Ellen. *TRIZ Simplificado*

1.4.1.1 Contradicción de intercambio

Llamada también contradicción técnica o trueque, significa que si algo bueno sucede, algo malo sucede también ó cuando algo está mejor, algo indeseable lo vuelve peor. Ejemplos:

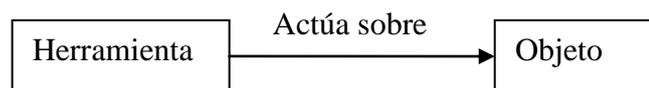
- El producto resulta más fuerte (bueno) pero el peso se incrementa (malo).
- El tomar café caliente es delicioso (bueno) pero puede quemar al cliente (malo).

1.4.1.1.1 ¿Cómo formular el trueque?

Para formular el trueque se debe tener claro los conceptos de herramienta y objeto. La herramienta es el componente al que se cambia con mayor facilidad cuando el problema es resuelto. El objeto la mayoría de veces no puede ser cambiado y de serlo es muy baja la cuantía, el objeto proporciona restricciones para el cambio de la herramienta. Acción significa que la herramienta hace algo que producen el cambio del objeto.

Los conceptos de herramienta, objeto y acción se los representa mediante la siguiente figura:

Figura 1.2 Diagrama herramienta, acción y objeto que define un sistema



Fuente: RANTANEN, Kalevi; DOMB, Ellen. *TRIZ Simplificado*

La declaración del problema y su resolución es más fácil cuando la herramienta y el objeto están en el corazón del problema, cuando están aislados de otros numerosos componentes del sistema.

Para lograr establecerlos se requiere de esfuerzo, pero hará que la solución del problema sea más fácil. Puede ser útil bosquejar un gráfico o escribir la frase “herramienta” actúa sobre el “objeto” y sustituir las palabras con las del problema.

Una vez definidos, herramientas y objetos, es necesario describir sus características. Las características y las acciones pueden describir intercambios. Con mayor frecuencia, el desarrollo de un producto significa el mejoramiento de sus características. Por ejemplo:

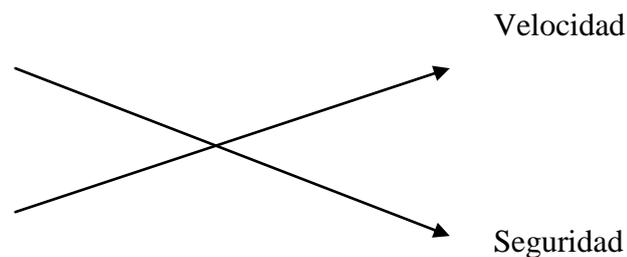
¿Cómo podemos mejorar el silenciador de un cortacésped tradicional impulsado por un motor de combustión interna? La lista de características que posee el silenciador sería:

- Dimensiones
- Peso
- Capacidad de absorción de ruido
- Facilidad de producción
- Forma
- Apariencia externa

Ahora tenemos que formular el trueque como un conflicto entre dos características. Ejemplo:

Cuando aumenta la velocidad de un vehículo, la seguridad se ve amenazada.

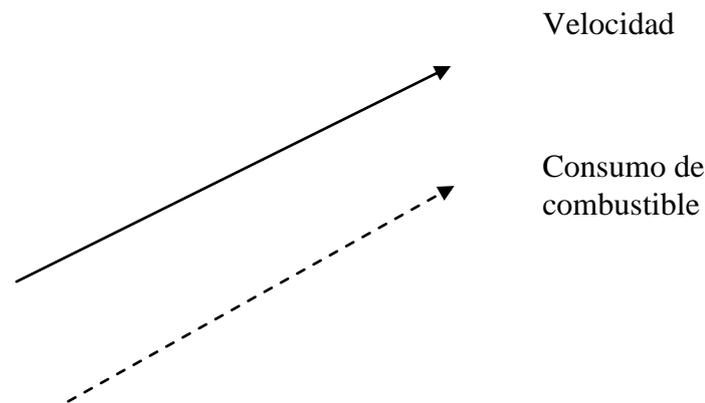
Figura 1.3 Conflicto entre dos características útiles.



Fuente: RANTANEN, Kalevi; DOMB, Ellen. *TRIZ Simplificado*

Con frecuencia, el mejoramiento de una característica útil está conectado con la fortaleza o incremento de la característica perjudicial.

Cuando la velocidad del vehículo aumenta, se incrementa el consumo de combustible.

Figura 1.4 Conflicto entre características útiles y dañinas

Fuente: RANTANEN, Kalevi; DOMB, Ellen. *TRIZ Simplificado*

En situaciones reales, los problemas contienen muchos pares posibles de herramientas y objetos por tanto muchos trueques. Se recomienda listar los trueques que aparezcan en cada problema, pero si tenemos una lista de trueques cuál es el trueque que se debe elegir para tener una buena solución. En la siguiente sección se explicará.

1.4.1.1.2 ¿Cómo seleccionar los trueques?

Respondiendo a las preguntas: quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo, se puede revelar los trueques. Es importante también el nivel del sistema, este contiene algunas partes, nivel inferior, nivel superior o macro-sistema.

Es útil formular problemas y trueques a más de un nivel. Ejemplo: El silenciador del cortacésped, hay trueques y soluciones en todos sus niveles.

- A nivel del silenciador (inferior). A menor cantidad de ruido, mayor espesor del silenciador. Para suprimir el ruido sin aumentar el espesor del silenciador se utiliza un dispositivo activo de control de ruido.
- A nivel del cortacésped (superior). Si decrece el ruido por el uso del silenciador, el cortacésped será más complejo. Una declaración obvia sería cómo cambiar la carcasa de tal forma que actué como silenciador.

- A nivel del jardín (macro-sistema). El sistema contiene al menos el cortacésped y la hierba. La hierba puede ser usada de dos maneras diferentes:
 - Un inventor finlandés usó la hierba como silenciador, dirigió el tubo de escape hacia el suelo, al hacer esto se amortigua el ruido considerablemente, además el gas caliente seca la hierba y no se adhiere al cortacésped.
 - Si la hierba no tuviese que cortarse no tendríamos que preocuparnos por el ruido que hace el cortacésped. Se ha desarrollado hierba que crece hasta determinada altura. Los japoneses tienen cientos de años de experiencia desarrollando musgo que no necesitan cortes.

La selección de los trucos depende de las restricciones y condiciones del problema. Si necesita una solución rápida y barata puede trabajar al nivel inferior, si hay más recursos disponibles el llegar al resolver problemas micro y macro puede ser más desafiante.

No hay forma de garantizar la declaración perfecta de un problema, pero si empieza con la declaración más simple y obvia podrá mejorarla posteriormente.

Una manera de responder a las preguntas dónde y cuándo es usando el esquema de las nueve pantallas, es decir al utilizar este esquema ubicamos al problema en el tiempo y en niveles.

El esquema nueve pantallas ayuda a ver los problemas con mayor claridad y a veces sugiere soluciones muy directas. Altshuller llamó a esta tabla “pantallas para pensamiento talentoso” un pensador talentoso ve al menos nueve pantallas: el sistema, el macro-sistema, el micro-sistema y los tres niveles en el pasado, presente y futuro.

Figura 1.5 Esquema de las nueve pantallas

	Pasado	Presente	Futuro
Macro nivel			
Sistema			
Micro nivel			

Fuente: RANTANEN, Kalevi; DOMB, Ellen. *TRIZ Simplificado*

Para identificar los problemas reales se debe seleccionar un conflicto relevante de entre muchos trueques.

1. Considere el tiempo y los recursos disponibles.
2. El problema aparece entre ciertos componentes, se debe seleccionar los componentes que están inmiscuidos en los problemas y se omiten los otros.

Hay una propuesta práctica y bien probada. Declare el problema que parece ser el más razonable en base al conocimiento existente y trate de solucionarlo, durante el intento de encontrar la solución aparecerán nuevos obstáculos y oportunidades, este nuevo conocimiento nos permitirá modificar la declaración del problema.

1.4.1.1.3 Cinco pasos para la clarificación de problemas

En resumen existen cinco pasos para la clarificación del problema o dicho de otra manera, para establecer el trueque proveniente del problema.

1. Describa pares de herramientas – objetos y la acción que los enlaza.
2. Seleccione un par y explique por qué escogió esta herramienta y objeto.
3. Describa características y conflictos entre ellos. Seleccione un trueque.
4. Explique por qué identificó el trueque.
5. Describa el trueque gráficamente y con palabras.

1.4.1.2 Contradicción inherente

También llamada contradicción física, significa que se necesita algo que tiene dos propiedades opuestas: quiero que esté frío pero quiero que esté caliente.

Siempre hay contradicciones inherentes detrás de los trueques, a veces son obvios pero a veces están ocultos. Ejemplos:

- El producto debe ser grueso (para conseguir la necesaria resistencia) pero debería ser al mismo tiempo fino (para ser liviano)
- El café debería estar caliente para disfrutar al beberlo y debería estar frío para que no queme al cliente.

Una vez definido los trueques y contradicción inherente, aprenderemos a movernos desde el trueque a la contradicción inherente, también cómo intensificar la contradicción inherente ya que mientras mayor sea el conflicto que usted imagine, una mejor solución conseguirá.

1.4.1.2.1 ¿Cómo formular la contradicción inherente?

Anteriormente se han descrito contradicciones entre herramientas y objetos, pero en los problemas reales existen conflictos dentro de cada herramienta y objeto tanto como entre ellos.

Para actuar sobre el objeto, la herramienta debería tener cierto peso, dimensiones consumo de energía y otras características, al mismo tiempo queremos minimizar el peso, tamaño y pérdidas de energía. La herramienta debería tener diferentes valores incompatibles de un solo parámetro. Ejemplos:

- Grande-pequeño. Una casa para ser confortable debe ser grande pero para ahorrar material y energía debe ser pequeña.

- Liviano-pesado. Para que un vehículo posea resistencia, seguridad y confiabilidad debe ser pesado pero al mismo tiempo liviano para economizar energía.

La formulación de la contradicción inherente, los valores incompatibles del mismo parámetro pueden guiarnos a ideas y soluciones, ejemplo.

- Silenciador grande-silenciador pequeño

En el problema del ruido producido por el cortacésped teníamos un trueque: si mejora la absorción de ruido, el tamaño del silenciador aumenta. Podemos formular fácilmente la contradicción inherente: “silenciador grande-silenciador pequeño”.

- Entrenamiento largo-entrenamiento corto

Los conflictos no deben tratar con objetos físicos. En el ejemplo del servicio al cliente, necesitamos entrenamiento para que los empleados puedan ofrecer un buen servicio, pero mientras los empleados están atendiendo a clases, no están haciendo el trabajo que su empresa y sus clientes necesitan. Una contradicción inherente detrás de este trueque es entrenamiento largo - entrenamiento corto. En el extremo, llega a ser entrenamiento continuo -ningún entrenamiento o excelente servicio (luego de la clase) – ningún servicio (durante la clase).

Un importante grupo de contradicciones inherentes está compuesto de situaciones en las que el objeto debería estar presente para conseguir alguna característica útil y ausente para mantener al sistema simple. Ejemplo.

- Trueque: una llanta de emergencia en un vehículo incrementa la confiabilidad (+) pero ocupa espacio (-).

Contradicción inherente: una llanta de emergencia debería estar presente y ausente. Una eficiente solución es usar la llanta normal como la de “emergencia” haciendo posible que sobreviva a un reventón (contradicción inherente resuelta) en lugar de hacer a la llanta de emergencia más pequeña.

1.4.1.2.2 ¿Cómo intensificar adicionalmente la contradicción?

Se puede hacer que el conflicto interno se vuelva mucho más fuerte, esto hará que el problema parezca insoluble, pero lleva a grandes soluciones. Piense en soluciones como éstas:

- En lugar de requerir de un pequeño silenciador, pensemos en no usar silenciador.
- En lugar del poco tiempo de capacitación que necesitamos, pensemos en no tener entrenamiento.

La intensificación de la contradicción es la clave para la solución. Al usar la hierba para absorber el ruido, puede ser que no tengamos silenciador o tengamos uno grande. Un pasador de forma cónica no tiene holgura durante su trabajo y suficiente holgura cuando queremos cerrar o abrir el mecanismo. El entrenamiento inmerso en el trabajo puede ser de larga duración, a pesar de que el entrenamiento en las aulas no se realice.

Estos ejemplos muestran cómo la técnica de TRIZ de forzar la contradicción al extremo, puede ser una práctica para generar avances importantes.

Tabla 1.1 Plantilla para el estudio de la contradicción inherente

Pasos de modelamiento	Ejemplo
Desventaja visible	
Trueque: El conflicto entre dos características	
Contradicción inherente	
Contradicción inherente intensificada	

Fuente: RANTANEN, Kalevi; DOMB, Ellen. *TRIZ Simplificado*

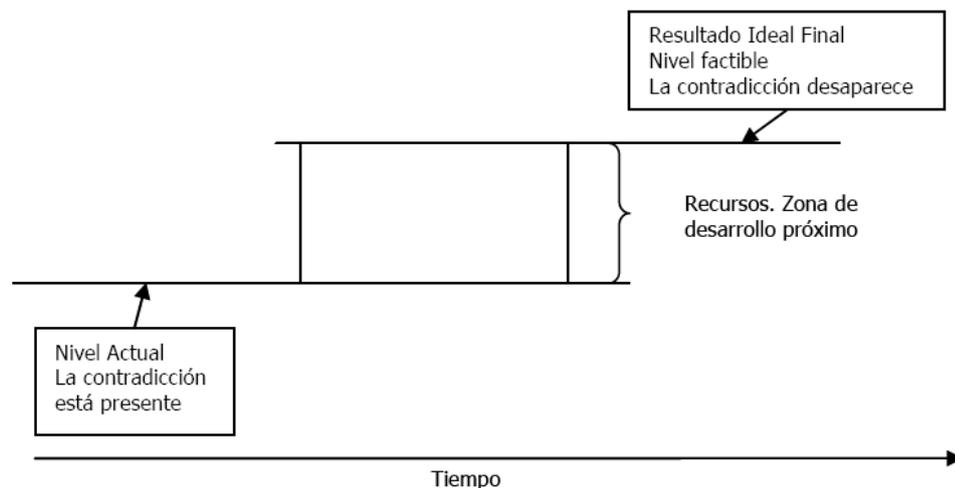
1.4.2 Recursos

La lista de recursos contempla materiales y energía, recursos humanos, recursos de información, etc. Nosotros estamos interesados solo en los recursos sin uso, disponibles en el sistema y en su medio ambiente, no en todos. Estamos interesados en recursos sin costo o muy baratos, no en adiciones caras.

1.4.2.1 Reservas invisibles

Los recursos yacen en una zona entre el nivel actual de tecnología y otro más ideal pero factible de ser alcanzado.

Figura 1.6 Relación entre contradicción, recursos y resultado final ideal



Fuente: RANTANEN, Kalevi; DOMB, Ellen. *TRIZ Simplificado*

Los recursos definen la zona de desarrollo próximo en tecnología – soluciones que pueden ser desarrolladas pero que no lo han sido todavía.

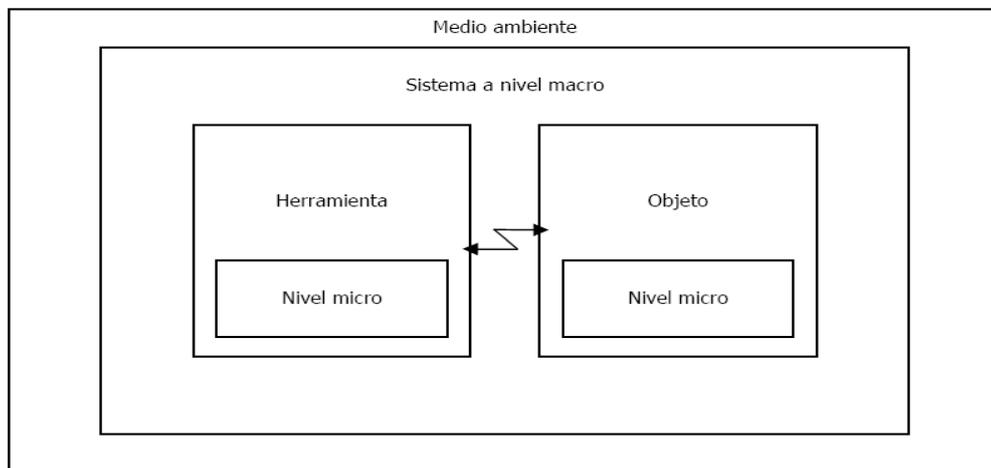
En la evolución del cortacésped uno puede fácilmente ver los tres conceptos: Nivel actual, recursos, resultado final ideal.

- El actual nivel del cortacésped convencional, con contradicciones: El dispositivo corta bien el césped, pero es ruidoso. Queremos un silenciador grande y al mismo tiempo no queremos silenciador.

- La hierba y un pequeño ducto que dirige el flujo de aire están disponibles, pero todavía son recursos no usados.
- El resultado ideal final: la hierba es usada como silenciador.

Existen diferentes recursos, podemos hacer una lista interminable de recursos si examinamos el problema con mayor perspectiva. Entonces ¿Cómo podemos seleccionar los recursos más útiles? El siguiente agrupamiento de recursos primarios es una técnica valiosa.

Figura 1.7 Planificando los recursos en detalle



Fuente: RANTANEN, Kalevi; DOMB, Ellen. *TRIZ Simplificado*

Liste los recursos que encuentra en el medio ambiente, el sistema de nivel macro, la herramienta y el objeto. Éstos últimos pueden contener recursos a nivel micro y su geometría; las características y propiedades de los materiales de los que son hechos, también constituyen recursos.

1.4.2.2 Los siete grupos de recursos más importantes

1. Recursos de la herramienta y objeto.

En el caso del cultivo de las zanahorias la herramienta es la mano del hombre, la cual es difícil de ser cambiada. Sin importar eso, en este caso, el objeto (las semillas) fue

usado como recurso pero modificado por la adición de la cinta, un recurso que es de fácil obtención en el medio ambiente.

La herramienta es con frecuencia, pero no siempre, una excelente selección como el recurso para usarse o modificarse:

La eficiencia de los equipos contra-incendios ha sido optimizada mediante el cambio de la herramienta – el agua. Al inicio, el agua era vertida con baldes, después bombeada a través de mangueras, luego rociada en forma de nubes con pequeñas gotas usando mangueras modificadas y finalmente aplicadas como llovizna atomizada.

2. Recursos del medio ambiente

Los recursos medioambientales son las cosas y las sustancias de las cuales están compuestas, la energía y los campos que siempre nos rodean. Con frecuencia son ignorados, porque los vemos permanentemente, estos recursos comprenden agua, aire, espacios vacíos, gravedad, luz solar y otros elementos naturales libres.

Pueden incluir también los recursos que están disponibles en una situación determinada. Por ejemplo, la mayoría de industrias tienen disponibles gente, aire comprimido, electricidad, redes de información, agua fría, agua caliente, etc.

La mayoría de edificios de oficinas tienen ventanas, teléfonos y sistemas de datos, electricidad, luz, gente, etc.

Los hospitales tienen medicinas, médicos, enfermeras, técnicos, pacientes, camas, equipo de presentación de imágenes, sistemas de información, agua, aire, luz, etc.

3. Recursos del macro-nivel

Cualquier sistema puede ser combinado con otros para formar un sistema más grande, ya sean sistemas similares o diferentes. Prácticamente todo puede ser

mejorado en algún aspecto por transición al macro-nivel. A veces el efecto puede ser dramático. Ejemplo.

La estructura y la cubierta de una segadora mecánica, producida por la John Deere tenía 153 piezas de acero, cuando el plástico reemplazó al metal, se usaron solamente 3 piezas de acero, las otras 150 partes fueron integradas en el sistema de nivel superior.

4. Recursos del micro-nivel

Lo opuesto a moverse hacia el macro-nivel es bajar al micro-nivel, el sistema es segmentado en partes más pequeñas. En el ejemplo de la evolución del combate al fuego con agua, su reducción a gotas cada vez más pequeñas también ilustra la transición al micro-nivel. El conflicto “muchacha – falta de agua” se resuelve usando partes del micro-nivel.

Las partes de micro-nivel pueden ser vacíos, los poros, capilaridades, huecos y el uso del espacio es llamado en TRIZ, “uso de vacíos”. Recuerde que un vacío no es precisamente la ausencia de materia sino que puede tener estructura o textura que le da una función para resolver el problema.

5. Recursos de tiempo

Los problemas y contradicciones pueden ser solucionados frecuentemente, usando diferentes propiedades del sistema en diferentes períodos o modificando el sistema para que tenga diferentes características en diferentes tiempos. Ejemplos:

El pasador cónico es ajustado cuando está trabajando y holgado en cuanto es fácil de insertar y remover.

Los tornillos biodegradables que mantienen alineados los huesos rotos, desaparecen cuando ya no son necesarios. La operación para remover tornillos también desaparece del sistema quirúrgico.

6. Recursos de espacio

El pasador cónico separa propiedades no solamente en el tiempo, sino en el espacio. Es holgado o fácilmente desplazable en la dirección de su eje y ajustado en sentido perpendicular.

Los primeros ejemplos del depósito de basura y del hacha. Ambos fueron mejorados usando el espacio como recurso, espacio debajo del recipiente y espacio dentro del mango del hacha.

7. Otros recursos

Todos los productos tienen cierta apariencia estética que proporcionan información, en el caso ideal, el sistema trabaja bien, parece bueno y dice cómo debe ser usado. Por ejemplo: una puerta bien diseñada indica cómo debe abrirla sin anuncios tales como “HALAR” o “EMPUJAR”.

Pueden ser considerados también como Recursos, las sustancias perjudiciales y sus interacciones. Por ejemplo los desperdicios de materiales y energía pueden ser reciclados o usarse en otros lugares.

Cualquier cosa que se haya hecho para ejecutar una función particular, es un recurso para solucionar un problema. Mientras mejor sea la definición del problema, más fácil será encontrar aquellos recursos.

Expresando el problema en lenguaje no técnico, puede ayudarle a encontrar los recursos desarrollados en otras industrias. Ejemplo: Un grupo de granjas estaba tratando de encontrar una forma de secar estiércol de ganado sin usar métodos de calentamiento convencionales, pero la palabra “seco” les hacía pensar en calor, cuando redefinieron el problema como la separación del líquido de un sólido y buscaron en una variedad de bases de datos, encontraron una tecnología que usaba moléculas hidrofílicas para retirar el agua de una mezcla líquida. Este método había sido usado por 40 años para concentrar jugos de frutas sin usar calor.

1.4.3 Resultado final ideal

Anteriormente se definió que el resultado final ideal es la solución que resuelve la contradicción, ahora se definirá la idealidad del sistema en detalle.

1.4.3.1 Resultado final ideal como herramienta independiente

El sistema ideal es aquel que tiene todas las características útiles y funciones del sistema original pero sin peso, sin volumen, no requiere trabajo, mantenimiento, no consume energía, etc. ¿De dónde proviene esta definición?

De la ecuación de la idealidad:

$$\text{Idealidad} = \Sigma \text{Beneficios} / (\Sigma \text{Costos} + \Sigma \text{Daños})$$

La ecuación se lee así: “Idealidad es igual a la sumatoria de todos los beneficios dividida por la suma de todos los costos y todo el daño”.

El máximo valor de la ecuación se alcanza cuando el denominador tiende a cero. Así es cómo se concluye que el resultado ideal final es un sistema que alcanza todos los beneficios sin costos y sin daño.

Debido a que la complejidad produce incrementos de costo y daño, incrementando la simplicidad acrecentaremos la idealidad si los beneficios permanecen constantes.

La idealidad es medida comparando los sistemas. Si los beneficios se incrementan sin cambiar en costo o daño, la idealidad se incrementa. Si el perjuicio se reduce sin cambio en beneficios o costos, la idealidad se incrementa. Algunos ejemplos:

- En los 70 la calculadora electrónica de bolsillo, reemplazó rápidamente a la regla de cálculo. La calculadora era más precisa, fácil de llevar y su manejo fácil de recordar. Cuando el precio cayó, la regla de cálculo rápidamente se convirtió en una pieza de museo.

- Tijeras formadas para adaptarse a las manos, Fiskars y otras marcas han llegado a ser populares y han reemplazado parcialmente a los modelos convencionales. Un pequeño cambio de geometría realizado, produjo un apreciable mejoramiento en el confort.

Otra forma de incrementar la idealidad de un sistema es decrementar el tamaño, consumo de energía, peso, número de partes y operaciones y otros factores de generación de costos. Ejemplos:

- Quiero producir piezas pero no quiero construir una fábrica con muchas máquinas. La solución real que es cercana a una solución ideal, es el sistema de litografía estéreo que puede producir piezas de un archivo CAD tridimensional y una selección de metal, plástico y polvos cerámicos.
- Quiero viajar a lugares exóticos pero no quiero perder tiempo viajando. La solución tradicional: Leer un libro. La nueva solución: visitar sitios web que tengan cámaras en tiempo real en estos sitios.

En el sistema ideal la característica perjudicial desaparece, siendo retenida la útil. La solución se aproxima mucho a la ideal si el perjuicio puede ser convertido en beneficio, de manera parecida a la de los comerciantes de desperdicios, que tradicionalmente los han convertido en utilidad.

1.4.3.2 ¿Cómo ir desde las contradicciones y recursos al resultado final ideal?

A veces la formulación de la contradicción y del plan en detalle de los recursos, nos dice claramente cómo resolver el problema. La información o los recursos, pueden sin embargo no ser suficientes para lograr encontrar una idea para la solución, se necesitan pasos adicionales para trasladarnos del análisis de recursos al resultado final ideal.

Primero seleccionamos el recurso principal, recuerde que el recurso principal es el más importante de todos los que exhiben la contradicción inherente. Si ha definido la

contradicción inherente es fácil encontrar el recurso principal. Recordemos algunos ejemplos:

- En el problema del cortacésped, la contradicción inherente es silenciador grande-ausencia de silenciador. El recurso principal es el silenciador.
- En el problema del mecanismo de picaporte la contradicción inherente es sin holgura-mucha holgura. El recurso principal es el pasador.
- En el problema del entrenamiento, se precisa de mucho tiempo para la capacitación y no hay tiempo disponible. El tiempo es el recurso principal.

Los recursos auxiliares pueden cambiar al recurso principal, así que la contradicción desaparece. En el problema del cortacésped, el césped ayuda a hacer al silenciador más pequeño. En el ejemplo del mecanismo del picaporte, la geometría del pasador hace que cambie la holgura de grande a cero. En el ejemplo del entrenamiento, el tiempo de trabajo es el recurso que puede usarse para minimizar el tiempo de capacitación.

Por supuesto, estos ejemplos son simplificados. Se debe pensar un poco para encontrar los recursos auxiliares adecuados, es conveniente listar más de un recurso auxiliar.

Para revisar la formulación del resultado ideal final usando los recursos, se requieren de tres pasos:

1. Seleccione el recurso primario o más importante, que tenga una contradicción inherente.
2. Liste los recursos auxiliares o recursos que puedan sustituir al recurso primario.
3. Cambie el recurso principal usando recursos auxiliares de tal manera que la contradicción se evapore.

Estos pasos pueden ser organizados convenientemente en la tabla 3.1. Muchos recursos auxiliares harán que sean posibles otras soluciones.

Si usamos diferentes recursos tendremos otras soluciones. Por ejemplo si la carcasa del cortacésped es usada como recurso auxiliar para redireccionar el sonido y absorberlo, se convertirá en silenciador en lugar del césped.

Tabla 1.2 Resultado final ideal del ejemplo de cortacésped

Recursos primarios con la contradicción inherente: el silenciador
Silenciador grande – ausencia de silenciador

Recursos auxiliares:
Césped, tubo de escape, gases de escape; aire

Características del resultado ideal final:
El césped hace que el silenciador esté presente y ausente, al mismo tiempo.

1.4.4 Patrones de evolución

Ahora se mostrará cómo usar los patrones de evolución. En situaciones en las que las contradicciones son difíciles de ver, el entender los patrones ayuda a ver cómo está evolucionando el sistema, si intuimos cómo evolucionará, conoceremos realmente la solución del problema.

Los cinco patrones de evolución más utilizados son los siguientes:

1. Evolución desigual de las partes y las características del sistema.
2. Transición al macro-nivel o incorporación al sistema mayor o de más alto nivel.
3. Transición al micro-nivel o segmentación del sistema en piezas más pequeñas.
4. Incremento de las interacciones entre sistemas
5. Expansión y convolución de sistemas.

