



UNIVERSIDAD DE CUENCA



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TITULO

APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE
(SMED) EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE LA PLANTA DE PREPARACIÓN
DE LA EMPRESA CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A.

REALIZADO POR

PEDRO AUGUSTO PEÑAHERRERA WILCHES

DIRECTOR

ING. CLAUDIO AUGUSTO PEÑAHERRERA CALLE

FECHA

17 de Julio de 2013.

Tesis Previa para la obtención
Del título de Ingeniero Industrial.



RESUMEN DE TESIS

Esta tesis de Grado para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, tienen por objetivo aplicar la herramienta de la manufactura esbelta, SMED, que simplifica cualquier cambio de matriz en la preparación de la máquina o procesos dentro del área industrial en un tiempo menor de 10 minutos, es decir en minutos de un solo dígito.

Para ello se siguió un análisis de procedimientos actuales, toma de tiempos, análisis de personal, estudio del lugar de trabajo, implementación de mejoras o herramientas automatizadas, capacitación al personal y sobre todo guiándome en el proceso de Single Minute Exchange Of Die (Smed) que es parte del sistema de producción de Toyota.

Finalmente luego de la aplicación del Smed, se analizó el proceso final, tomando los tiempos nuevos de cambio y su estudio para su mejora continua a lo largo del tiempo.

Palabras Claves: Extrusión, Extrusora, Preformador, Dado, Calibración, Dancer, Loop, Booking, Casetera, Manubrio doble, Enrolladoras de Casetes.



ABSTRACT

In the actuality every manufacturing factory in the world are in constantly change, companies need to be increasingly flexible and must adapt more easily and quickly to these changes, companies are not able to achieve this, they are endangered because with the passage of the years has become a priority to develop new technologies, new management techniques, new ways and work strategies that yield sustainable competitive advantage that allows them to stand above your competitors.

CONTINENTAL TIRE S.A. is a company of long history in the industrial sector of the city of Cuenca, which has had to evaluate various strategies for staying current within the national and international market due to the current situation that exists globally in the economically, like many other enterprises of various kinds, which have seen the need to change their market, because of this is that the company is obliged to seek new ways of working that will improve production processes, reduce costs, in order to get the best profit margin in the scenario that is being lived.

The enterprise seeks to apply the tools of Lean Manufacturing or Lean Manufacturing called SMED (Single Minutes Exchanged of dies), particularly in the extraction of common ground.

The goal is to reduce tool change time, (Channel) of the extruder at a time to increase production, reduce operating times, perform the work more easily and orderly, that is, to achieve the benefits obtained by applying the tools of the new philosophy implemented by the Japanese.

Time study was conducted, current analysis tools, operators and study movements of the job. Improvements are proposed based on SMED tool, and staff was trained on the new process of change in extruder machine, lifting time information exchange, which evidenced a decrease in time by about 50%, so achieved the stated objective.

Chapter 1

It describes the company CONTINENTAL TIRE Andina SA specifically the extraction of common ground, detailing how their products are produced, raw materials used and the production processes of each of the lines involved in the manufacture of tires.

Chapter 2

Reference is made to the theoretical framework of Lean Manufacturing, its history; this is important, describe each of your tools within which is the SMED and the benefits that this philosophy can deliver both the company and the workers. Just as his philosophy and method of implementation.



Chapter 3

It presents the analysis performed by applying the technique, contains tables with evaluations of activities and time spent on the development of each activity, in addition to the improvements proposed in order to reduce the time for change.

Chapter 4

We present the most important conclusions, important and significant of the study, their financial impact and time reduction. It also expressed the different recommendations on the tool implementation.



INDICE

INDICE -----	5
-----	8
-----	9
INTRODUCCIÓN -----	12
ABSTRACT -----	3
CAPITULO 1 -----	14
ANTECEDENTES GENERALES -----	14
1.1 Información de la Empresa.-----	14
1.1.1 Historia de la empresa.-----	14
1.1.2 Ubicación de la empresa -----	17
1.1.3 Misión y Visión -----	18
1.1.4 Organigrama funcional de la Continental Tire Andina S.A-----	18
1.2 Estrategia Empresarial -----	20
1.2.1 Valores Institucionales-----	21
1.2.2 Objetivos -----	22
1.3 Proceso Productivo.-----	22
1.3.1 Llantas Convencionales o Bias -----	24
1.3.2 Llantas radiales -----	24
1.3.3 Componentes de una Llanta -----	24
1.3.4 Proceso de Producción -----	25
1.3.4.1 Materias Primas -----	27
1.3.4.2 Proceso de mezclado -----	29
1.3.4.3 Proceso de calandrado -----	30
1.3.4.4 Procesos en Roller Head -----	31
1.3.4.5 Proceso de Extrusión-----	32
1.3.4.6 Fabricación de pestañas-----	33
1.3.4.7 Fabricación de breakers-----	35
1.3.4.8 Proceso de Cortado -----	35
1.3.4.9 Construcción primera etapa-----	36
1.3.4.10 Construcción segunda etapa-----	37



1.3.4.11 Vulcanización ----- 38

1.3.4.12 Inspección y acabado final ----- 40

1.4 Descripción de Producción----- 41

CAPITULO 2 ----- 46

MARCO TEORICO ----- 46

2.1 Manufactura Esbelta.----- 46

2.1.1 Qué es Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) ----- 46

2.1.2 Beneficios----- 47

2.1.3 Filosofía de Manufactura Esbelta¹ ----- 48

2.1.4 Herramientas de la Manufactura Esbelta ----- 50

2.2 Herramienta SMED----- 55

2.2.1 Metodología para el cambio¹⁰ ----- 58

2.2.2 Objetivos del Smed ----- 62

2.2.3 Conceptos fundamentales del SMED ----- 64

2.2.4 Técnicas de aplicación ----- 65

2.2.5 Problemas más comunes a la hora de realizar los cambios o preparación de herramientas----- 68

2.2.6 Importancia de las Cinco "S" en la aplicación del SMED ----- 68

2.2.7 Procedimientos para mejorar la preparación----- 69

CAPITULO 3 ----- 70

APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA SMED EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE EXTRUSIÓN----- 70

3.1 Proceso Productivo de Extrusión Ampliado.----- 70

3.2 Diagnóstico del proceso productivo de extrusión (cambio de canales de extrusión) ----- 90

3.2.1 Estudio del proceso actual----- 90

3.2.2 Toma de tiempos del proceso actual ----- 92

3.2.3 Seguimiento a operador de la máquina Triplex ----- 102

3.2.4 Seguimiento a almacenadores----- 102

3.2.5 Evidencia fílmica del proceso actual ----- 102

3.3 Aplicación de la herramienta SMED ----- 102

3.3.1 Diseño del proyecto----- 102

3.3.2 Revisión del proceso de extrusión (cambio de canales de extrusión) ----- 105

3.3.3 Plan de acción para mejora del proceso actual.----- 108



3.3.3.1 Determinación de las causas principales del problema.----- 108

3.3.3.2 Fijación de posibles soluciones a los problemas determinados ----- 110

3.3.3.3 Diseño e implementación del nuevo método. ----- 112

3.3.4 Capacitación al personal de extrusión----- 132

3.3.5 Documentación de tiempos nuevos de procedimiento de cambio de canales en la extrusora Triplex. ----- 132

3.3.5.1 Toma de tiempos----- 132

CAPITULO 4 ----- 140

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES----- 140

4.1 Conclusiones----- 140

4.1.1 Análisis de información en base a los tiempos obtenidos. ----- 140

4.2 Recomendaciones----- 144

BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS ----- 146

BIBLIOGRAFIA ----- 146

ANEXOS ----- 148



Yo, Pedro Augusto Peñaherrera Wilches, autor de la tesis "APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE LA PLANTA DE PREPARACIÓN DE LA EMPRESA CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 17 de Julio de 2013.

PEDRO AUGUSTO PEÑAHERRERA WILCHES
0104984794

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



Yo, Pedro Augusto Peñaherrera Wilches, autor de la tesis "APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE LA PLANTA DE PREPARACIÓN DE LA EMPRESA CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A.", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Industrial. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 17 de Julio de 2013.

PEDRO AUGUSTO PEÑAHERRERA WILCHES
0104984794

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316
e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103
Cuenca - Ecuador



DEDICATORIA

Dedico esta tesis de Grado a mis padres, mi hermana y mis abuelos que siempre confiaron en mí y me dieron su apoyo incondicionalmente, que en todo momento me han dado confianza y cariño para lograr mis objetivos.

A mi familia en general, especialmente a mi tía Violeta que me ha dado su apoyo y sabiduría para concluir cada etapa de mis estudios.



AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca, especialmente a la Escuela de Ingeniería Industrial, a cada uno de mis profesores que durante estos 5 años de carrera me han formado para ser un buen profesional, y principalmente a Dios que me ha guiado y cuidado durante toda mi vida.



INTRODUCCIÓN

En este mundo globalizado y de constantes cambios, las empresas requieren ser cada vez más ágiles y se deben adaptar con mayor facilidad y rapidez a estos cambios, las empresas que no son capaces de alcanzar esto, están en peligro de extinción porque con el paso de los años se vuelve prioritario desarrollar nuevas tecnologías, nuevas técnicas de administración, nuevas formas y estrategias de trabajo que permitan tener una ventaja competitiva sostenible y estar por encima de sus competidores.

CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A es una empresa de amplia historia en el sector industrial de la Ciudad de Cuenca, la cual ha debido evaluar diversas estrategias para mantenerse vigente dentro del mercado nacional e internacional, debido a la situación actual que se vive a nivel mundial en el plano económico, al igual que muchas otras empresas de distinta índole, las cuales se han visto en la necesidad de cambiar su mercado, la empresa se ve en la obligación de buscar nuevas alternativas de trabajo que permita mejorar los procesos productivos, reducir costos, con el fin de obtener el mejor margen de utilidad ante el escenario que se está viviendo.

CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A. busca aplicar la herramienta del Lean Manufacturing o Manufactura esbelta llamada SMED (Single Minutes Exchanged of dies) particularmente en el proceso de extracción de la planta común. El objetivo es lograr disminuir los tiempos de cambio de herramienta, (Canal) de la Extrusora a la vez de aumentar la producción, disminuir los tiempos de operación, realizar el trabajo en forma más fácil y ordenada, es decir, lograr los beneficios que se obtienen al aplicar las herramientas de la nueva filosofía implementada por los japoneses.

Se realizaron estudios de tiempos, análisis de herramientas actuales, movimientos de operadores y estudio del puesto de trabajo. Se propuso las mejoras en función de la herramienta SMED, y se capacito al personal sobre el nuevo proceso de cambio en la máquina extrusora, levantando información sobre tiempos de cambio, lo cual evidencio una disminución del tiempo en cerca del 50%, de esta manera se logró el objetivo planteado.

Capítulo 1

Se describe a la empresa CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A específicamente el proceso de extracción de la planta común, detalla cómo se fabrican sus productos, las materias primas que utilizan y los procesos productivos de cada una de las líneas que intervienen en la fabricación de las llantas.

Capítulo 2



Se hace referencia al marco teórico sobre Manufactura esbelta, su historia, se destaca su importancia, describe cada una de sus herramientas dentro de las cuales está el SMED y los beneficios que esta filosofía puede entregar, tanto a la empresa, como a los trabajadores. Así como su filosofía y método de implementación.

Capítulo 3

Presenta los análisis realizados al aplicar la técnica, contiene las tablas con evaluaciones de las actividades y los tiempos empleados en el desarrollo de cada actividad, además de las mejoras que se proponen con el fin de disminuir los tiempos de cambio.

Capítulo 4

Se presentan las conclusiones más relevantes, importantes y significativas del estudio, su impacto financiero y reducción de tiempo. Además se expresan las diferentes recomendaciones sobre la aplicación de la herramienta.



CAPITULO 1

ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Información de la Empresa.

Hablar de la Continental Tire Andina S.A., “Llantera” o simplemente como hoy se la conoce, Continental, es trasladarse hacia los orígenes del desarrollo industrial de la ciudad de Cuenca, donde un desastre del que venía siendo hasta ese entonces el principal producto de exportación, el sombrero de paja toquilla, dio como resultado el origen de una de las principales empresas del país.

1.1.1 Historia de la empresa.

En los años 90, la producción de sombreros de paja toquilla formaba parte de una de las principales actividades industriales en el sur del país, tuvo gran impacto especialmente en las provincias de Azuay, Cañar y parte de Loja, llegando a superar en importancia a las exportaciones de frutas de la costa entre los años 1940 y 1942, este acto industrial, estuvo impulsado por la construcción del Canal de Panamá donde los obreros lo utilizaban en grandes cantidades para protegerse del sol, pero como era de suponerse una vez finalizada la construcción del canal este sector industrial sufrió una gran debacle.

La economía de las tres provincias sureñas sufrió un grave golpe debido a que gran parte de la misma dependía de la exportación de los sombreros de paja toquilla, esta crisis impulso a que autoridades de la provincia del Azuay propongán en el Congreso nacional la aprobación de la Ley de Fomento Industrial.

Una vez aprobada la mencionada ley, el gobierno Nacional, crea en el año de 1958 el Instituto de Recuperación Económica, que posteriormente tomaría el nombre de Centro de Reconversión Económica del Azuay, Cañar y Morona Santiago, CREA. Al mismo tiempo ya, con la aprobación de la Ley de Fomento Industrial, se inicia la instalación de la Llantera en el sector de Machángara en la ciudad de Cuenca por iniciativa del Sr. Octavio Chacón, posteriormente, otras industrias se asentarían en dicho sector dando origen a lo que hoy conocemos como el Parque Industrial de Cuenca.

La principal ventaja que daba la ley aprobada, era de carácter fiscal y permitía a las empresas laborar exenta de impuestos con la



condición de que se ubique en la zona de Machángara y capten mano de obra local con la finalidad de dar un nuevo empuje a la economía local, buscando desarrollar productos que sustituyan al sombrero de paja toquilla.

La idea de crear una empresa de llantas surge del análisis del mercado importador de dicho producto ya que para ese entonces era muy amplio, además se consideró que con la implementación de una fábrica de llantas una gran cantidad de empresas podrían desarrollarse en torno a la misma, de esta manera, con la instalación de la llantera, se marca un hito en la industrialización de la ciudad, donde la tecnología, los volúmenes de ventas y el empleo tuvieron un fuerte empuje.

La empresa, hoy conocida como Continental Tire Andina S.A., se constituyó el 31 de julio de 1955, bajo la denominación de Ecuadorian Rubber Company (ERCO), las principales figuras para la construcción de esta empresa, fueron José Filomentor Cuesta, Octavio Chacón Moscoso y Enrique Malo Andrade a quienes se sumaron una serie de accionistas de diferentes sectores del país; el capital suscrito para ese entonces fue de S/ 24,000,000.00 (veinticuatro millones de sucres) con la intervención de 36 accionistas fundadores.

El 21 de agosto de 1956, en la ciudad de Akron en Estados Unidos perteneciente al estado de Ohio, se firma un convenio de cooperación técnica con General Tire & Rubber Co. Durante el periodo de 1956 a 1960, la nueva empresa atraviesa una serie de problemas debido principalmente a la oposición de los importadores de neumáticos para que se cree la empresa y por el incumplimiento del contrato de la empresa neoyorquina que proveería de la maquinaria a la empresa.

En el año 1961, se lleva a cabo la firma del contrato de construcción de la planta de producción, para que posteriormente, el 23 de diciembre de 1962, se produzca el primer neumático, una vez iniciada la producción y pasadas todas las pruebas técnicas se lleva a cabo la inauguración oficial de la fábrica el 25 de enero de 1963, a partir de esta fecha inicia la producción continua de llantas con un promedio de 208 llantas por día con un total anual de 52256 llantas.



En 1972, y la compañía bajo la presidencia del Gral. Guillermo Rodríguez Lara, se inicia una política nacionalista en el país, por lo cual la empresa se ve obligada a cambiar su nombre a Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A. En 1987, Continental AG de Alemania adquiere General Tire and Rubber Company a nivel mundial por lo cual ERCO paso a formar parte de la empresa alemana, esta fusión conllevó una serie de ventajas especialmente en el aspecto tecnológico y de desarrollo.

En el año de 1994 la empresa inicia la comercialización de neumáticos fuera del país siendo Colombia el primer mercado en el que se incursiona, para 1996 el producto se exportaba a 17 países entre ellos Perú, Venezuela, Bolivia y Chile.

El 6 de julio de 2009 Continental AG se convierte en socio mayoritario de la Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A., pasando ésta a formar parte de la empresa alemana y cambiando su nombre a Continental Tire Andina S.A., esta integración desencadenó en el incremento de la capacidad productiva y el acceso a nueva tecnología especialmente para el desarrollo de la línea de llantas radiales para camión.

Actualmente Continental Tire Andina S.A. produce alrededor de 7000 llantas por día en sus diferentes líneas en las marcas CONTINENTAL, GENERAL TIRE, BARUM, VIKING Y SPORTIVA. Además la empresa a lo largo de su vida se ha preocupado por asegurar la calidad de sus productos, de conservar el medio en el que labora y de realizar una adecuada gestión como empresa, actualmente la compañía cuenta con las siguientes certificaciones:

- AAA: Mejor gerencia de riesgos en América Latina (ACE Seguros)
- Sello de Calidad NTE INEN 2099: Fabricación de neumáticos para vehículos de pasajeros.
- Sello de Calidad NTE INEN 2100: Fabricación de neumáticos para vehículos de camioneta y camión.
- ISO 9001:2008: Fabricación y comercialización de llantas para vehículos automotores y trailers.

- ISO/TS 16949:2002: Fabricación de llantas radiales para automóviles y camioneta. Fabricación de llantas convencionales (Bias) para camión.
- LATU: Certificado de conformidad de neumáticos (Uruguay)
- ISO 14001:2004: Protección al medio Ambiente.
- OHSAS 18001:2007: Protección de la Salud y Medio Ambiente.
- QSB: Alta posición de calidad para los proveedores de clase mundial.

En la actualidad la empresa consta con 1160 personas, 851 obreros y 309 empleados, y además se encuentra fuertemente ligada a proyectos de responsabilidad social en lo que respecta a la relación con los trabajadores, consumidores, comunidades, y sus necesidades a nivel local y nacional. La responsabilidad social empresarial (RSE) se direcciona en las áreas de educación, medio ambiente y deporte.

1.1.2 Ubicación de la empresa

Continental Tire Andina S.A. se encuentra localizada en la ciudad de Cuenca Ecuador, cerca del parque industrial en la panamericana Norte km 2,8. La planta se encuentra a 5 minutos del aeropuerto local.





Figura 1. 1 Continental Tire Andina S.A. Fuente: www.googleearth.com

1.1.3 Misión y Visión

Misión

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

Visión

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

1.1.4 Organigrama funcional de la Continental Tire Andina S.A

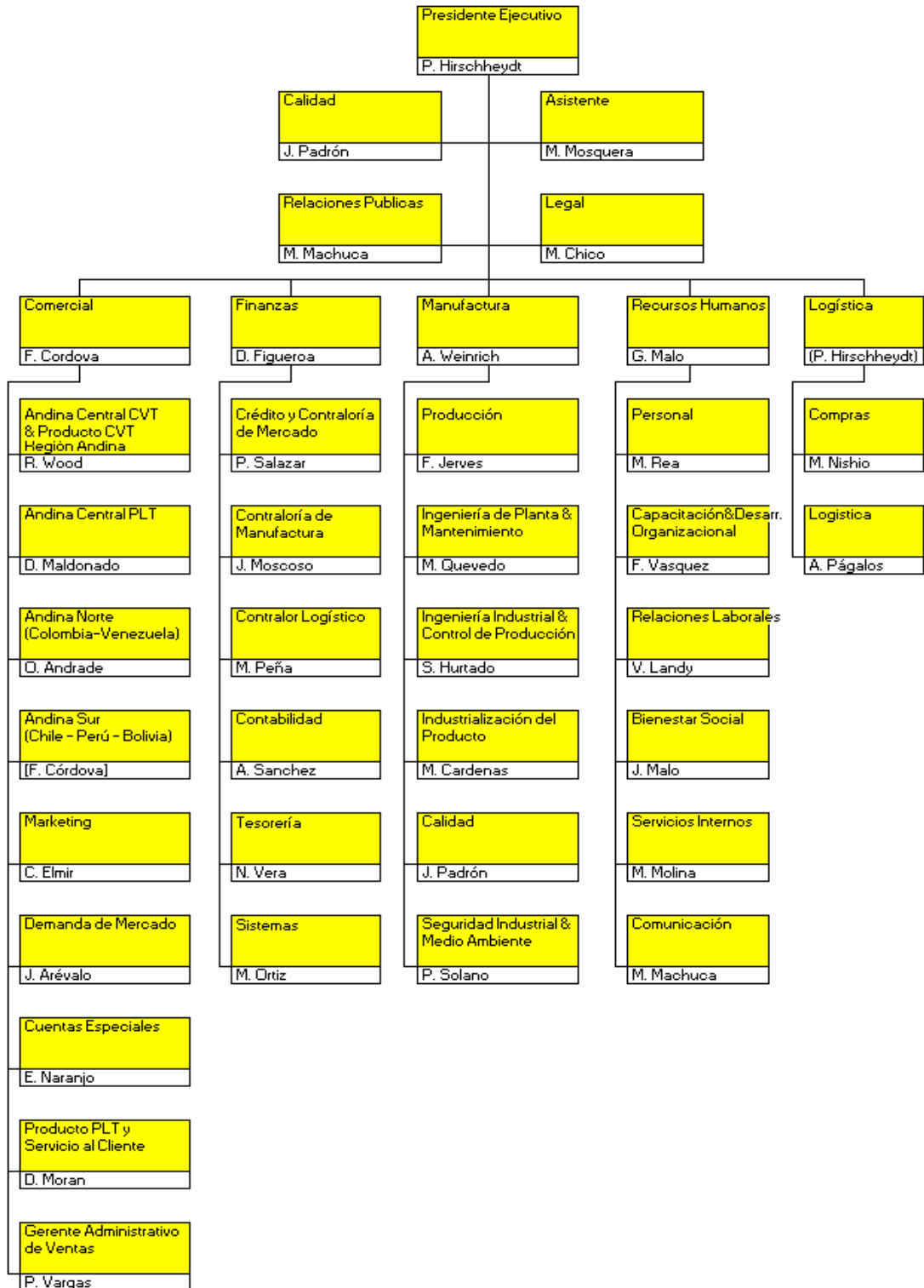


Figura 1.2 Organigrama Funcional Continental Tire Andina 2013. Fuente: Recursos Humanos Continental.