1.4.4.1 Evolución desigual del sistema

La desigual evolución de los sistemas causa problemas, cuellos de botellas y contradicciones todo el tiempo. La desigualdad implica a todos los sistemas y tecnologías: maquinaria, procesos, organizaciones, etc.

La desigualdad aparece permanentemente y compele al sistema a evolucionar. El desarrollo del carro obligó a la construcción de carreteras. Mejores vías creaban la necesidad de desarrollar mejores vehículos. (Podríamos argumentar si fue “necesario” mejorar los automóviles o fue posible vender mejores carros porque habían vías adecuadas para ellos y si hay mercado para cosas novedosas, la gente creará productos para el mercado).

1.4.4.2 Transición al macro-nivel

El patrón de transición al macro-nivel describe un sistema que llega a estar mejor integrado con el sistema de nivel superior o macro-sistema. El sistema no se desarrolla en el vacío, como algo aislado, sino como parte de un sistema más grande.

La bicicleta alcanzó importantes niveles de desarrollo a fines del siglo XIX, fue posible hacer incrementos mayores en velocidad y capacidad de transporte de este vehículo de propulsión humana. La bicicleta fue integrada al motor de combustión interna, llevándola hacia los sistemas de nivel más alto. Se desarrollaron motocicletas, carros y aeroplanos. La motocicleta no es más que una “bicicleta motorizada”. Los vehículos también tenían su origen no solo en las carrozas tiradas por caballos sino en las bicicletas también.

La transición al macro-nivel es una ley tan ubicua que con frecuencia es descartada porque se la cataloga como trivial. Sin embargo, muchos problemas que podrían ser evitados, asoman porque esta ley ha sido omitida.

1.4.4.3 Transición al micro-nivel

El patrón de transición al micro-nivel describe sistemas que son mejorados mediante la división en partes más y más pequeñas. Ejemplo.

- Las primeras camillas utilizadas para transportar personas heridas estaban conformadas de simples lonas o algún tipo de colchón, no eran adecuados para llevar a personas con sus cuellos o espaldas rotos porque no podían ser mantenidas en una posición rígida para evitar daños adicionales.

Para resolver el problema se introdujeron los colchones al vacío, un ingenio inflado con aire y relleno de pequeñas bolas plásticas adquiere la forma del cuerpo de la víctima. Mientras la persona lesionada permanece sobre el colchón de manera adecuada, el aire es succionado, el vacío fija la posición de las bolas con relación al paciente y entre ellas, manteniendo al paciente seguro durante su traslado. Muchas bolas pequeñas reemplazan al único soporte sólido.

Hay tres maneras de segmentación para objetos materiales:

1. Segmentación de objetos: cuerpo sólido, cuerpo segmentado, líquido o polvo, gas o plasma, campo. La mayoría de los ejemplos que hemos usado, están en esta categoría.
2. Segmentación de espacio: cuerpo sólido, cuerpo hueco, muchas cavernas, sustancia porosa, poros llenados con una sustancia activa. Todos los tipos de espacios dentro de un cuerpo son llamados “vacíos”.
3. Segmentación de superficie: superficie lisa, superficie corrugada, superficie rugosa.

Las mejores soluciones a los problemas contienen casi siempre las transiciones al macro y al micro-nivel.

1.4.4.4 Incremento de interacciones

Incrementar las interacciones significa añadir nuevas o conseguir una transición a interacciones mejor controladas. Este patrón también comprende la adición de nuevas sustancias que interactúan con aquellas del sistema original. “Sustancias” son materiales, componentes, sistemas y elementos. Pueden ser:

- Microorganismos: levadura
- Insectos: abejas
- Seres humanos: una mano como herramienta.

El patrón para incrementar las interacciones puede ser descrito en general como sigue: la interacción entre la herramienta y el objeto es insuficiente o dañina. El sistema puede ser optimizado añadiendo nuevas sustancias a los componentes existentes, adicionando nuevas interacciones o cambiando las sustancias e interacciones en una variedad de formas para amplificar lo insuficiente o eliminar lo dañino.

Consideremos un ejemplo de transición a interacciones mejor controladas:

- La historia del reloj es un buen ejemplo de la transición a interacciones más controlables. Los primeros relojes eran solares, usaban la sombra de la luz solar para indicar el tiempo, no podían ser usados en días sombríos o en las noches. Los relojes de arena y agua, posteriormente los pendulares utilizaban la gravedad, trabajaban de día y de noche, pero eran grandes y torpes, luego vinieron los relojes de cuerda; eran más pequeños y fáciles de usar. Los relojes actuales utilizan las vibraciones de cristales de cuarzo, el usuario no puede ver el mecanismo de medida del tiempo.

1.4.4.4.1 Introducción simple de nuevas sustancias

El sistema puede ser mejorado mediante la adición de una nueva sustancia. Para mejorar el rendimiento del acero, se añade carbón o nitrógeno al estrato superficial.

Para disminuir la fricción entre el hielo y los cascos de los rompehielos, se les añade a éstos, una capa de polímeros. Nótese que este patrón puede violar el concepto del uso de recursos, debido a que posiblemente requiera de la adición de sustancias que no son recursos del sistema original. Los detalles de la situación específica dictarán si son necesarias nuevas sustancias, o pueden ser usados recursos.

1.4.4.2 Introducción de sustancias modificadas

En lugar de una nueva sustancia se puede usar una modificación de las sustancias ya existentes en el sistema. Para mejorar el rendimiento del acero, la capa superficial es templada. Para disminuir la fricción entre el casco de los rompehielos y el hielo, se añade agua. El uso de sustancias modificadas está más cercano a la idealidad que el uso de nuevas sustancias, debido a que se usan modificaciones de los recursos existentes.

1.4.4.3 Introducción de un vacío

En lugar de una sustancia uno puede usar un vacío. Suena raro decir “en lugar de algo, usar nada”, pero eso es exactamente lo que decimos.

Ejemplos:

- Estructuras huecas en lugar de sólidas
- Objetos de metal con células en lugar de objetos de metal sólido
- Vacío en lugar de químicos anti-bacteriales – un paquete al vacío
- Uso de vacío y succión para fijar, mover y levantar

Un “vacío” es algo más raro que su medio ambiente.

1.4.4.4 Introducción de acción

En lugar de sustancias y vacíos (cosas y nada), uno puede usar acción. El polvo puede ser removido mediante la aspiradora a manera de ciclón usando una acción mecánica – la fuerza centrífuga. Para mejorar el rendimiento, puede añadirse un campo eléctrico al ciclón.

En la literatura inicial de TRIZ, se puede también encontrar el término “campo”. El estudio de objetos e interacciones es llamado análisis de sustancia-campo. Aquí usamos el modelo sencillo herramienta-acción-objeto, o herramienta-interacción-objeto. El término “interacción” cubre ambos campos en lenguaje común (campos electromagnéticos, gravitación) e interacciones (químicas, térmicas, mecánicas y biológicas) que generalmente no son llamadas campos. Se puede hablar también de interacciones sociales y humanas. El concepto de interacción es preciso y ayuda al usuario de TRIZ a ver oportunidades de uso de diferentes interacciones.

1.4.4.5 Expansión y convolución

El patrón expansión y convolución, primero se expande el sistema llegando a ser más complicado, luego es “podado” o convolucionado; o sea que sus elementos son combinados para formar un sistema más simple.

El número incremental de partes y operaciones causan problemas que son resueltos cuando el sistema es simplificado. Podemos decir que el sistema “palpita”. Inicialmente hay pocas partes y operaciones, luego el número de estados de componentes y operaciones crecen rápidamente hasta que el sistema “colapsa” y es “podado” a pocas partes, entonces el ciclo se reinicia. Ejemplos.

Las frágiles placas de vidrio pueden ser manipuladas más fácilmente si son empacadas juntas. Los paquetes de jugos pueden ser movidos más fácilmente si son fijados entre ellos. Telas y textiles, recipientes y ollas con frecuencia tienen múltiples niveles. Una manera de hacer vidrio de seguridad es emparedar plástico entre capas de vidrio.

1.4.4.6 ¿Cómo usar los patrones simultáneamente?

Los patrones deberían ser estudiados juntos y el resultado chequeado por el criterio del resultado ideal final. El considerar aisladamente un solo patrón puede llevarnos a tener ideas incorrectas sobre posibles patrones de evolución. Varios patrones juntos nos dan resultados mucho más confiables.

Para el trabajo práctico, sugerimos usar “cinco patrones + uno” lo que significa los cinco patrones arriba mencionados más el patrón de idealidad y cierta información acerca de los contenidos de los patrones.

Figura 1.8 Resumen de patrones

<i>Patrón</i>	<i>Acerca del patrón</i>
Evolución desigual del sistema	Evolución desigual de las partes Evolución desigual de los estados del proceso Mejoramiento desigual de las características Ascenso repetido de la desigualdad
Transición al macro-nivel	Un sistema es combinado con otro similar o disímil, o con muchos sistemas similares o diferentes (mono-bi-poli). La transición al macro-nivel es repetida.
Transición al micro-nivel	Cuerpo sólido, cuerpo segmentado, líquido o polvo, gas o plasma, campo. Cuerpo sólido, cuerpo hueco, muchas cavernas, sustancia porosa. Superficie plana, superficie corrugada, superficie rugosa.
El incremento de interacciones: poner en uso sustancias y acciones.	Poniendo en uso sustancias: nuevas y modificadas, vacío. Introduciendo acciones: mecánicas, acústicas, térmicas, químicas, eléctricas, magnéticas
Expansión y convolución	Incremento del número de partes. Incremento del número de operaciones. Convolución a menos partes u operaciones. Los ciclos de expansión y convolución son repetidos.
Incremento de la idealidad del sistema	Se usa un patrón para incrementar la idealidad. Si el uso de un patrón causa nuevos problemas, se usarán otros para resolverlos Se usan muchos patrones.

1.4.5 40 principios

Altshuller y sus investigadores recolectaron información de las patentes en las que se presentaban repetidamente las mismas soluciones y luego de realizar un cuidadoso trabajo esta información fue sintetizada en los 40 principios.

A continuación se explicará cada uno de ellos:

1.4.5.1 Segmentación

Es la transición al micro-nivel, es decir dividir el objeto o sistema en partes independientes. El hacer a un objeto fácil de desensamblar, incrementa el grado de fragmentación o segmentación.

1.4.5.2 Separación

Es separar únicamente la parte o propiedad necesaria, es decir remover una parte que interfiera de un objeto o sistema. Generalmente se necesita una parte del sistema o alguna propiedad o característica.

1.4.5.3 Calidad local

Cambie la estructura de un objeto o un medio ambiente externo de tal manera que el objeto tenga diferentes características o influencias en diferentes lugares o situaciones.

Consiga que cada parte de un objeto o sistema funcione en las condiciones más adecuadas para su operación, haga que cada parte de un objeto cumpla una función deferente y útil. Ejemplo.

- Un lápiz con borrador
- Un martillo con saca clavos

1.4.5.4 Cambio de simetría

Cambio de la forma de un objeto o sistema, de simetría a asimetría. Si un objeto es asimétrico, incrementa el grado de asimetría.

1.4.5.5 Combinación, fusión

Junte o combine objetos idénticos o similares, ensamble partes idénticas o similares para llevar a cabo operaciones paralelas.

1.4.5.6 Multifuncionalidad

Se trata de conseguir que una parte de un objeto o sistema ejecute múltiples funciones; elimine la necesidad de otras partes. El número de partes y operaciones decrecen, pero se mantienen las características y funciones útiles.

1.4.5.7 Muñeca anidada

Coloque un objeto dentro de otro, cada objeto a su turno dentro del anterior. Haga que una parte pase a través de la cavidad de la otra.

1.4.5.8 Compensación de peso

Para compensar el peso de un objeto o sistema, combínelo con otros objetos que le proporcionen ligereza.

Para compensar el peso de un objeto, hágalo interactuar con el medio ambiente (use por ejemplo la aerodinámica, hidrodinámica, flotabilidad y otras fuerzas).

1.4.5.9 Acción contraria

Si fuera necesaria una acción con efectos dañinos y útiles, esta operación debe ser reemplazada con anti-acciones (acciones opuestas) para controlar los efectos negativos.

Cree esfuerzos en un objeto o sistema que se opongan a los esfuerzos indeseables de trabajo conocidos más tarde o a tiempo.

1.4.5.10 Acción preliminar

Ejecute, antes de que sea necesario, el cambio requerido de un objeto o un sistema (total o parcialmente). Arregle previamente los objetos de tal forma que puedan entrar en acción desde el sitio más conveniente, sin pérdida de tiempo en su entrega.

1.4.5.11 Compensación de antemano

Prepararse a una emergencia significa “de antemano” para compensar por la baja confiabilidad relativa de un objeto o sistema a lo largo del tiempo.

1.4.5.12 Equipotencialidad

Cambie las condiciones operativas para eliminar las necesidades de trabajar contra el campo potencial. Por ejemplo: Eliminar la necesidad de elevar o bajar objetos en un campo gravitacional.

1.4.5.13 Al revés

Invierta la acción o las acciones utilizadas para resolver los problemas. Por ejemplo:

- En lugar de enfriar un objeto, calentarlo
- Haga a las partes móviles (o ambiente externo) fijo y las partes fijas, móviles.
- Ponga al objeto o al proceso boca abajo.

1.4.5.14 Incremento de curvatura

En lugar de usar partes, superficies o formas cuadradas, rectangulares, cúbicas o planas; utilice formas curvas o redondeadas; pase de superficies planas a esféricas.

Utilice cilindros, bolas, espirales o domos; vaya de movimientos lineales a rotatorios; use fuerzas centrífugas.

1.4.5.15 Partes dinámicas

Permita que las características de un objeto, medio ambiente externo, proceso o sistema cambien hacia lo óptimo o encuentren una condición operativa óptima.

Divida un objeto o sistema en partes capaces de tener movimientos relativos entre sí. Si un objeto, proceso o sistema es rígido o inflexible hágalo movable o adaptable.

1.4.5.16 Acciones parciales o excesivas

Si resulta difícil alcanzar el 100% de la meta utilizando una solución o método dados, el problema será considerablemente más fácil de resolverse usando ligeramente un poco menos o un poco más del mismo método.

1.4.5.17 Cambio dimensional

Mueva un objeto o sistema en dos o tres espacios dimensionales. Use un arreglo de objetos en multipisos en lugar de una sola planta. Incline o reoriente al objeto, manténgalo de un lado, use el otro lado.

1.4.5.18 Vibración mecánica

Consiga que un objeto o sistema oscile o vibre. Incremente la frecuencia de vibración, use la frecuencia de resonancia de un objeto, use vibradores piezoeléctricos en lugar de mecánicos, use campos de oscilación combinados; ultrasónicos y electromagnéticos.

1.4.5.19 Acción periódica

En lugar de acción continua use acciones periódicas o pulsantes. Si una acción ya es periódica altere su magnitud-frecuencia, use pausas entre impulsos para ejecutar una acción diferente.

1.4.5.20 Continuidad de acción útil

Trabaje sin pausa, consiga que todas las partes de un objeto o sistema funcionen a carga total todo el tiempo. Elimine toda inactividad o acción intermitente.

Note que estos dos últimos principios se contradicen entre ellos, si elimina todas las acciones intermitentes, no tendrá pausas; esto enfatiza que las diversas sugerencias dentro de cada principio deben ser aplicadas con sentido común, en cada situación particular.

1.4.5.21 Apresuramiento

Conduzca un proceso o ciertas etapas (por ejemplo operaciones dañinas o peligrosas) a alta velocidad. Ejemplo:

El corte de una tubería de plástico; si lo corta lentamente, el calor en la región de corte se propagará hacia el resto de la tubería, haciéndola cambiar de tamaño.

1.4.5.22 Bendición oculta

“convertir los limones en limonada”. Use factores dañinos (particularmente efectos dañinos del medio ambiente o alrededores) para alcanzar un efecto positivo. Elimine la acción dañina primaria añadiendo otra acción pernicioso para resolver el problema. Amplifique un factor nocivo a tal grado que deje de ser dañino.

1.4.5.23 Retroalimentación

Utilice la retroalimentación para mejorar el proceso o acción. Si la retroalimentación ya está siendo usada, cambie su magnitud o influencia.

1.4.5.24 Intermediario

Utilice un artículo portador o proceso intermediario. Combine un objeto temporalmente con otro que puede ser fácilmente removido. Ejemplo: Un molde de gelatina es un intermediario para modelar un postre.

1.4.5.25 Auto-servicio

Consiga que un objeto o sistema se atienda por sí mismo ejecutando funciones auxiliares útiles. Utilice recursos, incluyendo energía y materiales, especialmente aquellos que originalmente fueron considerados desperdicios, para mejorar al sistema.

1.4.5.26 Copiar

En lugar de un objeto no disponible, caro o frágil, use copias más simples y baratas. Reemplace un objeto, sistema o proceso con copias óptimas. Si ya están siendo usadas, cambie la longitud de onda a infrarroja o ultravioleta.

1.4.5.27 Desechables baratos

Reemplace un objeto caro por múltiples baratos que cumplan con ciertas calidades. Ejemplo:

- Papel desechable y artículos plásticos de mesa
- Instrumentos quirúrgicos desechables
- Ropas protectoras desechables

1.4.5.28 Sustitución de interacción mecánica

Reemplace un método mecánico con uno sensorial (óptico, acústico, sabor u olor). Utilice campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos para interactuar con el objeto. Cambie de campos estáticos a móviles a aquellos que tienen estructura. Use campos en conjunto con partículas de campos activados.

1.4.5.29 Neumática e hidráulica

Emplee gas o líquido como parte de un objeto o sistema en lugar de partes sólidas, por ejemplo:

- Objetos inflables, colchones de aire, hidrostáticos, hidro-reactivos.

1.4.5.30 Cubiertas flexibles y películas delgadas

Use cáscaras flexibles y películas finas en lugar de estructuras tridimensionales. Aísle un objeto o sistema de un medio ambiente externo usando cáscaras flexibles y películas finas.

1.4.5.31 Materiales porosos

Hágalo poroso a un objeto o añada elementos porosos (insertos, recubrimientos, etc.). Si un objeto ya es poroso, use los poros para introducir una sustancia o función útil.

1.4.5.32 Cambios en propiedades ópticas

Cambie el color o transparencia de un objeto a su medio ambiente externo. Ejemplo:

Las gafas para el sol que cambian la cantidad de luz bloqueada, dependiendo del brillo del medio ambiente.

1.4.5.33 Homogeneidad

Haga objetos que interactúan entre ellos, del mismo material u otro material con idénticas propiedades.

1.4.5.34 Descartando y recuperando

Haga desaparecer porciones de un objeto que haya cumplido con sus funciones, descártelas disolviéndolas, evaporándolas, etc., o modifíquelas directamente durante la operación.

1.4.5.35 Cambios de parámetros

Cambie el estado físico de un objeto. Por ejemplo a gas, líquido, sólido.

Modifique la concentración o consistencia, varíe el grado de flexibilidad, cambie la temperatura.

1.4.5.36 Transiciones de fase

Use los fenómenos que ocurren durante las transiciones de fase. Por ejemplo cambios de volumen, pérdida o absorción de calor, etc.

Las más comunes de las muchas clases de transiciones de fase incluyen: sólido-líquido-gas-plasma, paramagnético-ferromagnético y el conductor-superconductor normal; pero de la misma manera, muchos fenómenos útiles están asociados con transiciones más exóticas tales como cambios cristalográficos sólido-sólido, superfluidez, antiferromagnetismo, etc.

1.4.5.37 Expansión térmica

Use la expansión o contracción térmica de materiales. Escoja múltiples materiales, con diferentes coeficientes de dilatación térmica.

1.4.5.38 Oxidantes fuertes

Reemplace el aire común con otro enriquecido con oxígeno. Reemplace el aire enriquecido con oxígeno puro. Exponga el aire a radiación ionizante, use oxígeno ionizado. Reemplace aire ozonizado (oxígeno ionizado) con ozono. El oxígeno se utiliza para decolorar la pulpa en la producción de papel.

1.4.5.39 Atmósfera inerte

Reemplace el medio ambiente normal con uno inerte. Añada a un objeto o sistema, partes neutras de aditivos inertes. Ejemplo:

Se usan gases inertes tales como dióxido de carbono o argón en soldadura para evitar que el material se oxide al ser soldado.

1.4.5.40 Materiales compuestos

Troque los materiales y sistemas de uniformes a compuestos o múltiple. Ejemplos:

Caucho reforzado con cuerdas tejidas, hormigón armado, plástico reforzado con vidrio y fibras.

1.4.6 ¿Cómo seleccionar los principios más adecuados?

Una vez conocidos los 40 principios, es importante saber cómo seleccionarlos adecuadamente.

La forma más fácil de encontrar un principio útil es simplemente hojear la lista de manera relajada. El conocimiento del sistema y restricciones, le ayudarán a decidir cuáles principios son más adecuados.

También se pueden usar guías para la selección de los principios más útiles, mediante los trucos y contradicciones inherentes.

1.4.6.1 Trueques

En la matriz de contradicciones se resumen entradas adicionales para encontrar principios que resuelvan trueques o intercambios. Las filas están etiquetadas con características típicas que deberían ser mejoradas y las columnas están etiquetadas con las características que empeoraran, la celda en la intersección de la fila y columna tiene los números de los principios que históricamente fueron usados más frecuentemente, para solucionar este trueque particular.

En el anexo 4 se presenta la matriz de contradicciones de Altshuller.

Para trabajar con la matriz es recomendable seguir los siguientes pasos:

1. Seleccione de la matriz, la característica estándar más cercana a la característica que debe ser mejorada.
2. Seleccione de la matriz, la característica estándar más cercana a la característica que empeorará.
3. Encuentre la fila en la matriz con el número de característica a ser mejorada.
4. Encuentre la columna en la matriz con el número de la característica que se empeora.
5. En la celda en la que se interceptan fila y columna están los números de los principios recomendados.
6. Busque los principios en la lista y úselos para crear ideas que resuelvan su problema.

1.4.6.2 Contradicción inherente y recursos

Los principios también pueden ser seleccionados mediante las contradicciones inherentes y los recursos. Las restricciones del problema pueden requerir que se

satisfagan requerimientos opuestos en diferentes tiempos, en diversos lugares o al mismo tiempo y en el mismo sitio. Las tres filas superiores de la tabla 1.3 presentan estas situaciones.

Dependiendo del sistema, se encuentran disponibles varios recursos generales tales como: aire, agua, espacio, gravedad. La última fila de la tabla 1.3 muestra algunos principios que pueden ayudar a usar estos recursos.

Tabla 1.3 Algunos principios relacionados con ciertas contradicciones y recursos

Contradicción y Recursos	Principios
Principios para hacer requerimientos incompatibles en tiempos diferentes (recursos de tiempo)	Segmentación (1), Acción contraria preliminar (9), Acción preliminar (10), Compensación anticipada (11), Partes dinámicas (15), Acción periódica (19), Apresurándose (21), Descartando y Recuperando (34).
Principios para hacer requerimientos incompatibles en sitios diferentes (recursos de espacio)	Separación (2), Calidad local (3), Cambio de simetría (4), Muñeca anidada (7), Cambio dimensional (17), Cáscaras flexibles y películas finas (30)
Principios para hacer requerimientos incompatibles al mismo tiempo y en el mismo lugar	Segmentación (1), Combinación (5), Multifuncionalidad (6), Intermediario (24), Materiales compuestos (40)
Recursos generales: aire, agua, espacio, gravedad, otros.	Neumática e hidráulica (29), Compensación de peso (8), Atmósfera inerte (39).

Fuente: Libro TRIZ simplificado

1.4.6.3 Uso de las características del resultado final ideal

Los principios pueden ser seleccionados por las características del resultado final ideal, los principios conectados más directamente con el incremento de la idealidad están mostrados en la última fila de la tabla 1.4.

También se pueden seleccionar los principios por los patrones de evolución. La tabla 1.4 ilustra la correspondencia entre patrones y principios, sólo los nexos más obvios se muestran en la tabla.

Tabla 1.4 Patrones de evolución y principios relacionados

Contradicción y Recursos	Principios
Evolución desigual del sistema	Todos
Transición al macro-nivel	Combinación (5), Muñeca anidada (7), Compensación de peso (8), Multifuncionalidad (6), Materiales compuestos (40)
Transición al micro-nivel	Segmentación (1), Muñeca anidada (7), Sustitución de interacción mecánica (28), Cubiertas flexibles y películas delgadas (30), Materiales porosos (31), Cambios de parámetros (35), transición de fase (36)
El incremento de interacciones: introducción de sustancias y acciones	Materiales porosos (31), Atmósfera inerte (39), Retroalimentación (23), Intermediario (24), Sustitución de interacción mecánica (28), Expansión térmica (37), Cambios de parámetros (35)
Expansión y convolución	Separación (2), Calidad local (3), Combinación (5), Multifuncionalidad (6)
Resumen: incremento de idealidad	Multifuncionalidad (6), Bendición oculta (22), Auto-servicio (25)

Fuente: RANTANEN, Kalevi; DOMB, Ellen. *TRIZ Simplificado*

Como ya se ha explicado las partes que componen el TRIZ se presentará, en el Anexo 5., un modelo simplificado donde constan cada una de ellas y la manera en las que están enlazadas para llegar al resultado final ideal. En el modelo podemos observar mediante las flechas que se puede saltar el uso de la contradicción y recursos para llegar al resultado final ideal, sin embargo, usar el modelo completo es mucho más efectivo. También se indica que se pueden añadir muchas otras herramientas al modelo para llegar al mismo fin.

Conclusión

El método de resolución de problemas de inventiva es bastante extenso en cuanto a su conceptualización y descripción de herramientas. En este capítulo se trató de sintetizarlo para mostrar de manera fácil y clara la aplicación del método, mediante el uso de cada uno de sus pasos para resolver cualquier tipo de problema que se nos presente.

Una vez que tenemos claras las definiciones y cómo utilizar las herramientas aquí detalladas, el resolver problemas será bastante fácil y las ideas de cómo hacerlo se irán presentando más notoriamente a medida que se vaya avanzando en la aplicación de los pasos de la agenda.

Ocuparé cada paso de la agenda de resolución de problemas para resolver los inconvenientes que ocasionan los principales defectos de las llantas para Equipo Original.

CAPITULO II

LA EMPRESA Y SUS PROCESOS PRODUCTIVOS

Introducción

En este capítulo se conocerá cuál es la misión, visión, valores, política de calidad y certificaciones de la empresa; se mencionarán también los hechos más importantes vividos por la compañía desde sus inicios. Otro de los puntos tratados aquí es el proceso de elaboración de los neumáticos que empieza definiendo los dos tipos de llantas que se fabrican, luego se explica de manera general cada uno de los procesos de producción antes y después de construir las llantas de ambos tipos.

El capítulo II termina definiendo de manera detallada el proceso de acabado final con cada uno de sus subprocessos, esto se especifica ya que en dicho proceso se enfoca la investigación.

2.1 La Empresa

2.1.1 Misión

La misión de la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A. es “Trabajar en equipo con entusiasmo y compromiso, buscando siempre la satisfacción total de nuestros clientes”

2.1.2 Visión

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

2.1.3 Valores

Los valores que fomenta la Compañía son:

- Respeto
- Ética
- Responsabilidad
- Disciplina

2.1.4 Política de calidad

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:

1. Enfocarse principalmente en nuestros clientes, ofreciendo productos y servicios que les encante.
2. Ofrecer un ambiente de trabajo desafiante y encaminado al crecimiento personal donde el mejoramiento continuo es una forma de vida.
3. Satisfacer a los accionistas con una gestión y resultados excepcionales.

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

2.1.5 Certificaciones

Los productos fabricados por ERCO cumplen con los más estrictos estándares nacionales e internacionales de calidad.

Cuenta con las siguientes certificaciones:

- AAA “Mejor gerencia de riesgos de América Latina (ACE SEGUROS)”
- SELLOS DE CALIDAD INEN PARA NEUMÁTICOS. NTE INEN 2099 “Fabricación de neumáticos para vehículos de pasajeros”.
- NTE INEN 2100 “Fabricación de neumáticos para vehículos de camioneta y camión”
- ISO 9001:2000 “Fabricación y comercialización de llantas para vehículos automotores y trailer”.
- ISO/TS 16949 : 2002 “Fabricación de llantas radiales para automóviles y camioneta, Fabricación de llantas convencionales (bias) para camión”
- LATU SISTEMAS: (URUGUAY) “Certificación de conformidad de neumáticos”
- GENERAL MOTORS “ Mejor proveedor del año 2005, para la región andina”

2.1.6 Historia

Fotografía 2.1 Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A. en sus inicios



La historia de la compañía empieza en los años cincuenta cuando la hermosa ciudad de Cuenca, Atenas del Ecuador, sufrió una desafortunada crisis económica originada por una fuerte caída de la comercialización y producción del sombrero de paja toquilla, que en aquel tiempo fue el principal motor generador de ingresos monetarios.

Como nos podemos imaginar esta situación ocasionó falta de trabajo y pobreza tanto en la ciudad como en la provincia, por ello, aproximadamente el 25 por ciento de la población activa, con el afán de encontrar nuevas plazas laborales, tuvo que emigrar hacia otras provincias como El Oro y Guayas.

En vista de éste problema social, las autoridades y parlamentarios azuayos quienes estaban liderados por el Dr. Octavio Chacón; en ese entonces senador de la República y representante de ésta institución al consejo nacional de economía, elaboran una ley de fomento industrial (Azuay y Cañar), esta ley fue aprobada en el congreso nacional e hizo posible la creación nuevas industrias y comercios.

Al presentarse la oportunidad de crear una industria y conseguir la redención económica del austro, el señor José F. Cuesta; Ambateño mentalizador, promotor y fundador de la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A., en el año de 1953 negoció

con inversionistas ecuatorianos, quienes dieron el empuje inicial para su formación, luego de esto viajó a los Estados Unidos y Europa con el fin de conseguir nuevos inversionistas y concretar el proyecto inicial para la creación de la fábrica nacional de llantas.

El fruto de estas negociaciones se dio el 31 de julio de 1955, día en el que la Compañía fue constituida con el nombre de Ecuadorian Rubber Company C.A., para lo cual ante el doctor Abelardo Tamariz, notario público, comparecen los promotores y fundadores con la finalidad de elevar la escritura pública de la constitución de la compañía.

Los principales protagonistas de este importante hecho fueron los señores José F. Cuesta, Enrique Malo Andrade; cuencano fundador y ejecutor de la fábrica, el doctor Octavio Chacón Moscoso, los accionistas de diferentes regiones del país y por supuesto los habitantes de la ciudad de Cuenca.

Luego de la constitución, el 23 de julio de 1956 se eleva la escritura pública en la notaria, nuevamente a cargo del doctor Abelardo Tamariz, por la compra del lote #12 de la hacienda Machangara a la honorable junta central de asistencia pública del Azuay, Cañar y Morona Santiago, terreno adquirido para construcción e instalación de la fábrica.

El 21 de Agosto de 1956, Cuesta en compañía del doctor Octavio Chacón y el Sr. Enrique Malo viajan a los Estados Unidos para firmar un contrato de asistencia técnica con General Tire de U.S.A., además de la firma de dicho contrato consigue que ésta empresa se convierta en socio técnico y económico de ERCO.

La compañía fue fundada con un capital de 24 millones de sucres, contando con 36 accionistas, quienes en el año de 1961 firmaron el contrato para la construcción de las instalaciones de la fábrica a cargo del Ing. Julio Portilla, director de la constructora Mena Atlas.

Fotografía 2.2 Vista panorámica del Primer edificio de la Compañía



Durante el año de 1961 se realiza la planificación, montaje de la maquinaria e inicio de la producción, también se firma del contrato de ratificación de asistencia técnica y comercialización entre General Tire and Rubber Company y Ecuadorian Rubber Company C.A, avalizado por señor Embajador de los Estados Unidos de América.

A continuación mencionaré y mostraré imágenes de algunos hechos importantes en la vida de la Compañía:

Durante el año 1962 se construyeron las primeras llantas bias (convencionales) de pasajero, camioneta y camión; también se puso a funcionar la primera prensa para vulcanizar, la cual es utilizada por primera vez el 23 de diciembre de este año.

Fotografía 2.3 Primera prensa de vulcanización



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Fotografía 2.4. Vulcanización de la primera llanta bias



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

En el año de 1963 se inauguró oficialmente la fábrica en presencia del alcalde de la ciudad, autoridades civiles, militares y eclesiásticas de todo el país; en este año se empieza a trabajar de lunes a domingo por necesidades de producción, la producción en ese entonces era de 208 unidades por día.

En aquel tiempo los usuarios de llantas sólo podían adquirirlas de importación, al fabricarlas en el país dichos usuarios se beneficiaron con precios hasta un 59% más bajos, por tanto la Ecuadorian Rubber Company C.A. logra cubrir una demanda de 52.256 llantas durante todo el año de 1963.

Fotografía 2.5. Modelos de llantas que producían



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A

En enero 9 de 1965 se fundó el sindicato de trabajadores de Ecuadorian Rubber Company C.A. y para el 27 de febrero de 1972, el mismo, se logra constituir en comité de empresa.

En el año de 1965 se inauguran las oficinas de ERCO en la ciudad de Quito, en presencia del Dr. Octavio Chacón (Gerente general), el Dr. Rafael Chico (Representante legal) y la Srta. Carmen Apolo (Primera secretaria).

En el mismo año se realiza una ampliación en las instalaciones de la fábrica y el 18 de noviembre se funda la cooperativa de ahorro y crédito ERCO, que a partir del 2001 abre sus puertas al público en general.

En 1968 crece la producción, aumenta tanto el personal como los beneficios hacia ellos, estos beneficios fueron: mejores sueldos, becas, comisariato, comedor, transporte, ropa de trabajo, fiestas navideñas, seguro de vida, seguro familiar y servicio médico.

Durante el año de 1972 dentro de una época de cambios políticos y económicos, por disposiciones gubernamentales se cambia la denominación de la empresa, de Ecuadorian Rubber Company C.A. al nombre actual que es Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

En este mismo año se realiza una nueva ampliación en las instalaciones de la fábrica y se vulcaniza la llanta número millón medida 5.00/5.20 Dura Jet 4 cara blanca, en la fotografía 2.6 están presentes funcionarios y trabajadores.

Fotografía 2.6. Llanta vulcanizada número millón



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

En el año de 1973 se inicia el programa semillero, que es un convenio con las universidades de Cuenca a fin de que los estudiantes realicen sus prácticas durante un año dentro de la empresa en las diferentes áreas y especialidades requeridas.

Para el año de 1987 la Continental AG de Hannover Alemania adquiere General Tire and Rubber Company en todo el mundo por un valor de 628 millones de dólares.

Figura 2.1 Logo Continental.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Durante 1993 y 1995:

Se realizó una capitalización e internacionalización de la marca "llantas General" a "General Tire", con lo que se creó una red de distribución para la marca "Continental-General Tire", las exportaciones para toda Sudamérica inician con esta nueva marca. En la Actualidad ERCO exporta a Venezuela, Colombia, Perú, Chile y Bolivia.

En esta época ocurre el lanzamiento de la llanta XP 2000 II, que es la primera llanta radial producida con breaker de acero en Compañía. También la Continental AG invierte 670 millones de dólares en un programa extensivo de modernización de la industria de General Tire and Rubber Company, incluyendo un cambio de línea de productos hacia las llantas radiales.

Para el año de 1996 exportan agresivamente sus productos a 17 países de Latinoamérica, con esto se llega a vender un millón de llantas lo que establece una cifra record.

En el año 2000 la compañía implementó el proyecto para construcción de llantas diagonales de camión con marca Continental y también adicionó nueva tecnología en la planta para incrementar la producción de llantas radiales en la línea PLT.

Durante los años 2003 a 2009 se desarrolló la línea 4x4 para Continental y General Tire y se lanzó al mercado las llantas marca: Barum, Sportiva y Viking, productos Continental fabricadas en Ecuador.

Figura 2.2 Logo de los productos continental



Del 2005 al 2007 la compañía realizó mejoramientos continuos como: el desarrollo de nuevos diseños, modernización de maquinaria, aplicación de tecnología de punta, certificación de sistemas de calidad y motivación al personal.

El 6 de diciembre del 2007 se produjo un record en la producción diaria de 6256 llantas, y en el mismo año hicieron un record de producción anual de 600.144.00 unidades. Actualmente se producen alrededor de 6000 llantas por día.

El 15 de octubre de 2008 ocurrió un hito histórico que fue el lanzamiento interno del proceso de producción de la línea de camión radial, para el 28 de octubre se vulcanizó la primera llanta radial de camión modelo Barum 12 R22.5 Road Drive, y el 31 de Octubre del mismo año construyeron y vulcanizaron la primera llanta radial de camión modelo Barum 295/80 R22.5 Road Front.

Fotografía 2.7 Vulcanización de la primera llanta camión radial



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Todas las instalaciones operativas de la compañía se encuentran en un área de 41.600 metros cuadrados, la totalidad del terreno actual es de aproximadamente 10 hectáreas.

El actual presidente Ejecutivo de la Compañía es el Dr. Kristijan Bauer, quién pertenece al personal de servicio exterior de Continental de Hannover Alemania, él está ejerciendo esta función desde el 1 de julio del 2007.

2.2 Proceso de elaboración de llantas

2.2.1 Tipos de llantas

Se fabrican dos tipos de llantas en la compañía, las cuales son:

- Llantas bias
- Llantas radiales

2.2.1.1 Llantas Bias

Una llanta bias o llanta convencional, como se le conoce regularmente, es aquella que por su construcción tiene la carcasa, parte interior del neumático, formada por pliegos de lonas en forma diagonal.

Este tipo de neumático requiere la colocación de un tubo en la parte interna para su funcionamiento.

Se construyen llantas bias con varios diseños de rodamiento para camioneta y camión.

Figura 2.3 Llanta Bias.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.1.2 Llantas radiales

Son aquellas llantas 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 de peso y la posibilidad de montaje automático.

Figura 2.4 Llanta Radial.



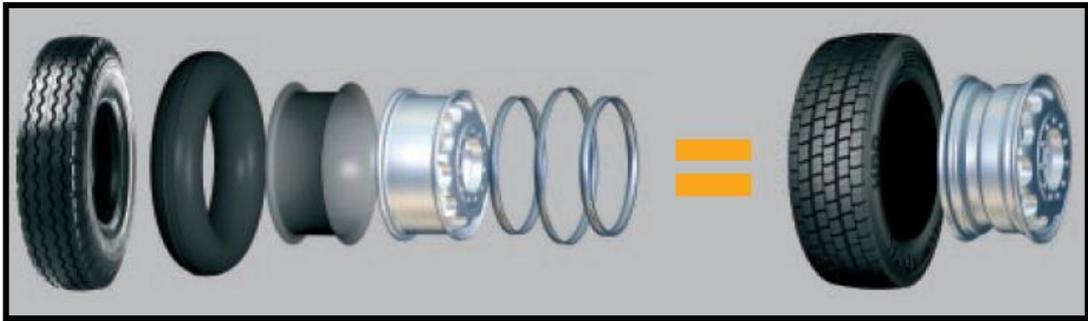
Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho

Se fabrican neumáticos tipo radial en las respectivas medidas para: pasajero, camioneta, y actualmente para camión, nueva línea de neumáticos que se implementó en Octubre del 2008.

2.2.1.3 Principal diferencia entre las llantas bias y las radiales

La principal diferencia entre ellas es que la primera tiene como complemento un tubo interior, mientras que la llanta radial no lo necesita ya que este es parte de la llanta.

En la figura que se muestra a continuación se puede observar que la llanta bias, ubicada a la izquierda, requiere varios componentes adicionales entre ellos un tubo y un protector a diferencia de la llanta radial, ubicada a la derecha.

Figura 2.5 Diferencia entre llanta bias y radial

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho

2.2.2 Materias Primas

Existen varios componentes primarios o materias primas que se utilizan para la elaboración de un neumático, de manera general se mencionan las siguientes:

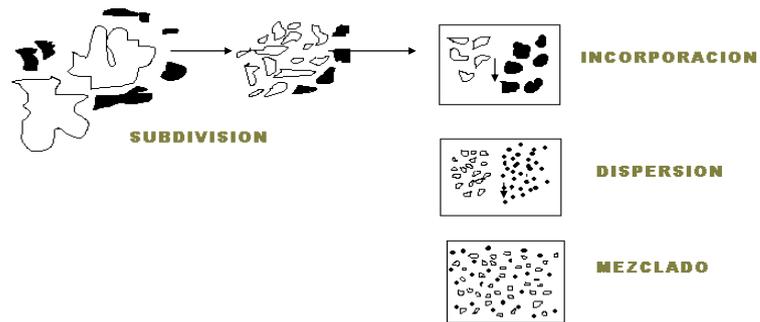
- Caucho Natural
- Caucho Sintético
- Negro de Humo
- Aceites
- Alambres
- Textiles
- Acero
- Componentes Químicos
- Azufre

2.2.3 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 y presiones.

Este proceso se realiza en la máquina llamada mixer o mezclador.

Figura 2.6 Proceso de mezclado.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho

Fotografía 2.8 Mezclador



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

En este proceso se obtiene dos tipos de mezclas:

- Mezcla primaria
- Mezcla final

2.2.3.1 Mezcla primaria.

Para la obtención de una mezcla primaria es elemental una composición de: Caucho natural, caucho sintético, materiales de relleno, aceite, protectores y activadores.

2.2.3.2 Mezcla final

Una vez que se produce la mezcla primaria, es necesario añadir a ésta: acelerantes y azufre, al hacerlo se obtiene la mezcla final.

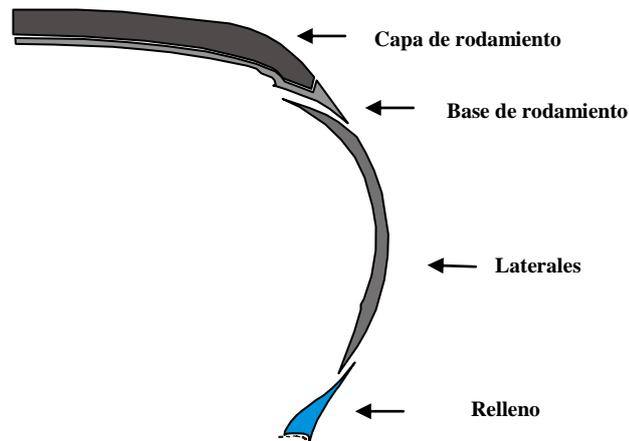
2.2.4 Extrusión

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:

- Capa de rodamiento
- Base de rodamiento
- Laterales
- Relleno

Figura 2.7 Materiales que se producen en las extrusoras.

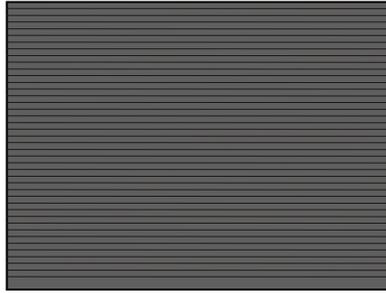
Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.5 Calandria

Si la mezcla que sale del mixer ha sido producida para fabricar lonas, ingresa a la Calandria, donde existen 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 determinado temple y tensión, permitiendo que las cuerdas no rocen entre sí, de esta manera se puede proceder a recubrir el tejido de lado y lado con el caucho.

Si se va a construir llantas radiales, las lonas deberán ser de poliéster y si se va a construir llantas bias, las lonas serán de nylon.

Figura 2.8 Tejido.

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.6 Corte de lonas

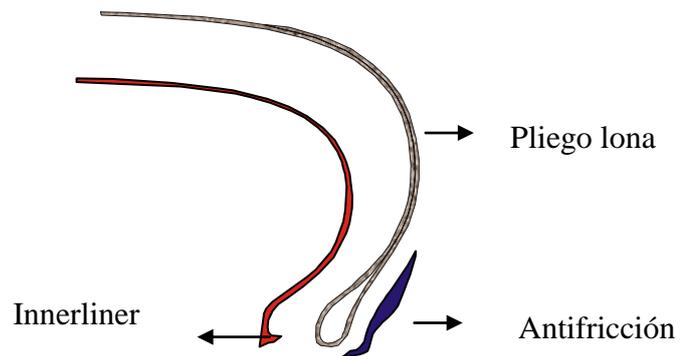
Para las llantas bias, los cortes varían de acuerdo a la especificación de cada medida, sin embargo el promedio de corte es de 28° y luego de la vulcanización hay una variación cambiando el ángulo a 40° . Para llantas radiales, los pliegos se cortarán en ángulos de 90° .

2.2.7 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 radial 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 minutos a 90° centígrados y montar en la calandria.

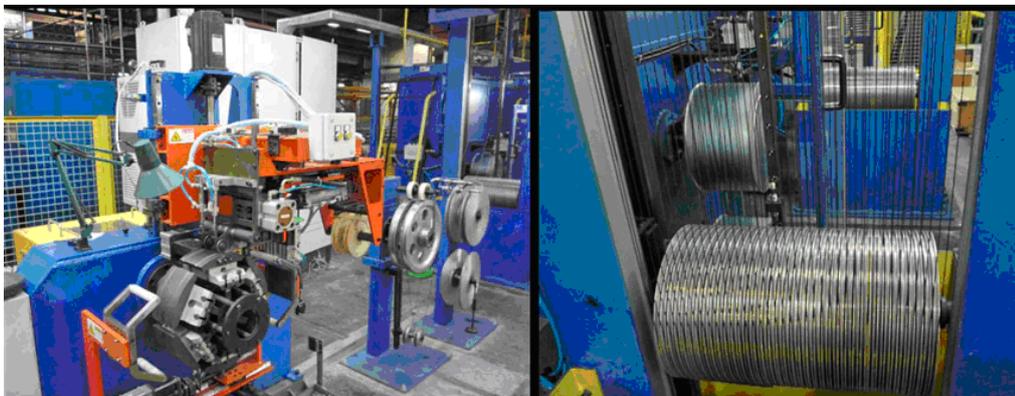
Figura 2.9 Innerliner.

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.8 Construcción de pestañas

Las pestañas para llantas radiales están formadas por núcleo y relleno, para llantas bias además de estos se requiere de la bandera; que es una capa de nylon que cubre toda la pestaña y sirve como refuerzo.

La construcción del núcleo se realiza en la máquina hexabead, la cual requiere alambres recubiertos de cobre, los cuales favorecen la adhesión al compuesto de caucho, estos se agrupan para luego pasar al proceso de calandrado. Una vez listo el núcleo 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.

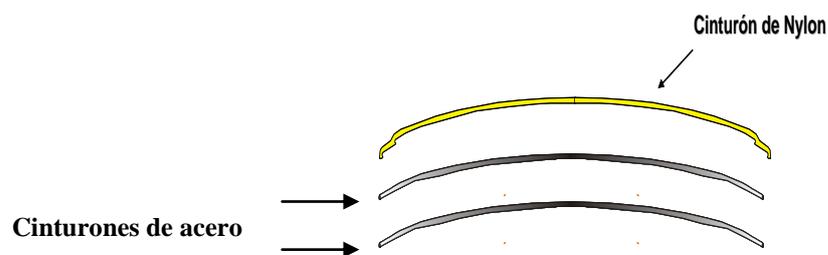
Fotografía 2.9 Máquina Hexabead.

2.2.9 Construcción de breaker o cinturón 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”. Estos se utilizan solo para la construcción de llantas radiales.

Figura 2.10 Cinturones.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.10 Construcción de la llanta

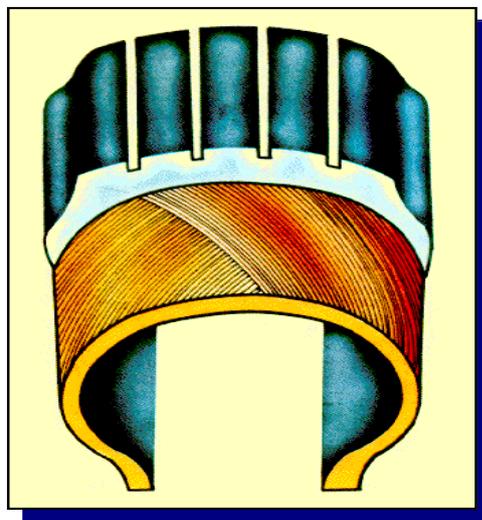
Una vez que se tienen todos los materiales necesarios se pasa a construir la llanta, que es la integración de los componentes, formando así la llanta verde.

Es importante recalcar que hasta este proceso se pueden recuperar los materiales, ya que, una vez vulcanizada la llanta no es posible hacerlo. Al tener dos tipos de llantas; bias y radial se tienen dos formas de construcción diferentes explicadas en los siguientes puntos.

2.2.10.1 Construcción de llantas bias

Este proceso se realiza en una sola etapa, en donde el operador debe colocar los diferentes elementos que la conforman, estos son: pestañas, bandas, pliegos, chafer (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 2.11 Construcción de llantas bias.

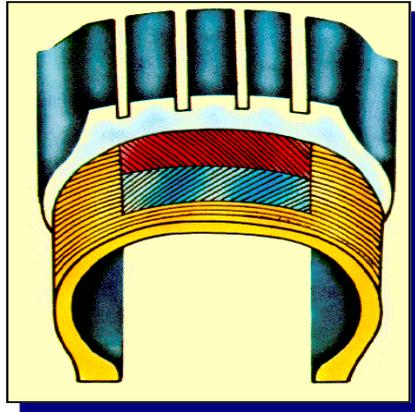


Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.10.2 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 2.12 Construcción de llantas radiales.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Fotografía 2.10 Máquina Carcasera



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

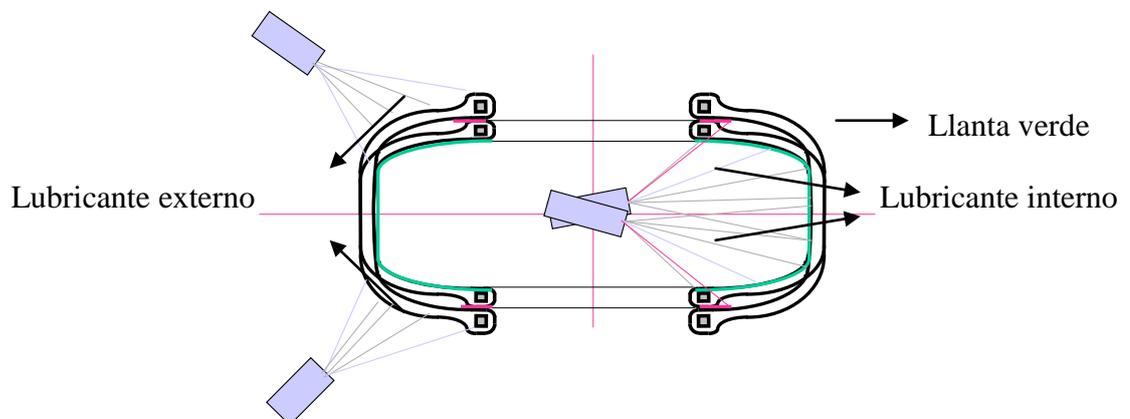
Fotografía 2.11 Máquina Expander



2.2.11 Lubricación

La llanta verde debe estar correctamente lubricada, tanto en la parte interna como externa, 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 2.13 Lubricación.

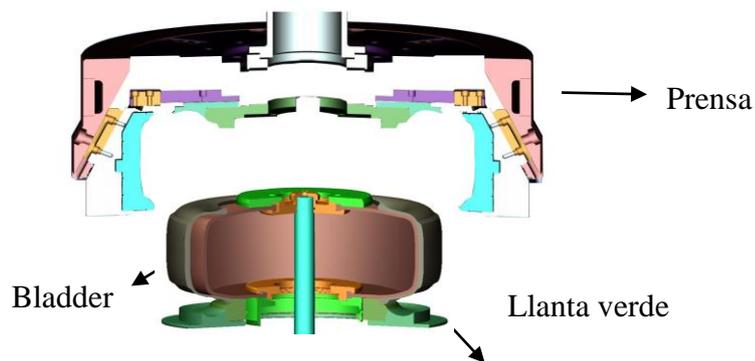


Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.12 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 2.14 Vulcanización.



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.2.12.1 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.

2.2.12.2 Bladder

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

2.2.12.3 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.

2.2.13 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 2.15 Inspección visual



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho SA.

A continuación se explicará más detalladamente el proceso de acabado final.

2.3 Proceso de acabado final

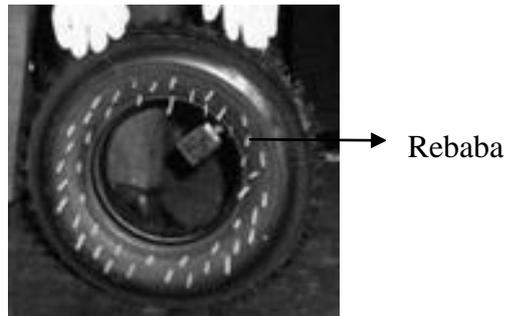
Una vez que la llanta está vulcanizada pasa por bandas transportadoras, las cuales llevan el producto hacia el área de rebarbeo, aquí es donde empieza el proceso de acabado final.

2.3.1 Rebarbeo

Es la acción de eliminar las rebabas presentes en las llantas. Al área de rebarbeo llegan todas las llantas vulcanizadas, siendo estas de tipo radial o bias, para pasajero y camioneta, las que son para camión llegan a otro lugar.

En el área, el trabajador o rebarbeador quita el exceso de caucho producido en la vulcanización llamado rebaba, luego de hacerlo envía el neumático hacia un carrusel donde espera para ser revisado por primera vez.

Fotografía 2.12 Rebaba de una llanta



2.3.2 Primera inspección

Primera inspección es el área donde se clasifican las llantas luego de ser rebarbeadas, estas son identificadas como llantas en buen estado (ok), para reparar y scrap o desecho.

Aquí trabajan tres inspectores quienes examinan visualmente la parte interna y externa de cada uno de los neumáticos colocados en el carrusel. El carrusel tiene la función de mantener circulando, en el área, a todas las llantas que llegan a él.

Los inspectores cuentan con dos bandas transportadoras las cuales facilitan la clasificación, en una banda colocan las llantas OK y en la otra las llantas scrap y reparación radial.

Primero, se identifica si es una llanta bias o radial.

2.3.2.1 Inspección llanta bias

En el proceso de inspección de una llanta bias, el inspector verifica que la llanta esté en buenas condiciones (llanta ok). En este caso se paletiza y se envía al siguiente proceso.

Cuando la llanta presenta defectos, el inspector debe identificar si es o no scrap.

- Si es scrap se la coloca en la banda correspondiente y ésta la lleva al área de producto no conforme.
- Si no es scrap se la envía al área de reparación bias.

2.3.2.2 Inspección llanta radial

El proceso de inspección de una llanta radial es similar al de una bias. La diferencia es que cuando una llanta es aprobada es colocada en la banda de productos OK, ésta la transporta hacia un área de almacenamiento donde se las organiza para luego pasarlas por las máquinas TUO y TUG.

Si una llanta es scrap o para reparar, se la coloca en la banda transportadora que la lleva al área correspondiente.

2.3.3 Producto no conforme

Las llantas que llegan al área de producto no conforme (scrap) son aquellas que no cumplen con las especificaciones establecidas. Como se explicó anteriormente, pueden ser bias o radial, en el lugar el trabajador utiliza una máquina que la corta o divide por la mitad, luego de hacerlo se la desecha o dona a personas que trabajan con el caucho vulcanizado, generalmente para artesanías.

Se divide al neumático por la mitad para que al enviarlo a la basura no sea recogido, vendido y utilizado.

2.3.4 Reparación

En la compañía existe un área de reparación para llantas bias y un área de reparación para llantas radiales. Se explica a continuación:

2.3.4.1 Reparación de llantas bias

Como el nombre lo indica, aquí se reparan según el defecto que presenten, las llantas de tipo bias. Luego de ser reparada vuelve pasar por el área de primera inspección y se repite el proceso.

2.3.4.2 Reparación de llantas radial

En el área se reparan las llantas radiales, según el defecto que éstas presenten. A diferencia de las llantas bias, luego de ser reparadas se pintan las caras laterales de color negro y se coloca un punto verde en la parte del rodamiento que sirve para identificar que es una llanta reparada por lo tanto de reposición, se vuelve a inspeccionar y repetir el proceso.

Una llanta que ha sido reparada ya no puede ser para Equipo Original, es enviada para reposición.

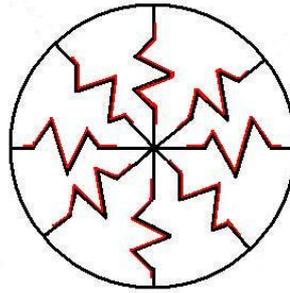
2.3.5 Máquinas TUO y TUG

A ésta área llegan sólo llantas tipo radiales, las cuales son revisadas al 100% por la máquina TUG (llantas para auto) y por la TUO (llantas para camioneta) éstas las clasifican para Equipo Original, Reposición y Scrap marcándolas con uno, dos y tres puntos respectivamente.