1.2 Estrategia Empresarial

Desde la integración de ERCO a Continental AG de Alemania muchos cambios organizacionales se dieron en la compañía, uno de los principales cambios fue la organización interna y el método de trabajo orientado a bussines team, este método se enfoca en dividir a la compañía, especialmente al área productiva, en equipos diferenciados por el tipo de trabajo que realizan, esta clasificación a dado origen a tres bussines team, PLT (Passenger & Light Truck) CVT (Comercial Vehicle Tires) y una Planta Común.

El primer grupo encierra a todos aquellos procesos que están relacionados con la construcción de componentes destinados a la construcción de llantas radiales y convencionales de auto y camioneta, es decir las medidas comprendidas entre aro 13 y 16, el segundo grupo concentra aquellos procesos donde se fabricarán los componentes para las llantas de camión tanto radial como convencional, es decir las medidas superiores a aro 16 hasta aro 22.5, finalmente el último grupo engloba a todos aquellos procesos que producen materiales que son comunes para los dos grupos anteriores. Esta clasificación permite un mejor y adecuado control de gastos de producción ya que diferencia claramente la contribución de cada línea de producción tanto a las utilidades como los costos, lo que ayuda a tomar las medidas necesarias y en sitios correctos para mejorar el desempeño de la planta.

Otro punto fuerte dentro de la compañía y que tomó mayor fuerza con la integración con Continental AG es el uso masivo de indicadores de desempeño; estos indicadores permiten medir la eficiencia de la plante en diferentes frentes de acción, muchos de estos indicadores son de uso diario aunque se resumen en informes mensuales que son compartidos y comparados con las demás plantas del grupo Continental en reuniones denominadas POR (Plant Operation Review) donde cada planta rinde cuentas a los cabezas a nivel mundial de cada Business Team; entre los indicadores más destacados tenemos:

- **Size Achievement:** Este indicador muestra el cumplimiento del volumen de productos producidos versus el volumen programado en un periodo de tiempo, es de aplicación diaria, semanal y mensual.



- **Variable Headcount:** Permite medir el porcentaje de tiempo extra que fue ocupado en la planta en un determinado tiempo, su aplicación puede ser semanal o mensual.
- **Procces Cost:** Nos permite evaluar el impacto del costo por neumático producido, es decir qué valor en dólares se asume como costo por cada llanta producida, es de aplicación mensual
- **Overall Equipment Efficiency (OEE):** Es un indicador está ligado a los tiempos perdidos no productivos en la planta, sirve para mostrar que tan eficiente resulta ser una máquina contemplando solamente su tiempo de proceso, este indicador es de consulta diaria y de reporte mensual.
- **Manufacturing Efficiency:** Sirve para mostrar la eficiencia de la planta tomando en cuenta el número de personal que labora por centro de costo, es un indicador mensual.

Existen otros indicadores como el porcentaje de desperdicio, eficiencia de logística, gestión de compras y materias primas, etc., pero los mencionados anteriormente son los más relevantes.

A lo que comercialización se refiere Continental Tire Andina S.A., comercializa sus productos principalmente mediante los tecnicentros Tedasa y el aprovisionamiento a diferentes ensambladoras, lo que se busca mensualmente es negociar entre el departamento de Comercialización, Logística, Ingeniería Industrial y Producción la mezcla de productos que es posible fabricar y que podrá entregarse en un determinado lapso de tiempo, tomando en cuenta factores como la capacidad de la planta, planes de mantenimiento, costos, etc.

1.2.1 Valores Institucionales

Respeto, ética, responsabilidad y disciplina.

De esta manera se consolida y respalda la Misión y Visión de la Empresa Continental Tire Andina.



Un enfoque global que relaciona la misión, la visión y los valores; son denominados “THE BASICS”. Los puntos de enfoque de los que se desprenden puntos básicos “The Basic” son:

- Productos y servicios.
- Colaboradores y relacionados.
- Creación de valor.
- Espíritu corporativo

1.2.2 Objetivos

- Producir y comercializar neumáticos con tecnología innovadora y niveles de calidad que superen las exigencias de nuestros clientes.
- Cuidar la seguridad y salud de los colaboradores y promover un medio ambiente sostenible.
- Ofrecer un ambiente de trabajo, donde el aprendizaje, el mejoramiento continuo y la optimización de los recursos es su forma de vida.
- Cumplir con los requisitos, legales y reglamentarios aplicables a los procesos y productos.

1.3 Proceso Productivo.

Como se mencionó anteriormente Continental Tire Andina S.A., es una empresa que se dedica a la producción y comercialización de neumáticos, tanto para el mercado nacional, como el mercado extranjero. Para la elaboración de una llanta, se cuenta con aproximadamente 168 materias primas diferentes, siendo la más importante el caucho, pudiendo ser este, de origen natural o artificial; Continental sustenta su propia planta de producción de caucho natural, AGICOM, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas que abastece aproximadamente el 30% del caucho necesario para la producción en condiciones normales de la fábrica, el resto es importado y proviene principalmente de países como Malasia e Indonesia.



Entre las principales materias primas que intervienen en el proceso de fabricación de un neumático tenemos:

Materia Prima	Porcentaje
Caucho natural	19%
Caucho sintético	26%
Negro de humo	23%
Tejidos	9%
Alambres	3%
Aceites	6%
Otros	14%
Total	100%

Tabla 1.1. Porcentaje de consumo de materia prima por neumático

Para la comercialización de los neumáticos, se ha dividido al mercado en dos segmentos, el denominado de equipo original y el de reposición; el primero hace referencia a un mercado conformado por ensambladoras de vehículos ubicados en el mercado nacional o dentro del área Andina que ocuparan el producto para la comercialización de vehículos cero kilómetros, dentro de los principales clientes de Continental en este mercado tenemos a ELASTO (General Motors - Chevrolet), MARESA (Mazda), AYMESA (Kia), Renault Colombia y COLMOTORES (General Motors Colombia). El segundo segmento de mercado, agrupa a todos aquellos distribuidores que comercializan el producto directamente al consumidor final, ya sea dentro o fuera del país y cuyo objetivo principal es el de reponer los neumáticos que ya han cumplido con su vida útil; la principal diferencia que existe entre los productos que se destina ya sea a uno u otro mercado, radica en que los primeros tienen estándares de producción y calidad mayores a los habituales, exigidos exclusivamente por las ensambladoras y además son sometidos a un proceso de alineación y balanceo que normalmente no son requeridos para los productos de reposición.

En la fábrica, se distinguen claramente dos familias de producción, la de llantas convencionales o bias y la de llantas radiales, las cuales son producidas en sus variantes; pasajeros, camioneta y camión.



1.3.1 Llantas Convencionales o Bias

Son un tipo de neumáticos que se construyen desde que la fábrica se creó y que se han dejado de fabricar en la mayoría de plantas a nivel mundial dada su complejidad y que no es tan consistente frente a una llanta radial, salvo en ciertas condiciones, caminos en mal estado por lo general, justamente por esta razón siguen teniendo mercado en el país aunque de a poco van perdiendo espacio en el mercado, actualmente dentro del grupo Continental solamente Ecuador y México construyen este tipo de neumáticos.

La característica principal de este tipo de producto, es la llamada construcción diagonal, que consiste en formar mediante 2 o más pliegos de nylon, radios que se proyectan de forma diagonal desde el centro de la llanta hacia el exterior, otra característica importante de este tipo de neumático, es que se construye en una sola etapa de producción, que aún es intensiva en mano de obra.

1.3.2 Llantas radiales

Se conoce como construcción radial debido a que las cuerdas de los pliegos forman radios desde el centro de la llanta hacia el exterior, formando un ángulo de 90° . La construcción de este tipo de llantas se da en dos etapas, la primera es de construcción en carcaseras, y la segunda es la construcción en expansoras, la maquinaria para producir este tipo de neumáticos, es en su mayoría automatizada y no necesita tanto de la intervención de los operarios como en la llantas bias, además, este tipo de neumáticos, presenta características importantes como una menor resistencia al rodado y mejor desempeño en lluvia, lo que permite disminuir el consumo de combustible y aumentar la seguridad en el manejo.

1.3.3 Componentes de una Llanta

Dependiendo del tipo de neumático que se vaya a construir, una llanta puede tener diferentes componentes pero principalmente encontraremos en cualquiera de ellas los siguientes:

- Innerliner
- Pliegos



- Laterales
- Pestañas
- Breakers de acero
- Refuerzos
- Rodamiento

1.3.4 Proceso de Producción

Como se mencionó anteriormente, no todos los tipos de neumáticos son manufacturados de la misma manera, pero tienen una serie de procesos que son análogos para todos los tipos de productos y siguen un proceso similar al del siguiente gráfico, a continuación se describirán todos aquellos procesos y componentes que se pueden llamar comunes en una llanta radial sin ahondar en detalle en cada uno de ellos.

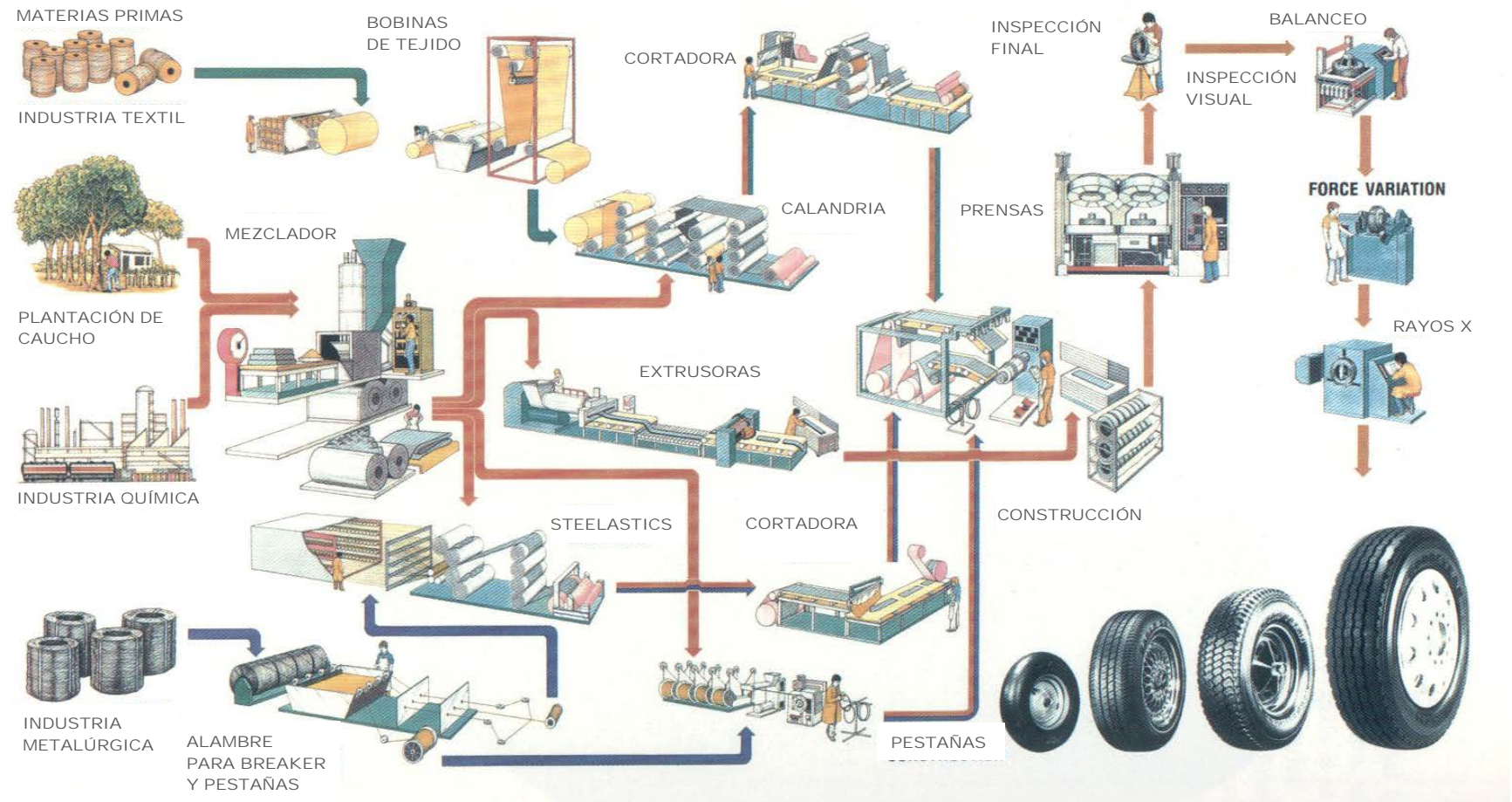


Figura 1.3 Procedimiento para la fabricación de un neumático.



1.3.4.1 Materias Primas

En el proceso de producción de un neumático intervienen cuatro tipos de materias primas:

- Textiles
- Químicos
- Metales
- Caucho

Los principales textiles utilizados son el nylon y el poliéster que son usados en la construcción de pliegos, estos insumos son importados en su mayoría desde México y Estados Unidos.

Los químicos son usados esencialmente para lograr las condiciones de plasticidad y elasticidad que requieren los diferentes tipos de cauchos que intervienen en la producción de cada una de las partes de una llanta, estos químicos, de igual manera que los textiles la mayoría son de origen extranjero y pocos son adquiridos en el mercado local.

La industria metalúrgica proporciona acero con alto contenido de carbón, que se utilizan durante la fabricación de breakers, pliegos y núcleos para el área de la pestaña, normalmente este material se importa desde México ya localmente no se encuentran aceros que cumplan con las características requeridas.

En lo que a caucho respecta, existen dos tipos, el de origen natural y el de origen sintético, el de origen natural, es provisto por AGICOM, empresa de cultivo y procesamiento caucho localizada en Santo Domingo de los Tsáchilas y que funciona bajo el soporte de Continental, el caucho tiene su principal origen en Malasia e Indonesia.

La diferencia principal radica, en que los cauchos sintéticos presentan mejores características frente al natural, debido a que han sido sometidos a procesos previos de industrialización, algunas de estas características son: menor humedad, mayor resistencia y mayor tolerancia a las altas temperaturas.

Estos cuatro tipos de materias primas intervendrán en los diferentes procesos que darán origen a cada uno de los componentes de un neumático y finalmente al producto terminado.

Como resumen de las materias primas que constituyen una llanta tenemos:

MATERIA PRIMA	
CAUCHOS	
Natural	Proveniente de Santo Domingo de los Colorados
Sintético	Estireno –Butadieno.
CARGAS	
Reforzantes	Negro de Humo, Sílice
No reforzantes	Carbonato, Caolín, Recuperado.
OTROS	
Pigmentos	Orgánicos, Inorgánicos.
Activadores	Ácido Esteárico, Óxido de Zinc, Glicoles.
Ayudas de Proceso	Peptizantes, Facticos, Esponjantes, Resinas.
Plastificantes	Aromáticos, Nafténicos, Parafínicos.
Acelerantes	Ultrarrápidos, rápidos Moderados, lentos, Inhibidores.
Vulcanizantes	Azufre: Sincronizado, Donadores de azufre

Tabla 2.2 Porcentaje de consumo de materia prima por neumático



Figura 1.4 Bodega de Materia Prima Fuente: Cesar Vargas, Proceso de Formación de llantas.

1.3.4.2 Proceso de mezclado

Este proceso se ejecuta en los molinos de caucho denominados Mixers, actualmente la planta cuenta con tres de estos molinos y se proyecta que para mediados del 2013 se instale un cuarto, este es el proceso inicial en la construcción de una llanta y consiste fundamentalmente en mezclar una receta de cauchos y químicos a temperaturas de entre 100°C y 150°C para obtener una mezcla homogénea que será destinada a la construcción de otros componentes.

Las mezclas obtenidas de este proceso son de dos tipos: mezclas primarias y mezclas finales, las primeras tiene por objetivo dar un primer tratamiento al caucho sea natural o sintético y lograr una estabilidad en su composición química ya que servirán como insumo para las mezclas finales, las segundas son las que servirán propiamente como insumo al resto de procesos de la planta y deberán tener la capacidad de soportar el calor al que son sometidas en el proceso de vulcanización es por ello que es esta etapa las mezclas primarias son nuevamente mezcladas, esta vez con químicos acelerantes y azufre (agente vulcanizante)





para dar origen a las mezclas finales.

Figura 1.4 Banda transportadora hacia Mixer. Fuente: Cesar Vargas. Figura 1.5 Mixer. Fuente: Cesar Vargas.

1.3.4.3 Proceso de calandrado

El proceso de calandrado es donde se obtendrán los denominados pliegos que brindarán a la llanta características de resistencia a:

- Tensión
- Impacto
- Flexión
- Calor
- Presión

Los agentes que intervienen en este proceso son: mezclas finales destinadas para esta actividad, nylon y poliéster. El proceso consiste en mezclar los tejidos con el caucho formando una especie de textil recubierta de caucho, esto se logra mediante rodillos de presión que comprimen al caucho hasta distribuirlo de manera homogénea sobre el tejido.

La máquina que realiza este proceso se denomina Calandria y únicamente puede realizar este proceso de homogenizado con poliéster o nylon, por esta razón los pliegos que contienen hilos de acero, utilizados en la construcción de llantas de camión radial, son importados desde la planta de Continental en Mount Vernon, actualmente se está considerando la instalación de una Calandria para tramado de acero que se esperarí que inicie su producción en el mes de mayo de 2013.



Figura 1.6 Molinos Calandria. Fuente: Cesar Vargas. Rollos Calandria.



Figura 1.7

1.3.4.4 Procesos en Roller Head

La máquina denominada Roller Head permite extruir cauchos (hacer que tomen la forma de un perfil denominado dado elevando la temperatura de la mezcla final) para conseguir gomas que en las etapas posteriores forman parte estructural de la llanta como:

- Innerliner
- Laterales

Una característica de este proceso, es que estructuralmente los componentes fabricados poseen únicamente caucho y no son mezclados con ningún otro elemento, esta característica, permite poder reutilizar los productos defectuosos del proceso pudiendo estos volver a ser extruidos.

El innerliner, cumple la función de sellar el aire dentro de la llanta una vez montada en un aro y reemplaza al llamado tubo.

Los laterales, cumplen la función de proteger al neumático de impactos laterales y daños asociados con dichos impactos, además en esta parte será donde se grabará la información relacionada al tipo de neumático (marca, condiciones de carga, velocidad, etc.)



Figura 1.8 Roller Head Fuente: Juan Maldonado.

1.3.4.5 Proceso de Extrusión

En este proceso se calienta al caucho en molinos (tubera) o se introduce el mismo en tolvas, para luego ser molido por un tornillo (extrusora) a alta temperatura y a través de equipos adaptados a especificaciones se realiza la mayoría de los componentes de la llanta, los perfiles: Rodamientos, *Shoulder Cushion*, *Bead Cushion*, y laterales. Para esto la empresa cuenta con tres Extrusoras y una Tubera, y además tres máquinas Steelastic donde se elaboran los Breakers, o cinturones de Acero y Refuerzos de Acero.



Figura 1.9 Tubera Doble-Rodamiento. Fuente: César Vargas, Proceso de Fabricación de llantas.

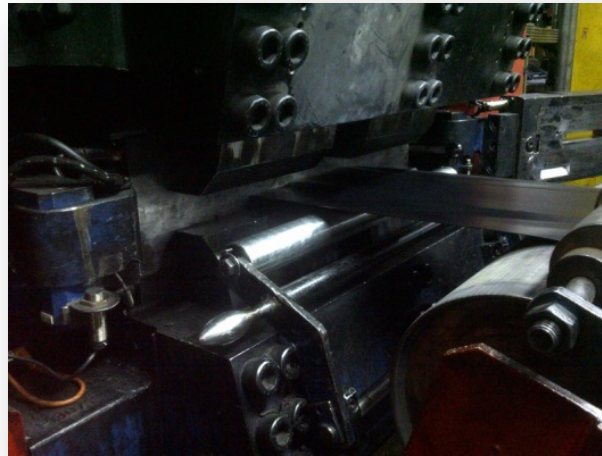


Figura 1.10 Cabeza de Extrusora Triplex. Fuente: Juan Maldonado.