Las máquinas TUO y TUG sirven para clasificar y medir la uniformidad de la llanta, simulan las condiciones de carga y presión del neumático en servicio, miden las fuerzas o deformaciones que luego se traducen en vibraciones, serpenteo o deriva.

Un neumático es uniforme cuando todas sus partes son iguales a lo largo de su desarrollo, es por eso que idealmente se lo puede ver como un conjunto de resortes iguales, como se indica en la figura.

Figura 2.16 Llanta uniforme



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

Si una llanta tiene problemas de uniformidad, al ser usada, afecta al andar del vehículo. Los problemas de uniformidad son de tres tipos:

- Estructurales
- De distribución de masas
- Geométricos

2.3.5.1 Problemas estructurales

Dentro de los problemas estructurales están:

- Variación de fuerza radial
- Variación de fuerza lateral
- Conicidad

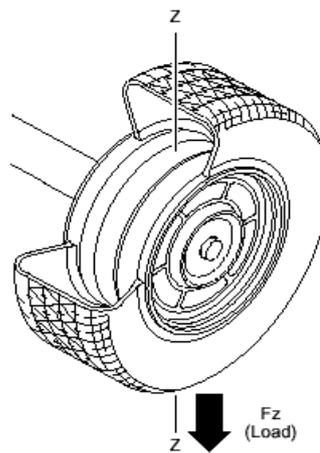
2.3.5.1.1 Variación de fuerza radial

Es la diferencia de rigidez entre las diferentes partes del neumático, causada por bultos o depresiones que ocasionarán vibraciones cuando el neumático ruede. Se manifiesta en vibraciones que se transmiten del neumático a la dirección, carrocería y

volante. A medida que se aumenta la velocidad del vehículo las vibraciones pueden aumentar en intensidad o desaparecer.

Fuerza radial es la fuerza vertical ejercida entre la llanta y el camino (o la rueda de carga de la máquina). La fuerza radial es perpendicular al camino. Este es el eje donde la fuerza radial (F_z) es aplicado a la llanta.⁷

Figura 2.17 Sentido de la fuerza radial



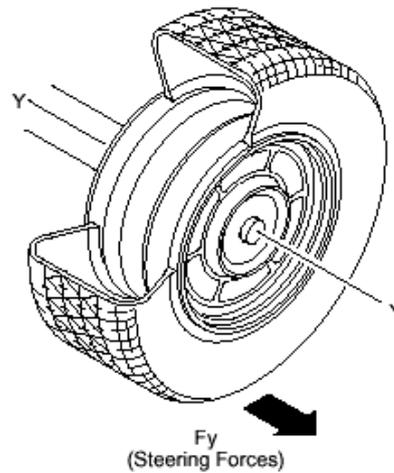
Fuente: Continental, Tire Uniformity Operator Training Manual

2.3.5.1.2 Variación de fuerza lateral

Es la tendencia del neumático de ir de un lado al otro mientras se conduce en línea recta. La fuerza lateral se manifiesta como una oscilación del volante y vibraciones en el volante y carrocería cuando el vehículo circula a alta velocidad.

Fuerza lateral es la fuerza dirigida de lado a lado a lo largo del eje de rotación entre la llanta y el camino (o la rueda de carga de la máquina). La fuerza lateral (F_y) es aplicada a la dirección del vehículo.⁸

^{7, 8} Continental. *Tire Uniformity Operator Training Manual*. 1994

Figura 2.18 Sentido de la fuerza lateral

Fuente: Continental, Tire Uniformity Operator Training Manual

2.3.5.1.3 Conicidad

Es la tendencia del neumático a desviar su trayectoria hacia un lado o hacia otro. Por esto se dice que existe conicidad positiva o negativa, dependiendo para que lado sea la deriva.

2.3.5.2 Problemas de distribución de masas

Dentro de los problemas de distribución de masas se tiene:

- Desbalanceo estático
- Desbalanceo dinámico

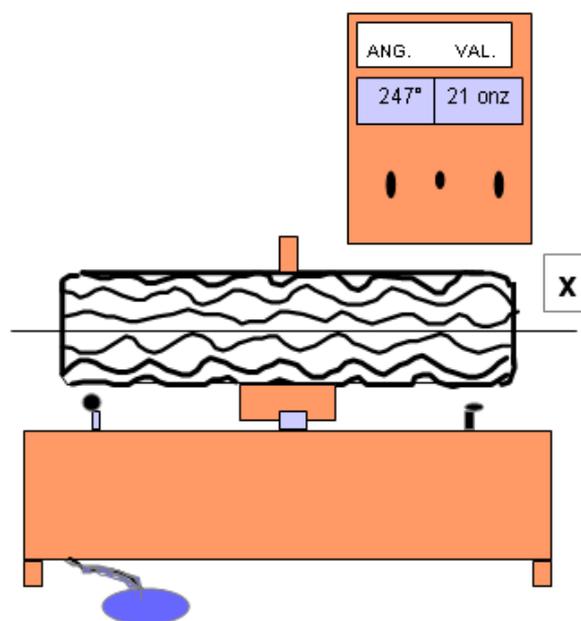
Si no se compensan, tanto al desbalanceo estático como al desbalanceo dinámico, generan vibraciones en el andar.

2.3.5.2.1 Desbalanceo Estático

Es originado por zonas pesadas en una cubierta, variación de espesores y condiciones de regulación de las máquinas armadoras y vulcanizadoras. Este problema puede ser compensado colocando plomos de balanceo en las pestañas de la llanta.

La máquina mide el desbalanceo estático mediante la presencia de masas irregulares en el plano del rodamiento (eje x).

Figura 2.19 Medición desbalanceo estático

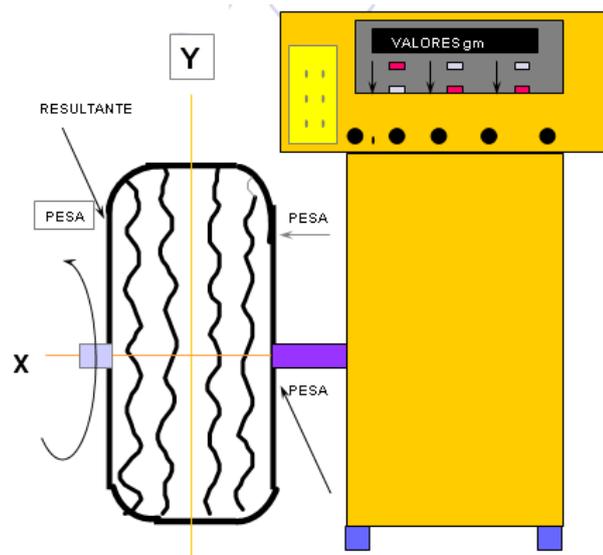


Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.3.5.2.2 Desbalanceo Dinámico

Es originado por el desplazamiento del eje de fuerzas lo que genera fuerzas centrífugas que no se anulan. Básicamente el viboreo de la cintura provoca el desbalanceo dinámico.

La máquina mide la presencia de masas irregulares en el plano $x - y$.

Figura 2.20 Medición desbalance dinámico

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.3.5.3 Problemas geométricos

Los problemas geométricos se presentan por:

- Run-Out Radial
- Run-Out Lateral

2.3.5.3.1 Run-Out Radial

Es la falta de redondez del neumático.

2.3.5.3.2 Run- Out Lateral

Es el alabeo de un costado del neumático al girar.

2.3.6 Balanceo

Al área de balanceo llegan los neumáticos clasificados como Equipo Original, por las máquinas TUO y TUG, marcados con un punto amarillo. Aquí se balancean el 100% de las llantas de Equipo Original y por muestreo las llantas de reposición.

El balanceador debe comparar los resultados obtenidos en la balanceadora con los de especificación. De acuerdo con los datos obtenidos se clasifica en Equipo Original, Reposición o scrap por balanceo. A continuación se indica como se procede en cada uno de los casos.

Fotografía 2.13 Balanceadora



Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

2.3.6.1 Equipo Original por balanceo

Cuando una llanta es clasificada como Equipo Original, el balanceador coloca una marca OE y punto bajo externo, luego la coloca en una banda transportadora que la lleva hasta donde está el trabajador de segunda inspección.

2.3.6.1.1 Marcación Equipo Original

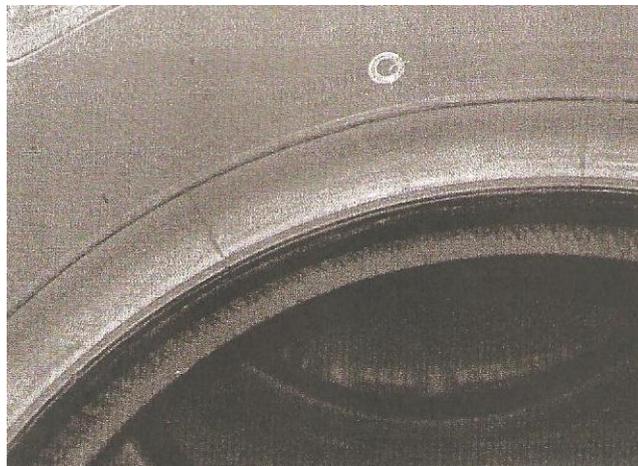
El balanceador tiene un sello OE que lo identifica, con este sello debe marcar la llanta en la parte del rodamiento con pintura color azul.

2.3.6.1.2 Marcación punto bajo externo

Punto bajo externo es la ubicación externa del punto más liviano que tiene la llanta en sus 360°, el cual es determinado por la máquina balanceadora que indica el lugar donde se debe poner el contrapeso de valor igual al señalado por ella para lograr el balanceo perfecto.

El balanceador debe marcar la llanta en el lado inferior del lateral externo con el sello (circulo hueco de color azul).

Fotografía 2.14 Sello punto bajo



2.3.6.2 Reposición por balanceo

Cuando una llanta es clasificada como reposición, se marca con un punto verde que la identifique y se coloca en otra banda transportadora la cual la lleva hasta el área de prebodega donde es almacenada en un rack para luego enviarla a los distribuidores.

2.3.6.3 Scrap por balanceo

Cuando una llanta es clasificada como scrap, el operador separa la llanta para luego llevarla al área de producto no conforme donde es entregada al inspector de calidad mismo que la clasifica y registra.

2.3.7 Segunda inspección

Como se indicó anteriormente a segunda inspección llegan las llantas clasificadas por balanceo como Equipo Original, aquí los inspectores vuelven a verificar que la llanta esté en perfecto estado interna y externamente, para hacerlo ellos deben verla y tocarla al mismo tiempo que la giran. Deben usar los criterios de rechazo establecidos por la norma QMD de calidad.

2.3.7.1 Equipo Original por segunda inspección

Las llantas que resulten de Equipo Original luego de la segunda inspección, deberán ser selladas con la identificación, CARE color azul, del inspector que debe estar ubicada junto al sello OE, luego debe ser colocada en un rack que contenga llantas del mismo tamaño y diseño para que sean ingresadas al área de prebodega.

2.3.7.2 Reposición por segunda inspección

Si una llanta es reposición en la segunda inspección, se le debe borrar el sello OE y el punto amarillo marcado en las máquinas TUO y TUG para luego colocar un punto verde que indicará que es reposición y situarla en la banda transportadora que la llevará al área de prebodega.

2.3.7.3 Reparación o Scrap por segunda inspección

Las llantas con defectos menores para reparación o scrap encontradas en segunda inspección se deben separar para luego ser entregadas al inspector de calidad quien las clasificará, registrará e ingresará al área correspondiente.

Conclusión

La compañía ha tenido varios años de experiencia fabricando neumáticos tipo convencionales y un poco menos de tipo radial, sin embargo aún tienen la obligación de mejorar cada vez más sus productos y procesos, por medio de este capítulo se conocieron los aspectos más importantes sucedidos en la empresa y cada uno de los procesos utilizados para elaborar sus productos.

Al concluir este capítulo se puede tener una idea general de la manera en que fabrican las llantas y de manera explícita cuál es el funcionamiento del proceso de acabado final con todos sus subprocesos. Este conocimiento nos servirá como guía para darnos cuenta en qué lugar se están produciendo los daños.

CAPITULO III

LLANTAS DE EQUIPO ORIGINAL, DEFECTOS Y ANÁLISIS

Introducción

En el capítulo II se habló de la empresa y los procesos para elaborar las llantas bias y radial, dentro del tipo de llantas radial existen las que son fabricadas para “Equipo Original”, dichos neumáticos son a los que se le realizará el estudio de defectos, por esto en el presente capítulo se explica detalladamente cuáles son estas llantas y cada uno de los defectos que pueden presentarse en ellas junto con fotografías ilustrativas.

Otra parte de este capítulo comprende el análisis realizado dentro del área de acabado final sobre los defectos allí presentados. Aquí se muestra los datos recolectados y resultados de la investigación.

3.1 Llantas de Equipo Original

Se llama “Equipo Original” al grupo de llantas fabricadas de manera especial para sus principales clientes que son ensambladoras de carros.

Las llantas de Equipo Original son sometidas a un control de calidad muy estricto debido a que serán utilizadas en autos y camionetas 0 kilómetros.

Estos neumáticos tienen una perfecta apariencia tanto interna como externa, además se caracterizan por mantener un excelente funcionamiento, es decir, por no presentar ningún problema al ponerse en marcha.

3.1.1 Clientes

- Las llantas de Equipo Original son fabricadas para las siguientes ensambladoras: Elasto
- Maresa
- Aymesa
- Autospeed
- Renovallanta

Estos clientes requieren que la fábrica verifique el funcionamiento de cada uno de los neumáticos antes de que les sean entregados, para que al usarlos no presenten o causen problemas como:

Tabla 3.1 Requerimientos de clientes

PROBLEMA	VERIFICACIÓN
Mala apariencia	1 ^{ra} y 2 ^{da} inspección
Ruido	2 ^{da} inspección
Golpeteos	Balanceo
Vibraciones (F.Radiales)	TUO/TUG
Veri – Veri (F. Laterales)	TUO/TUG
Impulsos Laterales + , - (Conicidad)	TUO/TUG
Protuberancias laterales	TUO/TUG
Depresiones laterales	TUO/TUG
Redondez de la llanta	TUO/TUG
Desgastes prematuro o irregular	Rayos X

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho

La tabla 3.1 indica los problemas que pueden presentarse en todas las llantas, particularmente, en las destinadas para Equipo Original y las áreas dentro de la compañía en las que verifican su estado antes de ser entregadas a los clientes.

3.1.2 Tipos de llantas

Para Equipo Original existen sólo llantas radiales, se las fabrica para autos (pasajero) y camionetas.

Estas llantas son identificadas y clasificadas con los siguientes nombres, cuya nomenclatura explicaré posteriormente.

3.1.2.1 Llantas para pasajero

- 185/60 R14 82H CONTI POWER CONTACT
- 185/60 R14 CROSS CONTACT 1
- 195/55 R15 CROSS CONTACT 1
- 175/70 R13 ALTIMAX RT

3.1.2.2 Llantas para camioneta

- 235/60 R16 4X4 CONTACT
- 245/75 R16 GRABBER SUV
- 255/70 R16 GRABBER SUV
- 205/75 R15 GRABBER SUV
- 245/70 R16 CROSS CONTACT

- 225/70 R15 VANCO
- LT 195 R14 C200 PR-10
- 255/70 R16 CROSS CONTAC
- 215/65 R16 CROSS CONTACT
- 245/75 R16 GRABBER HTS
- 255/70 R16 GRABBER HTS

Los nombres expresados anteriormente indican el tamaño, aro y diseño de las llantas, a continuación se explica cómo identificarlas.

3.1.3 Identificación

Para diferenciar entre las llantas radiales y las bias se utiliza cierta nomenclatura, la cual se marca al momento de la vulcanización con la ayuda de los moldes quienes le dan la forma, diseño e identificación.

Dicha identificación está situada en el lateral del neumático tal como lo indica la Norma Técnica Ecuatoriana INEN.

3.1.3.1 Nomenclatura llantas bias

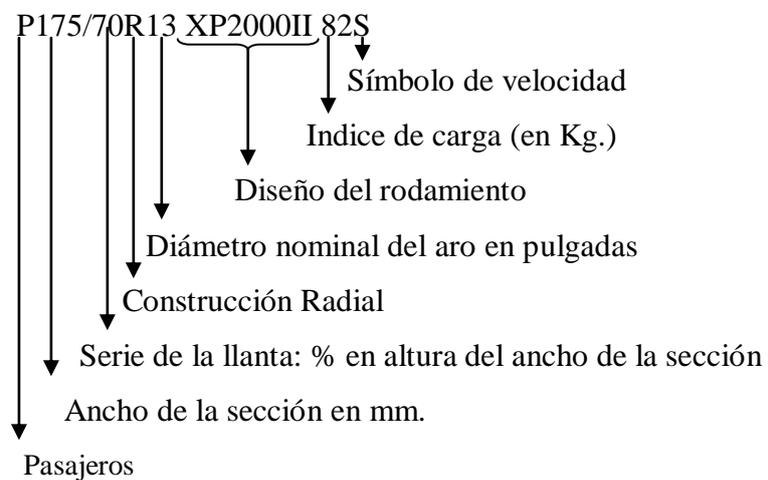
La identificación marcada en el lateral de las llantas bias utiliza una nomenclatura que indica el ancho del rodamiento (sección) medido en pulgadas, el diámetro del aro, el diseño del rodamiento y su capacidad de resistencia.



3.1.3.2 Nomenclatura llantas radiales

Existen distintas identificaciones para los diferentes diseños de las llantas radiales, de manera general se indica la nomenclatura en la que está presente:

La letra P la cual expresa que es una llanta tipo pasajero, el ancho del rodamiento (sección) expresado en milímetros, la altura del rodamiento también medido en milímetros, la letra R indica que es una llanta radial, el diámetro del aro de la llanta, el diseño del rodamiento, la carga que soporta en kilogramos, y la letra S indica que es una llanta para alta velocidad.



Para el caso de las llantas de Equipo Original, en la identificación están presentes sólo los datos de ancho y altura del rodamiento, la letra R de radial, el diámetro del aro y el diseño del rodamiento.

3.2 Defectos

Los defectos generalmente afectan a la apariencia de la llanta más que al funcionamiento de la misma, sin embargo son requerimientos del cliente por lo tanto hay que cumplirlos a cabalidad.

3.2.1 Clasificación de defectos

Estos defectos son los criterios que se utilizan para aceptar o rechazar a los neumáticos destinados a los clientes de Equipo Original.

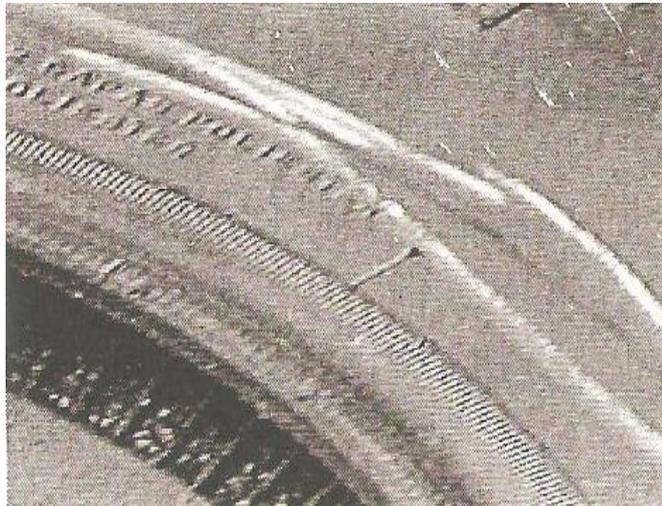
Los defectos que se presentarán a continuación tienen que ser controlados por los trabajadores pertenecientes a las áreas de primera inspección, balanceo y segunda inspección.

Las máquinas TUO y TUG no verifican o clasifican basándose en éstos defectos.

3.2.1.1 Raja de flujo

No se aceptan ranuras de flujo que tengan más de 2 milímetros de profundidad, 3 milímetros de ancho y 10 milímetros de largo, además si estas son perceptibles a simple vista a 1 metro de distancia y si se presentaren en más de dos áreas.

Fotografía 3.1 Raja de flujo

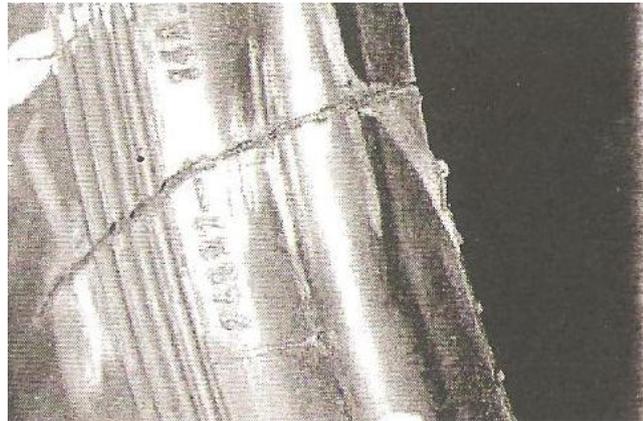


Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A.

3.2.1.2 Materia extraña caucho

No se acepta residuos de caucho extraño al original en cualquier lado de la llanta, si es perceptible a simple vista a 1 metro de distancia, además si existe fuga de aire.

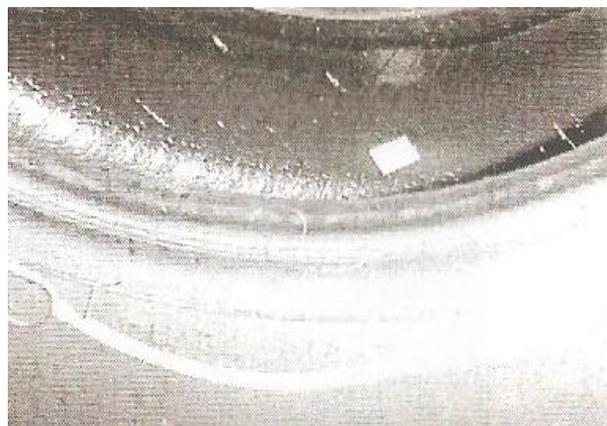
Fotografía 3.2 Caucho sobre pestaña



3.2.1.3 Materia extraña no caucho

No se acepta residuos de cualquier material en ninguna parte del neumático, peor aún si existe fuga de aire.

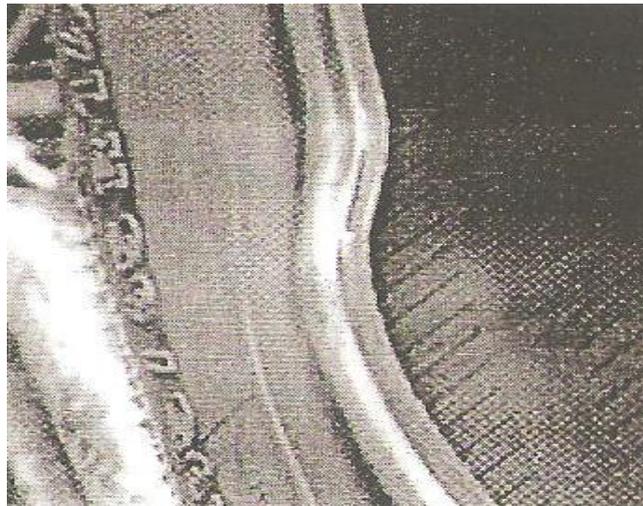
Fotografía 3.3 Materia extraña no caucho



3.2.1.4 Pestaña torcida

No es aceptado que la llanta presente en cualquier parte de la pestaña una desviación o torcedura.

Fotografía 3.4 Pestaña torcida



3.2.1.5 Livianos en pestaña

No se acepta que una llanta presente livianos con profundidad de 2 milímetros o más, ancho de 3 milímetros o más, largo de 15 milímetros o más, tampoco si existe fuga de aire.

Fotografía 3.5 Liviano en pestaña



3.2.1.6 Pestaña cortada

No se acepta una llanta que presente cortes de más de 2 milímetros de profundidad, más de 3 milímetros de ancho y más de 10 milímetros de largo, además si existe fuga de aire.

Fotografía 3.6 Pestaña cortada



3.2.1.7 Ampollas en pestaña

No se acepta llantas que presenten ampollas con más de 8 milímetros de ancho, además si no son superficiales.

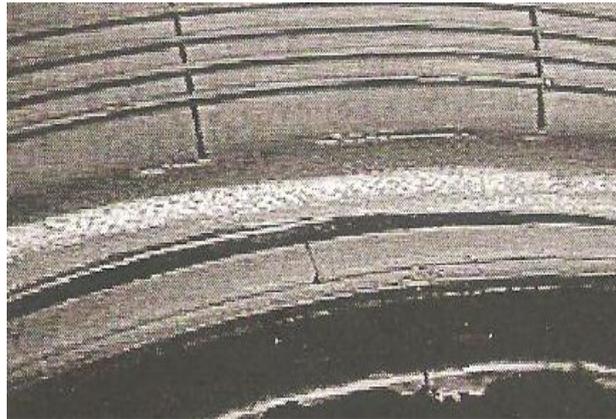
Fotografía 3.7 Ampolla en pestaña



3.2.1.8 Liviano entre talón y línea de aro

No se aceptan livianos que tengan más de 2 milímetros de profundidad, 3 milímetros de ancho y más de 20 milímetros de longitud, además si al montar las llantas los livianos no se cubren.

Fotografía 3.8 Liviano entre el talón y la línea el aro



3.2.1.9 Tetillas sin recortar

No se acepta, tetillas que tengan más de 3 milímetros de alto, además si existe fuga de aire.

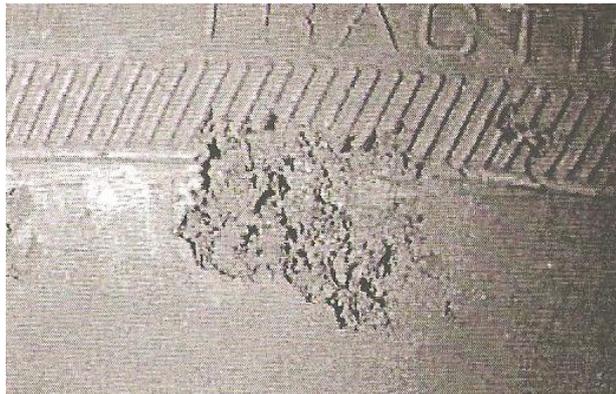
Fotografía 3.9 Tetillas sin recortar



3.2.1.10 Materia extraña en lateral

No se aceptan materias extrañas que tengas más de 2 milímetros de profundidad y diámetro mayor a 15 milímetros. Además no debe ser perceptible a simple vista a 1 metro de distancia.

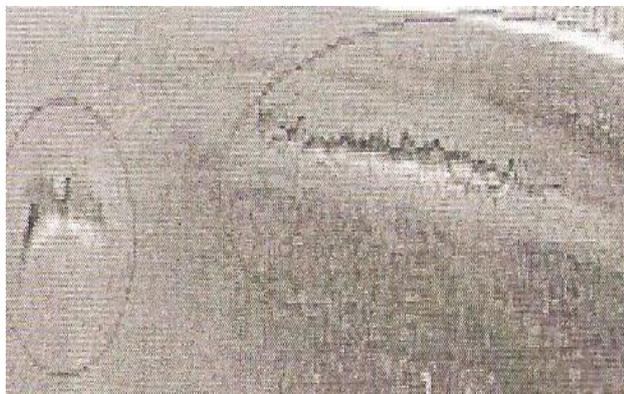
Fotografía 3.10 Materia extraña en lateral



3.2.1.11 Liviano en lateral

No se acepta livianos en el lateral, además si son perceptibles a simple vista a 1 metro de distancia y afectan al diseño y/o leyenda.

Fotografía 3.11 Livianos en lateral



3.2.1.12 Raja de flujo en lateral

No se aceptan rajas mayores a 5 milímetros de longitud. Además si son perceptibles a 1 metro de distancia.

Fotografía 3.12 Raja de flujo en el lateral



3.2.1.13 Lateral cortado

No se aceptan cortes de más de 2 milímetros de espesor, 3 milímetros de ancho y 10 milímetros de largo. Además que sea perceptible a simple vista a 1 metros de distancia.

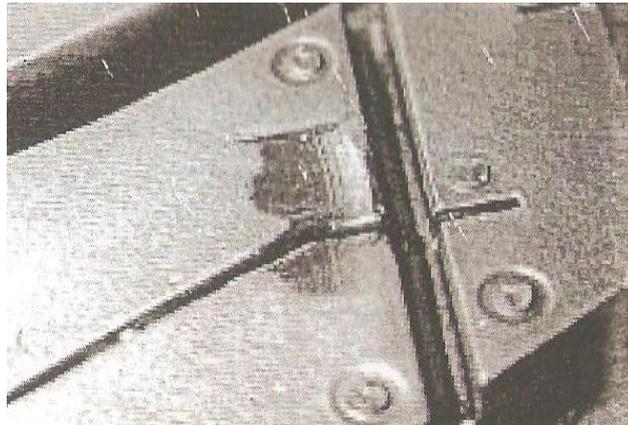
Fotografía 3.13 Lateral cortado



3.2.1.14 Livianos en rodamiento

No se aceptan livianos que tengan más de 2 milímetros de profundidad y que sean perceptibles a simple vista a 1 metro de distancia.