1.3.4.6 Fabricación de pestañas

Las pestañas son las partes del neumático que tienen contacto con el aro una vez que se encuentran montados en este, estructuralmente una pestaña consta de dos partes: un núcleo y un relleno, los núcleos pueden ser de dos tipos, de sección cuadrada y de sección hexagonal, los primeros son construidos en la máquina denominada FSW y los segundos en la

denominada Hexabead, un núcleo consiste en un conjunto de alambres recubiertos de caucho unidos entre sí que se unen para formar una determinada sección, el relleno es construido en una extrusora especial y se une al núcleo para formar la pestaña, la función de este componente es asegurarse que el neumático se aferre de manera firme en el aro y que el neumático conserve su forma redonda.



Figura 1.11 Rellenos de Pestaña. Fuente: Juan Maldonado. Figura 1.12 Pestañas terminadas.



Figura 1.13 FSW Y Hexagonal bead- Construcción de núcleos. Fuente: César Vargas, Proceso de Fabricación de llantas.

1.3.4.7 Fabricación de breakers

Los breakers, son partes del neumático que brindan resistencia estructural, ayudan a mantener la forma del neumático y proporcionan estabilidad direccional, estas características permiten que el neumático tenga menor resistencia al rodado y que tenga se incremente el kilometraje de vida útil en una llanta.

Estos componentes son construidos en las máquinas llamadas steelastics, la fábrica posee tres y básicamente el proceso comprende en cubrir hilos de acero que tienen determinada inclinación con caucho, comúnmente una llanta radial de pasajero o camioneta posee dos breakers colocados con ángulos invertidos a diferencia de una llanta radial de camión que posee cuatro, una llanta convencional o bias carece de estos componentes ya que son reemplazados por un mayor número de



pliegos, llegando a tener inclusive diez pliegos en algunos casos.

Figura 1.14 Steelastic. Fuente: Juan Maldonado. Figura 1.15 Salida de Alambres. Fuente: C. Vargas.

1.3.4.8 Proceso de Cortado

La mayoría de materiales que se obtienen de los diferentes procesos son almacenados en rollos o cassettes que no tienen la

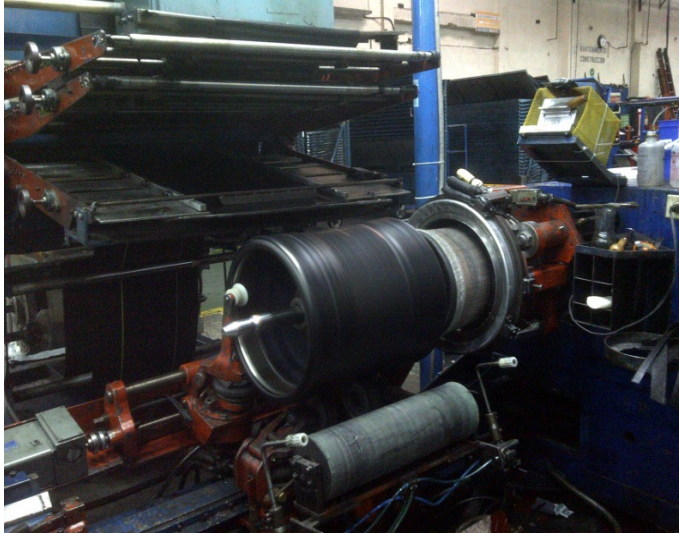
medida exacta para ser utilizados en determinado tipo de llanta, por esta razón, una vez que se ha definido el programa de producción, estos materiales deberán pasar a ser cortados y nuevamente almacenados pero ya con las medidas especificadas para cada llanta, en la fábrica existen varias de estas cortadoras ya están destinadas a diferentes tipos de materiales, sin entrar en detalle en el funcionamiento y clasificación de cada una tenemos: Maxi Sleeter, Mini Sleeter, Hi Table, Cortadora Horizontal y DT2.



Figura 1.16 Cortadora. Fuente: Juan Maldonado.

1.3.4.9 Construcción primera etapa

Una vez que todos los materiales necesarios para construir una llanta se encuentran listos, estos pasan a una primera etapa de construcción en las denominadas máquinas carcaseras (existen 13 en planta), en esta parte del proceso intervienen el innerliner, los pliegos, los laterales y las pestañas; el producto final de esta etapa se denominan carcasa y su objetivo principal es el acojinamiento y poder brindar la base estructural del neumático.



**Figura 1.17 Construcción Primera Etapa.
Carcasa.**



Figura 1.18

1.3.4.10 Construcción segunda etapa

Esta etapa se procesa en las máquinas llamadas expanders (existen 11 en planta), en este proceso se toma la carcasa proveniente de la primera etapa y se junta con los breakers y el rodamiento para obtener la denominada llanta verde, estructuralmente esta ya posee la forma de un neumático terminado pero aún deberá pasar por el proceso de vulcanización.



**Figura 1.19 Construcción
Segunda Etapa.**



Figura 1.20 Llanta Verde.

1.3.4.11 Vulcanización

Se denomina vulcanización a la reacción físico-química que sufre el caucho al someterse a altas temperaturas conjuntamente con la mezcla con agentes vulcanizadores, (azufre y negro de humo principalmente) permitiéndole pasar de un estado plástico a un estado elástico que posee alta resistencia a la rotura.

Previo a la vulcanización de la llanta, se debe lubricar a la llanta verde (excepto en el caso de la llanta de Camión Radial), lo cual consiste en bañar a la llanta con una bencina

para evitar quemadura de la misma.



Figura 1.21 Lubricación interna y externa llantas verdes radiales PIt.

Este proceso se lo realiza en las prensas donde se encuentra previamente montado un molde que posee todos los patrones de labrado, las marcas comerciales y la información sobre procedencia, condiciones de presión y carga, medidas, códigos de trazabilidad, etc., al someter a una llanta verde a presión y temperatura dentro del molde se obtendrá el producto terminado que tendrá grabado todos los patrones del molde, el tiempo de vulcanizado varía dependiendo del tipo y tamaño de llanta pudiendo oscilar entre 10 y 65 minutos, el proceso de vulcanización se realiza con temperaturas que bordean entre los 140°C y 180°C y con presiones que varían entre los 175 y 230 bares.

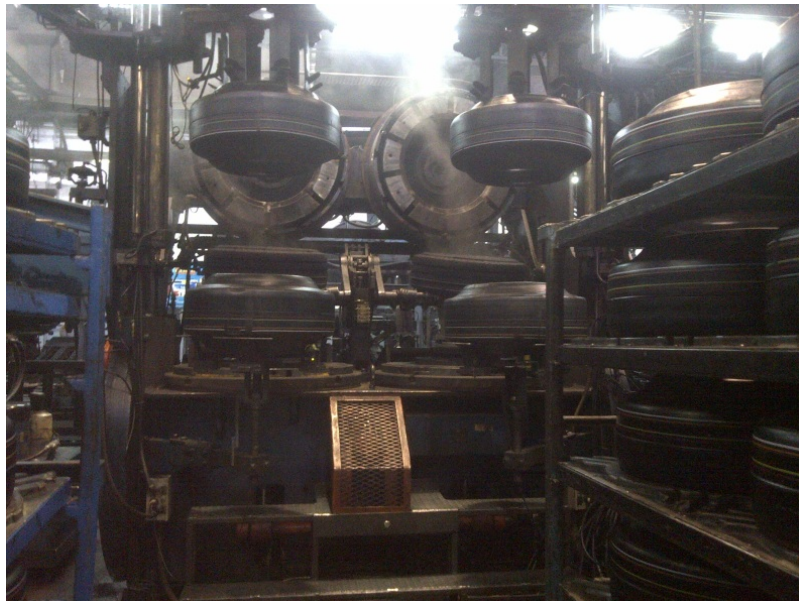


Figura 1.22 Vulcanización – Prensa PIt.



Figura 1.23 Proceso de vulcanización de llantas. Fuente: César Vargas, Proceso de Fabricación de llantas.

1.3.4.12 Inspección y acabado final

Una vez que la llanta ha salido del proceso de vulcanización se dirige mediante bandas transportadoras a una zona de inspección, donde un grupo de inspectores realizará un chequeo visual de las condiciones del producto terminado, de pasar dichos chequeos la llanta es destinada a su almacenamiento o a nuevos chequeos dependiendo si el producto es para el mercado de reposición o de equipo original.

Las llantas destinadas al mercado original pasarán por 3 nuevas inspecciones que se realizarán en las máquinas TUO, TUG y balanceadoras; las dos primeras comprobarán la redondez y uniformidad en el ancho del neumático, la tercera comprobará el equilibrio de rodado con respecto al centro de gravedad del neumático una vez montado en un aro, de pasar estos nuevos controles la llanta se dispondrá para su almacenamiento en bodega con un marcaje para equipo original o se almacenará como producto para el mercado de reposición.

Adicionalmente, existen modelos de neumáticos que tendrán un chequeo de rayos x para verificar que la estructura interna del neumático no ha sufrido ninguna variación en el transcurso de su fabricación, este proceso es mandatorio para la línea de camión radial y ciertos modelos de equipo original.



**Figura 1.24 Balanceo.
Almacenaje.**



Figura 1.25

En breves rasgos se ha descrito el proceso de fabricación de un neumático radial para auto o camioneta, si bien existen otros tipos de neumático la construcción básica es la misma, con más pliegos o más breakers que se reemplazan entre ellos o productos que se construyen en máquinas diferentes.

1.4 Descripción de Producción

Como se mencionó anteriormente, capítulo Continental Tire Andina S.A., produce dos líneas de productos, los neumáticos convencionales o bias y los neumáticos radiales, éstos se producen tanto para auto, camioneta y camión con una salvedad, ya que los neumáticos convencionales no se fabrican para auto.

Continental localmente produce cuatro marcas en sus diferentes líneas, Continental, General Tire, Barum y Viking.



Figura 1.26 Marcas Comerciales de Continental Tire Andina S.A.

Los productos radiales para el denominado segmento auto y camioneta, se fabrican en las cuatro marcas anteriormente mencionadas y para el segmento camión, no se comercializa la marca Viking. Un producto principalmente se encuentra definido por su medida ubicada en la cara lateral representada de la siguiente forma:

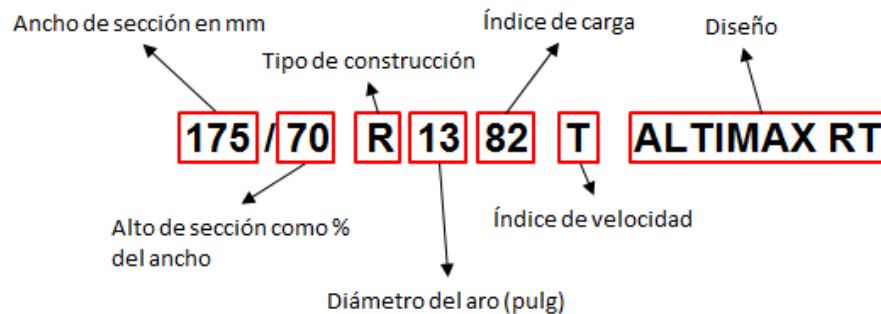


Figura 1.27 Nomenclatura para neumáticos radiales.

Adicionalmente cada marca se fabrica en diferentes modelos (diseños) que van desde el aro 13 al aro 16 en el caso de auto y camioneta, y con una sola medida, 22.5, para camión, entre estos modelos tenemos:


			
ALTIMAX RT	COMFORT CONTACT	BRILLANT	VSS100
ALTIMAX HP	CONTI POWER CONTACT	BRAVURA	PROTECH 500
GRABBER AT	4X4 CONTACT	BRILLANTIS	
GRABBER AT2	VANCO	BRAVURIS	
GRABBER HP	CROSS CONTACT AT		
GRABBER HTS			
GRABBER SUV			
C200			
XP2000			
AMERI G4S			

Tabla 1.3 Diseños de neumáticos en las líneas pasajero y camioneta radial




		
S360	HSR2	BU 53
S370	HRD2	BF 12
M247	HDC1	BD 21
MS250	BF12	BS 72
D445		
D450		
GENERAL RA		
GENERAL RD		
GRABBER OD		
GRABBER OA		
GENERAL RA		
GENERAL RD		

Tabla 1.4 Diseños de neumáticos en la línea camión radial

En la línea convencional los productos existentes son para camioneta y camión, su nomenclatura es diferente a la de las llantas radiales ya que están definidas por un estándar antiguo, estos neumáticos son fabricados únicamente en las marcas General Tire y Continental.

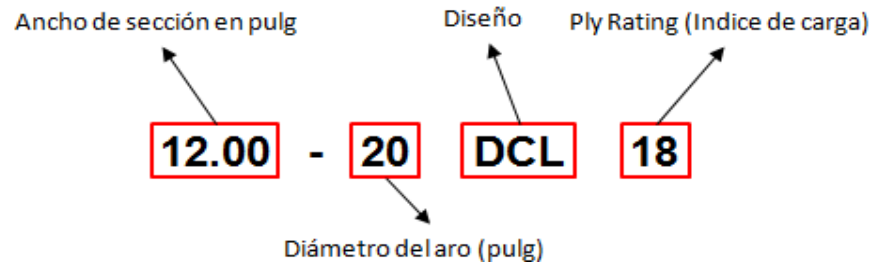


Figura 1.28 Nomenclatura para neumáticos convencionales

Los modelos que se fabrican en esta línea son:

GENERALTIRE 	Continental 
POWER JET	BSR
HCT	BSC
DJ	BDR
SAG	
AMERI DCL	
HCT II	
DCL	
SUPERIOR	
CARGO EXPRESS *	
SUPER BRECHA *	
MILLA PLUS *	
SUPER CARRETERA*	
ND/LCM	
TG DTL	

* Para mercado Mexicano (Continental Tire México - San Luis Potosí)

Tabla 1.5 Diseños de neumáticos en las líneas pasajero y camioneta bias

Existen ciertos modelos que no son manufacturados localmente y que son requeridos por el mercado, estos productos son importados desde las diferentes plantas de Continental a nivel mundial según los requerimientos del Departamento de Ventas, estos productos se caracterizan generalmente por medidas superiores al aro 16.



Para la comercialización de neumáticos de reposición Continental Tire Andina no lo hace directamente al consumidor final, si no lo hace por medio de los Tecnicentros Tedasa, ERCO Tires, Renovallanta y Conti Trucks principalmente aunque existen otros distribuidores, en lo que respecta a la línea de equipo original el equipo de comercialización ubicado en la ciudad de Quito es el encargado de la negociación y venta del producto a las diferentes ensambladoras.



CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2.1 Manufactura Esbelta.

Para iniciar este capítulo acerca de la metodología implementada en el proyecto, es necesario conocer que es Lean Manufacturing o Manufactura esbelta, específicamente una de sus herramientas que se utilizan en la implementación de esta filosofía, la técnica denominada S.M.E.D, es conveniente centrarse en definir sus distintas aplicaciones en diversas industrias y la factibilidad de extrapolar sus principios a todas las áreas de una empresa, como sus herramientas posibilitan la eliminación del desperdicio de todo tipo de recursos en las organizaciones.

2.1.1 Qué es Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing)

El concepto de Manufactura esbelta se introdujo para referirse al sistema de producción de Toyota; ya que a partir de la investigación realizada en la evolución del sector automotriz mundial daba como resultados a Toyota como empresa líder en la industria mundial determinando a Japón como líder sobre las industrias automovilísticas de Norteamérica y a la de Europa.

La manufactura esbelta hace uso primordialmente de muchas herramientas de carácter administrativo en la planta de producción, desde entonces, conocer o aplicar los conceptos de Manufactura esbelta es aplicar los Principios de Toyota, es saber cómo lo está haciendo Toyota que está teniendo y ha tenido tanto éxito, para después implementarlo en otras industrias.

La investigación obtiene como resultado que no todas las herramientas constituyen innovaciones, sino que principalmente se refiere a utilizaciones efectivas de muchas otras herramientas ya existentes, que se adaptaban al tipo de industria y de cultura en la que debe ser implantada.

El Sistema de Lean Manufacturing ha sido definido como una metodología, filosofía de excelencia y mejora continua orientada a eliminar el desperdicio y actividades que no le dan valor agregado a los procesos para la fabricación, distribución y comercialización de productos y/o servicios, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando aquellas actividades y subprocesos que no se



requieren, permitiendo a las empresas reducir costos, mejorar procesos, eliminar desperdicios, aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que la mayoría de las veces involucra cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa temor y desconfianza. Los japoneses descubrieron que más que una técnica, se trata de un régimen de relaciones humanas. Es decir, se trata de aprovechar las ideas, inteligencia y creatividad de los trabajadores. El concepto de Manufactura esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La de ser líder es clave.

2.1.2 Beneficios

Manufactura Esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, Manufactura Esbelta:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción
- Crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.

La implantación de Manufactura Esbelta es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera son:

- Reducción de 50% en costos de producción
- Reducción de inventarios
- Reducción del tiempo de entrega (lead time)
- Mejor Calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de los desperdicios

El SMED cambia el supuesto de que los cambios de útiles / preparaciones requieren mucho tiempo. El concepto consiste en conocer las actividades de “Setup” interno y Set-up” Externo. Cuando los cambios de útiles pueden hacerse rápidamente, se hacen si es



necesario. Esto significa que las empresas pueden producir en pequeños lotes, lo que tiene muchas ventajas:

Flexibilidad: las empresas pueden satisfacer cambiantes demandas de clientes sin necesidad de mantener grandes stocks.

Entregas rápidas: la producción en pequeños lotes significa plazos de fabricación más cortos, y menos tiempo de espera para los clientes.

Productividad más elevada: tiempos de preparación y cambios de útiles más cortos reducen los tiempos de parada de los equipos, lo que eleva las tasas de productividad.

- Producir en lotes pequeños
- Reducir inventarios
- Procesar productos de alta calidad
- Reducir los costos
- Tiempos de entrega más cortos
- Ser más competitivos
- Tiempos de cambio más confiables
- Carga más equilibrada en la producción diaria

2.1.3 Filosofía de Manufactura Esbelta¹

Son cinco los principios del pensamiento esbelto, que indica que las ideas fundamentales de manufactura esbelta son universales, aplicables en cualquier lugar por cualquier persona.

1. Definir el valor desde el punto de vista del cliente: Se determina junto con el cliente y que está dispuesto a pagar, ya que muchos clientes quieren comprar una solución a un problema, no un producto o servicio.
2. Identificar la cadena de valor¹⁰: Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son eliminados inmediatamente y otros son inevitables.
3. Crear flujo: Hacer que todo el proceso fluya directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor final. Eliminar las interrupciones.



4. Producir el “jale” del cliente: Una vez hecho el flujo, se puede producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.

5. perseguir la perfección: Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se comienza a entender que la eficiencia siempre es posible. La habilidad para lograr que las cosas se haga bien desde un comienzo y se mantengan.

El Sistema de Producción Toyota ha sido definido como una metodología, filosofía de excelencia y mejora continua orientada a eliminar el desperdicio y actividades que no le dan valor agregado a los procesos para la fabricación, distribución y comercialización de productos y/o servicios, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando aquellas actividades y subprocesos que no se requieren, permitiendo a las empresas reducir costos, mejorar procesos, eliminar desperdicios, aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Los principios del pensamiento esbelto incluyen los siguientes:

1. Uso eficiente de recursos y eliminación del desperdicio
2. Trabajo en equipo
3. Comunicación

¹Manufactura Esbelta [en línea]

www.wikilearning.com/monografia/manufactura_esbelta-pensamiento_esbelto/12502-2

4. Mejora Continua

Para eliminar el desperdicio se debe primeramente identificarlo. Existen siete tipos de desperdicios principales, según la clasificación desarrollada por Ohno², estos son:

1. *Sobreproducción*: Cuando se produce más de lo que realmente se necesita
2. *Inventario*: Productos en Proceso, materia prima, entre otros, acumulados en algún sector de acopio.
3. *Reparaciones*: Se refiere a la recuperación de partes o piezas con defectos



4. *Movimiento*: Cuando se realizan movimientos innecesarios al hacer una determinada tarea
 5. *Transporte*: Específicamente el uso de grúas para transportar materiales.
 6. *Tiempos de Espera*: Se refiere a los retrasos que pueden ocurrir en una producción, en la entrega al cliente, etc.
 7. *Procesamiento*: Cuando se realizan procesos que no agregan valor al producto.
-

2.1.4 Herramientas de la Manufactura Esbelta

Las herramientas utilizadas bajo el concepto de Manufactura esbelta, van desde aquellas enfocadas a la organización del puesto de trabajo (5 S's, nacida en Japón y adoptada ya por occidente) hasta las que buscan casi el 100 % de calidad en los procesos (Seis Sigma, desarrollada por Motorola) pero buscando igualar los índices de calidad impuestos por Japón, pasando por aquellas que concentran su atención en la búsqueda de la eficiencia en el manejo de otros recursos productivos (inventario y maquinaria), pero siempre eliminando cualquier vestigio de desperdicio, generado por la ineficiencia existente en los procesos de producción (Justo a Tiempo, Kanban, Smed, Mantenimiento productivo Total TPM, Verificación de procesos Jidoka, Dispositivos para prevenir errores "Poka Yoke", Mejora continua Kaizen, entre otras).