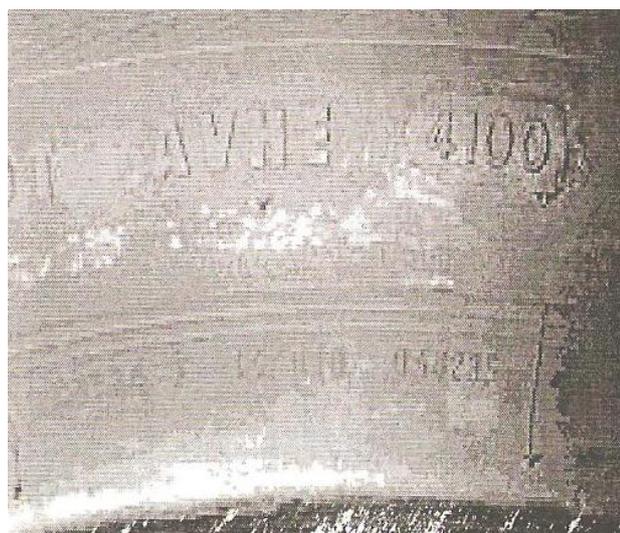
Fotografía 3.14 Livianos en rodamiento



3.2.1.15 Molde sucio

No se acepta cuando sea perceptible a simple vista a 1 metro de distancia.

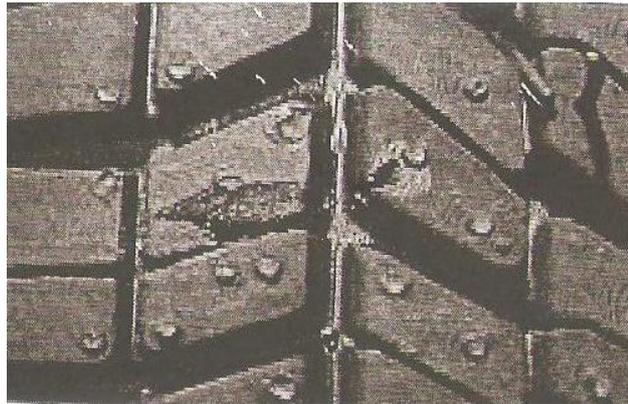
Fotografía 3.15 Molde Sucio



3.2.1.16 Materia extraña en rodamiento

No se acepta materia extraña que tenga más de 2 milímetros de profundidad y 3 milímetros de diámetro. Además no debe ser perceptible a simple vista a 1 metro de distancia.

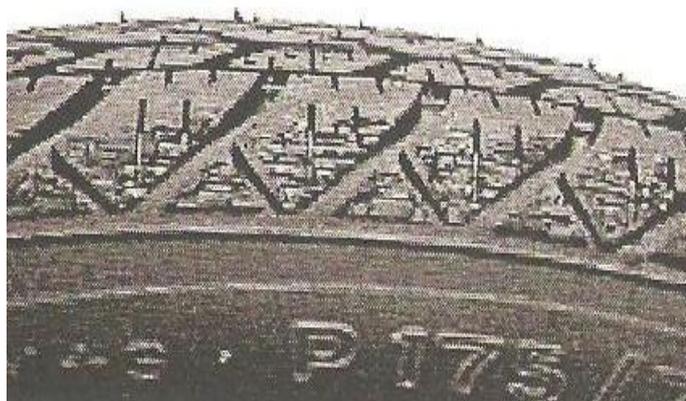
Fotografía 3.16 Materia extraña en rodamiento



3.2.1.17 Rodamiento cortado

No se acepta si tiene más de 2 milímetros de profundidad, 3 de ancho y 30 milímetros de largo. Además si son profundos y son apreciables a simple vista a 1 metro de distancia.

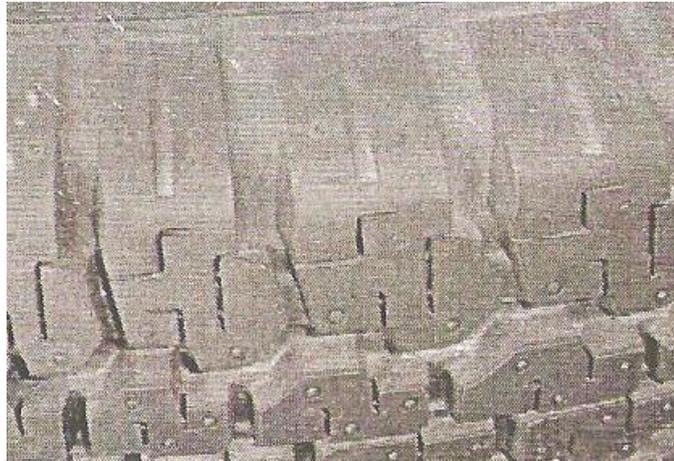
Fotografía 3.17 Rodamiento cortado



3.2.1.18 Desgaste

No se aceptan llantas con desgaste en rodamiento o lateral.

Fotografía 3.18 Desgaste



3.2.1.19 Deformadas

No se aceptan llantas que estén deformadas.

Fotografía 3.19 Llanta deformada



3.2.1.20 Huellas de bladder

No se aceptan llantas que presenten huellas de bladder y si éstas son apreciables a simple vista a 1 metro de distancia.

Fotografía 3.20 Huellas de bladder



3.2.1.21 Reparadas

No se aceptan llantas que hayan sido reparadas.

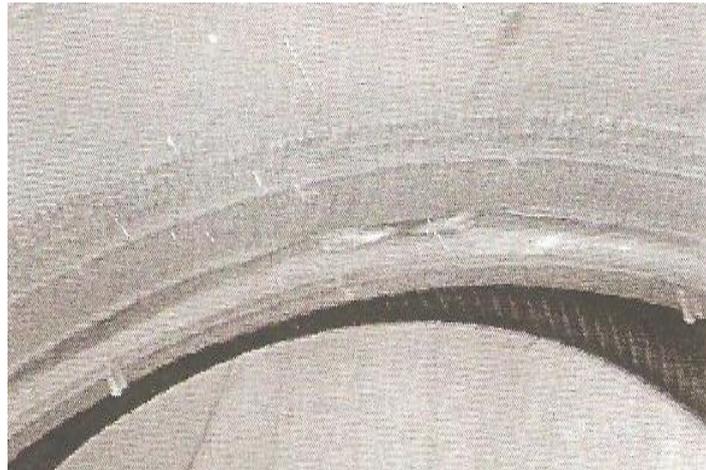
Fotografía 3.21 Llanta reparada



3.2.1.22 Rebaba en pestaña

No se aceptan rebabas de más de 1 milímetro de calibre y 15 milímetros de alto que sean fácilmente cortables o que no estén pegadas a la pestaña.

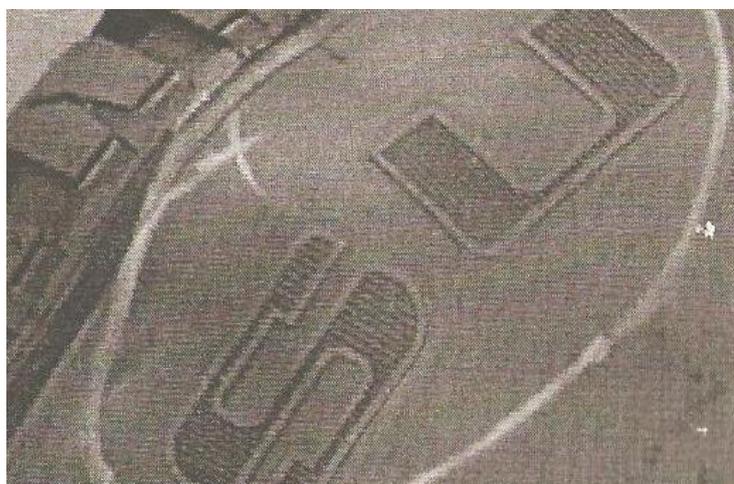
Fotografía 3.22 Rebaba en pestaña



3.2.1.23 Protuberancias y depresiones

No se aceptan llantas que presenten protuberancias y depresiones en cualquiera de sus partes.

Fotografía 3.23 Protuberancias y depresiones



3.2.1.24 Pestaña cortada en el momento de ensamblar

No se aceptan pestañas cortadas en el momento de ensamblar. Es considerado como defecto de fabricación.

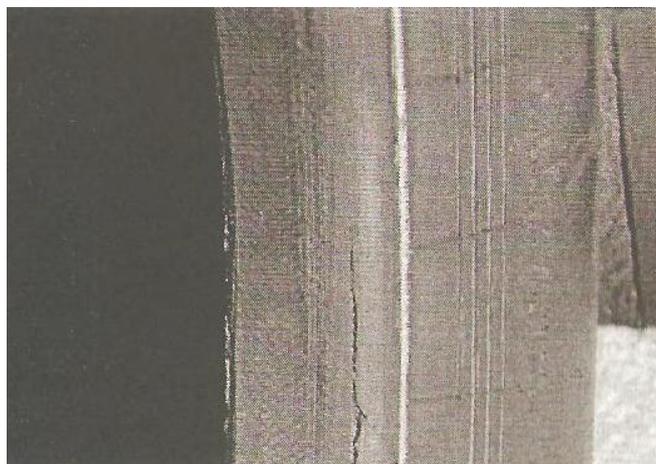
Fotografía 3.24 Pestaña cortada en el momento de ensamblar



3.2.1.25 Cortes, rayaduras de transporte y livianos

No se aceptan cortes, rayaduras de transporte y livianos si la dimensión de estas es mayor a 10 milímetros, además si son perceptibles a 1 metro de distancia. Ralla

Fotografía 3.25 Cortes, rayaduras de transporte y livianos



3.2.1.26 Desbalanceadas

No se aceptan llantas que estén desbalanceadas, o sea, que sobrepasan los valores máximos de desbalanceo.

Para que exista un balanceo perfecto, la balanceadora debe marcar cero en ambos lados de la llanta, cabe recalcar que son muy pocas las llantas perfectamente balanceadas. A continuación presento la tabla con los límites de aceptación.

Tabla 3.2 Límites de desbalanceo

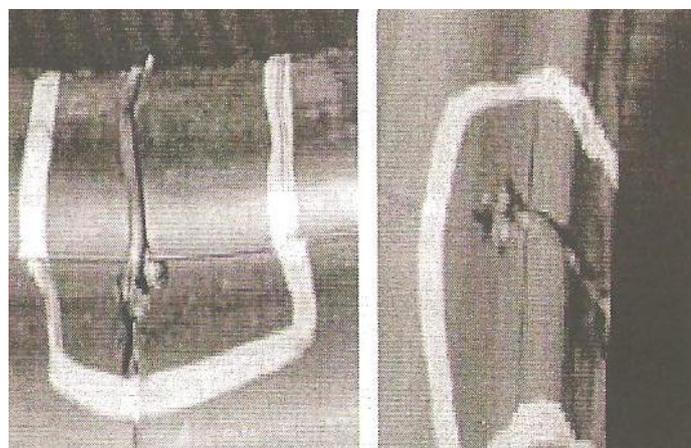
Llanta	Equipo Original	Reposición	Scrap
Pasajero	≤ 60	≤ 90	> 90
Camioneta	≤ 70	≤ 130	>130

Fuente: Compañía Ecuatoriana del Caucho

3.2.1.27 Surco en pestañas

No se aceptan surcos en la pestaña.

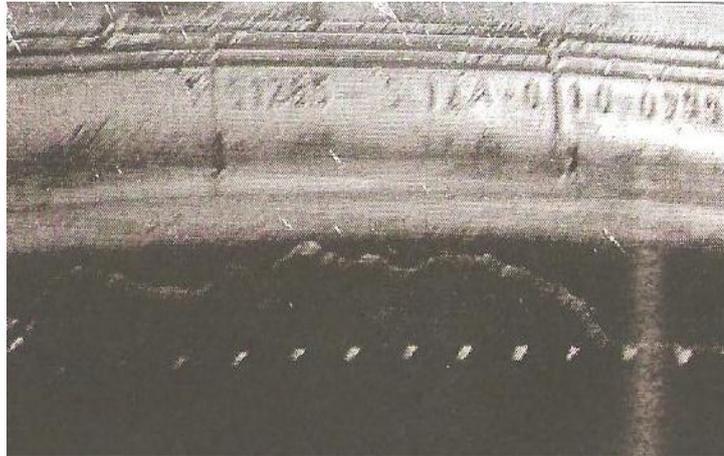
Fotografía 3.26 Surco en pestañas



3.2.1.28 Molde sucio base de la pestaña

No se aceptan llantas que presenten molde sucio en la base de la pestaña.

Fotografía 3.27 Molde sucio en la base de la pestaña



3.2.2 Códigos de defectos

Para facilitar la documentación de las imperfecciones presentes en las llantas, se utilizan códigos que indican la clase de defecto identificado. Estos códigos son provenientes de la Continental en Alemania.

Se clasifican en:

- (0) Todo
- (1) Área de Rodamiento
- (2) Línea de Partición
- (3) Área del lateral
- (4) Área de la Pestaña

- (5) Área de la Carcasa
- (6) Mecánico
- Misceláneos

3.2.2.1 (0) Todo

(0) TODO (QMD 30620)	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO
01	Dañado en rebarbeo /pulido
02A	Materia extraña-Caucho
02B	Materia extraña-no caucho
02C	Materia Extraña-Lubricante
03	Defecto general de construcción
04	Defecto general de preparación
05	Llanta scrap/ llanta de control (QM, PI, Prod)
06	Llanta scrap /llanta de control (CTD R&R)
09	Otros/ diversos

3.2.2.2 (1) Área de Rodamiento

(1) ÁREA DEL RODAMIENTO (QMD 30621)	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO
10	Soplo en rodamiento/ampolla
11	Grietas, rajas en rodamiento
12	Livianos en rodamiento
13	Empalme de rodamiento defectuoso
14	Cuerdas visibles bajo rodamiento

3.2.2.3 (2) Línea de Partición

(2) LÍNEA DE PARTICIÓN (QMD 30622)	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO
20	Soplo en zona de partición
21	Grietas, rajas en zona de partición Lateral/Rodamiento
22	Livianos en rodamiento zona de partición Lateral/Rodamiento

3.2.2.4 (3) Área del lateral

(3) ÁREA DEL LATERAL (QMD 30623)	
9	DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO
30	Soplo / Ampolla en lateral
31	Grietas, rajadas en lateral
32	Livianos en lateral
33	Empalme lateral defectuoso

3.2.2.5 (4) Área de la Pestaña

(4) ÁREA DE LA PESTAÑA (QMD 30624)	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO
40	Soplo / Ampolla en pestaña
41	Grietas o rajadas en pestaña
42	Liviano en pestaña
43	Empalme abierto rim strip
44	Rebaba rasgada en dedo de pestaña
45	Pestaña angosta-desplazada
46	Rebaba en dedo de pestaña
47	Cuerdas visibles en pestaña

3.2.2.6 (5) Área de la Carcasa

(5) ÁREA DE LA CARCASA (QMD 30625)	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO
50A	Ampollas en carcasa
50B	Ampollas en empalme innerliner
50C	Soplo en terminación de breakers
50D	Soplo entre rodamiento/breaker/pliego-área de corona
51A	Grietas o rajadas en innerliner (circunferencial)
51B	Grietas o rajadas en innerliner (dirección cuerda)
51D	Grietas o rajadas en innerliner diagonal para SSR
52D	Livianos en innerliner diagonal para SSR
53A	Empalme del innerliner abierto
53B	Rajadas en el empalme del innerliner
54	Falla de empalme de pliego
55	Falla de empalme de relleno
56	Cuerdas visibles
57	Cuerdas faltantes, abiertas

3.2.2.7 (6) Mecánico

(6) MECÁNICO (QMD 30626/7)	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO
60	Blazer con hueco
61A	Marcas o huellas de bladder
61B	Superficie bladder rugosa
61C	Grietas o rajas en el bladder (envejecido)
62	Doblez-bladder
63	Pestaña mordida
64	Aire atrapado carcasa-bladder
65	Llanta verde errada / doble llanta
66	Anomalía en el ciclo de cura
67	Corte de energía
68A	Molde anomalía-Sucio
68B	Molde anomalía-Rebaba
68C	Molde anomalía-fuera de registro
68D	Molde anomalía-sipes
68E	Molde anomalía-ventilación
68F	Anomalías en el serial (insert)
68G	Molde poroso
68H	Molde dañado
6A	Deformada/ dañada en prensa
6B	Deformada/ dañada en transportadoras
6C	Pestaña torcida
6D	Pestaña inclinada
6E	Deformada/corona, sobreconformada
6F	Dañada en maquinas de medición
6G	Dañada en montaje de llanta
6H	Cortes o penetración por incrustación del aro

3.2.2.8 Misceláneos

MISCELÁNEOS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO
90A	Radial compuesta (RFV-RFPP)
90B	Radial armónica (1ra)
90C	Radial armónica (2da)
90D	Lateral compuesta (LFV-LFPP)
90E	Conicidad
90F	Runout (radial/lateral)
91A	Balanceo estático
91B	Balanceo dinámico
92	Imperfecciones de pulido
93A	Ampolla (Bulldget)
93B	Depresión (indentation)

3.3 Reclamos de los clientes

A pesar de las estrictas mediciones y verificaciones que se realizan dentro de la compañía para cumplir con los requerimientos de los clientes, existen reclamos de dichos clientes con respecto al no cumplimiento de las especificaciones, o dicho de otra manera, se les ha entregado llantas con defectos.

En lo que va del año 2010 se han registrado 126 reclamos por diferentes inconformidades presentes en las llantas entregadas, entre los más frecuentes y que representan el 82% del total están: reclamos por desbalanceo, liviano en la cara principal, materia extraña, corte en la cara principal, buldget (ampollas) y fuga de aire en el rodamiento.

Lo que se busca con este trabajo de graduación es minimizar los defectos más frecuentes y por ende los reclamos.

En el Anexo 1 se puede observar el diagrama de Pareto que maneja el departamento de calidad, donde se han registrados todos los reclamos hechos por los clientes durante el año 2010, allí se indica cuáles son los más significativos que representan el 80%.

3.4 Cumplimiento de pedidos

La empresa no siempre cumple en totalidad con la entrega de sus pedidos, por el hecho de que existen llantas defectuosas o que no cumplen con alguna especificación y son desechadas o enviadas al mercado de reposición.

Para planificar la producción mensual, la empresa toma en cuenta los pedidos de los clientes, la capacidad de vulcanización y la capacidad de entrega, teniendo claro que la capacidad de entrega es menor a la capacidad de vulcanización.

Por esto se planifica un número de llantas a vulcanizar mayor que el ticket o cantidad de llantas a entregar.

3.4.1 Llantas Equipo Original vulcanizadas

Se vulcanizan mensualmente alrededor de 70500 llantas Equipo Original, de esta cantidad se filtran alrededor del 47 por ciento en las diferentes áreas de verificación y clasificación por haber presentado algún tipo de problema o defecto, éstas llantas son enviadas directamente para reposición, si es necesario las reparan antes de enviarlas o son desechadas si el daño es irreparable.

3.4.2 Ticket

Teniendo en cuenta que no todas las llantas que se han vulcanizado estarán en perfecto estado, se planifica entregar a los clientes en promedio un ticket total de 37500 llantas, sin embargo el ticket planificado no siempre puede ser cumplido debido a la cantidad de llantas defectuosas que se presentan.

En el Anexo 2, se presenta el porcentaje de cumplimiento del ticket para cada tipo de llanta en el mes de Junio del 2010, allí se puede observar que solo el pedido de dos tipos de llantas fueron entregadas totalmente.

3.5 Levantamiento de información sobre los defectos

Luego de conocer cada uno de los defectos que pueden presentarse y los efectos que causan, procedí a recolectar los datos que me ayudarán a identificar los principales defectos ofensores.

Para esto utilicé como método la observación. La observación es técnica de recolección de datos muy socorrida por investigadores de diferentes disciplinas. Consiste en el registro sistemático de comportamientos, relaciones, ambientes o sucesos.

Especialmente la observación busca encontrar categorías y cuantificar su presencia para así entender lo que ocurre en un aspecto, comportamiento, episodio, evento o ambiente.⁹

En este caso se registró el número de veces que se manifestaron los defectos durante las horas de trabajo, en las áreas críticas del proceso de acabado final que son TUO-TUG, balanceo y segunda inspección.

Antes de registrar los datos calculé el tamaño de la muestra y construí una hoja de registro de datos.

3.5.1 Muestra

En la mayoría de investigaciones, se vuelve muy difícil estudiar a toda la población para ello, se toma solamente a un grupo de individuos, al que se denomina muestra, la misma debe ser representativa, es decir deberá tener (en lo posible) todas las características de la población.¹⁰

Hay que tener presente que población es el conjunto de individuos en los que se desea investigar; siendo individuos un conjunto de personas, sucesos, hechos, etc.

Para calcular el tamaño de la muestra, consideré la cantidad de llantas que mensualmente se vulcanizan, consideré también que se trabaja 28 días promedio, por ende puedo decir que se vulcanizan 2518 llantas diariamente.

Calculo: $\text{Llantas día} = 70500 \div 28$

$\text{Llantas día} = 2518$

⁹ HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. *Fundamentos de metodología de la investigación*. 1ra. Edición. México: Editorial McGraw-Hill, 2007.

¹⁰ GUEVARA, Carlos. *Metodología de investigación*. 2da. Edición. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2001. ISBN: 9978-41-580-7.

Este valor de 2518 llantas día lo tomé como población, de aquí se extrajo la porción o muestra, para calcularla utilicé la fórmula¹¹:

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot \sigma^2}{z^2 \cdot \sigma^2 + d^2 (N - 1)}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

z = Nivel de confianza deseado

σ^2 = Varianza

d = Error máximo permisible

Dicho esto, se tiene como Datos:

N = 2518

z = 1,96 (nivel de confianza 95%)

σ^2 = 0,25

d = 0,07

Al aplicar la fórmula obtuve como resultado que el tamaño de la muestra es: n = 182 llantas. Para calcular la cantidad de días que se debían registrar los defectos, se aplicó la misma fórmula y datos con la excepción de N que en ésta vez tendría un valor de 28 días. El resultado es: $n_1 = 25$ días.

¹¹ TOALONGO, Manuel. *Métodos y técnicas de investigación*. 2da. Edición. Cuenca: Universidad del Azuay, 2004.

3.5.2 Hoja de registro de datos

Una manera fácil y ordenada de registrar los datos es trabajar utilizando una hoja de registro de datos.

Para crear la hoja que me ayudó a registrar los defectos, identifiqué primero los lugares donde recogería los datos, estos lugares fueron las áreas de TUO-TUG, balanceadoras, y segunda inspección.

Luego, creí necesario identificar qué llantas se estaban trabajando, la cantidad de llantas enviadas para Equipo Original, Reposición y Scrap.

Pero en el área de segunda inspección no basta con identificar la llanta trabajada y la cantidad de llantas enviadas a las diferentes clasificaciones, es necesario también colocar el tipo de defectos y la cantidad de llantas que se presentan con esos defectos.

También me pareció importante registrar las acciones relevantes de los trabajadores como observaciones y por último la fecha en el que se realizó el registro. Teniendo claro todos los datos que debía buscar, diariamente los anoté en la hoja de registro la cual se puede observar en el Anexo 3.

3.5.3 Datos registrados

A continuación se mostrará la tabla que presenta los datos recolectados.

Tabla 3.3 Recolección de datos

DATOS																																
LLANTAS	TUO TUG			BALANCEO			SEGUNDA INSPECCION																									
	EO	REP	SC	EO	REP	SC	EO	O1	O2A	O2B	O2C	9	12	22	30	32	42	47	50A	50B	53A	6A	6C	6B	61A	63	64	66	68A	68B		
185/60 R14 82H CONTI POWER CONTAC	240	25	3	350	14		299	3	4	15	2	2	7			11	2	1	1			1	1				4	1	17	6		
185/60 R14 CROSS CONTACT 1	43	2	1	62			32	2		1						1						2							6			
195/55 R15 CROSS CONTACT 1	188	7	7	129	16		136	7		2	1		9			1	1							1	2		1		1			
175/70 R13 ALTIMAX RT	274	10	4	117	1		71	1	1	2						1			4								1					
235/60 R16 4X4 CONTACT	46	5		77	32		78	1	5	3		1			1	14	2				1									10		
P245/75 R16 GRABBER SUV	15	1	1	39	14	1	56			8			4			6		1								1			3	4		
P255/70 R16 GRABBER SUV	67	3	0	46	26		93	3		1	1		1	3		3			1	1					2	4						
P205/75 R15 GRABBER SUV	170	8	5	106	43	2	47	6			1			6		9											6	1	3	4		
245/70 R16 CROSS CONTACT	43	3																														
225/70 R15 VANCO	121	2	3	140	38		189	16	3	1	3		2		1	25	1		2				1							6		
LT 195 R14 C200 PR-10	105			51	12	1	62	1		1																			1	2		
255/70 R16 CROSS CONTACT							5						3																			
215/65 R16 CROSS CONTACT	95	2	1	111	24		101	22		5	2	1				3				1						1	1		6			
245/75 R16 GRABBER HTS																																
255/70 R16 GRABBER HTS				37	11		22			1																						
TOTAL	1407	68	25	1265	231	4	1191	62	13	40	10	4	26	9	2	74	6	2	8	2	1	3	2	1	4	6	13	2	53	16		

Para completar la tabla 3.3 se toma en cuenta los cálculos de la muestra, que fueron registrar 182 llantas diarias durante 25 días.

El cuadro contiene los nombres de las llantas Equipo Original, divisiones donde se registraron los datos tomados en las áreas TUO-TUG, balanceo y segunda inspección, la cantidad de llantas Equipo Original (EO), reposición (REP) y scrap (SC), adicionalmente se colocaron los códigos y la cantidad de los defectos que se hicieron presentes para cada tipo de llanta.

Los defectos visuales que se presentaron fueron los siguientes:

Tabla 3.4 Defectos presentados en segunda inspección

O1	Daño en rebarbeo
02A	Materia extraña – caucho
02B	Materia extraña - no caucho
02C	Materia extraña – lubricante
9	Otros
12	Liviano en rodamiento
22	Liviano en zona de partición lateral/rodamiento
30	Ampolla en lateral
32	Liviano en lateral
42	Liviano en pestaña
47	Cuerdas visibles en pestaña
50A	Ampollas en carcasa
50B	Ampollas en empalme innerliner
53A	Empalme de innerliner abierto
6A	Deformada/dañada en prensa
6C	Pestaña torcida
6B	Deformada/dañada en transportadora
61A	Marcas de bladder
63	Pestaña mordida
64	Aire atrapado carcasa – bladder
66	Anomalía en el ciclo de cura
68A	Molde anomalía –sucio
68B	Molde anomalía – rebaba

El código OTROS (09), se refiere a defectos que no tenga un código especificado. En la tabla 3.3 se registran 4 llantas con este código, fueron registradas por presentar defectos como: llanta manchada, líneas de colores del rodamiento fuera de lugar, lateral rayado, lateral con marcas o huellas de bladder.

Las observaciones que se hicieron durante el tiempo de recolección de datos fueron:

- Las máquinas TUO-TUG cuentan con bandas transportadoras que clasifican por si solas a las llantas marcadas como “EO”, “REP”, y “SC”, pero sólo funcionan las bandas para clasificar “EO” y “SC”, es decir, las llantas marcadas como “EO” y “REP” se transportan por la misma banda.
- Las máquinas TUO-TUG no marcan los puntos de identificación “EO” y “REP” claramente, por lo tanto, cuando las llantas llegan para ser paletizadas el trabajador no puede identificar de manera precisa si es una llana Equipo Original o Reposición para colocarla en el lugar correspondiente.
- Cuando las máquinas TUO-TUG marcan claramente los puntos de identificación, algunos paletizadores no las clasifican por equipo original, reposición o reparada (si tiene marcado un punto verde), paletizan todas las llantas como “EO”.
- Si una llanta llega a segunda inspección marcada con dos puntos, algunos de los trabajadores la registran como si tuviera algún defecto, esto provoca que los reportes no indiquen los resultados correctos.
- En segunda inspección, cuando llega una llanta con un defecto no común o que el trabajador no sabe cuál es el código, la registra con el código que se esté presentando más repetitivamente.