² **Ohno**: Taiichi Ohno (1912-1990) fue el ingeniero que diseñó el sistema de producción Toyota, just in time (JIT), dentro del sistema de producción del fabricante de automóviles.

A continuación se explica de manera resumida las herramientas de Lean Manufacturing más usadas:

5's³

Su práctica constituye algo indispensable a la hora de lograr que una empresa lleve con éxito la implementación de cualquier metodología.



Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, mas organizadas y más seguras, es decir, se trata de darle mayor "calidad de vida" al trabajo.

Las Cinco S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las Cinco S, aunque no nos demos cuenta.

Las Cinco S son:

1. Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: Seiri
 2. Ordenar: Seiton
 3. Limpieza: Seiso
 4. Estandarizar: Seiketsu
 5. Disciplina: Shitsuke
-

Algunos de los beneficios que generan las Cinco S son:

- Mayor nivel de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
- Mayor Calidad
- Tiempo de respuesta más cortos

³ Manufactura Esbelta www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml.

- Aumento de la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional
- Reducción de las pérdidas y mermas por producciones con defectos.



Figura 2.1 Beneficios 5´s

Justo a Tiempo⁴

El sistema Justo a Tiempo es una filosofía industrial que consiste en la disminución de desperdicios, como se vio con anterioridad, son las actividades que no agregan valor, es decir, todo lo que implique subutilización en un sistema desde compras hasta producción.

Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el Justo a tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio, y finalmente forzar su eliminación.

La idea básica del Justo a Tiempo, es producir un artículo en el momento que es requerido para que éste sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura. Dentro de la línea de producción se controlan en forma estricta no sólo los niveles totales de inventario, sino también el nivel de inventario entre las células de trabajo.

⁴ Lean Manufacturing, www.gestipolis.com 2008

Sistema Kanban⁵

Kanban es un herramienta de producción altamente efectiva y eficiente por medio de tarjetas, las cuales son usadas para que los trabajadores sepan qué están produciendo, qué características



llevan, así como qué van a producir después, que características tendrá y como será transportado. Se basa en el funcionamiento de los supermercados.

Kanban es una palabra japonesa que significa: "Etiqueta de instrucción".

Mantenimiento Productivo Total (TPM)⁶

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye "cero accidentes, cero defectos y cero fallos" en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través de pequeños equipos de trabajo.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

Producción Nivelada (Heijunka)

Heijunka, o Producción Nivelada es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente. La palabra japonesa Heijunka significa literalmente "haga llano y nivelado".

La demanda del cliente debe cumplirse con la entrega requerida del cliente, pero la demanda del cliente es fluctuante, mientras las fábricas prefieren que ésta esté "nivelada" o estable. Un fabricante necesita nivelar estas demandas de la producción.

La herramienta principal para la producción suavizadora es el cambio frecuente de la mezcla ejemplar para ser corrido en una línea dada. En lugar de ejecutar lotes grandes de un modelo después de otro, se debe producir lotes pequeños de muchos modelos en periodo cortos de tiempo.

Esto requiere tiempos de cambio más rápidos, con pequeños lotes de piezas buenas entregadas con mayor frecuencia.



Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke)⁷

El término "Poka Yoke" viene de las palabras japonesas "poka" (error inadvertido) y "yoke" (prevenir). Un dispositivo Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Los sistemas Poka Yoke implican el llevar a cabo el 100 por ciento de inspección, así como, retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren. Este enfoque resuelve los problemas de la vieja creencia que el 100 por ciento de la inspección toma mucho tiempo y trabajo, por lo que tiene un costo muy alto.

Un sistema Poka Yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100 por ciento de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método Poka Yoke en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se esté llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, auto-chequeo, o chequeo continuo.

Mejora Continua (Kaizen)⁸

Proviene de dos ideogramas japoneses: "Kai" que significa cambio y "Zen" que quiere decir para mejorar. Así, podemos decir que "Kaizen" es "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo".

⁵ Manufactura esbelta en sistemas de producción y calidad
www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta

⁶ Elementos de manufactura esbelta
www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/leanmfg/presentesbelta.htm

Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad,



ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario, es decir, involucra todas las partes de la empresa.

Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación.

Además, Kaizen también se enfoca a la eliminación de desperdicio, identificado como “muda”, en cualquiera de sus ocho formas.

2.2 Herramienta SMED

El término SMED (Single Minute Exchange of Die) es definido como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de 10 minutos.

Es importante señalar que puede no ser posible alcanzar el rango de menos de diez minutos para todo tipo de preparaciones de máquinas, pero el SMED reduce dramáticamente los tiempos de cambio y preparación en casi todos los casos.⁹

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (just in time), uno de las piedras angulares del sistema Toyota de fabricación y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño (Esto significa que pueden satisfacer las necesidades de los clientes con productos de alta calidad y bajo costo, con rápidas entregas sin los costos de stocks excesivos).

⁷ Manufactura Esbelta [en línea]www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml

⁸ Fuenzalida Jorge 2007. Herramientas del Lean Manufacturing: Capacitación de Lean Manufacturing.

Luego se hizo fundamental; partiendo de tal filosofía y, haciendo uso tanto de herramientas estadísticas, métodos de análisis e investigación, sistemas para la resolución de problemas y, la creatividad aplicada; generar un sistema más amplio que no sólo tuviera en consideración los procesos productivos de bienes correspondientes a diversas actividades, sino



también los tiempos de preparación y cambio de herramientas vinculados a las actividades de servicios.

El éxito de este sistema comenzó en Toyota, consiguiendo una reducción del tiempo de cambios de matrices de un periodo de una hora y cuarenta minutos a tres minutos.

Su necesidad surge cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de fabricación deben ser menores; en este caso, para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio o se siguen haciendo lotes grandes y se aumenta el tamaño de los almacenes de producto terminado, con el consiguiente incremento de los costos. Esta técnica está ampliamente validada y su implantación es rápida y altamente efectiva en la mayor parte de las máquinas e instalaciones industriales.

⁹ (Ing. Francis Paredes R. Consultor asociado al CDI)

En el pasado, muchas empresas lograron vivir por décadas fabricando siempre el mismo artículo, en el mercado actual, hoy por hoy, demanda productos con un nivel de complejidad cada vez mayor, y se ve caracterizado por lotes pequeños de producción, menor tiempo de respuesta y reducción de costos.

Es aquí donde SMED juega un papel muy importante, ya que permite hacer ajustes y cambios de herramientas en tiempos que en el pasado eran imposibles.

En cuestión de costos, los productores no pueden reducir sus precios bajo un esquema de guerra de precios sin afectar o poner en riesgo la estabilidad del negocio. Por el contrario, se debe ofrecer una disminución de precios con base en las reducciones en los costos de operación, sin alterar el equilibrio y el retorno de la inversión, peso por peso, de la compañía. Esto implica trabajar con mayor productividad y fabricar productos al nivel más económico posible, sin afectar las especificaciones ni estándares de diseño y producción. Es aquí en donde entra el SMED, ya que reduce drásticamente el tiempo total de set up, por lo que, el costo asociado al cambio de trabajo se vuelve mínimo. Bajo esta perspectiva, podemos concluir que mientras el costo de preparación sea más bajo (tendiente a cero), la implicación de cambios de trabajo no tendrá impacto



en el sistema de operación; es por ello que al SMED se le considera un factor de esencial competencia.

Existe una serie de condiciones fundamentales a los efectos de poder disminuir los tiempos de preparación, siendo ellas las siguientes:

1. Tomar conciencia de la importancia que tiene para la empresa y sus actividades la disminución de los tiempos de preparación.
2. Hacer tomar conciencia de la problemática a los empleados, y prepararlos mediante la capacitación y el entrenamiento a los efectos de incrementar la productividad y reducir los costos mediante la reducción en los tiempos de preparación.
3. Hacer un cambio de paradigmas, terminando con las creencias acerca de la imposibilidad de disminuir radicalmente los tiempos de preparación.
4. Cambiar la manera de pensar de los directivos y profesionales acerca de las técnicas y medios para el análisis y mejora de los procedimientos. Se debe dejar de estar pendiente de métodos ya contruidos, para pasar a crear sus propios métodos. Cada actividad, cada máquina, cada instrumento, tienen sus propias y especiales características que las hacen únicas y diferentes, razón por la cual sólo se puede contar con un esquema general y una capacidad de creatividad aplicada a los efectos de dar o encontrar solución a los problemas atinentes a la reducción en los tiempos de preparación.

Dar importancia clave a la reducción de los tiempos, tanto de preparación, cómo de proceso global de la operación productiva, dado sus notorios efectos sobre la productividad, costos, cumplimiento de plazos y niveles de satisfacción. Por ésta razón se constituye su tratamiento en una cuestión de carácter estratégico.

El SMED es sin lugar a dudas un concepto de alta innovación generado por los japoneses dentro del ámbito de la ingeniería industrial. Cabe consignar que en las empresas japonesas, la reducción de tiempos de preparación no sólo recae en el personal de ingeniería sino también con el departamento de calidad que generalmente trabaja conjuntamente con ingeniería.



2.2.1 Metodología para el cambio¹⁰

Para entender la importancia de esta técnica con un ejemplo sencillo podemos plantearnos que, en nuestro caso y como conductores, cambiar una rueda de nuestro vehículo en 15 minutos es aceptable, sin embargo la elevada competencia y la continua pugna por el ahorro de tiempos ha llevado a los preparadores de Fórmula uno a hacer ese cambio en siete segundos.

Como caso genérico partiremos de la base de que con esta técnica puede reducirse el tiempo de cambio un 50% sin inversiones importantes.

Para ello Shigeo Shingo en 1950 descubrió que había dos tipos de operaciones al estudiar el tiempo de cambio en una prensa de 800 tns:

- Operaciones Internas: aquellas que deben realizarse con la máquina parada.
- Operaciones Externas: pueden realizarse con la máquina en marcha.

El objetivo es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y ver la forma de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible.

Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. El objetivo es estandarizarlas de modo que, con la menor cantidad de movimientos, se puedan hacer rápidamente los cambios, de tal forma que se vaya perfeccionando el método y forme parte del proceso de mejora continua de la empresa.

¹⁰ Shigeo, Shingo, El Sistema de Producción TOYOTA desde el punto de vista de la ingeniería, 3rd Edition, Productivity Press, Madrid 1989 (90-107)



El Single Minute Exchange of Die tiene algunas etapas conceptuales, y para la aplicación del proyecto SMED consta de cuatro etapas:

<u>ETAPAS</u>	<u>ACTUACIÓN</u>
1.-Etapa preliminar	Estudio de la operación de cambio
2.-Primera etapa	Separar tareas internas y externas
3.-Segunda etapa	Convertir tareas internas en externas
4.-Tercera etapa	Perfeccionar las tareas internas y externas

Tabla 2.1 Metodología Smed. Fuente: Toyota Production System.

1. Etapa preliminar

Lo que no se conoce no se mejora, si puede filmar el procedimiento, hágalo, y se dará cuenta del sinnúmero de movimientos inútiles, paseos, distracciones, etcétera, en que incurren los operarios.

Pueden tomar hasta 40 minutos buscando por toda la planta una llave, otro tanto localizando los tornillos en el almacén o hasta un tipo de caucho en los racks, preparando las piezas necesarias o llenando cartas de control de calidad y producción. Todo esto mientras el equipo permanece detenido esperando a que el operador se decida a empezar el desmontaje de las herramientas usadas por el artículo anterior y el acoplamiento de las que se necesitan para el que viene. Por ello en esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

- Registrar los tiempos de cambio:
 - Conocer la media y la variabilidad.
 - Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
- Estudiar las condiciones actuales del cambio:
 - Análisis con cronómetro.
 - Entrevistas con operarios (y con el preparador).



- Grabar en vídeo.
- Mostrarlo después a los trabajadores.
- Sacar fotografías.

Esta etapa es más útil de lo que se cree, y el tiempo que invirtamos en su estudio puede evitar posteriores modificaciones del método al no haber descrito la dinámica de cambio inicial de forma correcta.

2. Primera etapa: Separar las tareas internas y externas

En esta fase. Primero será necesario realizar un listado de las actividades secuenciales realizadas durante el set up, para poder identificar cuáles son internas (realizadas durante un paro de máquina) y externas (ejecutadas durante la operación normal de la máquina). Se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo:

- Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace.
- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc. A partir de esa lista realizaremos una comprobación para asegurarnos de que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

3. Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas

La idea es que al tiempo en el cual el sistema no está produciendo, es decir, no agrega valor, se le considera como desperdicio; por lo tanto, se requiere de su eliminación. En esta etapa, es necesario hacer una revisión minuciosa de las actividades internas, para poder hacer la conversión pertinente y así ganar más tiempo productivo es decir, hacer todo lo necesario en preparar material, matrices, preformadores, dados, canales, etc., fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio



necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

- Reevaluar para ver si alguno de los pasos está erróneamente considerado como interno.
- Alistamiento de herramientas.
- Eliminación de ajustes: las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida.

Dentro de un cambio aplicando SMED se dice que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por ello el equipo de trabajo tiene que ser preciso para recrear de manera exacta la especificación de la producción siguiente y evitar hacer reajustes.

4. Tercera etapa: perfeccionar las tareas internas y externas

El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

La optimización de las operaciones internas y externas restantes, aun las reducciones obtenidas en las etapas previas pueden ser mejoradas. Esta labor es de alto nivel de detalle y, aunque también requiere de mucha imaginación y del diseño de dispositivos y elementos de sujeción novedosos. De hecho, la mayor parte de los equipos con los que se logra esta mejora se encuentran estandarizados en el mercado.

En este paso, las mínimas actividades internas que quedan pueden ser aminoradas y las demás, aunque sean externas, también pueden mejorar.

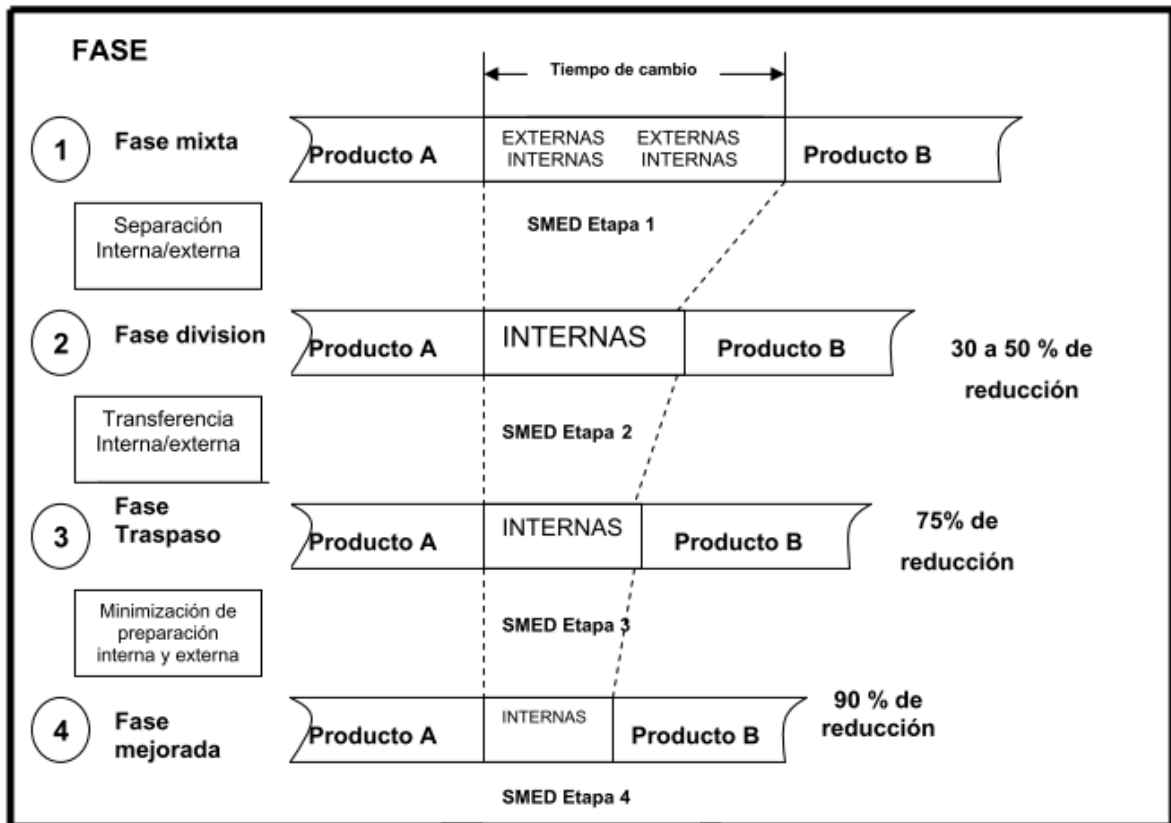


Figura 2.2 Fases para reducir el tiempo de cambio. Fuente: www.cdi.org.pe/gifs/temas/smed.jpg-micro

2.2.2 Objetivos del Smed

Algunas de las acciones encaminadas a la mejora de las operaciones internas más utilizadas por el sistema SMED son:

- Implementación de operaciones en paralelo:

Estas operaciones que necesitan más de un operario ayudan mucho a acelerar algunos trabajos. Con dos personas una operación que llevaba doce minutos no será completada en seis, sino quizás en cuatro, gracias a los ahorros de movimiento que se obtienen. El tema más importante al realizar operaciones en paralelo es la seguridad

- Utilización de anclajes funcionales:

Son dispositivos de sujeción que sirven para mantener objetos fijos en un sitio con un esfuerzo mínimo. Todas estas etapas culminan en la elaboración de un procedimiento de cambio que pasa a formar



parte de la dinámica de trabajo en mejora continua de la empresa y que opera de acuerdo al siguiente esquema iterativo de trabajo:

1. Elegir la instalación sobre la que actuar.
2. Crear un equipo de trabajo (operarios, jefes de sección, otros).
3. Analizar el modo actual de cambio de herramienta. Filmar un cambio.
4. Reunión del equipo de trabajo para analizar en detalle el cambio actual.
5. Reunión del equipo de trabajo para determinar mejoras en el cambio:
 - Clasificar y transformar operaciones Internas en Externas.
 - Evitar desplazamientos, esperas y búsquedas, situando todo lo necesario al lado de máquina.
 - Secuenciar adecuadamente las operaciones de cambio.
 - Facilitar útiles y herramientas que faciliten el cambio.
 - Secuenciar mejor las órdenes de producción.
 - Definir operaciones en paralelo.
 - Simplificar al máximo los ajustes.
6. Definir un nuevo modo de cambio.
7. Probar y filmar el nuevo modo de cambio.
8. Afinar la definición del cambio rápido, convertir en procedimiento.
9. Extender al resto de máquinas del mismo tipo.

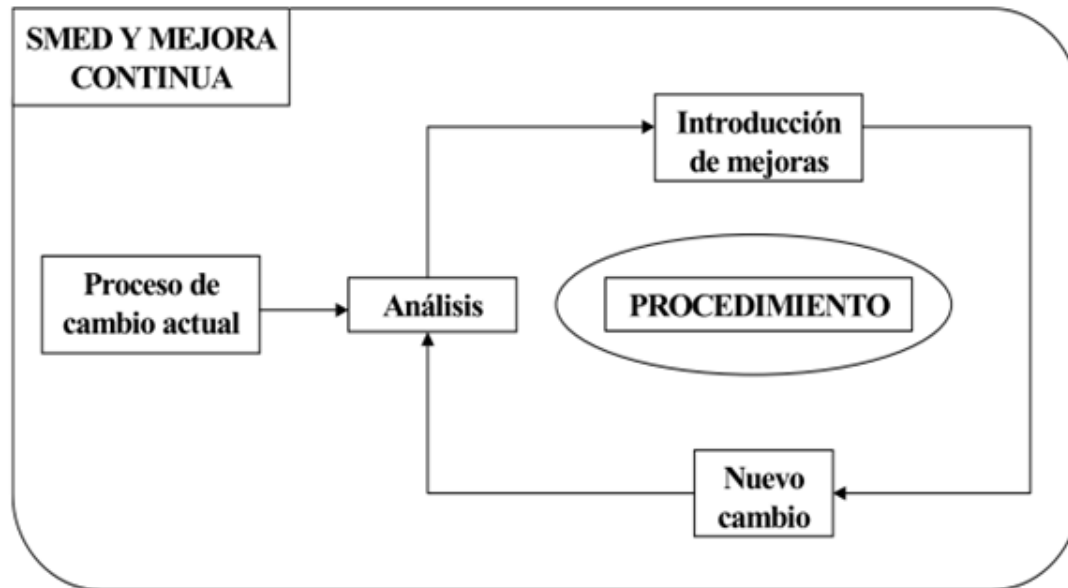


Figura 2.3 Mejora Continua. Fuente: T.P.S

2.2.3 Conceptos fundamentales del SMED

El concepto de SMED Single Minute Exchange of Dies (cambio de una herramienta o parte en pocos minutos) es una técnica para cambiar las partes o herramientas de una máquina en el menor tiempo posible para minimizar los set – up de la máquina.

SMED o Cambio Rápido, como también se le conoce, trata de minimizar las operaciones que no agreguen valor y reducir el tiempo de set up. Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de 10 minutos. En un caso ideal, se debería cambiar la herramienta al pulsar un simple botón y en menos de un minuto. Un ejemplo de SMED son los cambios rápidos de neumáticos en carros de carreras de un fórmula 1.

Varias compañías han reducido los tiempos de cambio de horas a minutos. La metodología del SMED consiste en la aplicación de tres pasos fundamentales:

1. **Operaciones internas y externas:** las tareas internas son aquellas actividades para las que su realización es necesario detener la máquina, caso contrario con respecto a las tareas externas.



2. **Convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa:** lo que se busca es hacer todo cuanto se pueda de manera externa de modo que tareas internas se reduzcan.

3. **Reducir tiempo de operaciones internas:** existen tareas internas que no se pueden convertir en externas pero si se pueden mejorar en cuanto a tiempo de elaboración. Muchas compañías incluyen en su diario trabajo el SMED, porque los consumidores quieren una variedad de productos con una calidad requerida y con un tiempo de entrega rápido.

Dentro de los beneficios de esta técnica es que ayuda a la manufactura a tener mayor flexibilidad, reducción de stocks y costos. El objetivo es transformar en un evento sistemático el proceso, no dejando nada al azar, y facilitando que cualquier operario pueda realizar un cambio en ausencia del experto.

2.2.4 Técnicas de aplicación

Se utilizan en el SMED seis técnicas destinadas a dar aplicación a los cuatro conceptos anteriormente expuestos.

Técnica # 1: Estandarizar las actividades de preparación externa.

Las operaciones de preparación de los moldes, herramientas y materiales deben convertirse en procedimientos habituales y estandarizados. Tales operaciones estandarizadas deben recogerse por escrito y fijarse en la pared para que los operarios las puedan visualizar.

Después, los trabajadores deben recibir al correspondiente adiestramiento para dominarlas.

Técnica # 2: Estandarizar solamente las partes necesarias de la máquina.

Si el tamaño y la forma de todos los troqueles se estandarizan completamente, el tiempo de preparación se reducirá considerablemente. Pero dado que ello resulta de un costo elevado,



se aconseja estandarizar solamente la parte de la función necesaria para las preparaciones.

Técnica # 3: Utilizar un elemento de fijación rápido.

Si bien el elemento de sujeción más difundido es el perno, dado que el mismo sujeta en la última vuelta de la tuerca y puede aflojarse a la primera vuelta, se han ideado diversos elementos que permiten una más eficaz y eficiente sujeción. Entre tales elementos se cuenta con la utilización del orificio en forma de pera, la arandela en forma de U y la tuerca y el perno acanalado.

Técnica # 4: Utilizar una herramienta complementaria.

Se tarda mucho en unir un troquel o unas mordazas directamente a la prensa de troquelar o al plato de un torno. Por consiguiente, el troquel o las mordazas deben unirse a una herramienta complementaria en la fase de preparación externa, y luego en la fase de preparación interna esta herramienta puede fijarse en la máquina casi instantáneamente.

Para hacer ello factible es necesario proceder a la estandarización de las herramientas complementarias.

Técnica # 5: Hacer uso de operaciones en paralelo.

Una prensa de troquelar grande o una máquina grande de colada a presión tendrán muchas posiciones de fijación en sus cuatro costados. Las operaciones de preparación de tales máquinas ocuparán mucho tiempo al operario. Pero, si se procede a aplicar a tales máquinas operaciones en paralelo por dos personas, pueden eliminarse movimientos inútiles y reducirse así el tiempo de preparación.

Técnica # 6: Utilización de un sistema de preparación mecánica.

Al poner el troquel, podría hacerse uso de sistemas hidráulicos o neumáticos para la fijación simultánea de varias posiciones en cuestión de segundos. Por otra parte, las alturas de los troqueles de una prensa de troquelar podrían ajustarse mediante un mecanismo electrónico.

Y además, para la aplicación de estas técnicas, nos podemos apoyar en el uso de las siguientes herramientas:



Utilización de cronómetro: Medir el tiempo en sus fracciones más pequeñas

- Gráfica de Gantt: Esta gráfica sirve para la planificación y control de una serie de actividades descritas para un período determinado.
- Cursógrama / fluxograma: Gráfica que muestra el flujo y número de operaciones secuenciales de un proceso o procedimiento para generar un bien o un servicio.
- Planilla de relevamiento: Encuesta o formulario de liberación de la carga de trabajo de un proceso.
- Planilla de análisis y mejora: Encuesta o formulario de eventos en un proceso para el análisis y mejora del mismo.
- Diagrama de Pareto: Herramienta gráfica en la cual se representa la frecuencia para un conjunto de causas ordenadas desde la más significativa hasta la menos significativa.
- Camino Crítico: Es una secuencia de actividades conectadas, que conduce del principio del proyecto al final del mismo, por lo que aquel camino que requiera el mayor trabajo, es decir, el camino más largo dentro de la red, viene siendo la ruta crítica o el camino crítico de la red del proyecto.
- Control Estadístico de Procesos (SPC): Es un conjunto de herramientas estadísticas que permiten recopilar, estudiar y analizar la información de procesos repetitivos para poder tomar decisiones encaminadas a la mejora de los mismos.
- Histogramas: Es una representación gráfica de una variable frente a otra, en forma de barras, donde la altura o eje vertical es proporcional a los valores producidos, y la anchura o eje horizontal a los intervalos o valores de la clasificación.
- Medias – Modas – Medianas: Son las medidas de tendencia central más usuales a) media aritmética (\bar{x}), el valor medio. b) mediana, el valor central. c) moda, el valor más frecuente.
- Diagrama de Ishikawa: Técnica de análisis de causa y efectos para la solución de problemas, relaciona un efecto con las posibles causas que lo provocan.
- Diagrama del Proceso de Operación: Diagramas que emplean símbolos gráficos para representar los pasos o etapas de un proceso. También permiten describir la secuencia de los distintos pasos o etapas y su interacción.
- Benchmarking: Se define como el proceso continuo de mejora de productos, servicios y métodos con respecto al competidor más fuerte o aquellas compañías consideradas líderes.



2.2.5 Problemas más comunes a la hora de realizar los cambios o preparación de herramientas

Cuando las actividades de preparación se prolongan demasiado o el tiempo de preparación varía considerablemente, es factible que se estén dando los siguientes problemas o inconvenientes:

- La terminación de la preparación es incierta.
- No se ha estandarizado el procedimiento de preparación.
- El procedimiento no se observa debidamente.
- Los materiales, las herramientas y las plantillas no están dispuestos antes del comienzo de las operaciones de preparación.
- Las actividades de acoplamiento y separación duran demasiado.
- Es alto el número de operaciones de ajuste.
- Las actividades de preparación no han sido adecuadamente evaluadas.
- Variaciones no aleatorias en los tiempos de preparación de las máquinas.

Estos obstáculos pueden y deben salvarse mediante la investigación diaria y el reiterado cuestionamiento de las condiciones de preparación en el lugar de trabajo.

2.2.6 Importancia de las Cinco "S" en la aplicación del SMED

Las actividades de las 5's: Organización-Orden-Limpieza-Estandarización y Disciplina son esenciales y fundamentales para una correcta y óptima puesta en funcionamiento del sistema SMED.

El poder encontrar rápidamente las herramientas, el disponer de todos los equipos y lugar de trabajo en estado de limpieza, y el disponer de elementos visuales que permitan el mejor ajuste, son beneficios que trae consigo la aplicación sistemática de las Cinco "S". El optimizar el tiempo de preparación de un proceso o de una máquina a menos de 10 minutos va de la mano con la herramienta de las 5's ya que es fundamental que el operador para la toma de tiempos aplicando smed, tenga todo lo necesario y que no necesite invertir tiempo en movilizarse solo para realizar una acción de disponer una herramienta necesaria en su trabajo y que no se encuentre en su puesto de operación.



2.2.7 Procedimientos para mejorar la preparación

Como ya se mencionó en el pasado subcapítulo de “Metodología para el cambio”, los procedimientos de preparación se basa prácticamente en los mismos, ya que el método estándar así está definido pero la persona lo puede acoplar según su necesidad de aplicación de un Smed.

Además de las grabaciones en video y de los estudios de tiempos y movimientos relacionados con las actividades de preparación, hay procedimientos adicionales para lograr mejoras, como son los siguientes:

- Preparar previamente un método de trabajo a seguir.
- Mantener las herramientas de cambio en buenas condiciones de funcionamiento (TPM).
- Crear tablas de las operaciones para la preparación externa.
- Mantener el buen orden y limpieza en la zona de almacenamiento (Cinco "S").
- Mantener las zonas de almacenamiento de herramientas y troqueles limpias y ordenadas (Cinco "S").
- Vigilar los efectos de los cambios introducidos en la secuencia de las operaciones.
- Vigilar las necesidades de personal para cada operación.
- Vigilar la necesidad de cada operación.
- Organizar las preparaciones externas y modificar el equipo de forma tal que puedan seleccionarse distintas preparaciones pulsando un botón.
- Modificar la estructura del equipo o inventar herramientas que permitan una reducción de la preparación y de la puesta en marcha.
- Eliminar los ajustes necesarios para fijar alturas o la posición de la máquina.
- Revisar la hoja de secuencia de operaciones estándar y adiestrar a los operarios cuando se mejora el equipo.

CAPITULO 3

APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA SMED EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE EXTRUSIÓN

3.1 Proceso Productivo de Extrusión Ampliado.

Glosario de Términos:

- **Extrusión.** Operación que consiste en pasar un material a través de un espacio reducido, presionándolo para obtener una forma determinada en su plano transversal.
- **Extrusora.** Maquina formadora de bandas de material.



Figura 3.1 Cabeza de Extrusora Triplex.

- **Preformador.** Accesorio de la extrusora en cuyo interior se distribuyen los compuestos se compactan y se preforman.



Figura 3.2 Preformadores de Extrusora Triplex.

- **Dado.** Accesorio de la extrusora consistente en una platina metálica que contiene el perfil o la forma transversal de la banda a extruir.



Figura 3.3 Dados de Extrusora Triplex.

- **Calibración.** Operación que consiste en ajustar las condiciones de extrusión para darle a la banda unas características preestablecidas o requeridas que se denominan especificaciones.
- **Dancer.** Consta de un rodillo y brazo mecánico que forman el loop en el material y a su vez controla la velocidad de la siguiente banda.



Figura 3.4 Dancer en banda de pesaje.

- **Loop.** Ondulación del material que permite su relajamiento.
- **Booking.** Estación para almacenamiento de los materiales que salen cortados y habrán de ser colocados en carros de bandejas, al final de la banda de enfriamiento de la extrusora.



Figura 3.5 Banda de almacenamiento.

- **Enrolladoras de casetes.** Estación de almacenamiento de materiales en casetes de la extrusora.



Figura 3.6 Estación de cassetes.

- **Banda de enfriamiento.** Es el nombre con que se conoce a la serie de bandas, dancers, rodillos que inician al final de la cabeza de extrusión y termina en el booking de almacenamiento.
- **Casetera.** Accesorio o parte de la cabeza de extrusión en la extrusora 4, que se utiliza para colocar los preformadores. Existen dos en la máquina, actualmente la casetera 1, permanentemente tiene colocado el preformador para laterales de pasajeros y camioneta radial mientras que en la casetera 2, se montan los diferentes preformadores para los otros materiales de acuerdo al programa de producción.
- **Cabeza de extrusión.** Parte de la extrusora en la que se unen los cauchos y se da la forma a la banda de material. En el caso de la extrusora 4 se le considera en forma general como cabeza de extrusión a la unión de las tres cabezas (150 mm, 120 mm y 90 mm), además de todas las partes que permiten la colocación de los accesorios que le dan la forma a la banda de material extrudido (canales de flujo, pre-formadores, dado...)

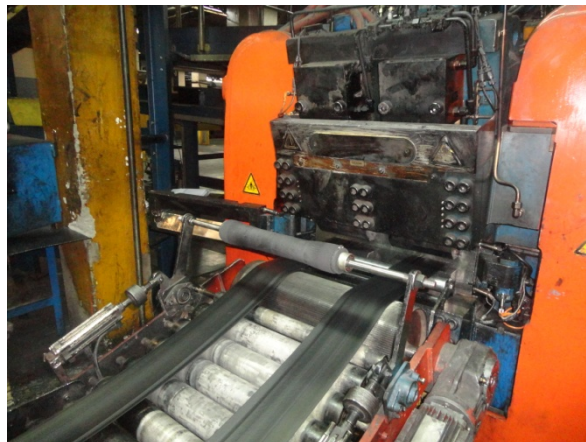


Figura 3.7 Cabeza de extrusión Triplex.

- **Manubrio doble.** Herramienta que consta de dos manubrios o sujetadoras, y pernos con argollas para ajustar, que se utiliza para facilitar el desmontaje y montaje tanto de pre-formadores como de canales de flujo en la cabeza de extrusión.



Figura 3.8 Manubrio doble.

Proceso de Extrusión:

A continuación se explicara paso a paso el proceso que se realiza en la extrusora 4 o Triplex, se clasifico por operaciones para hacer más fácil el método explicativo.

Enterarse del programa. Enterarse del programa de producción y organizar el trabajo de todo el equipo de acuerdo a las instrucciones del supervisor e informar cualquier anomalía al mismo.

Operar máquina. Utilizando los controles del Tablero Principal y paneles auxiliares para: arrancar, apagar (parar) cada una de las partes de la cabeza de extrusión, regular la temperatura de las partes y accesorios de la cabeza de extrusión, controlar las revoluciones adecuadas de los tornillos sin fin, sincronizar las velocidades de cada una de las partes de la banda de enfriamiento, calibración de accesorios y sistemas (de identificación, de viraje, de unión) para mantener las propiedades del material dentro de las especificaciones respectivas, monitoreo y verificación de especificaciones para mantenerlas a lo largo de cada corrida de producción, monitorear y verificar las temperaturas de extrusión (mantenerlas dentro de especificación). Si las condiciones no pueden mantenerse dentro de especificaciones detener máquina e informar al supervisor.

Vigilar semáforo de la balanza de peso continuo. Es preciso que se mantenga vigilancia sobre el semáforo de la balanza de peso continuo que indica si el material está o no dentro de especificación, para tomar acciones correctivas o parar la línea en caso de ser necesario.



Revisar la identificación con pintura para rodamientos.

Colocando los colores que indica la especificación y vigilando que se mantengan (cambiando las botellas de pintura o acercando la punta) de modo que sean totalmente visibles las líneas de identificación.

Para identificar el aro, tomar la distancia del centro línea de rodamiento hacia el lado del operador. Para identificar la llanta tomar la distancia del centro línea del rodamiento hacia el lado contrario al operador, debe utilizarse las tablas de colores (plantillas que facilitan la calibración), es necesario que se mantenga vigilancia constante para asegurar la marcación continua puesto que puede ocurrir que la punta de la botella de pintura llegue a separarse ligeramente, se tape o se termine la pintura y no se marque adecuadamente la banda de material.

Sistema de identificación de laterales. En el caso de los laterales debe manejarse el sistema de identificación con tinta y para esto debe asegurarse, la existencia de pintura, el funcionamiento y el cuidado del equipo (maquina “VIDEO-JET”), que implica manipulación correcta, como también la limpieza requerida antes de apagar o encender el sistema (luego de paradas de por lo menos un turno)

Asegurar la temperatura de los dados y preformadores.

Revisar que los dados y pre-formadores que serán utilizados para cumplir con el programa de producción sean colocados en la mufla de calentamiento con anticipación y que al momento de ser utilizados se encuentren a temperaturas especificadas.

Alimentación de caucho

Revisar programa. En el panel principal usando el teclado y el “mouse” de la pantalla uno o dos, se puede “refrescar” el programa para que se visualice el listado de materiales que han sido programados, los cauchos que se debe utilizar, accesorios que se necesitan para producirlos y el orden en que tendrán que ser extruidos.

Revisar stock en zona de alimentación. Conociendo los materiales que se necesitará para cumplir el programa, se debe revisar la zona de alimentación de cauchos de la extrusora cuatro, para saber los materiales (cauchos) que deben acercarse.



Buscar cauchos. En el área de almacenamiento de cauchos, corredores para plataformas se busca y señala los materiales (las plataformas de caucho que se utilizarán para cumplir con lo programado), para lo cual debe tomar en cuenta además del tipo de material, las condiciones el tiempo de reposo

Buscar carro eléctrico. El carro eléctrico para cargar caucho que se utiliza es el denominado de uñas y por lo general se encuentra cerca de las zonas de alimentación de cauchos de la extrusora 3 o cerca de la misma extrusora cuatro.

Llevar caucho a la máquina. Cuando se ha señalado las plataformas de materiales que se requiere, es mucho más sencillo con ayuda del carro eléctrico transportarlas hasta la zona de alimentación de la extrusora 4 (una plataforma a la vez)

Preparar puntas de caucho. Para facilitar la alimentación de caucho es conveniente que se corten los extremos de la tira de caucho (lamina) para formar una punta a manera de cuña esto con cada una de las plataformas de caucho que se alimentará, además cuando se retiran las tarjetas de identificación es conveniente que se las coloquen junto al libro de trazabilidad de forma ordenada para facilitar el reporte.

Cargar cauchos en las bandas de alimentación. Para esto utilizando guantes en las manos se procede a colocar la punta del material que se pretende alimentar e inmediatamente aprisionarlo con el rodillo del extremo de la banda de alimentación de cada tolva, seguidamente se arranca la banda y se deja correr hasta que la tira de caucho llegue a la tolva de la cabeza de extrusión, momento en el cual se detiene la banda. Esta operación se realiza de igual manera con las dos o tres bandas de alimentación dependiendo del material que se pretenda producir.

Llenar trazabilidad. Igual que en cualquier parte del proceso se registra en la carta de control la información requerida para la trazabilidad (los cauchos utilizados, las fechas en que fueron producidos, las cargas que se usaron etc...)

Alimentar caucho en la tolva. Cuando el caucho ha llegado a la tolva, manualmente se lo coloca en el interior de cada una de ellas y se arranca la extrusora



(movimiento del tornillo de extrusión) asegurando que el caucho sea tomado por este y empiece a tirar el resto de material de la banda.

Purgar caucho. La primera parte del material que sale de la cabeza de extrusión, luego de un arranque, cambio de canales, cambio de dado o preformador con cambio de caucho debe retirarse puesto que por lo general presenta imperfecciones, (La velocidad a la que dispone el departamento técnico que se realice el vaciado de caucho es de 10 rpm) para esto se deja avanzar la extrusión hasta que el material ya no presente burbujas de aire (una purga de aproximadamente 0.5 m), a continuación se detiene los tornillos de extrusión, (presionando el botón, del panel dos o girando la perilla del panel 3), seguidamente utilizando guantes se retira el caucho que sobresale a la cabeza de extrusión colocándola en un recipiente de enfriamiento, y finalmente se limpia los excedentes de caucho que sobresalen aún de la cabeza de extrusión con ayuda de la espátula o cuchilla. Este procedimiento se aplica tanto en caso de que se pretenda evacuar el caucho de una, dos o las tres cabezas de extrusión, puesto que pueden funcionar de forma independiente.

Reprocesar material. El material que sobra del arranque o set-up en la maquina debe recibir un tratamiento inmediato que puede ser.

Alimentar para producción de Tubera doble. Solo en caso de coincidir, con un molino de la tubera doble que este trabajado con el material que se ha retirado de la extrusora 4, este material se alimenta en este molino para ser utilizado en ese momento en la producción de la tubera doble.

Laminado. En caso de no coincidir con la producción de la tubera doble debe procederse a laminar el material en un molino que se encuentre libre en ese momento, identificarlo y colocarlo en un rack de pines de los que para este efecto se encuentran ubicados en el espacio entre los molinos de la tubera doble y la extrusora 4.

Inspeccionar alimentación regular de caucho. Para esto se realizará un pequeño recorrido por la zona de alimentación y las escaleras hacia las tolvas de la cabeza de extrusión a fin de verificar que no existan



problemas que afecten la alimentación regular de caucho (por lo general suelen presentarse problemas con el material cuando este se encuentra pegado o cuando una lámina se ha cortado transversalmente o es irregular)

Revisar avance en área de almacenamiento. Con objeto de asegurar la calidad del proceso de extrusión además de calcular con mayor certeza el momento en que debe realizar el cambio de caucho es conveniente que se conozca la cantidad de material que ha quedado por almacenar, para cumplir con el programa de producción para ello es necesario un traslado hacia el booking o las enrolladoras.