3.6 Identificación de principales defectos

Para identificar los principales defectos que se presentaron durante la recolección de datos, se aplicará un diagrama de Pareto el cual ayudará a calcular el 80% que es la cantidad de defectos más significativos.

3.6.1 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es la herramienta que va a permitir identificar los problemas reales de mayor importancia, que deben ser enfrentados inmediatamente.

El diagrama de Pareto es una gráfica que representa en forma ordenada el grado de importancia que tienen los diferentes factores en un determinado problema, tomando en consideración la frecuencia con que ocurre cada uno de dichos factores.¹²

3.6.2 Aplicación

Antes de construir el diagrama de Pareto con los datos recolectados, calculé el porcentaje de llantas Equipo Original y defectuosas (reposición más scrap), con relación al total de llantas observadas en cada una de las áreas.

Tabla 3.5 Porcentaje área TUO-TUG

TUO-TUG		
LLANTA	#	%
EQUIPO ORIGINAL	1407	94%
DEFECTUOSA.	93	6%
TOTAL	1500	100%

Como se puede observar en la tabla 2.5 el porcentaje de llantas defectuosas que se presentan en el área TUO-TUG es bastante bajo. Al ser un porcentaje bajo no lo tomaré en cuenta para construir el diagrama, ya que es una cantidad alta con relación al resto de defectos.

¹² División de graduados e investigación. *Las 7 herramientas básicas*. Edición limitada. México: Instituto técnico y de estudios superiores de monterrey, 1992.

Tabla 3.6 Porcentaje área Balanceo

BALANCEO		
LLANTA	#	%
EQUIPO ORIGINAL	1265	84%
DEFECTUOSA	235	16%
TOTAL	1500	100%

En la tabla 3.6 se muestra el porcentaje de llantas defectuosas que resultan del balanceo, al ser el 16 % del total forma una parte significativa de los defectos, por lo tanto tomaré este número para construir el diagrama.

Tabla 3.7 Porcentaje área Segunda inspección

SEGUNDA INSPECCIÓN		
LLANTA	#	%
EQUIPO ORIGINAL	1182	76%
DEFECTUOSAS	368	24%
TOTAL	1550	100%

La tabla 3.7 nos indica que el 24 % de las llantas observadas tuvieron algún defecto, lo que quiere decir que ésta área es crítica, por lo tanto y es donde voy a poner principal atención.

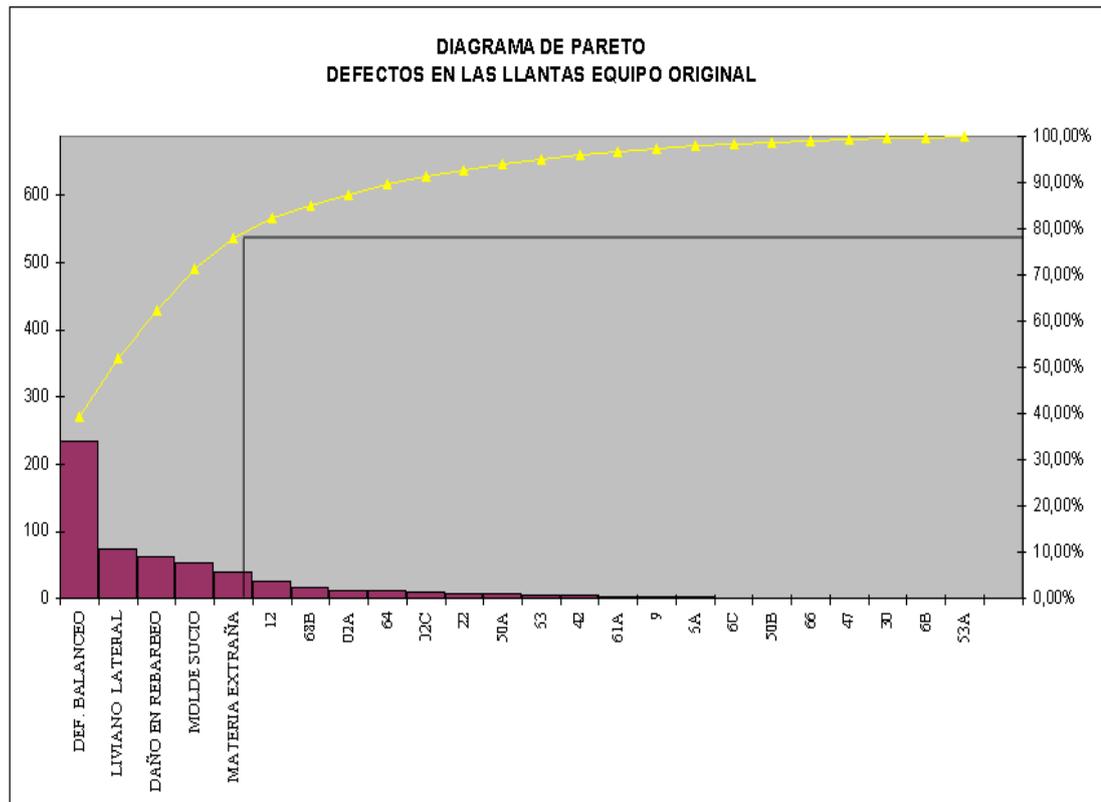
Teniendo claros los porcentajes me puedo dar cuenta que en las áreas de balanceo y segunda inspección se presenta el 40 por ciento de llantas defectuosas y como pudimos ver en la sección 3.4.1.1 de llantas vulcanizadas, se separan alrededor del 47 por ciento de llantas por presentar defectos, lo que quiere decir que el 7 por ciento faltante se filtra en las área de TUO-TUG.

Teniendo claro cuáles son los datos que tomaré para construir el diagrama de Pareto, elaboré la tabla 3.8 donde se registran los códigos de defectos presentados, la cantidad de llantas que se presentaron con esos defectos de manera descendente, el porcentaje relativo de cada defecto con respecto al total (se calcula dividiendo la cantidad de cada defecto para el total) y el porcentaje relativo acumulado que es la suma consecutiva de los porcentajes relativos.

Tabla 3.8 Registro de defectos

REGISTROS DE DEFECTOS			
Duración: 25 días			
DEFECTOS	CANTIDAD	% RELATIVO	% RELATIVO ACUMULADO
DEF. BALANCEO	235	39,56%	39,56%
32	74	12,46%	52,02%
O1	62	10,44%	62,46%
68A	53	8,92%	71,38%
02B	40	6,73%	78,11%
12	26	4,38%	82,49%
68B	16	2,69%	85,19%
02A	13	2,19%	87,37%
64	13	2,19%	89,56%
02C	10	1,68%	91,25%
22	9	1,52%	92,76%
50A	8	1,35%	94,11%
63	6	1,01%	95,12%
42	6	1,01%	96,13%
61A	4	0,67%	96,80%
9	4	0,67%	97,47%
6A	3	0,51%	97,98%
6C	2	0,34%	98,32%
50B	2	0,34%	98,65%
66	2	0,34%	98,99%
47	2	0,34%	99,33%
30	2	0,34%	99,66%
6B	1	0,17%	99,83%
53A	1	0,17%	100,00%
	594	100,00%	

Usando los datos de la tabla 3.8 se construyó el Diagrama de Pareto, el cual se puede observar a continuación:

Gráfico 3.1 Diagrama de Pareto

El gráfico 3.1 indica en el eje horizontal los defectos, en el eje vertical izquierdo se presenta el número de llantas, en el eje vertical derecho se presenta el porcentaje relativo acumulado y la curva amarilla está formada por los puntos que representan el porcentaje relativo acumulado.

Al trazar una línea recta desde la marca del 80% hasta la curva de porcentajes y bajar esta línea hasta el eje de las x, se consigue identificar los defectos que deben ser atacados.

Como se puede observar en el gráfico los defectos más importantes son:

- Llantas desbalanceadas
- Livianos en el lateral
- Daños por rebarbeo

- Molde sucio
- Materia extraña no caucho

Una vez identificados los problemas a resolver, se procederá a encontrar las posibles soluciones, para esto se utilizará el método de resolución de problemas de inventiva TRIZ, el que se lo aplicará en el siguiente capítulo.

Conclusión

Las llantas de “Equipo Original” tienen un trato especial dentro de la compañía, ya que tienen que estar en perfectas condiciones antes de ser entregadas a las ensambladoras de carros, en este capítulo se indicó cuáles son los defectos, bien identificados por la empresa, que podrían presentarse en ellas.

Usando ésta lista de defectos realicé un estudio utilizando el método de observación para identificar los daños presentados en diferentes áreas y registrarlos en una hoja diaria. La cantidad de defectos y días a registrar se calculó con una muestra (el concepto y formula se indica en la sección 3.5.1 de este capítulo), que es una parte representativa, en este caso, de días y de llantas fabricadas por mes.

Apliqué los defectos ya recolectados a un diagrama de Pareto (concepto en la sección 3.6.1 de este capítulo) el cual me mostró los defectos de mayor incidencia para los neumáticos, es decir, los defectos a resolver los cuales fueron: Llantas desbalanceadas, livianos en el lateral, daños por rebarbeo, molde sucio, materia extraña no caucho.

CAPITULO IV

APLICACIÓN DE TRIZ

Introducción

Este capítulo es netamente aplicación del método de resolución de problemas de inventiva (TRIZ), aquí se utiliza cada paso de la agenda de resolución de problemas junto con los 40 principios y la matriz de contradicciones que me ayudarán a determinar las posibles soluciones a los cinco principales defectos identificados en el capítulo anterior.

4.1 Aplicación de la agenda para cada defecto

Al final del capítulo III se establecieron los principales defectos encontrados en las llantas Equipo Original, los cuales fueron:

- Desbalanceo de llantas
- Liviano en lateral
- Daño en rebarbeo
- Molde sucio
- Materia extraña

Ahora, en este capítulo se empleará TRIZ para encontrar posibles soluciones a dichos defectos.

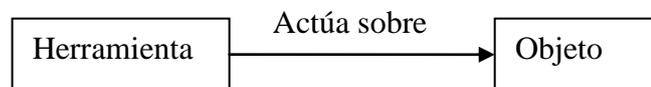
4.1.1 Aplicación de la agenda para el desbalanceo de llantas

Cuando una llanta está desbalanceada el peso en ambos lados de la misma es desigual, es decir, el peso de uno de sus extremos es mayor al otro.

Las siguientes instrucciones fueron extraídas del libro TRIZ simplificado, las cuales son una guía paso a paso que me ayudará a resolver los problemas más frecuentes presentados en las llantas de Equipo Original fabricadas en la Compañía Ecuatoriana del Caucho.

4.1.1.1 Describa pares de herramientas y objetos

Usando el siguiente esquema se anotarán herramientas y objetos presentes en el problema expuesto.



- Una llanta desbalanceada es una herramienta que causa vibración en el automóvil en el momento de estar en marcha. (llanta desbalanceada- vibración)
- El constructor (obrero) es una herramienta que actúa sobre la llanta (constructor - llanta)
- Los materiales usados para la construcción actúan sobre la llanta (materiales - llanta)
- La máquina de extrusión actúa sobre los materiales (máquina de extrusión – materiales)

4.1.1.2 Seleccione un par y explique por qué fue seleccionado

- Máquina de extrusión y materiales. Elijo este par porque se quiere eliminar el peso desigual de la llanta y se supone que en los materiales de la misma se origina el problema.

4.1.1.3 Describa características del sistema seleccionado y los conflictos entre ellas

- Características de materiales: peso, calibre, dureza, resistencia, dimensiones, adhesión, identificación, especificación, homogeneidad.
- Máquina de extrusión: velocidad, precisión, set up, mantenimiento, funcionamiento, temperatura, presión.

Conflictos entre características:

- Si aumenta la velocidad de la máquina disminuye la homogeneidad de los materiales.
- Si aumenta velocidad de la máquina el cumplimiento de especificaciones disminuye.
- Si aumenta la precisión en el peso de los materiales, la velocidad de la máquina disminuye.

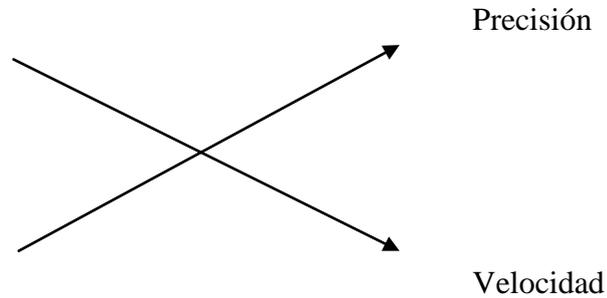
4.1.1.4 Seleccione un par de características conflictivas y explique por qué seleccionó este trueque

Selección: Si aumenta la precisión en el peso de los materiales, la velocidad de la máquina disminuye.

Selecciono este trueque porque lo que se quiere es mejorar el peso de los materiales ya que esto afecta al peso de las llantas.

4.1.1.5 Represente el trueque gráficamente y con palabras

Figura 4.1 Trueque problema desbalanceo



Descripción con palabras: Mientras mayor sea la precisión en cuanto al peso de las llantas, menor es la velocidad con la que se trabaja.

4.1.1.6 Plantilla para el estudio de la contradicción inherente

Tabla 4.1 Reduciendo la cantidad de llantas desbalanceadas

Pasos de modelamiento	Llantas desbalanceadas
Desventaja visible	El peso en los lados de la llanta no es igual (llanta desbalanceada)
Trueque: El conflicto entre dos características	Si aumenta la precisión en el peso de los materiales, la velocidad de la máquina disminuye.
Contradicción inherente	Mucha precisión – poca precisión
Contradicción inherente intensificada	Muchísima precisión – nada de precisión

4.1.1.7 Liste los recursos

Herramienta: Máquina de extrusión; dado (molde para cada material), cuchillas, balanza.

Objeto: Materiales; caucho, temperatura.

Medio ambiente: Luz, aire, trabajadores, agua, electricidad, espacio vacío, gravedad, maquinaria de medición.

Macro nivel: Carro de transporte de los materiales.

Micro nivel: porosidad, temperatura, tiempo de proceso, presión.

4.1.1.8 Seleccione el recurso primario con su contradicción

Recurso: Máquina de extrusión

Contradicción: mucha precisión - nada de precisión

4.1.1.9 Liste los recursos auxiliares

Máquina de extrusión, dado, cuchillas, balanza, materiales, caucho, temperatura, luz, aire, trabajadores, agua, electricidad, espacio vacío, gravedad, maquinaria de medición, carro de transporte de los materiales, tiempo de proceso, presión.

4.1.1.10 Cambie el recurso principal usando recursos auxiliares de manera que la contradicción se evapore

Si utilizamos la máquina de extrusión de tal manera que funcione, también, como máquina de medición y control, se resolvería el problema de la precisión en los materiales.

Actualmente, la máquina extrusora tiene una balanza al final de la línea, esta funciona pero no está siendo usada como se debería, este es un recurso que podemos utilizar.

La solución es colocar un sistema de aceptación o rechazo de los materiales, en dicho lugar, que conste de un semáforo con colores rojo y verde, y que este emita un sonido. Funcionaría de la siguiente manera:

- Cuando un material este fuera de especificación se encienda la luz roja y la alarma indicando al clasificador (trabajador) que es un material rechazado, para que él a su vez lo retire.
- Cuando un material este dentro de especificación se encienda la luz verde y un sonido de aceptación, lo cual indicará al clasificador que puede colocar el material en el carro de transporte.

4.1.1.11 Evaluar la solución

Tabla 4.2 Tabla de evaluación usando el sistema de medición y control

Criterio	Comparación
¿Desaparecen las características negativas?	Si
¿Se mantienen las características útiles? ¿Asomarán nuevos beneficios?	Si
¿Aparecerán nuevas características negativas?	No
¿El sistema se torna más complejo?	No
¿Ha sido resulta la contradicción inherente primaria?	Si
¿Siguen sin usarse los recursos y que están disponibles con facilidad?	Si
¿Facilidad de implementación?	Si

4.1.1.12 Uso de patrones de evolución

Tabla 4.3 Tabla de patrones de evolución con el sistema de medición y control

Patrón	Cómo aplicarlo al sistema
Desigual evolución del sistema	Se detectan pesos incorrectos, pero se está dejando de lado calibres y dimensiones. Utilizar sensores que midan estas características.
Transición al macro-nivel	Implementar el nuevo sistema a las 4 máquinas extrusoras.
Transición al micro-nivel	Los sensores miden cada pequeña parte de los materiales antes de almacenarlos.
El incremento de interacciones	Adicionar un sistema de retroalimentación a la extrusora de materiales, el cual indique las variaciones y las corrija.
Expansión y poda	Se miden todos los materiales que salen de la extrusora y luego se eliminan los que no estén dentro de especificación.
Resumen: incremento de idealidad	Colocación de sensores y sistema de retroalimentación que controlen las dimensiones, calibres y peso de los materiales.

4.1.1.13 Principio para innovación: 40 maneras para crear soluciones

Para seleccionar los principios más adecuados utilizando el trueque, se recomienda seguir los pasos siguientes:

4.1.1.13.1 Seleccione de la matriz de contradicciones la característica estándar más cercana a la que debería ser mejorada

Debería ser mejorada la precisión, (fila número 29)

4.1.1.13.2 Seleccione de la matriz de contradicciones la característica estándar más cercana a la que empeorará en este caso

Si mejora la precisión, empeorará la velocidad (columna número 9)

4.1.1.13.3 La celda donde se intersecan la fila y columna seleccionadas indicarán los principios recomendados.

Tabla 4.4 Ejemplo, uso de la matriz de contradicciones

		Empeorará					
		1	2	.	.	9	.
Mejorará	1						
	2						
	.						
	.						
	29					10, 28, 32	
	.						
	.						

Según la matriz de contradicciones, se recomienda utilizar los principios:

- Principio 10. Acción preliminar, ejecute antes de que sea necesario el cambio requerido de un objeto o sistema (total o parcialmente).

Se utiliza el principio 10 al controlar efectivamente el peso y dimensiones de los materiales antes de que sean usados en la construcción de las llantas, lo que hará que cuando esté ensamblada tenga el peso correcto.

- Principio 28. Sustitución de interacción mecánica, reemplace un método mecánico por uno sensorial (óptico, acústico, sabor u olor).

La aplicación de este principio hace visible, al momento de la medición, si un material está dentro o fuera de especificación y por ende hará que el trabajador separe o almacene los materiales correctamente antes de ser trasladados al área de

construcción. Se hace perceptible al colocar el semáforo de color rojo y verde junto con el sonido de aprobación o rechazo.

También se puede utilizar los sensores como retroalimentadores, de manera que envíen una señal a la cabeza de la extrusora que indique que el material está fuera de especificación y se corrija el error.

- Principio 32. Cambios en las propiedades ópticas, cambie el color o transparencia de un objeto o su medio ambiente externo.

El principio 32 no pude encontrar una idea que ayude a resolver el problema; esto no es razón para preocuparse, los principios recomendados son sólo esas recomendaciones, no necesariamente todos tienen que ser usados para llegar al resultado final ideal.

4.1.1.14 Resultado final ideal

Se necesita igualar el peso alrededor de la llanta, para lograrlo los materiales deben tener el peso, calibres y dimensiones exactas sin afectar la velocidad con la que se los extruye.

Para tener precisión en la extrusión y al mismo tiempo velocidad de manufactura lo que haremos es colocar en la máquina de medición (al extremo de la máquina extrusora) sensores que mediante un semáforo y sonido expresen o indiquen si el material tiene el peso, calibres y dimensiones dentro de especificación.

Otra de las soluciones que evita desperdiciar material fuera de especificación es instalar un sistema de retroalimentación a la misma máquina, el cual tomando en cuenta los datos captados por los sensores, recalibre por sí solo la máquina cuando sea necesario, así los materiales estarán siempre dentro de especificación y por ende la llanta tendrá el peso ideal.

Es importante mencionar que existen varios factores por los que una llanta se desbalancea, sin embargo, al eliminar uno de ellos; el más importante, se reduce la cantidad de llantas desbalanceadas.

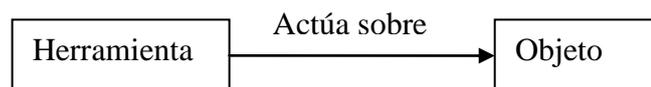
4.1.2 Aplicación de la agenda para los livianos en el lateral

El lateral es uno de los materiales utilizados para construir un neumático, una vez construido se lo vulcaniza y es aquí cuando el lateral forma la cara principal de la llanta. Luego de la vulcanización suelen presentarse imperfecciones en dicho lugar a los cuales se les llama livianos. Puede profundizar el tema en el capítulo III de defectos.

Este defecto es ocasionado principalmente porque al momento de vulcanizar, el molde tiene tapada una o varias ventilas (orificios por donde escapa el aire) y esto ocurre porque las “llantas verdes” tienen exceso de lubricante.

4.1.2.1 Describa pares de herramientas y objetos

Usando el siguiente esquema se anotarán herramientas y objetos presentes en el problema expuesto.



- El lubricante es una herramienta para la lubricación de la llanta
- El lubricante es una herramienta que actúa sobre el molde
- El liviano actúa sobre el aspecto de la llanta
- La lubricación actúa sobre las ventilas del molde

4.1.2.2 Seleccione un par y explique por qué fue seleccionado

Selecciono: La lubricación actúa sobre las ventilas del molde

Selecciono este par porque el principal problema es el exceso de lubricante, esto hace que las ventilas del molde se tapen y por ende se produzcan livianos.

4.1.2.3 Describa características del sistema seleccionado y los conflictos entre ellas

Características lubricación: Tiempo de secado, colocación de lubricante, cantidad de lubricante, facilidad de operación, apariencia, velocidad, precisión de operación, área de lubricación.

Características molde: Estado del molde, limpieza del molde, limpieza de la llanta verde, estado de la llanta verde, tiempo, temperatura, presión.

Conflictos entre características:

- Si aumenta la velocidad de lubricación, la precisión de operación disminuye
- Si aumenta la frecuencia de limpiado del molde, el tiempo en el área de vulcanización aumenta
- Si aumenta la precisión en la cantidad de lubricante, la facilidad de operación disminuye

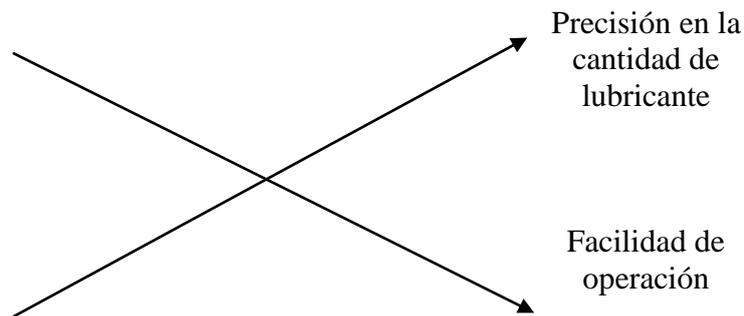
4.1.2.4 Seleccione un par de características conflictivas y explique porqué seleccionó este trueque

Trueque: Si aumenta la precisión en la cantidad de lubricante, la facilidad de operación disminuye

Selecciono este truco porque la cantidad de lubricante administrada a la llanta verde es muy importante para que las ventilas de los moldes no se obstruyan, si dichas ventilas no tienen obstrucciones, tampoco tendremos llantas con livianos.

4.1.2.5 Represente el truco gráficamente y con palabras

Figura 4.2 Truco problema livianos



Descripción con palabras:

Mientras mayor sea la precisión en cuanto a la cantidad de lubricante suministrada a la llanta verde, es más difícil realizar esta operación o dicho con otras palabras la facilidad de operación disminuye.

4.1.2.6 Plantilla para el estudio de la contradicción inherente

Tabla 4.5 Reduciendo la cantidad de llantas con liviano

Pasos de modelamiento	Llantas con liviano
Desventaja visible	Las llantas con exceso de lubricante
Truco: El conflicto entre dos características	Si aumenta la precisión en la cantidad de lubricante, la facilidad de operación disminuye
Contradicción inherente	Mucho precisión – poca precisión
Contradicción inherente intensificada	Muchísima precisión - nada de precisión

4.1.2.7 Liste los recursos

Herramienta: Lubricación; pistolas de lubricación, lubricador (trabajador), lubricante.

Objeto: Ventiladas del molde

Medio ambiente: Luz, agua, aire, espacio, electricidad, llanta verde, maquinaria, temperatura, humedad.

Macro nivel: Molde, llanta vulcanizada, máquina de vulcanización.

Micro nivel: Caucho, tiempo de proceso, temperatura.

4.1.2.8 Seleccione el recurso primario con su contradicción

Recurso: Lubricación

Contradicción: Mucha precisión - nada precisión

4.1.2.9 Liste los recursos auxiliares

Pistolas de lubricación, lubricador (trabajador), lubricante, ventiladas del molde, luz, agua, aire, espacio, electricidad, llanta verde, maquinaria, molde, llanta vulcanizada, máquina de vulcanización, caucho, tiempo de proceso, temperatura.

4.1.2.10 Cambie el recurso principal usando recursos auxiliares de manera que la contradicción se evapore

Se realizará una lubricación más eficiente si diseñamos pistolas de lubricación de manera que el lubricante no salga en forma de chorro sino que este sea atomizado, la llanta quedará cubierta de lubricante sin faltas ni excesos.

Para evitar que luego de la vulcanización el molde se llene de más lubricante, se podría aprovechar el lubricante que ya está en el molde y vulcanizar una llanta verde sin lubricar.

4.1.2.11 Evaluar la solución

Tabla 4.6 Tabla de evaluación usando la atomización

Criterio	Comparación
¿Desaparecen las características negativas?	Si
¿Se mantienen las características útiles? ¿Asomarán nuevos beneficios?	Si
¿Aparecerán nuevas características negativas?	No
¿El sistema se torna más complejo?	No
¿Ha sido resulta la contradicción inherente primaria?	Si
¿Siguen sin usarse los recursos y que están disponibles con facilidad?	Si
¿Facilidad de implementación?	Si

4.1.2.12 Uso de patrones de evolución

Tabla 4.7 Patrones de evolución con el uso de la atomización

Patrón	Cómo aplicarlo al sistema
Desigual evolución del sistema	Se mejora el sistema de lubricación, pero el molde se sigue ensuciando, por tal en algún momento se tapaná una ventila
Transición al macro-nivel	Vulcanizar sin lubricar
Transición al micro-nivel	Usar gotas muy pequeñas de lubricante
El incremento de interacciones	Lubricación exacta más buen secado, buena vulcanización.
Expansión y poda	Adicionar un sistema FIFO, que luego será parte del proceso.
Incremento de idealidad	Se mejora el sistema de lubricación, se busca la manera de dosificar la cantidad de lubricante.

4.1.2.13 Principio para innovación: 40 maneras para crear soluciones

Para seleccionar los principios más adecuados utilizando el trueque, se recomienda seguir los pasos siguientes:

4.1.2.13.1 Seleccione de la matriz de contradicciones la característica estándar más cercana a la que debería ser mejorada

Debería ser mejorada la precisión de manufactura (fila número 29)

4.1.2.13.2 Seleccione de la matriz de contradicciones la característica estándar más cercana a la que empeorará en este caso

Si mejora empeorará la facilidad de operación (columna número 33)

4.1.2.13.3 La celda donde se intersecan la fila y columna seleccionadas indicarán los principios recomendados.

Según la matriz de contradicciones, se recomienda utilizar los principios:

- Principio 1. Segmentación o fragmentación: Transición al micro nivel, dividir un objeto o sistema en partes independientes. El hacer a un objeto fácil de desensamblar, incrementa el grado de fragmentación o segmentación.

Al aplicar este principio se corrobora la solución mencionada anteriormente que es de atomizar el lubricante. Al lubricante lo dividimos en partes más y más pequeñas que ayudarán a repartirlo de manera uniforme en toda la llanta tanto interna como externamente.

- Principio 23. Retroalimentación: Utilice la retroalimentación para mejorar el proceso o acción.

Los trabajadores pueden ser retroalimentadores, al verificar que las llantas estén bien lubricadas (sin excesos ni faltas) y que el peso del lubricante a utilizar esté dentro de las especificaciones, si algo de esto no sucede tomar las acciones correctivas inmediatamente. También pueden dosificar la cantidad de lubricante que se debe utilizar en cada tipo de llanta.

De la misma manera antes de vulcanizar la llanta verde verificar que esta se encuentre totalmente seca.

- Principio 32. Cambios en las propiedades ópticas: Cambie el color o transparencia de un objeto o su medio ambiente externo.