Cambiar plataforma de caucho. Cuando se termina el material de una plataforma de caucho o cuando se requiere de otro tipo de caucho para continuar la producción en la extrusora cuatro, después de acercar la nueva plataforma a la zona de alimentación y de haber preparado la punta de esta lamina, se procede a cambiarla por la que se encuentra en la banda, para lo cual se retira el material que no se ha de utilizar de haberlo, devolviéndolo a la plataforma, para luego con ayuda del carro eléctrico retirarla del lugar y reemplazarla por la nueva plataforma.

Acomodar plataformas en zona de alimentación. Una vez que se han cambiado las plataformas de caucho debido al espacio en esta zona es necesario organizarlas de modo que se retira las plataformas que no se han de utilizar más en el turno y se coloca las que se requieren a continuación, para esto es necesario buscar el carro eléctrico y proceder a retirar hacia la zona de almacenamiento las plataformas que no se ocuparán y a ubicar de mejor manera las plataformas que se han de seguir utilizando.

Identificar saldos de caucho. Las plataformas de caucho que se retiran de la zona de alimentación o que no seguirán siendo utilizadas deben ser identificadas para lo cual se deben volver a colocar las tarjetas y además marcar con crayón sobre el caucho el código correspondiente para que puedan ser fácilmente ubicadas cuando sean requeridas.



Colocar saldos en plataforma correspondiente. En algunas ocasiones el empalme que se realiza en la tolva genera un saldo de material que debe colocarse en la plataforma del material correspondiente.

Cambio de dado con cambio de caucho. (Operador)

Señal de cambio. (Ayudante)

Cortar caucho en la banda de alimentación. Al recibir la señal, se procede a cortar la lámina de material que se cambiará al inicio de la banda de alimentación, a fin de terminar la alimentación del material que será evacuado.

Preparar punta de caucho. Para facilitar la alimentación de caucho es conveniente que se corten los extremos de la tira de caucho para formar una punta a manera de cuña.

Cambiar plataforma de caucho. Cuando se termina el material de una plataforma de caucho o cuando se requiere de otro caucho para continuar la producción en la extrusora cuatro, después de haberse acercado la nueva plataforma a la zona de alimentación y que se ha preparado la punta de esta lamina, se procede a cambiarla por la que se encuentra en la banda, para lo cual se retira el material que no se ha de utilizar, devolviéndolo a esa plataforma, para luego con ayuda del carro eléctrico retirarla del lugar para ser remplazada por la nueva plataforma.

Cargar caucho en la banda. Una vez que se cortó la lámina de caucho se coloca la punta de la otra plataforma y se carga sobre la banda de alimentación.

Empatar punta y alimentar en la tolva.- Cuando la lámina de caucho llega hasta la tolva es necesario que se empate la punta con la del material que fue cortado de modo que se garantice la alimentación continua de los tornillos (evitando el ingreso de aire a la camisa).

Cortar el material sobre el puente de rodillos oscilantes.

Detener cabeza de extrusión y bandas.

Subir rodillo apisonador.

Retirar puntas.



Bajar puente de rodillos oscilantes.

Bajar rodillo apisonador.

Bajar rodillo guía.

Abrir clams para dados.

Retirar el dado de la cabeza de extrusión.

Limpiar dado y colocarlo en el armario.

Limpiar caucho del preformador.

Abrir la casetera. Usando guantes en las manos se procede a retirar la casetera de la cabeza para lo cual se tira del manubrio como si se tratara de una puerta retirando la casetera a un costado de la cabeza de extrusión.

Purgar caucho.

Reprocesar material. (Ayudante)

Cerrar casetera.

Colocar dado.

Subir rodillo guía.

Cerrar clams para dados

Subir puente de rodillos oscilantes.

Cargar receta.

Verificar condiciones (ancho).

Alarma de arranque.

Arrancar extrusora.

Colocar puntas sobre banda de encogimiento.

Cambio de preformador. (Operador)

Señal de cambio.

Detener cabeza de extrusión y bandas.

Cortar el material sobre el puente de rodillos oscilante.

Subir rodillo apisonador.

Retirar puntas.



Abrir clams para dados.

Bajar puente de rodillos oscilantes.

Bajar rodillo guía.

Retirar el dado de la cabeza de extrusión.

Limpiar dado y colocarlo en el armario.

Limpiar caucho del preformador.

Abrir la casetera.

Retirar preformador. Para retirar el preformador de la casetera se utiliza una herramienta llamada manubrio doble, el cual se guarda conjuntamente con los canales de flujo en el armario, sujetando esta herramienta con sus pernos en el preformador, se procede a girar los seguros de la casetera para soltar el preformador y tomando los manubrios se retira el preformador y se lo coloca en el armario, teniendo luego que aflojar los pernos del manubrio para liberarlo.

Limpiar caucho en terminales de canales de flujo. Se limpia los excesos de caucho que sobresalen de las puntas de los canales de flujo de modo que sea fácil apegar la casetera.

Colocar nuevo preformador en casetera. Se asegura los pernos del manubrio al preformador que se va a utilizar (de acuerdo al programa de producción) luego de lo cual se lo levanta llevándolo desde el armario hasta la casetera 2, donde se lo coloca de modo que coincida en el espacio correspondiente, a continuación se giran los seguros para sujetar el preformador a la casetera, e inmediatamente se giran los pernos del manubrio para liberándolo del preformador, para finalmente colocarlo en el armario.

Cerrar casetera.

Colocar dado.

Subir rodillo guía.

Cerrar clams para dados.

Subir puente de rodillos oscilantes.

Cambiar regla de colores. Se debe cambiar la regla de colores del sistema de identificación por colores.



Cambiar colores. De acuerdo a la especificación del material a producir se cambia las botellas de colores en el **sistema de identificación.**

Cargar receta.

Verificar condiciones (ancho).

Alarma de arranque.

Arrancar extrusora.

Arrancar banda de enfriamiento.

Colocar puntas sobre banda de encogimiento.

Cambio de canales de flujo. (Operador y ayudante)

Señal de cambio. (Ayudante - operador)

Cortar láminas de caucho en bandas de alimentación. (Operador)

Vaciado automático.

Cortar el material. (Operador)

Subir rodillo apisonador. (Operador)

Retirar puntas. (Operador)

Abrir clams para dados. (Operador)

Bajar puente de rodillos oscilantes. (Operador)

Bajar rodillo guía. (Operador)

Retirar el dado de la cabeza de extrusión. (Operador)

Limpiar dado y colocarlo en el armario. (Operador)

Limpiar caucho del preformador. (Operador)

Abrir la casetera. (Operador)

Retirar preformador. (Operador)

Abrir mordazas laterales de cabeza de extrusión. (Operador)

Seleccionar orden para abrir cabeza de extrusión. (Operador)



Abrir cabeza de 90 mm. (Operador)
Abrir cabeza de 150 mm. (Operador)
Abrir cabeza de 120 mm. (Operador)
Evacuar excesos de caucho de canales de flujo y camisas de las cabezas de 150 mm y 120 mm. (Operador)
Aflojar pernos de canales de flujo. (Operador)
Reprocesar material. (Ayudante)
Retirar canales de flujo de la cabeza de extrusión. (ayudante-operador)
Colocar canales de flujo. (ayudante-operador)
Apretar pernos de los canales de flujo. (Operador)
Colocar nuevo preformador en casetera. (Operador)
Cerrar cabeza de 150 mm. (Operador)
Cerrar cabeza de 120 mm. (Operador)
Cerrar cabeza de 90 mm. (Operador)
Cerrar mordazas laterales de la cabeza de extrusión. (Operador)
Preparar puntas de cauchos. (Ayudante)
Cambiar plataforma de caucho. (Ayudante)
Colocar cauchos en bandas de alimentación. (Ayudante)
Alimentar caucho en las tolvas. (Dos el ayudante 150mm y 90mm, y una el operador 120 mm)
Purgar caucho. (Operador)
Cerrar casetera. (Operador)
Colocar dado. (Operador)
Subir rodillo guía. (Operador)
Cerrar clams para dados. (Operador)
Subir puente de rodillos oscilantes. (Operador)
Cargar receta. (Operador)
Verificar condiciones (ancho). (Operador)



Alarma de arranque. (Operador)

Arrancar extrusora. (Operador)

Colocar puntas sobre banda de encogimiento.
(Operador)

Calibración para laterales cortados.

Bajar rodillo apisonador. Utilizando la palanca del pistón ubicado en la banda de enfriamiento junto a parte inferior derecha del Panel 3

Arrancar sistema para viraje. Se procede a girar la palanca que activa el rodillo en la parte superior del sistema que se utiliza para dar la vuelta al material al final de la banda de encogimiento, esta palanca halla ubicada casi al final de la banda de encogimiento en la parte intermedia del sistema para viraje.

Seleccionar tipo de almacenamiento. Girando la perilla en el panel principal (Tread, para almacenamiento en carros y sidewall para almacenamiento en casetes), esto activará la sección de la banda de enfriamiento que lleva el material, a la zona de almacenaje (booking o enrolladoras de casetes).

Guiar puntas por sistema de viraje. Se procede a guiar las puntas de las bandas de material extruido a través de los rodillos del sistema de viraje, hasta pasar el dancer del final de la banda de encogimiento, usando este sistema para dar la vuelta al material antes de colocar las puntas en la banda donde se encuentra la balanza de peso continuo.

Calibrar rodillos para viraje. Cuando el material a producir requiera voltearse, este pasa a través del sistema de viraje por lo que dependiendo del ancho del material es necesario que se calibre los rodillos de modo que se dé la vuelta al material antes de llegar a la banda de pesaje.

Guiar puntas a través de banda de pesaje. Luego de que se ha colocado la punta del material en la banda de pesaje (banda en la que se encuentra la balanza de pesaje continuo), es conveniente guiar estas puntas para pasar sobre el sistema de unión (separando o juntando los rodillos de este sistema según se requiera),



además de guiar esta punta es conveniente que se asegure la uniformidad de la banda de material en su inicio, de modo que pueda ser fácilmente guiada a través de toda la banda de enfriamiento (esto significa evitar que se eleve o separe demasiado del nivel de la banda de modo que no provoque atascos.)

Verificar ancho de material en banda de pesaje. Es preciso que se verifique con el flexo metro el ancho del material que está transportándose a través de la banda de enfriamiento, midiendo y comparando con la especificación, para corregir las condiciones de extrusión de ser necesario.

Corregir condiciones en panel principal. Cuando se ha encontrado que el material no entra dentro de la tolerancia que indica la especificación, es posible corregir modificando los valores de extrusión que se muestran en la pantalla 2, para esto se usa el “mouse” y los controles de esta pantalla (se regulan las velocidades)

Sistema de identificación para laterales.

Señalar sección OK. Al finalizar las calibraciones, cuando la banda de material que atraviesa la banda de pesaje presenta las características requeridas según la especificación del material se procede a marcar con crayón, una señal que sea fácilmente identificada en la zona de almacenaje.

Colocar velocidad de especificación. Cuando se ha calibrado el ancho de las bandas de material y se ha señalado la sección OK, en la pantalla 2 del tablero principal, con ayuda de los controles y mouse deberá digitarse la velocidad especificada de extrusión para continuar con el proceso de forma normal.

Calibrar rodillos del sistema de unión. Cuando el material que se produce sale en dos bandas, es preciso que estas se unan ligeramente por el un extremo para facilitar su almacenamiento. Debido a que esta unión debe ser “ligera” (lo suficiente para mantener unidas las dos bandas en el almacenaje luego de ser cortadas de forma transversal y no demasiado que no permita ser separadas para utilizarse en construcción), es preciso que se calibre el sistema y más específicamente los rodillos, cada vez que las condiciones de extrusión cambien (esto deberá mantenerse monitoreando puesto



que en muchas ocasiones las condiciones del caucho no son uniformes, haciendo necesario recalibrar el sistema)

Verificar unión en banda inclinada. En caso de los materiales que salen en dos bandas y que serán almacenados en carros, una vez calibrado el rodillo la manera más fácil de verificar si la unión de las bandas es la adecuada es verificando esto justo antes de la banda inclinada al final de la banda de pesaje, en este tramo es posible separar ligeramente las dos bandas de material comprobando de esta manera que la calibración es la adecuada.

Calibración para laterales en casetes.

Bajar rodillo apisonador. Utilizando la palanca del pistón ubicado en la banda de enfriamiento junto a parte inferior derecha del Panel 3.

Guiar puntas hasta la banda de pesaje. En el caso de que se trate de materiales que no requieran ser dados la vuelta no es necesario que el material ingrese al sistema para viraje por lo que se guía directamente la final de la banda de encogimiento al primer dancero y se coloca la punta en la banda en la que se encuentra la balanza de pesaje continuo.

Seleccionar tipo de almacenamiento. Girando la perilla en el panel principal (Tread para almacenamiento en carros y sidewall para almacenamiento en casetes), esto activará la sección de la banda de enfriamiento que lleva el material, a la zona de almacenaje (booking o enrolladoras de casetes).

Guiar puntas a través de banda de pesaje.

Verificar ancho de material en banda de pesaje.

Corregir condiciones en panel principal.

Sistema de identificación de laterales.

Señalar sección OK.

Colocar velocidad de especificación.

Calibración para rodamientos.



Guiar puntas hasta la banda de pesaje.

Seleccionar tipo de almacenamiento.

Guiar puntas a través de banda de pesaje.

Verificar ancho de material en banda de pesaje.

Corregir condiciones en panel principal. Sistema de identificación por colores.

Llenar botellas de pintura. Las canecas de pintura para identificación de rodamientos se encuentran en la “Tubera Doble” por lo que deberán trasladarse hacia allí el momento en que se requiera reponer una botella de pintura del sistema de identificación de la extrusora cuatro.

Colocar colores en el sistema de identificación. El sistema actualmente cuenta con cuatro espacios para colocar botellas de colores, que es también el número máximo de líneas que se utilizan para identificación, más debido a la diversidad en los tipos de rodamientos que se producen, existe una mayor cantidad de colores que se combinan, por lo que es necesario que se ubiquen las botellas con los respectivos colores en el sistema de identificación de acuerdo a la especificación, cada vez que se calibre la máquina.

Calibrar sistema de identificación por colores. Las especificaciones acerca del sistema de identificación por colores, indica las distancias con relación a la línea guía de del rodamiento en las que deben marcarse las líneas longitudinales de pintura para identificar a los rodamientos por lo que debe ajustarse estas distancias girando los tornillos y midiendo con el flexo metro.

Retirar sistema de colores. Levantando la punta de las botellas con ayuda de la palanca que acciona el pistón para separar de todo el sistema de la banda de encogimiento.

Colocar velocidad de especificación.



Llenado de Conveyor.

El llenado de conveyor es una operación que se inicia el momento que se ha colocado la velocidad de especificación a la extrusión y termina cuando se obtiene la primera unidad de material “OK” en el área de almacenaje. Teniendo en cuenta que las zonas de almacenaje tenemos:

Llenado de conveyor hasta el booking. La distancia desde la cabeza de extrusión hasta el booking es de aproximadamente 146.4 m.

Llenado de conveyor has las enrolladoras. La distancia desde la cabeza de extrusión hasta las enrolladoras es de aproximadamente 125.5 m.

Fin de turno después de rodamientos.

Señal de cambio.

Cortar láminas de caucho en las bandas de alimentación.

Vaciado automático.

Cortar el material en el puente de rodillos oscilantes.

Retirar puntas.

Abrir clams para dados.

Bajar puente de rodillos oscilantes.

Bajar rodillo guía.

Retirar el dado de la cabeza de extrusión.

Limpiar dado y colocarlo en el armario.

Limpiar caucho del preformador.

Abrir la casetera.

Retirar preformador.

Abrir mordazas laterales de cabeza de extrusión.

Seleccionar orden para abrir cabeza de extrusión.

Abrir cabeza de 90 mm.

Limpiar la cabeza de 90 mm. En el caso en que se esté terminando de producir rodamientos (material para



el que se usa la cabeza de 90 mm) es importante que luego de abrirla, se proceda a limpiar el caucho adherido al canal de flujo de esta cabeza, ya que luego de abrir la cabeza de 150 esto no sería posible.

Abrir cabeza de 150 mm.

Abrir cabeza de 120 mm.

Evacuar excesos de caucho de canales de flujo de las cabezas de 150 mm y 120 mm.

Reproceso del material. (Ayudante)

Cerrar cabeza de 150 mm.

Cerrar cabeza de 120 mm.

Cerrar cabeza de 90 mm.

Cerrar mordazas laterales de la cabeza de extrusión.

Fin de turno después de laterales.

Señal de cambio.

Cortar láminas de caucho en las bandas de alimentación.

Vaciado automático.

Cortar el material.

Retirar puntas.

Abrir clams para dados.

Bajar puente de rodillos oscilantes.

Bajar rodillo guía.

Retirar el dado de la cabeza de extrusión.

Limpiar dado y colocarlo en el armario.

Limpiar caucho del preformador.

Abrir la casetera.

Retirar preformador.

Abrir mordazas laterales de cabeza de extrusión.

Seleccionar orden para abrir cabeza de extrusión.

Abrir cabeza de 90 mm.



Abrir cabeza de 150 mm.

Abrir cabeza de 120 mm.

Evacuar excesos de caucho de canales de flujo de las cabezas de 150 mm y 120 mm.

Reproceso del material. (Ayudante)

Cerrar cabeza de 150 mm.

Cerrar cabeza de 120 mm.

Cerrar cabeza de 90 mm.

Cerrar mordazas laterales de la cabeza de extrusión.

3.2 Diagnóstico del proceso productivo de extrusión (cambio de canales de extrusión)

3.2.1 Estudio del proceso actual

El proceso actual en la máquina de extrusión Triplex (extrusora 4) en el cambio de canales el operador y su ayudante realizan las siguientes actividades las cuales van una tras de otra sucesivamente, es decir todas las actividades son operaciones internas que se realizan con la maquina detenida.

Luego de un seguimiento y estudio dentro de los cambios de canales se llegó a estandarizar que el operador y el ayudante de operador siguen los pasos que a continuación de describen:

Primero se detiene la maquina es decir el tornillo interno de extrusión deja de funcionar para que el operador pueda proceder a cortar material en la parte externa de la cabeza de la máquina, luego se sube el rodillo apisonador y guía la última punta de caucho extruido por la banda (ya que se corta el mismo).

Luego de esto el mismo operador baja el puente de rodillos oscilantes (que es en el cual el caucho extruido pasa ni bien sale de la máquina) y rodillo apisonador (que guía la velocidad de las bandas), para finalizar retirando las puntas de banda extruida y proceder a trabajar en la cabeza de la máquina.



Una vez retirado el caucho extruido, el operador desde el panel ubicado sobre la banda de transporte acciona un botón y procede a abrir “clams” para dados (cuatro clams que son los que sostiene a presión el dado de extrusión).

A continuación el operador de la extrusora baja el rodillo guía y retirar el dado (es lo que da la especificación al caucho extruido) de la cabeza de extrusión.

El ayudante del operador interviene en el cambio de canales el momento de limpiar el mencionado dado y colocarlo en el armario destinado al almacenamiento de los mismos; luego de haber sido extraído el dado, el operador realiza un trabajo físico el cual tiene que abrir la casetera (contiene el preformador incluido) para una vez abierto el mismo pueda subir el rodillo guía y abrir las mordazas laterales de la cabeza de extrusión (aseguran la cabeza a presión).

Luego de haber abierto las mordazas el operador abre la cabeza de 90 mm y saca el caucho que se encuentra en el interior de la misma lo que se llama “tucu de caucho” (debido a su forma) y lo coloca en el carro de reproceso, y al terminar con dicha acción el mismo operador limpia la cabeza mencionada; inmediatamente luego de ello abre la cabeza de 150 mm y la cabeza de 120 mm, una vez abiertas el operador acciona en el panel central el botón de inicio de extrusión del tornillo interior para expulsar todo el caucho del material que estaba en proceso de extrusión y procede a evacuar el caucho de las cabezas de extrusión manualmente.

Una vez terminado de retirar todo el caucho que se encontraba en el interior de la máquina, el operador coloca el mismo en el carro de reproceso e inmediatamente limpiar los canales de flujo por donde pasa el caucho a altas temperaturas con una cuchilla que posee el operador como herramienta manual y lo coloca en el mismo carro de reproceso para que el ayudante lleve éste a la tubera en donde se da el reproceso (para evitar pérdidas por material), durante ese tiempo el operador limpia y retira el preformador de la casetera mediante el uso de un manubrio el cual debe ser colocado por el operador previo a su extracción), a continuación se guarda el preformador y el operador regresa a la cabeza de la máquina para aflojar los pernos del canal de flujo inferior (cada canal posee 4 pernos), y los pernos del canal de flujo superior, para que a continuación pasar a retirar canal de flujo superior y colocarlo en la repisa destinada a los



canales, en seguida coloca el nuevo canal de flujo superior y retira el canal de flujo inferior para repetir la acción y colocar el nuevo canal de flujo inferior.

El operador aprieta los pernos tanto del canal de flujo inferior como del superior; regresa al panel ubicado encima de la banda de transporte y acciona los botones para cerrar la cabeza de 150 mm, la cabeza de 90 mm y la de 120 mm, a su vez acciona el botón para cierre de las mordazas laterales.

Luego se dirige a las tolvas con el ayudante y el operador alimenta el nuevo tipo de caucho en la tolva 120 mm y de 90mm (si requiera la receta) mientras que el ayudante realiza la misma acción en la tolva de 150 mm.

Se procede a trasladarse al panel central de la máquina para accionar el llenado de cabeza de extrusión y cambia los colores en el sistema de identificación (si se va a extruir rodamientos). Una vez que la máquina empieza su llenado el operador purga el caucho de la cabeza de extrusión y coloca el mismo en el carro para reproceso, en seguida cambia el preformador en la casetera 2, cierra la casetera y coloca el respectivo dado para proceder a subir el rodillo guía.

Acciona en el panel ubicado sobre la banda transportadora el botón para cerrar los clams para dados, sube el puente de rodillos oscilantes, retira los rodillos de unión de laterales (si se estaba extruyendo laterales), se dirige al panel central para cargar la receta, verifica condiciones y enciende la alarma de arranque.

Finalmente arranca la extrusora, y coloca la punta del caucho extruido en banda par que se dirija a la zona de almacenamiento o a los casetes (depende de los requerimientos de producción).

3.2.2 Toma de tiempos del proceso actual

Para la toma de tiempos del proceso actual se comunicó al operador que el objetivo de la toma, ya que se quiere constatar cómo trabaja tanto el operador como su ayudante en la vida real, ya que a veces cuando se toman tiempos los trabajadores tienden a demorar más las acciones para que no afecte su tarifa la cual determina su pago semanal ya que piensan que la toma de tiempos es para medir su eficiencia lo cual se da pero no para este caso, por ello se trató de



ver los tiempos más parecidos y luego de tres seguimientos en cambios de canales se llegó a determinar lo siguiente:

Selección de la operación:

Operación de cambio de canales de flujo en la extrusora 4 (Triplex).

Selección del operador:

Se realizó el seguimiento a tres operadores para determinar un tiempo estándar de realización de cambio de canales de flujo.

Actitud frente al trabajador:

- El estudio se realizó con la vista y conocimiento de todas las personas que trabajan en planta común.
- Se observaron las políticas de la empresa a cuidar, en el caso de Continental.
- No se criticó al trabajador ni su trabajo sino pedir se pidió su colaboración.
- Comunicación con el trabajador, y con la ayuda de las dos partes se llegaron a soluciones para el mejor proceso en el cambio.

Cronometrar:

Se utilizó un cronometro Casio, previamente calibrado en el departamento de metrología de la empresa Continental Tire Andina S.A. y se utilizó el método continuo o de lectura continua de reloj, es decir las lecturas se hacen de manera progresiva y solo se detendrá una vez que el estudio haya concluido.

El tiempo para cada elemento se obtendrá restando la lectura anterior de la lectura inmediata siguiente.

Tabulación:

Se pasaron los datos obtenidos de los tiempos luego de tres mediciones de cambios de canales de extrusión y se llegó a un promedio de tiempos de trabajo que se presenta a continuación.



Obtención y registro de la información:

Se estudió antes de registrar los tiempos, cada operación que el operador y el ayudante realizaban en los cambios de canales de flujo, es decir se estudió al proceso para poder familiarizarme con el mismo y empezar a analizarlo.

Descomposición del proceso:

Se dividió al proceso de cambio de canales en cada acción que realizaba el operador y las tareas que realizaba el ayudante de operador, y se estudió cada uno de los pasos para buscar mejoras en procesos individuales y que los pasos sean lo más breves posibles.

Operaciones que realiza el operador de la extrusora Triplex:

Detener tornillos, cortar material y retirar sistema de identificación de colores.	14	14
Bajar puente de rodillos oscilantes y rodillo apisonador	8	8
Retirar puntas de banda extruida	5	5
Abrir clams para dados.	9	9
Bajar rodillo guía y retirar el dado de la cabeza de extrusión.	12	12
Limpiar dado y colocarlo en el armario.	24	0
Limpiar caucho del preformador (espátula)	20	20
Abrir casetera	18	18
Bajar rodillo y abrir mordazas laterales de la cabeza de extrusión.	25	25
Abrir cabeza de 90 mm	8	8
Abrir cabeza de 150 mm	7	7
Abrir cabeza de 120 mm	8	8
Arrancar nuevamente tornillos para evacuación del caucho.	9	9
Evacuar caucho de las cabezas de extrusión.	597	597



Limpiar canales y retirar cauchos.		interno
Retirar preformador (manubrio)		interno
Guardar preformador		interno
Reprocesar material de evacuación.		interno
Aflojar pernos del canal de flujo inferior.		interno
Aflojar pernos del canal de flujo superior.		interno
Retirar canal de flujo superior (con ayudante)		interno
Colocar nuevo canal de flujo superior (con ayudante)	69	0
Retirar canal de flujo inferior (con ayudante)	65	0
Colocar nuevo canal de flujo inferior (con ayudante)	56	56
Apretar pernos del canal de flujo inferior.	61	61
Apretar pernos del canal de flujo superior.	71	71
Lubricar canales de flujo y preformadores.	30	30
Cerrar cabeza de 150 mm	10	10
Cerrar cabeza de 90 mm	9	9
Cerrar cabeza de 120 mm	10	10
Cerrar mordazas laterales de cabeza de extrusión.	14	14
Alimentar caucho en la tolva 120 mm		49
Llenado de cabeza de extrusión	142	142
Colocar regla de colores en el sistema de identificación.		0
Cambiar botella de colores del sistema de identificación		0
Purgar caucho de la cabeza de extrusión.	99	99
Cambiar el preformador de la casetera 2		0
Cerrar casetera	7	7
Colocar dado y subir rodillo guía	21	21
Cerrar clams para dados.	10	10
Subir puente de rodillos oscilantes.	9	9
Cargar receta y verificar condiciones de extrusión.	39	39
Arrancar extrusora, banda y colocar punta en banda de encogimiento.	22	22



TOTALES	1599	1400
TOTALES EN MINUTOS	26,65	23,33

Tabla 3.1 Operaciones de Operador Triplex.

Operaciones que realiza el ayudante del operador:

	T. TOTAL	AYUDANTE
Alimentar caucho en la tolva 150 mm	49	49
Alimentar caucho en la tolva 90 mm	43	43
Reproceso del material de purga.	125	125
TOTALES		216
TOTALES EN MINUTOS		3,60

Tabla 3.2 Operaciones de Ayudante Triplex.

Se separaron también procedimientos manuales y los mecánicos.

Todas las operaciones en el cambio de canales son manuales, con excepción de las siguientes que el proceso depende netamente de la máquina y su tiempo requerido para completar las acciones.

	T. Total
Evacuar caucho de las cabezas de extrusión.	597
Cerrar cabeza de 150 mm	10
Cerrar cabeza de 90 mm	9
Cerrar cabeza de 120 mm	10



Cerrar mordazas laterales de cabeza de extrusión.	14
Purgar caucho de la cabeza de extrusión.	99
TOTALES	738
TOTALES EN MINUTOS	12,30

Tabla 3.3 Operaciones Mecánicas.

Operaciones Totales de Cambio de Canales:

OPERACIÓN: Cambio de canales de flujo	TIEM. PROM. (RESPONSABLE)		
	<i>T.Total</i>	Operador	Ayudante
<i>Elementos de la operación.</i>			
Detener tornillos, cortar material y retirar sistema de identificación de colores.	14	14	0
Bajar puente de rodillos oscilantes y rodillo apisonador	8	8	0
Retirar puntas de banda extruida	5	5	0
Abrir clams para dados.	9	9	0
Bajar rodillo guía y retirar el dado de la cabeza de extrusión.	12	12	0
Limpiar dado y colocarlo en el armario.	24	0	0
Limpiar caucho del preformador (espátula)	20	20	0
Abrir casetera	18	18	0
Bajar rodillo y abrir mordazas laterales de la cabeza de extrusión.	25	25	0
Abrir cabeza de 90 mm	8	8	0
Abrir cabeza de 150 mm	7	7	0
Abrir cabeza de 120 mm	8	8	0
Arrancar nuevamente tornillos para evacuación del caucho.	9	9	0
Evacuar caucho de las cabezas de extrusión.	597	597	0
Limpiar canales y retirar cauchos.		0	0
Retirar preformador (manubrio)		0	0
Guardar preformador		0	0
Reprocesar material de evacuación.		0	0
Aflojar pernos del canal de flujo inferior.		0	0
Aflojar pernos del canal de flujo superior.		0	0
Retirar canal de flujo superior (con ayudante)		0	0
Colocar nuevo canal de flujo superior (con	69	0	0

ayudante)			
Retirar canal de flujo inferior (con ayudante)	65	0	0
Colocar nuevo canal de flujo inferior (con ayudante)	56	56	0
Apretar pernos del canal de flujo inferior.	61	61	0
Apretar pernos del canal de flujo superior.	71	71	0
Lubricar canales de flujo y preformadores.	30	30	0
Cerrar cabeza de 150 mm	10	10	0
Cerrar cabeza de 90 mm	9	9	0
Cerrar cabeza de 120 mm	10	10	0
Cerrar mordazas laterales de cabeza de extrusión.	14	14	0
Alimentar caucho en la tolva 120 mm		49	0
Alimentar caucho en la tolva 150 mm	49	0	49
Alimentar caucho en la tolva 90 mm	43	0	43
Llenado de cabeza de extrusión	142	142	0
Colocar regla de colores en el sistema de identificación.		0	0
Cambiar botella de colores del sistema de identificación		0	0
Purgar caucho de la cabeza de extrusión.	99	99	0
Reproceso del material de purga.		0	125
Cambiar el preformador de la casetera 2		0	0
Cerrar casetera	7	7	0
Colocar dado y subir rodillo guía	21	21	0
Cerrar clams para dados.	10	10	0
Subir puente de rodillos oscilantes.	9	9	0
Cargar receta y verificar condiciones de extrusión.	39	39	0
Arrancar extrusora, banda y colocar punta en banda de encogimiento.	22	22	0
TOTALES (s)	1599	1400	216
TOTALES EN MINUTOS	26,65	23,33	3,60

Tabla 3.4 Tiempos Finales de Cambio de Canales antes de la aplicación del Smed.

Para la creación de la tabla 3.4 se utilizan los tiempos obtenidos en la tabla 3.5 mediante un sistema estandarizado que utiliza la compañía Continental Tire Andina S.A.



Este sistema consiste en promediar los tiempos observados y estandarizarlos con un valor de UPH (unidades por hora) o valoración de eficiencia de trabajo que califica la manera en la que la persona está realizando la operación y de acuerdo a esto llegar a un control del proceso completo por operación más fácil y sin tener tanta dispersión en los datos debidos a motivos externos al proceso; finalmente este dato obtenido se multiplica por la frecuencia con la que se realiza la operación dentro de proceso completo y obtenemos el tiempo estándar de cada operación; en el subcapítulo 3.3.5.1 se explica de mejor manera cómo funciona la hoja de cálculo utilizada.

A continuación se presenta la tabla con la base de datos observados que se utilizaron en la creación de la tabla 3.4.



ELEMENTOS DE LA OPERACIÓN	TIEMPOS REGISTRADOS EN CADA OBSERVACION PARA CADA ELEMENTO															F	VAL	
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13º	14º	15º			
Cambio de canales de flujo de extrusión.																		
Detener tornillos, cortar material y retirar sistema de identificación de colores.	10	27	10	15	12	14	17	13	16	16	17	14	12	11	12	1	80	
Bajar puente de rodillos oscilantes y rodillo apisonador	8	8	8	10	8	9	8	8	8	8	8	9	9	8	9	1	85	
Retirar puntas de banda extruida	7	4	6	4	7	6	8	4	5	5	6	6	5	5	4	1	80	
Abrir clams para dados.	10	7	10	8	7	8	8	8	9	10	9	9	10	8	9	1	85	
Bajar rodillo guía y retirar el dado de la cabeza de extrusión.	25	15	14	7	18	16	14	12	15	13	12	10	15	15	11	1	75	
Limpiar dado y colocarlo en el armario.	24	17	33	47	30	24	25	27	31	34	27	19	18	21	24	1	75	
Limpiar caucho del preformador (espátula)	27	28	24	24	21	20	21	19	18	16	24	19	23	27	24	1	75	
Abrir casetera	19	22	12	18	19	19	21	20	18	21	20	22	21	19	18	1	80	
Abrir mordazas laterales de la cabeza de extrusión.	35	27	35	25	22	24	26	24	22	23	24	20	26	24	21	1	85	
Abrir cabeza de 90 mm	9	8	8	10	7	8	7	8	8	8	9	11	8	8	8	1	85	
Abrir cabeza de 150 mm	5	8	7	6	7	8	8	8	8	7	9	7	7	8	7	1	85	
Abrir cabeza de 120 mm	8	9	10	7	7	10	8	9	9	9	8	7	10	8	8	1	85	
Arrancar nuevamente tornillos para evacuación del caucho.	8	9	15	10	8	8	8	10	8	11	12	8	8	12	9	1	80	
Evacuar caucho de las cabezas de extrusión.	720	590	613	628	540	564	601	598	574	526	594	603	589	613	599	1	85	
Limpiar canales y retirar cauchos.	25	20	36	32	37	42	44	45	29	34	51	49	47	46	44	1	75	
Retirar preformador (manubrio)	83	59	81	64	67	67	71	59	57	61	63	66	68	68	73	1	75	
Guardar preformador	16	19	34	19	18	14	15	17	16	16	18	21	22	18	18	1	75	
Reprocesar material de evacuación.	108	83	123	88	112	88	74	96	74	74	89	112	114	112	103	3	75	
Aflojar pernos del canal de flujo inferior.	90	96	95	97	42	79	74	76	78	67	84	79	74	71	69	1	75	
Aflojar pernos del canal de flujo superior.	123	60	95	175	122	102	101	97	86	79	112	96	77	79	84	1	75	
Retirar canal de flujo superior (con ayudante)	70	73	89	67	68	78	77	86	84	77	80	87	79	77	78	1	75	
Colocar nuevo canal de flujo superior (con ayudante)	60	85	97	82	67	64	67	62	104	63	68	79	64	103	107	1	75	
Retirar canal de flujo inferior (con ayudante)	53	82	99	90	67	70	79	61	77	67	72	64	76	67	78	1	75	



Colocar nuevo canal de flujo inferior (con ayudante)	60	64	67	59	53	64	63	68	74	69	63	67	58	59	69	1	75
Apretar pernos del canal de flujo inferior.	65	79	89	73	60	62	67	63	66	66	72	58	72	71	67	1	75
Apretar pernos del canal de flujo superior.	65	86	78	100	128	67	69	69	97	72	96	69	73	75	71	1	75
Lubricar canales de flujo y preformadores.	34															1	75
Cerrar cabeza de 150 mm	11	10	10	8	7	8	9	11	11	9	8	8	10	12	12	1	85
Cerrar cabeza de 90 mm	13	10	9	8	7	8	8	8	8	9	8	8	8	8	10	1	85
Cerrar cabeza de 120 mm	10	9	12	10	9	9	11	11	10	9	9	11	11	10	10	1	85
Cerrar mordazas laterales de cabeza de extrusión.	15	15	8	16	14	15	12	15	14	15	16	14	15	14	14	1	85
Alimentar caucho en la tolva 120 mm	50	61	40	90	54	44	47	52	43	48	49	47	49	56	57	1	80
Alimentar caucho en la tolva 150 mm	30	85	36	51	47	45	57	56	75	34						1	80
Alimentar caucho en la tolva 90 mm	85	56	70	29	22	27	29	46	42	25	45	41	54	59	51	1	80
Llenado de cabeza de extrusión	158	120	124	127	132	126	131	142	168	196						1	85
Colocar regla de colores en el sistema de identificación.	21	20	18	15	18											1	75
Cambiar colores del sistema de identificación para rodamientos.	31	42	39	59	44	45	50	37	32	45	34					1	75
Purgar caucho de la cabeza de extrusión.	101	114	123	102	106	103	101	84	106	99	108	106	102	114	102	1	80
Reproceso del material de purga.	133	131	144	165	135	149	144	145	142	126						1	75
Cambiar el preformador en la casetera 2	110	120	104	104	102	113	104	110	111	104	102	108	106	109	97	1	75
Cerrar casetera	7	8	11	10	8	8	8	4	5	7	6	6	6	7	5	1	80
Colocar dado y subir rodillo guía	33	18	30	15	18	23	15	30	24	26	28	27	25	24	23	1	75
Cerrar clams para dados.	10	11	9	11	10	11	11	9	11	10	10	11	10	9	10	1	85
Subir puente de rodillos oscilantes.	9	9	8	7	11	11	7	11	11	10	8	9	8	7	8	1	85
Cargar receta, verificar condiciones y dar alarma de arranque.	43	41	43	44	44	42	48	49	56	41	41	39	44	40	44	1	75
Arrancar extrusora, banda y colocar punta en banda de encogimiento.	23	25	28	24	28	21	22	23	23	20	22	24	21	18	22	1	80

Tabla 3.5 Serie de tiempos obtenidos previo a la aplicación del Smed en el cambio de canales de extrusión de la maquina Triplex.



3.2.3 Seguimiento a operador de la máquina Triplex

Anexo 1.

3.2.4 Seguimiento a almacenadores

Anexo 2.

3.2.5 Evidencia fílmica del proceso actual

ANEXO FILMICO.

3.3 Aplicación de la herramienta SMED

3.3.1 Diseño del proyecto

Cambio de Método del Proceso de Extrusión (cambio de canales)

Una vez analizado el método actual, se estudió los tiempos de cada operación para estimar cuanto se puede disminuir en cada operación, y reducir en si el tiempo total de cambio.

Analizar las tareas que están realizando cada persona en la Triplex para cambiar actividades

Luego de haber realizado el seguimiento al operador y ayudante, podemos analizar los tiempos perdidos, las razones, y mejoras para aumentar la eficiencia del proceso y en sí de la máquina.

Redistribución de las operaciones del operador

Con el seguimiento se pudo saber que operaciones realizaba el operador y el tiempo empleado en las mismas, para distribuir las de tal manera que el cambio no recaiga solo sobre él, de esta manera se bajó la carga de trabajo al operador en el cambio, pero el resultado del mismo reducía significativamente el tiempo del proceso.

Redistribución de las operaciones de los ayudantes – almacenadores

Como se realizó en la distribución del operador, de igual manera analizamos las operaciones de los ayudantes y equiparamos las



operaciones para que cada una tenga tiempo para hacer sus actividades y no se demore el cambio por depender de un solo ayudante.

Estudio del lugar de trabajo para optimizar el uso de espacio

Estar en el lugar y con el seguimiento que se realizará se podrá determinar los movimientos que necesita el operador y sus ayudantes para realizar el cambio, además de poder usar el espacio que no se ocupe para facilitar el transporte, movimiento y estandarizar no solo el proceso sino también los espacios en los que cada uno debe hacer su trabajo.

Analizar las herramientas actuales y proponer nuevas o mejoras de las mismas

Durante el cambio el operador y sus ayudantes utilizan algunas herramientas que facilitan el mismo, por ello es importante conocer si las herramientas actuales son las indicadas o si se deben hacer cambios para mejorar el cambio de canales.

Presentación de Proyecto a Gerencia de Ingeniería Industrial y Planta Común

Una vez teniendo un método para aplicar el proyecto, se procederá a presentar el mismo al Gerente de Ingeniería Industrial y al Jefe de Planta común así como al personal de mantenimiento y supervisores que trabajan en planta común, de esta manera podremos saber lo opinión de ellos, aportes y restricciones que se puedan dar el momento de la implementación.

Hacer un plan de acción para implementar las mejoras

Se deberá utilizar el formato empleado en la empresa para el plan de acción respectivo que quedará archivado como documento en la empresa; en este constan todas las cosas se van a realizar para realizar para poder lograr el objetivo del Smed.



Cambiar los Procedimientos actuales de Operador y Ayudante de Operador

En la empresa se tienen los procedimientos de acuerdo a cada máquina, y en estos consta toda la información de lo que debe y no debe hacer la personas que trabajan en las maquinas.

Los procedimientos son la base para un trabajo bien realizado, ya que en ellos esta explicado detalladamente las operaciones que se deben hacer en la máquina.

Como el proceso de cambio de canales va a cambiar, estos cambios deben estar reflejados en el procedimiento, por ello se procederá a cambiar los mismos, y subir al sistema para que quede implementado y se puedan aplicar los cambios en la vida práctica.

Capacitar a los trabajadores de la extrusora Triplex (cuatro equipos)

Para que el cambio pueda darse de la manera que se espera, es fundamental la capacitación de los operadores, ya que ellos son los principales actores del proceso; por ello se les explicara en un inicio verbalmente la manera en la que se va a realizar el cambio, para luego pasar a explicar en los cambios de turno conjuntamente con el Jefe de Productividad el nuevo proceso completo de los cambios y quedara constatado con la hoja de Reporte de Formación, la cual certifica que los operadores y los ayudantes tienen conocimiento del cambio y están capacitados para el mismo.

Toma de Tiempos De Cambio de Canales una vez aplicado las mejoras

Cuando ya estén aplicadas las mejoras y el Smed en sí, se procederá a cronometrar los nuevos tiempos de las operaciones cambiadas, para ver si se logró el objetivo del Smed (menos de 10 minutos).