Colocar luz en las pistolas de lubricación de tal manera que se pueda observar con facilidad la distribución del lubricante en la llanta verde.

- Principio 35. Cambio de parámetros: Cambie el estado físico de un objeto (por ejemplo a gas, líquido o sólido)

Para este caso el principio 35, va de la mano con el principio 1 ya que el lubricante cambia su estado de líquido a un estado gaseoso por lo que aplica en partículas muy pequeñas.

4.1.2.14 Resultado final ideal

El sistema necesita un ajuste de la cantidad de lubricante suministrada, si atomizamos el lubricante, aumentamos un sistema de retroalimentación y colocamos luz en las pistolas de lubricación, hacemos que la facilidad de operación no disminuya mientras se aplique de forma precisa el lubricante.

De la misma manera si lubricamos una llanta y la otra no, aprovechamos el lubricante existente en el molde, esto hará que no se produzcan excesos de lubricante en el molde y por ende se evite que una o varias ventilas se tapen.

Por otro lado si usamos en el área de vulcanización un sistema FIFO “el primero que entra es el primero que sale” aseguraremos que las llantas a vulcanizar estén totalmente secas y no se ensucien los moldes.

4.1.3 Aplicación de la agenda para el defecto “Daño en rebarbeo”

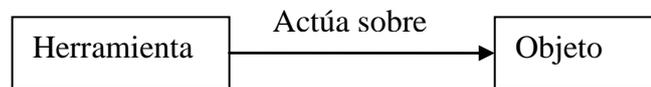
El daño en rebarbeo es un defecto que se presenta como un corte en el rodamiento y/o en el lateral de una llanta vulcanizada (se puede observar este defecto en el capítulo III).

El daño es ocasionado en el área de rebarbeo, principalmente por los trabajadores que se encargan de rebarbear (quitar las tetillas presentes en las llantas luego de la vulcanización).

El trabajo del rebarbeador consiste en colocar la llanta sobre unos rodillos que la hacen girar mientras él con unas cuchillas especiales corta las tetillas.

4.1.3.1 Describa pares de herramientas y objetos

Usando el siguiente esquema se anotarán herramientas y objetos presentes en el problema expuesto.



- El molde es una herramienta que produce tetillas
- La cuchilla es una herramienta para quitar las tetillas
- El trabajador actúa sobre el rebarbeo de la llanta

4.1.3.2 Seleccione un par y explique por qué fue seleccionado

Selecciono: El molde es una herramienta que produce tetillas

Selecciono este par porque mientras más ventilas existan en el molde, más tetillas habrá que rebarbear o quitar y por ende se producirán más daños por rebarbeo en las llantas.

4.1.3.3 Describa características del sistema seleccionado y los conflictos entre ellas

Características molde: Temperatura, cantidad de ventilas, diseño, limpieza, tamaño, apariencia, peso.

Características de la llanta: Apariencia, forma, dureza, cantidad de tetillas, tamaño, dimensiones de las tetillas.

Conflictos entre características:

- Si aumenta la cantidad de ventilas, aumenta la cantidad de tetillas
- Si aumenta el tamaño de la llanta, aumenta la cantidad de tetillas
- Si aumenta la cantidad de ventilas, la apariencia de la llanta empeora

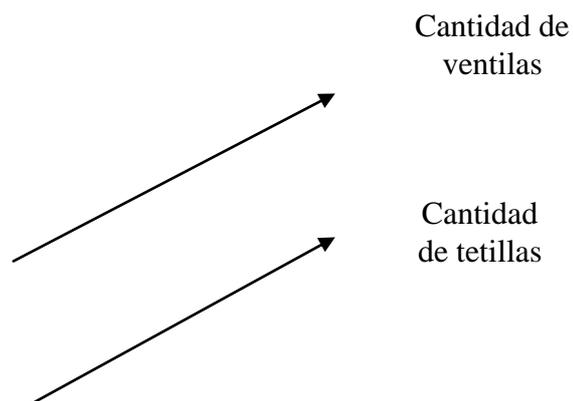
4.1.3.4 Seleccione un par de características conflictivas y explique por qué seleccionó este trueque

Trueque: Si aumenta la cantidad de ventilas, aumenta la cantidad de tetillas

Selecciono este trueque porque si optimizamos la cantidad ventilas en el molde, se optimiza también la cantidad de tetillas en las llantas y mientras menos tetillas existan es menor la necesidad de rebarbear.

4.1.3.5 Represente el trueque gráficamente y con palabras

Figura 4.3 Trueque problema daño en rebarbeo



Descripción con palabras:

Mientras más cantidad de ventilas existan en el molde, se mejora la eliminación de aire durante la vulcanización, pero, aumenta la cantidad de tetillas presentes en la llanta.

4.1.3.6 Plantilla para el estudio de la contradicción inherente

Tabla 4.8 Reduciendo la cantidad de llantas dañadas en rebarbeo

Pasos de modelamiento	Llantas con daño en rebarbeo
Desventaja visible	Llantas llenas de tetillas
Trueque: El conflicto entre dos características	Si aumenta la cantidad de ventilas, aumenta la cantidad de tetillas
Contradicción inherente	Muchas ventilas - pocas ventilas
Contradicción inherente intensificada	Quiero ventilas – sin ventilas

4.1.3.7 Liste los recursos

Herramienta: Molde; ventilas, minivent (ventilas que producen tetillas delgadas, estas no se rebarbean), eurovent (ventilas que no producen tetillas).

Objeto: Tetillas

Medio ambiente: Luz, agua, aire, espacio, gravedad, electricidad, herramientas, trabajadores, maquinaria, técnicos, mecánicos.

Macro nivel: auto, carretera

Micro nivel: flujo de aire, forma de la ventila, cantidad de ventilas

4.1.3.8 Seleccione el recurso primario con su contradicción

Recurso: Molde

Contradicción: quiero ventilas - sin ventilas

4.1.3.9 Liste los recursos auxiliares

Molde; ventilas, minivent, eurovent, tetillas, luz, agua, aire, espacio, gravedad, electricidad, herramientas, trabajadores, maquinaria, técnicos, mecánicos, auto, carretera, flujo de aire, forma de la ventila, cantidad de ventilas.

4.1.3.10 Cambie el recurso principal usando recursos auxiliares de manera que la contradicción se evapore

Si utilizamos minivent y eurovent en el molde, tendríamos muchas ventilas y a la vez cero ventilas ya que estas siguen siendo ventilas pero no hay necesidad de rebarbearlas.

Si se vulcaniza en moldes con minivent y eurovent en vez de ventilas, las llantas saldrían al mercado con tetillas muy delgadas, las cuales a medida que el auto rueda desaparecen.

Se puede realizar este aumento utilizando los recursos que tenemos, las herramientas, los técnicos que saben dónde y cómo colocar las nuevas ventilas, los mecánicos y trabajadores que se encargarían de realizar la obra.

4.1.3.11 Evaluar la solución

Tabla 4.9 Tabla de evaluación usando minivent y eurovent

Criterio	Comparación
¿Desaparecen las características negativas?	Si
¿Se mantienen las características útiles? ¿Asomarán nuevos beneficios?	Si
¿Aparecerán nuevas características negativas?	No
¿El sistema se torna más complejo?	No
¿Ha sido resulta la contradicción inherente primaria?	Si
¿Siguen sin usarse los recursos y que están disponibles con facilidad?	Si
¿Facilidad de implementación?	Si

4.1.3.12 Uso de patrones de evolución

Tabla 4.10 Patrones de evolución con el uso de minivent y eurovent

Patrón	Cómo aplicarlo al sistema
Desigual evolución del sistema	Se optimiza el funcionamiento del molde pero se requiere un proceso para adaptar las nuevas ventilas
Transición al macro-nivel	Las nuevas tetillas formadas por las minivent, serán eliminadas mediante el uso del auto y por ende de las llantas.
Transición al micro-nivel	Estas minivent y eurovent existen dentro de la empresa pero no son usadas en todas los tipos de llantas
El incremento de interacciones	Molde más minivent y eurovent llanta sin tetillas
Expansión y poda	Se aumenta el proceso de adaptación de las nuevas ventilas, pero luego ya no es necesario repetirlo
Resumen: incremento de idealidad	Las llantas no tienen necesidad de ser rebarbeadas por ende no existirán daños por rebarbeo

4.1.3.13 Principio para innovación: 40 maneras para crear soluciones

En este caso no trabajaré con los principios recomendados en función del trueque, ya que no se pudo encontrar la característica a empeorar y mejorar dentro de la matriz de contradicciones. Utilizaré los principios recomendados mediante el uso de contradicciones inherentes y recursos.

En el capítulo I, la tabla 1.3 indica las contradicciones y recursos con sus respectivos principios, para este caso utilizaré la segunda fila de contradicciones porque mi contradicción es muchas ventilas y sin ventilas a la vez, estos son requerimientos

opuestos en lugares diversos, ya que necesito muchas ventilas en el molde para que pueda escapar el aire, pero pocas ventilas o tetillas (producidas por las ventilas) en la llanta.

4.1.3.13.1 Principios recomendados

- Principio 2. Separación: Separar la parte necesaria (o propiedad) únicamente o remover una parte, propiedad de un objeto o sistema que interfiera.

Se utiliza el principio de separación al retirar del molde las ventilas productoras de tetillas y en su lugar se colocan un sistema más eficiente.

- Principio 3. Calidad local: Cambie la estructura de un objeto o medio ambiente externo de tal manera que el objeto tenga diferentes características o influencias en diferentes lugares o situaciones.

Se utiliza el principio tres porque se cambia la estructura del molde de manera que influye en si mismo con ventilas más eficientes y en la llanta de manera que no existan tetillas que rebarbear.

- Principio 4: Cambio de simetría: Cambio de la forma de un objeto o sistema de simétrica a asimétrica.

El molde cambia al utilizar minivent y eurovent en reemplazo de las ventilas.

- Principio 7: Muñeca anidada: Coloque un objeto dentro de otro, cada objeto a su turno dentro del anterior, haga que una parte pase a través de la cavidad de la otra.

La eurovent funciona con un sistema de muñeca anidada, porque dentro de una cavidad tiene un tapón que funciona durante la vulcanización, este permite escapar el aire pero cuando empieza a salir caucho se cierra, es por esto que no se produce tetilla.

- Principio 17: Cambio dimensional: Mueva un objeto en dos o tres espacios dimensionales, use un arreglo de objetos de multipisos en lugar de una sola planta. Incline o reoriente el objeto, manténgalo de un lado, use el otro lado.

No aplica

- Principio 30: Cáscaras flexibles y películas finas: Use cáscaras flexibles y películas finas en lugar de estructuras tridimensionales, aíse un objeto o sistema de su medio ambiente externo usando cáscaras flexibles y películas finas

No aplica

4.1.3.14 Resultado final ideal

En resumen puedo decir que se resuelve la contradicción mediante el uso de nuevas ventilas que funcionan de una manera más eficiente por lo que no producen tetillas en el neumático, al no tener tetillas que rebarbear, se eliminará este proceso y por ende se eliminarán los daños.

4.1.4 Aplicación de la agenda para “Molde sucio”

El molde se ensucia por varios factores, uno de ellos y el más importante es el exceso de lubricante presente en las llantas verdes y obviamente el uso continuo de los moldes.

Si una llanta verde tiene exceso de lubricante, provoca que en el molde se seque dicho lubricante y al momento de vulcanizar una llanta este lubricante seco se pegue en ella, esto da un mal aspecto a la parte externa de la llanta.

Mientras no se limpie el molde, se seguirán ensuciando las llantas que ahí se vulcanizan, por ende tendrán mal aspecto y serán rechazadas en la segunda inspección.

Si nos damos cuenta el problema principal por el cual se origina el molde sucio en los neumáticos es el exceso de lubricante en las llantas verdes, este mismo problema ocasiona livianos en el lateral. Como ya solucionamos el problema de livianos, por ende, se soluciona el de molde sucio.

El resultado final ideal para los moldes sucios sería igual al de livianos en lateral, con una recomendación adicional, que se realice un correcto cronograma de limpieza de moldes.

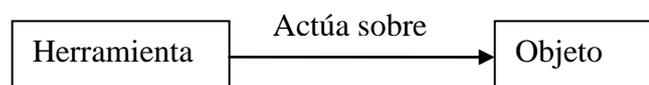
4.1.5 Aplicación de la agenda para “Materia extraña”

Se presenta “materia extraña” cuando existe cualquier tipo de materia no perteneciente a los componentes especificados de la llanta.

La materia extraña se clasifica por: Materia extraña lubricante, materia extraña caucho y materia extraña no caucho; la primera se debe al exceso de lubricante en las llantas verdes, dicho problema ya fue solucionado; las dos últimas se presentan en los neumáticos porque durante todo el proceso de elaboración se contaminaron con desechos que no están en el lugar donde deben estar. Ej. En el basurero.

4.1.5.1 Describa pares de herramientas y objetos

Usando el siguiente esquema se anotarán herramientas y objetos presentes en el problema expuesto.



- La materia extraña actúa sobre en aspecto de las llantas
- Los desechos actúan sobre el aspecto de la llanta
- Los trabajadores actúan sobre la correcta ubicación de los desechos

4.1.5.2 Seleccione un par y explique por qué fue seleccionado

Selecciono: Los trabajadores actúan sobre la correcta ubicación de los desechos

Selecciono este trueque porque el principal problema es que hay desechos en el piso, en los carros que transportan los materiales, en los puestos de trabajo, etc., y los principales protagonistas de este hecho son los trabajadores.

4.1.5.3 Describa características del sistema seleccionado y los conflictos entre ellas

Características: Orden, limpieza, cultura, comodidad, tiempo, capacitación

Conflicto entre características:

- Si aumenta la limpieza disminuye la comodidad
- Si aumenta la limpieza aumenta el tiempo
- Si el orden aumenta disminuye la comodidad
- Si mejora la cultura de los trabajadores, aumenta el tiempo de capacitación

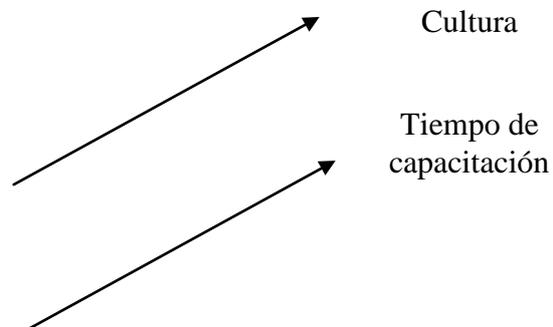
4.1.5.4 Seleccione un par de características conflictivas y explique por qué seleccionó este trueque

Trueque: Si mejora la cultura de los trabajadores, aumenta el tiempo de capacitación

Selecciono este trueque porque si mejoramos la cultura de los trabajadores, la fábrica estará más ordenada y limpia.

4.1.5.5 Represente el trueque gráficamente y con palabras

Figura 4.4 Trueque del problema de materia extraña



Descripción con palabras:

Si mejora la cultura de los trabajadores aumenta el tiempo de capacitación aumenta también

4.1.5.6 Plantilla para el estudio de la contradicción inherente

Tabla 4.12 Reduciendo la cantidad de llantas con materia extraña

Pasos de modelamiento	Llanta con materia extraña
Desventaja visible	Llantas con materia extraña
Trueque: El conflicto entre dos características	Si mejora la cultura de los trabajadores, aumenta el tiempo de capacitación
Contradicción inherente	Mucho tiempo de capacitación – poco tiempo de capacitación
Contradicción inherente intensificada	Muchísima tiempo de capacitación – nada de tiempo de capacitación

4.1.5.7 Liste los recursos

Recursos de herramienta y objeto: trabajadores

Medio ambiente: Tachos para basura, supervisores, televisores de comunicación, programas de 5 s, jefes departamentales, jefes de planta, gerentes.

4.1.5.8 Seleccione el recurso primario con su contradicción

Recurso: Trabajadores

Contradicción: Mucho tiempo de capacitación – poco tiempo de capacitación

4.1.5.9 Liste los recursos auxiliares

Tachos para basura, supervisores, televisores para comunicación, programas de 5 s, jefes departamentales, jefes de planta, gerentes.

4.1.5.10 Cambie el recurso principal usando recursos auxiliares de manera que la contradicción se evapore

Para cambiar la cultura de los trabajadores se podría utilizar a los supervisores para que diariamente capaciten a los empleados en sus puestos de trabajo de tal manera que se vuelva costumbre colocar cualquier tipo de desecho en los tachos correspondientes.

Podemos utilizar los televisores para incentivar e instruir al personal a que sean más ordenados y se mantenga limpio el lugar de trabajo, pasillos, carros de transporte, etc.

Se pueden ubicar los basureros en lugares estratégicos para que se más sencillo colocar los desechos donde deben estar.

4.1.5.11 Evaluar la solución

Tabla 4.13 Tabla de evaluación

Criterio	Comparación
¿Desaparecen las características negativas?	Si
¿Se mantienen las características útiles? ¿Asomarán nuevos beneficios?	Si
¿Aparecerán nuevas características negativas?	No
¿El sistema se torna más complejo?	No
¿Ha sido resulta la contradicción inherente primaria?	Si
¿Siguen sin usarse los recursos y que están disponibles con facilidad?	Si
¿Facilidad de implementación?	Si

4.1.5.12 Uso de patrones de evolución

Tabla 4.14 Patrones de evolución

Patrón	Cómo aplicarlo al sistema
Desigual evolución del sistema	Se mejora la cultura de los trabajadores pero hay que capacitar a los supervisores también.
Transición al macro-nivel	Que todas las personas dentro de la fábrica se capaciten mutuamente, crear una cultura general de limpieza.
Transición al micro-nivel	Cada trabajador mantenga limpio no solo el puesto de trabajo sino todo lo que esté a su alcance.
El incremento de interacciones	Trabajador más reconocimientos e incentivos nos da como resultado un trabajador empeñado en la limpieza.
Expansión y poda	Todos los empleados, siendo estos obreros, jefes, gerentes, etc. trabajando en conjunto por una fábrica limpia y a la vez cada uno por sí solo.
Resumen: incremento de idealidad	Incentivar a los empleados a tener una cultura de limpieza para trabajar en conjunto y a la vez cada uno sea consciente de que si ensucia se daña su trabajo.

4.1.5.13 Principio para innovación: 40 maneras para crear soluciones

Para seleccionar los principios más adecuados utilizando la contradicción inherente y los recursos se utiliza la tabla 1.3.

De esta tabla utilizaré la tercera fila que es para satisfacer requerimientos opuestos al mismo tiempo y en el mismo sitio.

Los principios recomendados son:

- Principio 1. Segmentación: Transición al micro-nivel. Dividir un objeto o sistema en partes independientes. El hacer un objeto fácil de desensamblar incrementa el grado de fragmentación o segmentación.

Hacer el trabajo individualizado, es decir, hablar con cada uno de los trabajadores mientras se realizan sus labores, en lugar de hacer reuniones con todos para capacitarlos.

- Principio 5. Combinación: Junte o combine objetos idénticos o similares, ensamble partes idénticas o similares para llevar a cabo operaciones paralelas.

Se llevan a cabo operaciones paralelas al realizar en cada puesto de trabajo una capacitación continua, de la misma manera se colocan tachos para basura en lugares estratégicos y en lugares similares de acuerdo a la ubicación de las máquinas.

- Principio 6. Multifuncionalidad: Conseguir que una parte de un objeto o sistema ejecute múltiples funciones; elimine la necesidad de otra partes. El número de partes y operaciones decrecen pero se mantienen las características y funciones útiles

Este principio se puede aplicar de manera que los supervisores no solo controlen el trabajo de los obreros, sino también actúen como facilitadores o capacitadores para llegar a un objetivo en común que es la limpieza y orden de toda la fábrica, que

interactúen con la gente de tal manera que todos participen en la limpieza y capacitación.

- Principio 24. Intermediario: Utilice un artículo portador o proceso intermediario. Combine un objeto temporalmente con otro que puede ser fácilmente removido.

Con este principio corroboramos la solución de usar a los supervisores como facilitadores, ya que cuando los trabajadores sepan y estén concientes del los beneficios que trae el ser ordenados y mantener limpio su lugar de trabajo, ya no será necesario que los supervisores hagan hincapié en el tema de manera que el capacitador es fácilmente removido.

- Principio 40. Materiales compuestos: Troqué los materiales y sistemas de uniformes a compuestos (múltiples).

Formación de un equipo multidisciplinario para la organización y control de la limpieza en la fábrica, que exista gente responsable de cada lugar y departamento que actúen como capacitadores, controladores, mientras participan de la limpieza.

4.1.5.14 Resultado final ideal

Formación de un equipo multidisciplinario conformado con personas de cada área o departamento que se encarguen de la capacitación y control constante mientras ellos mismos dan el ejemplo de limpieza.

Impulsar al personal a que parte de su trabajo también sea la limpieza, mediante la colocación de incentivos en los televisores de la fábrica y la entrega de reconocimientos físicos o económicos. También la ubicación estratégica de tachos para basura dentro de la fábrica de tal manera que les sea fácil ubicar los desechos en su lugar.

Conclusiones

Mediante el uso del método TRIZ se encontró varias soluciones para cada uno de los defectos más representativos, estas soluciones son:

- Llantas desbalanceadas:

La solución es colocar en la máquina de medición o balanza ubicada al extremo de la máquina extrusora, sensores que mediante un semáforo y sonido expresen o indiquen si el material tiene el peso, calibres y dimensiones dentro de especificación.

Otra de las soluciones es instalar un sistema de retroalimentación a la misma máquina, el cual tomando en cuenta los datos captados por los sensores, recalibre por si solo a la máquina cuando sea necesario, así los materiales estarán siempre dentro de especificación y por ende la llanta tendrá el peso ideal.

- Livianos en los laterales:

Ajustar la cantidad de lubricante suministrada a las llantas verdes, si atomizamos el lubricante, aumentamos un sistema de retroalimentación y colocamos luz en las pistolas de lubricación, hacemos que la facilidad de operación no disminuya mientras se aplique de forma precisa el lubricante.

Lubricar una llanta y otra no, así aprovechamos el lubricante existente en el molde lo que hará eliminar los excesos de lubricante, con esto se evita que una o varias ventilas se tapen y por ende se produzcan livianos.

Por otro lado si usamos en el área de vulcanización un sistema FIFO “el primero que entra es el primero que sale” aseguraremos que las llantas a vulcanizar estén totalmente secas y no ensucien los moldes.

- Daños por rebarbeo:

Se resuelve el problema mediante el uso de nuevas ventilas que son las minivent y eurovent, estas funcionan de una manera más eficiente por lo que no producen tetillas en el neumático, al no tener tetillas que rebarbear, se eliminará este proceso y por ende se eliminarán los daños.

- Molde sucio:

La solución para los moldes sucios sería la misma que se utilizó para livianos en lateral, ya que la raíz del problema es igual en ambos defectos. Existe una recomendación adicional: realizar un correcto cronograma de limpieza de moldes.

- Materia extraña:

Mantener la planta evitará materias extrañas en las llantas. Formar un equipo multidisciplinario conformado por personas de cada área o departamento que se encarguen de la capacitación y control constante mientras ellos mismos dan el ejemplo de limpieza.

Impulsar al personal a que parte de su trabajo también sea la limpieza, mediante la colocación de incentivos en los televisores de la fábrica y la entrega de reconocimientos físicos o económicos. También la ubicación estratégica de tachos para basura dentro de la fábrica de tal manera que les sea fácil ubicar los desechos en su lugar.

CONCLUSIONES

Para llevar a cabo el presente trabajo se utilizó el método de resolución de problemas de inventiva que es una herramienta bastante poderosa, ésta nos ayuda a encontrar con facilidad soluciones a cualquier tipo de complicación que se nos presente. Mediante la aplicación de cada uno de los pasos del TRIZ se halla la raíz del problema y la manera más fácil y económica solucionarlo.

La Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A. es una gran empresa productora de llantas con más de 50 años realizando esta labor, a pesar de su experiencia y sus bien estructurados procesos productivos tiene falencias y por mínimas que estas sean deben mejorar continuamente para entregar a sus clientes un producto de calidad.

Por esto, se realizó una investigación de los defectos que se presentan en las llantas de Equipo Original para lo cual apliqué como herramienta la observación, ésta me permitió estar presente en las labores diarias de los trabajadores y registrar los inconvenientes que se les presentaba. Para registrar estos datos primero calculé una muestra de la cantidad de días a registrarlos y la cantidad de llantas por día que se iban a tomar en cuenta para la investigación.

Mediante la utilización de la herramienta y la muestra logré identificar varios defectos ofensores, de entre ellos se determinaron los principales al aplicar un diagrama de Pareto. Estos defectos fueron: Llantas desbalanceadas, livianos en los laterales, daños por rebarbeo, molde sucio y materia extraña.

Al aplicar TRIZ a los principales defectos se encontró varias soluciones a cada uno de ellos, es importante recalcar que a medida que se utiliza el método TRIZ se pueden ir encontrando más y mejores soluciones, si no está satisfecho con la solución que encontró al aplicarlo por primera vez se recomienda volver a utilizar el método pero esta vez tomando como referencia otra contradicción, así logrará encontrar el resultado final ideal.

En el último capítulo se empleó la agenda de resolución de problemas varias veces hasta encontrar la solución ideal para los defectos presentados en los neumáticos, estas soluciones son:

- Llantas desbalanceadas:

La solución es colocar en la máquina de medición o balanza ubicada al extremo de la máquina extrusora, sensores que mediante un semáforo y sonido expresen o indiquen si el material tiene el peso, calibres y dimensiones dentro de especificación.

Otra de las soluciones es instalar un sistema de retroalimentación a la misma máquina, el cual tomando en cuenta los datos captados por los sensores, recalibre por sí solo a la máquina cuando sea necesario, así los materiales estarán siempre dentro de especificación y por ende la llanta tendrá el peso ideal.

- Livianos en los laterales:

Ajustar la cantidad de lubricante suministrada a las llantas verdes, si atomizamos el lubricante, aumentamos un sistema de retroalimentación y colocamos luz en las pistolas de lubricación, hacemos que la facilidad de operación no disminuya mientras se aplique de forma precisa el lubricante.

Lubricar una llanta y otra no, así aprovechamos el lubricante existente en el molde lo que hará eliminar los excesos de lubricante, con esto se evita que una o varias ventilas se tapen y por ende se produzcan livianos.

Por otro lado si usamos en el área de vulcanización un sistema FIFO “el primero que entra es el primero que sale” aseguraremos que las llantas a vulcanizar estén totalmente secas y no ensucien los moldes.

- Daños por rebarbeo:

Se resuelve el problema mediante el uso de nuevas ventilas que son las minivent y eurovent, estas funcionan de una manera más eficiente por lo que no producen tetillas en el neumático, al no tener tetillas que rebarbear, se eliminará este proceso y por ende se eliminarán los daños.

- Molde sucio:

La solución para los moldes sucios sería la misma que se utilizó para livianos en lateral, ya que la raíz del problema es igual en ambos defectos. Existe una recomendación adicional: realizar un correcto cronograma de limpieza de moldes.

- Materia extraña:

Mantener la planta evitará materias extrañas en las llantas. Formar un equipo multidisciplinario conformado por personas de cada área o departamento que se encarguen de la capacitación y control constante mientras ellos mismos dan el ejemplo de limpieza.

Impulsar al personal a que parte de su trabajo también sea la limpieza, mediante la colocación de incentivos en los televisores de la fábrica y la entrega de reconocimientos físicos o económicos. También la ubicación estratégica de tachos para basura dentro de la fábrica de tal manera que les sea fácil ubicar los desechos en su lugar.

Este estudio nos demostró que se pueden hallar soluciones a problemas bastante complicados mediante la utilización de recursos con los que ya contamos o recursos de muy bajo costo. La utilización de las soluciones propuestas en el presente trabajo le puede ahorrar muchos dolores de cabeza a ERCO y también pueden utilizar este mismo método para la resolución de cualesquier otro problema que se les presente.

GLOSARIO

- Ambiente: En TRIZ es el entorno que rodea un sistema tecnológico.
- Área de conflicto: lugar o elemento de un sistema donde se presenta una contradicción que puede ser técnica o física.
- Campo: Algún tipo de energía que interactúa con una o varias sustancias, los principales campos que se utilizan en TRIZ son: Gravitacional, electromagnético, mecánico, térmico, óptico y acústico.
- Conocimiento: Puede considerarse como información que viene cargada de experiencia, juicio intuición y valores. En TRIZ el conocimiento es una fuente vital para encontrar soluciones, especialmente de fuera de su campo de experiencia.
- Contradicción: Alteración que resulta cuando un componente o un elemento de un sistema entra en conflicto con otro elemento del mismo sistema. TRIZ trata de eliminar dichos conflictos por medio d los 40 principios.
- Contradicción física: Ocurre cuando el mismo sistema debe satisfacer condiciones opuestas. Ejemplo: caliente/frío, presente ausente.
- Contradicción técnica: sucede cuando dos parámetros diferentes están en conflicto de manera que cuando uno mejora el otro empeora.
- Datos: Hechos presentados sin ningún juicio o contexto. Los datos se convierten en información cuando se clasifican, analizan, corrigen, resume y se coloca en un contexto.
- Funcionalidad: Describe los beneficios que se necesita de un sistema.
- Grado de idealidad: Medida por medio de la cual se determina el grado de evolución de un sistema.

- Idealidad: Definición de TRIZ para ayudar a entender el problema y encontrar soluciones ideales. La idealidad de un sistema se define como la suma de beneficios dividido para la suma de todos los costos y daños.
- Matriz de contradicción: Matriz definida por 39 parámetros de ingeniería que demuestra que los 40 principios utilizados por otros ingenieros han tenido éxito para resolver contradicciones similares a las que se analiza.
- Recursos: Algo en o alrededor del sistema actual que está disponible para ayudarle a solucionar su problema. Se describe en TRIZ como algo al que no se ha utilizado el máximo de su potencial

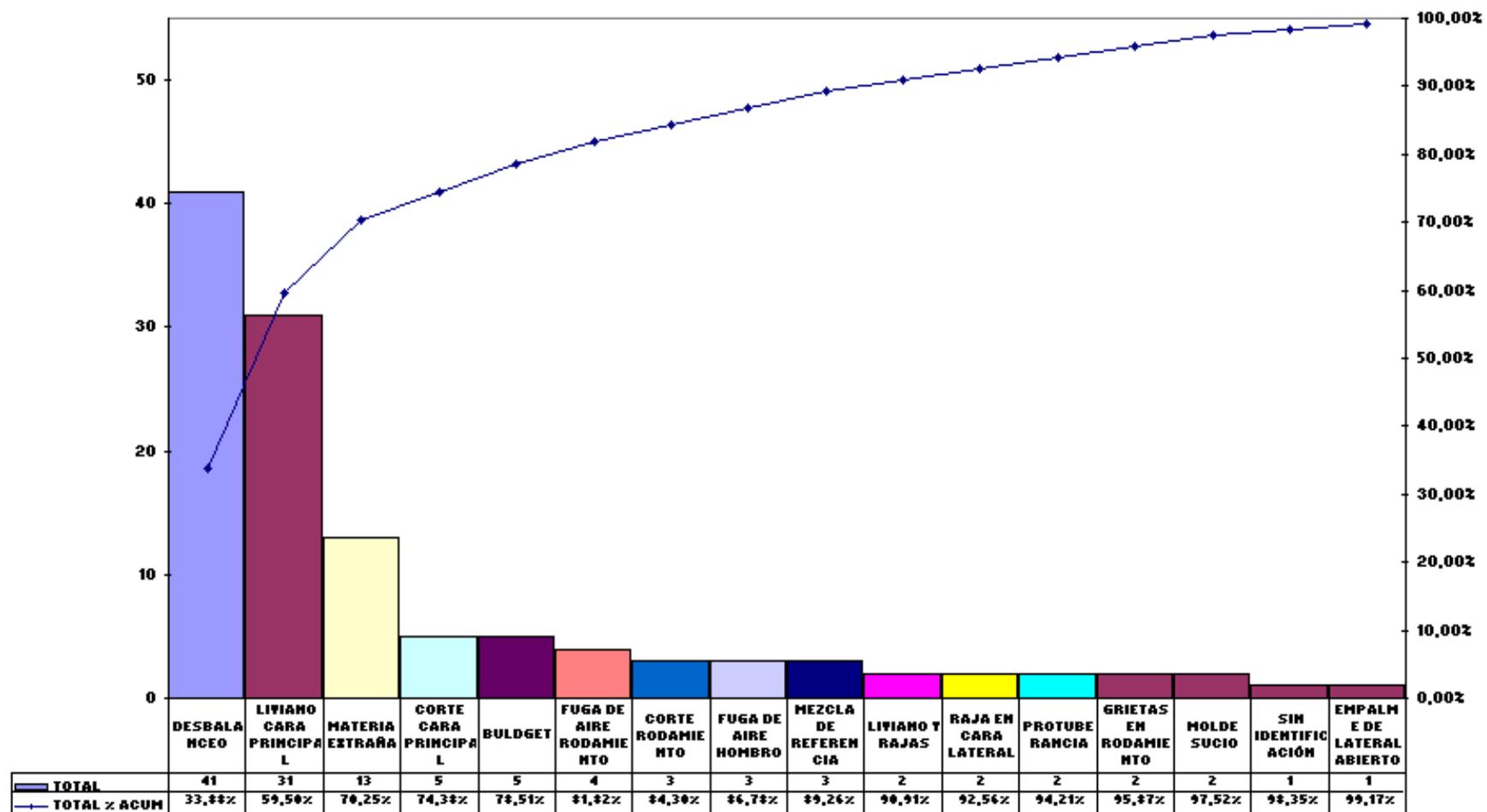
BIBLIOGRAFÍA

- Continental. *Tire Uniformity Operator Training Manual*. 1994
- División de graduados e investigación. *Las 7 herramientas básicas*. Edición limitada. México: Instituto técnico y de estudios superiores de monterrey, 1992
- GUEVARA, Carlos. *Metodología de investigación*. 2da. Edición. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2001. ISBN:9978-41-580-7
- HERNANDEZ, Cirina; ORDUÑA, Patricia; PEREZ, Susana; CORTES, Guillermo y AGUILAR, Alberto. *Aplicación de los conceptos fundamentales de la teoría TRIZ en el diseño conceptual* [en línea]. citado junio 7, 2010. Disponible de Internet: http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/formulario/MT/MT2009/MT5/SESION1/MT51_CHERNANDEZ_080.pdf
- HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. *Fundamentos de metodología de la investigación*. 1ra. Edición. México: Editorial McGraw-Hill, 2007.
- ISOBA, Oscar. *TRIZ y la innovación en tiempos de crisis* [en línea] citado noviembre 8, 2010. Disponible de Internet: <http://www.gestiopolis.com/innovacion-emprendimiento/triz-teoria-de-resolucion-de-problemas-inventivos.htm>
- RANTANEN, Kalevi; DOMB, Ellen. *TRIZ Simplificado*. Cuenca: Universidad del Azuay. Traducción de: Ing. Iván Andrade.
- SARIEGO, Pedro; PIZARRO, Felix. *Alcances y aplicaciones en la fase de diseño conceptual de TRIZ* [en línea]. Valparaíso, Chile: Octubre 2007. [citado junio 7, 2010]. Disponible de Internet: <http://congreso.pucp.edu.pe/cibim8/pdf/05/05-01.pdf>
- TOALONGO, Manuel. *Métodos y técnicas de investigación*. 2da. Edición. Cuenca: Universidad del Azuay, 2004.
- VILLEGAS, Ciro. *Metodología TRIZ para La innovación tecnológica e inventiva* [en línea]. citado junio 7, 2010. Disponible de Internet: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/metodologia-triz-innovacion-tecnologica-inventiva/metodologia-triz-innovacion-tecnologica-inventiva.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de pareto

RECLAMOS 2010



Anexo 2. Ticket de Equipo Original



GERENCIA DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y CONTROL DE PRODUCCION

JUNIO

CUMPLIMIENTO EQUIPO ORIGINAL

FAMILIA	MEDIDA	TICKET	Ingreso neto OE	Ingreso AP	% OE	% OE + AF	Por ingresar	% Yield OE	% Yield OE + AF	% Prog Fin Mes
PASS. RADIAL	175 70R13 BARUM BRILLANT									
	175/70R13 82T ALTIMAX RT	3.500	3680		105%		Cumplido			
	185/60 R14 SP CONTACT CH90	6.500	6368		98%		132	60%	60%	98%
	185/60 R14 82H CC1	8.000	7981		100%		19	67%	67%	100%
	185/60 R14 82H CONTI POWER CONTACT	5.000	3779		76%		1221	74%	74%	76%
	195/55 R15 CC1	1.300	1528		118%		Cumplido			
	TOTAL PASAJERO	24.300	23.336							
CMTA. RADIAL	195 R14 C200 PR 10									
	205/75 R15 GRABBER SUV	1.600	1285		80%	80%	315	33%	33%	80%
	225/70 R15C YANCO	3.200	3190		100%	100%	10	41%	41%	100%
	235/60 R16 4 x 4 CONTACT	1.600	1174		73%	73%	426	56%	56%	73%
	215/65 R16 CROSS CONTACT	1.500	1314		88%	88%	186	61%	61%	88%
	255/70 R16 GRABBER SUV BLK	1.700	1629		96%	96%	71	42%	42%	96%
	255/70 R16 111T GRABBER HTS	1.400	308		22%	22%	1092	25%		22%
	245/75 R16 GRABBER SUV	1.700	1655		97%	97%	45	44%	44%	97%
	245/75 R16 111S GRABBER HTS	1.000	536		54%	54%	464	43%	43%	54%
TOTAL CAMIONETA	13.700	10.555								
CAMION	LLANTA 900-20 SUPERIOR 14									
	TOTAL	38.000	33.891							

NOTA:

Datos actualizados al Miércoles, 30 de Junio de 2010

Anexo 3. Hoja de registros

DEFECTOS REGISTRADOS

FECHA:

TUO - TUG

BALANCEO

LLANTA						Total
EO						
REP						
SCRAP						

LLANTA						Total
EO						
REP						
SCRAP						

LLANTA						Total
EO						
REP						
SCRAP						

LLANTA						Total
EO						
REP						
SCRAP						

LLANTA						Total
EO						
REP						
SCRAP						

LLANTA						Total
EO						
REP						
SCRAP						

LLANTA						Total
EO						
REP						
SCRAP						

LLANTA						Total
EO						
REP						
SCRAP						

2DA. INSPECCION

LLANTA						Total
EO						

LLANTA						Total
EO						

DEFECTO						Total
REP						
SCRAP						
Total						

DEFECTO						Total
REP						
SCRAP						
Total						

LLANTA						Total
EO						

LLANTA						Total
EO						

DEFECTO						Total
REP						
SCRAP						
Total						

DEFECTO						Total
REP						
SCRAP						
Total						

LLANTA						Total
EO						

LLANTA						Total
EO						

DEFECTO						Total
REP						
SCRAP						
Total						

DEFECTO						Total
REP						
SCRAP						
Total						

OBSERVACIONES

Anexo 4. Matriz de Contradicciones

		Característica Empeorada																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Peso de un objeto en movimiento	todos	todos	15, 8, 29, 34	todos	29, 17, 38, 34	todos	29, 2, 40, 28	todos	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 19, 40	5, 34, 31, 35	todos	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	todos
2	Peso de un objeto estacionario.	todos	todos	todos	10, 1, 29, 35	todos	35, 30, 13, 2	todos	5, 35, 14, 2	todos	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 1, 40	28, 2, 10, 27	todos	2, 27, 19, 6	28, 19, 32, 22	19, 32, 35	todos	18, 19, 28, 1
3	Longitud de un objeto en movimiento.	8, 15, 29, 34	todos	todos	todos	15, 17, 4	todos	7, 17, 4, 35	todos	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34	8, 35, 39, 34	19	todos	10, 15, 19	32	8, 35, 24	todos
4	Longitud de un objeto estacionario.	todos	35, 28, 40, 29	todos	todos	todos	17, 7, 10, 40	todos	35, 8, 2, 14	todos	28, 10	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26	todos	1, 10, 35	3, 35, 38, 18	3, 25	todos	todos
5	Área de un objeto en movimiento.	2, 17, 29, 4	todos	14, 15, 18, 4	todos	todos	7, 14, 17, 4	todos	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3	todos	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32	todos	
6	Área de un objeto estacionario.	todos	30, 2, 14, 18	todos	26, 7, 9, 39	todos	todos	todos	todos	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	todos	2, 38	40	todos	2, 10, 19, 30	35, 39, 38	todos	todos	todos	
7	Volumen de un objeto en movimiento.	2, 26, 29, 40	todos	1, 7, 4, 35	todos	1, 7, 4, 17	todos	todos	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4	todos	34, 39, 10, 18	2, 13, 10	35	todos	
8	Volumen de un objeto estacionario.	todos	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	todos	todos	todos	todos	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	todos	35, 34, 38	35, 6, 4	todos	todos	todos	
9	Velocidad	2, 28, 13, 38	todos	13, 14, 8	todos	29, 30, 34	todos	7, 29, 34	todos	13, 28, 15, 29	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	8, 3, 26, 14	3, 19, 35, 5	todos	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38	todos	
10	Fuerza	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21	35, 10, 14, 27	19, 2	todos	35, 10, 21	todos	19, 17, 10	1, 16, 36, 37	

Característica Empeorada

Característica Mejorada		Característica Empeorada										Característica Empeorada									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
1	Peso de un objeto en movimiento	12, 36, 18, 31	6, 2, 34, 19	5, 35, 3, 31	10, 24, 35	10, 35, 20, 28	3, 26, 18, 31	1, 3, 11, 27	28, 27, 35, 26	28, 35, 26, 18	22, 21, 18, 27	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 11	29, 5, 15, 8	26, 30, 36, 34	28, 29, 26, 32	26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37	
2	Peso de un objeto estacionario.	15, 19, 18, 22	18, 19, 28, 25	5, 8, 13, 30	10, 15, 35	10, 20, 35, 26	19, 6, 18, 26	10, 28, 8, 3	18, 26, 28	10, 1, 35, 17	2, 19, 22, 37	35, 22, 1, 39	28, 1, 9	6, 13, 1, 32	2, 27, 28, 11	19, 15, 29	1, 10, 26, 39	25, 28, 17, 15	2, 26, 35	1, 28, 15, 35	
3	Longitud de un objeto en movimiento.	1, 35	7, 2, 35, 39	4, 29, 23, 10	1, 24	15, 2, 29	29, 35	10, 14, 29, 40	2, 32, 4	10, 28, 29, 37	1, 15, 17, 24	17, 15	1, 29, 17	15, 29, 35, 4	1, 28, 10	14, 15, 1, 16	1, 19, 26, 24	35, 1, 26, 24	17, 24, 26, 16	14, 4, 28, 29	
4	Longitud de un objeto en movimiento.	12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26	30, 29, 14	todos	15, 29, 28	32, 28, 3	2, 32, 10	1, 18	todos	15, 17, 27	2, 25	3	1, 35	1, 26	26	todos	30, 14, 7, 26	
5	Área de un objeto en movimiento.	19, 10, 32, 18	15, 17, 13, 26	10, 35, 2, 39	30, 26	26, 4	29, 30, 6, 13	29, 9	26, 28, 32, 3	2, 32	22, 33, 28, 1	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24	15, 17, 13, 16	15, 13, 10, 1	15, 30	14, 1, 13	2, 36, 26, 18	14, 30, 28, 23	10, 26, 34, 2	
6	Área de un objeto estacionario.	17, 32	17, 7, 30	10, 14, 18, 39	30, 16	10, 35, 4, 18	2, 18, 40, 4	32, 35, 40, 4	26, 28, 32, 3	2, 29, 18, 36	27, 2, 39, 35	22, 1, 40	40, 16	16, 4	16	15, 16	1, 18, 36	2, 35, 30, 18	23	10, 15, 17, 7	
7	Volumen de un objeto en movimiento.	35, 6, 13, 18	7, 15, 13, 16	36, 39, 34, 10	2, 22	2, 6, 34, 10	29, 30, 7	14, 1, 40, 11	25, 26, 28	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35	17, 2, 40, 1	29, 1, 40	15, 13, 30, 12	10	15, 29	26, 1	29, 26, 4	35, 34, 16, 24	10, 6, 2, 34	
8	Volumen de un objeto estacionario.	30, 6	todos	10, 39, 35, 34	todos	35, 16, 32, 18	35, 3	2, 35, 16	todos	35, 10, 25	34, 39, 19, 27	30, 18, 35, 4	35	todos	1	todos	1, 31	2, 17, 26	todos	35, 37, 10, 2	
9	Velocidad	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26	todos	10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 25	1, 28, 35, 23	2, 24, 35, 21	35, 13, 8, 1	35, 28, 13, 12	34, 2, 28, 27	15, 10, 26	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18	todos	
10	Fuerza	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5	todos	10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1	1, 28, 3, 25	15, 1, 11	15, 17, 18, 20	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	2, 35	3, 28, 35, 37	

Característica Mejorada		Característica Empeorada																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	Esfuerzo de presión	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28	10, 15, 36, 37	6, 35, 10	35, 24	6, 35, 36	36, 35, 21	todos	35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40	19, 3, 27	todos	35, 39, 19, 2	todos	14, 24, 10, 37	todos
12	Forma	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10	todos	14, 4, 15, 22	7, 2, 35	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14	todos	33, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25	todos	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14	todos
13	Estabilidad de la composición del	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	22, 1, 18, 4	todos	17, 19, 15	13, 27, 10, 35	39, 3, 35, 23	35, 1, 32	32, 3, 27, 16	13, 19	27, 4, 29, 18
14	Resistencia	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 15, 14, 7	9, 14, 17, 15	8, 13, 26, 14	10, 18, 3, 14	10, 3, 18, 40	10, 30, 35, 40	13, 17, 35	todos	27, 3, 26	todos	30, 10, 40	35, 19	19, 35, 10	35
15	Duración de la acción por un objeto en	19, 5, 34, 31	todos	2, 19, 9	todos	3, 17, 19	todos	10, 2, 19, 30	todos	3, 35, 5	19, 2, 16	19, 3, 27	14, 26, 28, 25	13, 3, 35	27, 3, 10	todos	todos	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18	todos
16	Duración de la acción por un objeto	todos	6, 27, 19, 16	todos	1, 40, 35	todos	todos	todos	35, 34, 38	todos	todos	todos	todos	39, 3, 35, 23	todos	todos	todos	19, 18, 36, 40	todos	todos	todos
17	Temperatura	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39, 18	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4	2, 28, 36, 30	35, 10, 3, 21	35, 39, 19, 2	14, 22, 19, 32	1, 35, 32	10, 30, 22, 40	19, 13, 39	19, 18, 36, 40	todos	32, 30, 21, 16	19, 15, 3, 17	todos
18	Intensidad de Iluminación	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16	todos	19, 32, 26	todos	2, 13, 10	todos	10, 13, 19	26, 19, 6	todos	32, 30	32, 3, 27	35, 19	2, 19, 6	todos	32, 35, 19	todos	32, 1, 19	32, 35, 1, 15
19	Uso de energía por un objeto en movimiento	12, 18, 28, 31	todos	12, 28	todos	15, 19, 25	todos	35, 13, 18	todos	8, 35	16, 26, 21, 2	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 17, 24	5, 19, 9, 35	28, 35, 6, 18	todos	19, 24, 3, 14	2, 15, 19	todos	todos
20	Uso de energía por un objeto estacionario	todos	19, 9, 6, 27	todos	todos	todos	todos	todos	todos	todos	36, 37	todos	todos	27, 4, 29, 18	35	todos	todos	todos	19, 2, 35, 32	todos	todos

Característica Empeorada

Característica Mejorada		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
11	Esfuerzo de presión	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 3, 37	todos	37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35	22, 2, 37	2, 33, 27, 18	1, 35, 16	11	2	35	19, 1, 35	2, 36, 37	35, 24	10, 14, 35, 37	
12	Forma	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5	todos	14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28	32, 15, 26	2, 13, 1	1, 15, 29	16, 29, 1, 28	15, 13, 39	15, 1, 32	17, 26, 34, 10	
13	Estabilidad de la composición del	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40	todos	35, 27	15, 32, 35	todos	13	18	35, 24, 30, 18	35, 40, 27, 39	35, 19	32, 35, 30	2, 35, 10, 16	35, 30, 34, 2	2, 35, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 40, 3	
14	Resistencia	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40	todos	29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3	3, 27, 16	3, 27	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32	32, 40, 25, 2	27, 11, 3	15, 3, 32	2, 13, 25, 28	27, 3, 15, 40	15	29, 35, 10, 14	
15	Duración de la acción por un objeto en	19, 10, 35, 38	todos	28, 27, 3, 18	10	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13	3	3, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	27, 1, 4	12, 27	29, 10, 27	1, 35, 13	10, 4, 29, 15	19, 29, 39, 35	6, 10	35, 17, 14, 19	
16	Duración de la acción por un objeto	16	todos	27, 16, 18, 38	10	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	34, 27, 6, 40	10, 26, 24	todos	17, 1, 40, 33	22	35, 10	1	1	2	todos	25, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 38	
17	Temperatura	2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31	todos	35, 28, 21, 18	3, 17, 30, 39	19, 35, 3, 10	32, 19, 24	24	22, 33, 35, 2	22, 35, 2, 24	26, 27	26, 27	4, 10, 16	2, 18, 27	2, 17, 16	3, 27, 35, 31	26, 2, 19, 16	15, 28, 35	
18	Intensidad de iluminación	32	13, 16, 1, 6	13, 1	1, 6	19, 1, 26, 17	1, 19	todos	11, 15, 32	3, 32	15, 19	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26	28, 26, 19	15, 17, 13, 16	15, 1, 19	6, 32, 13	32, 15	2, 26, 10	2, 25, 16	
19	Uso de energía por un objeto en movimiento	6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5	todos	35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 18	19, 21, 11, 27	3, 1, 32	todos	1, 35, 6, 27	2, 35, 6	28, 26, 30	19, 35	1, 15, 17, 28	15, 17, 13, 16	2, 29, 27, 28	35, 38	32, 2	12, 28, 35	
20	Uso de energía por un objeto estacionario	todos	todos	28, 27, 18, 31	todos	todos	3, 35, 31	10, 36, 23	todos	todos	10, 2, 22, 37	19, 22, 18	1, 4	todos	todos	todos	todos	19, 35, 16, 25	todos	1, 6	

Característica Empeorada

		Característica Mejorada										Característica Empeorada									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	Potencia	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37	-	19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 25	15, 35, 2	26, 2, 36, 35	22, 10, 35	29, 14, 2, 40	35, 32, 15, 31	26, 10, 28	19, 35, 10, 38	16	2, 14, 17, 25	16, 6, 19	16, 6, 19, 37	todos
22	Pérdida de energía	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	7	16, 35, 38	36, 38	todos	todos	14, 2, 39, 6	26	todos	todos	19, 38, 7	1, 13, 32, 15	todos	todos
23	Pérdida de substancia.	35, 6, 23, 40	35, 6, 22, 32	14, 29, 10, 39	10, 28, 24	35, 2, 10, 31	10, 18, 39, 31	1, 29, 30, 36	3, 39, 18, 31	10, 13, 28, 38	14, 15, 18, 40	3, 36, 37, 10	29, 35, 3, 5	2, 14, 30, 40	35, 28, 31, 40	28, 27, 3, 18	27, 16, 18, 38	21, 36, 39, 31	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31
24	Pérdida de información.	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	30, 26	30, 16		2, 22	26, 32		todos	todos	todos	todos	10	10	todos	19	todos	todos
25	Pérdida de tiempo.	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18	todos	10, 37, 36, 5	37, 36, 4	4, 10, 34, 17	35, 3, 22, 5	29, 3, 28, 18	20, 10, 28, 18	28, 20, 10, 16	35, 29, 21, 18	1, 19, 26, 17	35, 38, 19, 18	1
26	Cantidad de sustancia / cantidad de materia	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18	todos	15, 14, 29	2, 18, 40, 4	15, 20, 29	todos	35, 29, 34, 28	35, 14, 3	10, 36, 14, 3	35, 14	15, 2, 17, 40	14, 35, 34, 10	3, 35, 10, 40	3, 35, 31	3, 17, 39	todos	34, 29, 16, 18	3, 35, 31
27	Fiabilidad	3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 18, 11	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 4	3, 10, 14, 24	2, 35, 24	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3	10, 24, 35, 19	35, 1, 16, 11	todos	11, 28	2, 35, 3, 25	34, 27, 6, 40	3, 35, 10	11, 32, 13	21, 11, 27, 19	36, 23
28	Precisión de medición	32, 35, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 26, 5, 16	32, 28, 3, 16	26, 28, 32, 3	26, 28, 32, 3	32, 13, 6	todos	28, 13, 32, 24	32, 2	6, 28, 32	6, 28, 32	32, 35, 13	28, 6, 32	28, 6, 32	10, 26, 24	6, 19, 28, 24	6, 1, 32	3, 6, 32	todos
29	Precisión de manufactura	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 9	10, 28, 29, 37	2, 32, 10	28, 33, 29, 32	2, 29, 18, 36	32, 23, 2	25, 10, 35	10, 28, 32	28, 19, 34, 36	3, 35	32, 30, 40	30, 18	3, 27	3, 27, 40	todos	19, 26	3, 32	32, 2	todos
30	Un daño externo afecta al objeto	22, 21, 27, 39	2, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28	27, 2, 39, 35	22, 23, 37, 35	34, 39, 19, 27	21, 22, 35, 28	13, 35, 39, 18	22, 2, 37	22, 1, 3, 35	35, 24, 30, 18	18, 35, 37, 1	22, 15, 33, 28	17, 1, 40, 3	22, 33, 35, 2	1, 19, 32, 13	1, 24, 6, 27	10, 2, 22, 37

Característica Empeorada

Característica Mejorada		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
21	Potencia	+	10, 35, 38	28, 27, 18, 38	10, 19	35, 20, 10, 6	4, 34, 19	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	19, 22, 31, 2	2, 35, 18	26, 10, 34	26, 35, 10	35, 2, 10, 34	19, 17, 34	20, 19, 30, 34	19, 35, 16	28, 2, 17	28, 35, 34	
22	Pérdida de energía	3, 38	+	35, 27, 2, 37	19, 10	10, 18, 32, 7	7, 18, 25	11, 10, 35	32	todos	21, 22, 35, 2	21, 35, 2, 22	todos	35, 32, 1	2, 19	todos	7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35	
23	Pérdida de sustancia	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31	+	todos	15, 18, 35, 10	6, 3, 10, 24	10, 29, 39, 35	16, 34, 31, 28	35, 10, 24, 31	33, 22, 30, 40	10, 1, 34, 29	15, 34, 33	32, 28, 2, 24	2, 35, 34, 27	15, 10, 2	35, 10, 28, 24	35, 18, 10, 13	35, 10, 18	28, 35, 10, 23	
24	Pérdida de información	10, 19	19, 10	todos	+	24, 26, 28, 32	24, 28, 35	10, 28, 33	todos	todos	22, 10, 1	10, 21, 22	32	27, 22	todos	todos	todos	35, 33	35	13, 23, 15	
25	Pérdida de tiempo.	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 32	+	35, 38, 18, 16	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34	35, 22, 18, 39	35, 28, 34, 4	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10	24, 28, 35, 30	todos	
26	Cantidad de sustancia / cantidad de materia	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35	35, 38, 18, 16	+	18, 3, 28, 40	13, 2, 28	33, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 27	35, 29, 25, 10	2, 32, 10, 25	15, 3, 29	3, 13, 27, 10	3, 27, 29, 28	8, 35	13, 29, 3, 27	
27	Fiabilidad	21, 11, 26, 31	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 28	10, 30, 4	21, 28, 40, 3	+	32, 3, 11, 23	11, 32, 1	27, 35, 2, 40	35, 2, 40, 26	todos	27, 17, 40	1, 11	13, 35, 8, 24	13, 35, 1	27, 40, 28	11, 13, 27	1, 35, 29, 38	
28	Precisión de medición	3, 6, 32	26, 32, 27	10, 16, 31, 28	todos	24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 1, 23	+	todos	28, 24, 22, 26	3, 33, 39, 10	6, 35, 25, 18	1, 13, 17, 34	1, 32, 13, 11	13, 35, 2	27, 35, 10, 34	26, 24, 32	28, 2, 10, 34	10, 34, 28, 32	
29	Precisión de manufactura	32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24	todos	32, 26, 28, 18	32, 30	11, 32, 1	todos	+	26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26	todos	1, 32, 35, 23	25, 10	todos	26, 2, 18	todos	26, 28, 18, 23	10, 18, 32, 39	
30	Un daño externo afecta al objeto	19, 22, 31, 2	21, 2, 35, 2	33, 22, 19, 40	22, 10, 2	35, 18, 34	35, 33, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18	+	todos	24, 35, 2	2, 25, 28, 39	35, 10, 2	35, 11, 22, 31	22, 19, 29, 40	22, 19, 29, 40	33, 3, 34	22, 35, 13, 24	

Anexo 5. Modelo simplificado de TRIZ