Filmación del Nuevo Cambio de Canales



Filmar el nuevo proceso, tomando en cuenta que el nuevo procedimiento tomara tiempo lograr que los operadores y ayudantes adquieran una habilidad en lo implementado.

Comparación de Los tiempos actuales con los anteriores

Comparar los tiempos pasados con los actuales, y determinar las operaciones en las cuales se redujeron más los tiempos para controlar la misma y hacer mejora continua en un futuro.

3.3.2 Revisión del proceso de extrusión (cambio de canales de extrusión)

Método Actual para el Proceso de Cambio de Canales de Extrusión

Este método es el actual que se realiza para cambiar los canales de extrusión, el cual está aprobado y estandarizado para dicho cambio.

El método es el siguiente:

Cambio de canales de flujo para producir rodamientos. (Operador y ayudante)

Señal de cambio. (Ayudante - operador)

Cortar láminas de caucho en bandas de alimentación.
(Operador)

Vaciado automático.

Cortar el material. (Operador)

Subir rodillo apisonador. (Operador)

Retirar puntas. (Operador)

Abrir clams para dados. (Operador)

Bajar puente de rodillos oscilantes. (Operador)

Bajar rodillo guía. (Operador)

Retirar el dado de la cabeza de extrusión. (Operador)

Limpiar dado y colocarlo en el armario. (Operador)

Limpiar caucho del preformador. (Operador)



Abrir la casetera. (Operador)
Retirar preformador. (Operador)
Abrir mordazas laterales de cabeza de extrusión. (Operador)
Seleccionar orden para abrir cabeza de extrusión. (Operador)
Abrir cabeza de 90 mm. (Operador)
Abrir cabeza de 150 mm. (Operador)
Abrir cabeza de 120 mm. (Operador)
Evacuar excesos de caucho de canales de flujo y camisas de las cabezas de 150 mm y 120 mm. (Operador)
Aflojar pernos de canales de flujo. (Operador)
Reprocesar material. (Ayudante)
Retirar canales de flujo de la cabeza de extrusión. (ayudante-operador)
Colocar canales de flujo. (ayudante-operador)
Apretar pernos de los canales de flujo. (Operador)
Colocar nuevo preformador en casetera. (Operador)
Cerrar cabeza de 150 mm. (Operador)
Cerrar cabeza de 120 mm. (Operador)
Cerrar cabeza de 90 mm. (Operador)
Cerrar mordazas laterales de la cabeza de extrusión. (Operador)
Preparar puntas de cauchos. (Ayudante)
Cambiar plataforma de caucho. (Ayudante)
Colocar cauchos en bandas de alimentación. (Ayudante)
Alimentar caucho en las tolvas. (Dos el ayudante 150mm y 90mm, y una el operador 120 mm)
Purgar caucho. (Operador)
Cerrar casetera. (Operador)
Colocar dado. (Operador)
Subir rodillo guía. (Operador)
Cerrar clams para dados. (Operador)



- Subir puente de rodillos oscilantes. (Operador)
- Cargar receta. (Operador)
- Verificar condiciones (ancho). (Operador)
- Alarma de arranque. (Operador)
- Arrancar extrusora. (Operador)
- Colocar puntas sobre banda de encogimiento. (Operador)

Valoración del Proceso de Cambio de Canales de Extrusión

Habilidad: Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador.

Esfuerzo: Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.

Condiciones: Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afecten la operación.

Consistencia: Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.

HABILIDAD			ESFUERZO		
A	Totalmente hábil	+0,15	A	Excesivo	+0,15
B	Excelente	+0,10	B	Alto	+0,10
C	Bueno	+0,05	C	Casi alto	+0,05
D	Medio	0,00	D	Medio	0,00
E	Regular	-0,05	E	Regular	-0,05
F	Malo	-0,10	F	Bajo	-0,10
G	Totalmente inhábil	-0,15	G	Totalmente bajo	-0,15
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
A	Buena	+0,05	A	Buena	+0,05
B	Media	0,00	B	Media	0,00
C	Mala	-0,05	C	Mala	-0,05

Tabla 3.6 Evaluación de Trabajo en Extrusora Triplex.

En el proceso de cambio de canales de extrusión, luego de haber hecho el seguimiento respectivo al operador y a su ayudante se logró determinar los siguientes resultados:



HABILIDAD			ESFUERZO		
A	Totalmente hábil	+0,15	C	Casi alto	+0,05
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
B	Media	0,00	C	Mala	-0,05

Tabla 3.7 Resultados Ponderados de Trabajo en Extrusora Triplex.

Esta valoración realizada sirve principalmente para poder saber el momento de aplicar el Smed y cambiar las tarifas las cuales determinan el sueldo de un trabajador, cuanto afecta el trabajo del operador y su ayudante y de esta manera aumentar o no su paga de acuerdo a las condiciones mencionadas en el cuadro anterior.

3.3.3 Plan de acción para mejora del proceso actual.

3.3.3.1 Determinación de las causas principales del problema.

En el análisis que se ha hecho a la máquina de extrusión Triplex, se ha podido llegar a conclusiones respecto a la maquina en sí, como al proceso y a la distribución de las personas que trabajan en dicho proceso.

En cuanto a la maquina:

- El principal problema que se determino fue que el caucho se estaba introduciendo en los pernos que aprietan al canal de la cabeza de 150mm con la extrusora, esto a más de ser un problema de fuga del caucho, dificulta la extracción de los pernos el momento de realizar el cambio de canales, es decir le toma al operador tiempo en sacar el caucho pegado al perno para luego recién empezar a aflojar el mismo.
- No se usaban los recursos de la máquina de manera idónea, es decir que se podían acoplar herramientas manuales que faciliten el proceso usando solo tomas que están en la máquina.



En cuanto al proceso:

- El proceso de extrusión estaba correcto; en cuanto al proceso de cambio de canales de extrusión en donde está la problemática se estudió y se observó que la distribución de trabajo el momento de detener la máquina y proceder al cambio de canales recaía en un 80% del trabajo sobre el operador de la máquina, determinando que el tiempo de cambio dependerá únicamente del operador.

En cuanto al manning:

- El manning o cantidad de gente que opera en el proceso que realiza cada máquina es un factor clave el momento de trabajar, por ello se observó que para que la máquina y el proceso sea eficiente faltaba un ayudante aparte de los 2 que estaban contratados.

En cuanto a la distribución de trabajo:

- La distribución de trabajo estaba mal planeada, lo cual genera un tiempo ocioso en los ayudantes y sobrecarga de trabajado solo a una persona demorando más el proceso de cambio y se está desperdiciando recursos humanos que pueden facilitar enormemente la velocidad de cambio.

En cuanto a las herramientas:

- Se analizó el proceso de cambio y se concluyó que faltan herramientas o acoples para las ya existentes, esto es pérdida de tiempo debido a que en el cambio aparte de hacer el proceso determinado, se invierte tiempo en preparar las herramientas para poder hacer el cambio de canales en vez de tenerlas listas para el mismo.



3.3.3.2 Fijación de posibles soluciones a los problemas determinados

Una vez determinado los principales problemas que dificultan que se realice el cambio de una manera más rápida e idónea conjuntamente con el Jefe de productividad se determinaron algunas soluciones que podrían ser implementadas para la mejora del proceso, y así ganar tiempo, productividad y eficiencia.

En cuanto a la maquina:

Se solucionó el problema del caucho que se introducía en los pernos modificando la presión de cerrado en la cabeza de la extrusora, es decir no dejamos espacios por donde el caucho pueda salir de los canales e introducirse en los pernos, o filos de la máquina, también por seguridad del proceso se implementaron tapas desechables de caucho duro que se colocan encima de los pernos impidiendo que nada se inserte en los mismos.

En cuanto al proceso:

Para nivelar las operaciones el momento de hacer el cambio de canales, se redistribuyo las operaciones de tal manera que el operador no tenga tanta carga y los ayudantes no tengan tiempos ociosos durante el cambio. De esta manera no se favorece ni se desfavorece al operador y los ayudantes, sino que se mejora el proceso, el tiempo del proceso y la manera de hacer las cosas trabajando en equipo.

En cuanto al manning:

Se contrató otra persona (ayudante) para poder mejorar no solo el proceso de cambio de canales, sino aumentar la producción sin tener inconvenientes el momento de almacenar los laterales y rodamientos. La contratación de este ayudante ya estaba prevista pero ahora con el Smed ya se realizó la contratación formal, Ingeniería Industrial solicitó a la persona y recursos humanos se encargaron de la gestión respectiva.

En cuanto a la distribución de trabajo:

Como se mencionó en los problemas del proceso, se cambió las operaciones tanto en el documento de proceso de extrusión y en la vida real, es decir el momento de la capacitación se procederá a instruir a cada persona de la Triplex (4 personas) lo que tiene que hacer y entre los ayudantes rotar su trabajo o ser flexibles (flexibles en si se necesita algo colaborar con el grupo) en sus operaciones para contribuir con el objetivo del grupo y del Smed.

En cuanto a las herramientas:

Se implementaran nuevas herramientas para que se facilite el cambio de canales en la Triplex, se observó que se tienen herramientas mánales para el cambio y que pueden ser sustituidas por neumáticas, por ellos se comprarán dos pistolas neumáticas para desatornillar los pernos de los canales que unen a los mismo con la extrusora, aparte de ello se estandarizará la cabeza de todos los pernos que intervienen ya sea en canales, preformadores, manubrios y canales para que de esta manera toda la parte que requiera apretar o aflojar pernos se los haga con las pistolas mencionadas.

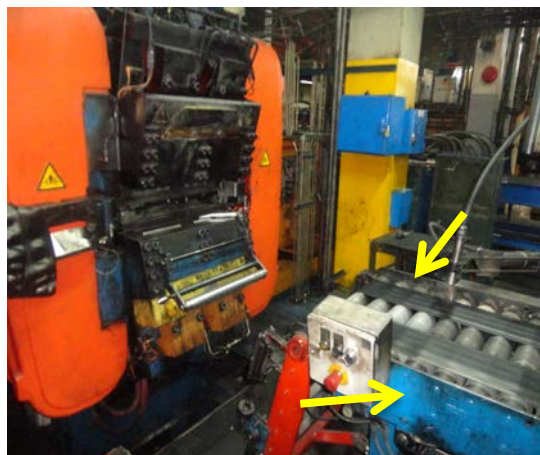


Figura 3.9 Cabeza de Extrusora Triplex.

Otra solución que se observó, es la de tener todas las herramientas listas para el cambio; para ello es necesario comprar 3 manubrios y de esta manera todos los canales tendrán el propio y no dependan de otros,

además de que el cambiar los manubrios de una canal a otro es tiempo perdido que se puede evitar.



Figura 3.10 Manubrio para cambio de canales.

3.3.3.3

Diseño e implementación del nuevo método.

Para la implementación se siguió el diseño que se mencionó en la parte previa del proyecto ya que para conseguir los objetivos previstos (Smed) se planificó de esa manera conjuntamente con el Jefe de Productividad Henry García con la diferencia de él orden o cambio de algunas; es decir la implementación se dará de la siguiente manera:

- 1. Analizar las tareas que están realizando cada persona en la Triplex para cambiar actividades.**

Para el cambio del Proceso de Cambio de Canales, como se indicó previamente se estudió primero el proceso actual para familiarizarme con el cambio de canales y el proceso de extrusión en sí, una vez estudiado el proceso, se hizo una confirmación de que todas las operaciones que están en el proceso físico se estén cumpliendo en la vida real, para ello fue



necesario un seguimiento del operador y del ayudante principal, lo cual esta anexado previamente; una vez realizado la conformación de cada una de las operaciones se cumplan, lo extraño fue que las operaciones se cumplieran secuencialmente como estaban en el proceso estandarizado, por lo que se empezó a estudiar la manera de cambiar o eliminar algunas operaciones debido a la incorporación del nuevo ayudante que facilitaban el trabajo a las tres personas que ya estaban en la máquina.

2. Cambio de Método del Proceso de Extrusión (cambio de canales)

Una vez analizado las tareas del cambio de canales, se procede a distribuir las operaciones del operador y los ayudantes de manera que se reduzca el tiempo teóricamente para lograr el Smed. Se siguió una serie de análisis para lograr bajar el tiempo y estos se resumen en las siguientes tablas en donde se indica cómo se redujo el mismo.

Empezamos con las operaciones estándar que nos daban como resultado 26.63 minutos de tiempo de cambio, pero la gente lo realizaba en 4 minutos menos de lo estandarizado debido a la habilidad lograda.

OPERACION: Cambio de canales de flujo	TIEM. PROM. (RESPONSABLE)			
	<i>T.Total</i>	Operador	Ayudante	Interna
<i>Elementos de la operación.</i>				
Cortar material, subir rodillo apisonador y guiar punta	14	14	0	0



Bajar puente de rodillos oscilantes y rodillo apisonador	8	8	0	0
Retirar puntas de banda extruida	5	5	0	0
Abrir clams para dados.	9	9	0	0
Bajar rodillo guía y retirar el dado de la cabeza de extrusión.	12	12	0	0
Limpiar dado y colocarlo en el armario.		0	0	24
Abrir casetera	18	18	0	0
Subir rodillo guía y abrir mordazas laterales de la cabeza de extrusión.	25	25	0	0
Abrir cabeza de 90 mm	8	8	0	0
Sacar tuco de caucho y limpiar cabeza de 90 mm	23	23	0	0
Abrir cabeza de 150 mm	7	7	0	0
Abrir cabeza de 120 mm	8	8	0	0
Arrancar nuevamente tornillos para la evacuación de caucho.	9	9	0	0
Evacuar caucho de las cabezas de extrusión.	597	597	0	0
Retirar preformador (manubrio)		0	0	52
Guardar preformador		0	0	15
Retirar tucos de caucho de las cabezas de extrusión.		0	0	31
Limpiar canales de flujo con retazos de caucho		0	0	26
Colocar recipiente para recoger retazos pequeños.		0	0	7
Limpiar preformador en casetera 1		0	0	58
Reprocesar material de evacuación.		0	66	0
Retirar retazos pequeños de caucho		0	0	21
Aflojar pernos del canal de flujo inferior.		0	0	69
Aflojar pernos del canal de flujo superior.		0	0	88
Retirar canal de flujo superior.		0	0	80



Colocar nuevo canal de flujo superior	69	69	0	0
Retirar canal de flujo inferior.	65	65	0	0
Colocar nuevo canal de flujo inferior.	56	56	0	0
Apretar pernos del canal de flujo inferior.	61	61	0	0
Apretar pernos del canal de flujo superior.	71	71	0	0
Cerrar cabeza de 150 mm	10	10	0	0
Cerrar cabeza de 90 mm	9	9	0	0
Cerrar cabeza de 120 mm	10	10	0	0
Cerrar mordazas laterales.	14	14	0	0
Alimentar caucho en la tolva 120 mm		49	0	0
Alimentar caucho en la tolva 150 mm	49	0	49	0
Llenado de cabeza de extrusión	142	142	0	0
Cambiar colores en el sistema de identificación.		26	0	0
Purgar caucho de la cabeza de extrusión.	99	99	0	0
Reproceso del material de purga.		0	0	125
Cambiar el preformador en la casetera 2	94	94	0	0
Cerrar casetera	7	7	0	0
Colocar dado y subir rodillo guía	21	21	0	0
Cerrar clams para dados.	10	10	0	0
Subir puente de rodillos oscilantes.	9	0	9	0
Retirar rodillos de unión de laterales		0	0	29
Cargar receta, verificar condiciones y dar alarma de arranque.	39	39	0	0
Arrancar extrusora, banda y colocar punta en banda de encogimiento.	22	22	0	0
TOTALES	1598	1615	124	623
TOTALES EN MINUTOS	26,63	26,91	2,06	10,39

Tabla 3.8 Cambio de Canales de Flujo con Tiempos Individuales.

Una vez obtenida esta tabla, se procedió a cambiar algunas operaciones para reducir los tiempos de las operaciones y se redujo el tiempo a 17,80 minutos. Para los



cambios sean efectivos se tuvo que distribuir las actividades como por ejemplo trabajar en paralelo los ayudantes, pasar operaciones externas a internas, cambiar operaciones secuenciales que solo realiza el operador que las haga también el ayudante, cambio de tiempos de preparación de materiales manuales y ahora se los hará con las pistolas neumáticas lo cual baja el tiempo significativamente y la automatización de los botones de la máquina para que el operador presione una sola vez los botones y no permanezca presionándolos.

La tabla resultó la siguiente:

	Propuesto	Operad	Ayuda	Ayuda
Cortar material, subir rodillo apisonador y guiar punta	14	14	0	0
Bajar puente de rodillos oscilantes y rodillo apisonador		8	0	0
Retirar puntas de banda extruida		5	0	0
Abrir clams para dados.	9	9	0	0
Bajar rodillo guía y retirar el dado de la cabeza de extrusión.		12	0	0
Limpiar dado y colocarlo en el armario.		0	0	24
Abrir casetera		18	0	0
Subir rodillo guía y abrir mordazas laterales de la cabeza de extrusión.	25	25	0	0
Abrir cabeza de 90 mm	8	8	0	0
Sacar tuco de caucho y limpiar cabeza de 90 mm	23	23	0	0
Abrir cabeza de 150 mm	7	7	0	0
Abrir cabeza de 120 mm	8	8	0	0
Arrancar nuevamente tornillos para la evacuación de caucho.	9	9	0	0
Evacuar caucho de las cabezas de extrusión.	327	597	0	0
Retirar preformador (manubrio)		0	0	52
Guardar preformador		0	0	15
Retirar tucos de caucho de las cabezas de extrusión.		0	0	31



Limpiar canales de flujo con retazos de caucho		0	0	26
Colocar recipiente para recoger retazos pequeños.		0	0	7
Limpiar preformador en casetera 1		0	0	58
Reprocesar material de evacuación.		0	66	0
Retirar retazos pequeños de caucho	0	0	0	21
Aflojar pernos del canal de flujo inferior.	20	0	0	69
Aflojar pernos del canal de flujo superior.	20	0	0	88
Retirar canal de flujo superior.	15	0	0	80
Colocar nuevo canal de flujo superior	30	69	0	0
Retirar canal de flujo inferior.	15	65	0	0
Colocar nuevo canal de flujo inferior.	20	56	0	0
Apretar pernos del canal de flujo inferior.	20	61	0	0
Apretar pernos del canal de flujo superior.	20	71	0	0
Cerrar cabeza de 150 mm	10	10	0	0
Cerrar cabeza de 90 mm	9	9	0	0
Cerrar cabeza de 120 mm	10	10	0	0
Cerrar mordazas laterales.	14	14	0	0
Alimentar caucho en la tolva 120 mm		49	0	0
Alimentar caucho en la tolva 150 mm	49	0	49	0
Llenado de cabeza de extrusión	142	142	0	0
Cambiar colores en el sistema de identificación.		26	0	0
Purgar caucho de la cabeza de extrusión.	99	99	0	0
Reproceso del material de purga.		0	0	125
Cambiar el preformador en la casetera 2	40	94	0	0
Cerrar casetera	5	7	0	0
Colocar dado y subir rodillo guía	21	21	0	0
Cerrar clams para dados.	10	10	0	0
Subir puente de rodillos oscilantes.	9	0	9	0
Retirar rodillos de unión de laterales		0	0	29
Cargar receta, verificar condiciones y dar alarma de arranque.	39	39	0	0
Arrancar extrusora, banda y colocar punta en banda de encogimiento.	22	22	0	0
TOTALES	1068			
TOTALES EN MINUTOS	17,80			

Tabla 3.9 Cambio de Canales optimizado las operaciones.

Finalmente se logró reducir el tiempo de los 26,63 iniciales a 12,6 minutos, pero



con la habilidad de los trabajadores los cuales como se mencionó anteriormente realizaban el cambio de 26,63 minutos en 20 minutos aproximadamente, ahora estandarizando el cambio a 12,6 minutos se realizara en menos de 10; además se cuenta con siempre una mejora continua para mejorar el proceso de cambio de canales lo cual en un futuro se pueda estandarizar en 7 minutos como lo tienen establecido en otras plantas de Continental a nivel mundial.

Elementos de la Operación	T. Total	Operador	Ayudante Operador	ayudante almacenado	ayudante almacenador
Parar la línea, cortar el material.	14	14			
Bajar puente de rodillos oscilantes y rodillo apisonador	0		8		
Retirar puntas de banda extruida	0		5		
Abrir clams para dados.	0		9		
Bajar rodillo guía y retirar el dado de la cabeza de extrusión.	0		12		
Abrir casetera	0		15		
Subir rodillo guía y abrir mordazas laterales de la cabeza de extrusión.	15	15			
Abrir cabeza de 90 mm	8	8			
Sacar tuco de caucho y limpiar cabeza de 90 mm	23	23			
Abrir cabeza de 150 mm	7	7			
Abrir cabeza de 120 mm	8	8			



Arrancar nuevamente tornillos para la evacuación de caucho.	9	9			
Evacuar caucho de las cabezas de extrusión.	327	327			
Retirar preformador (manubrio)	0				52
guardar preformador	0				15
Retirar el tuco de caucho y colocarlo en el carro.	0		20		
Limpiar canales de flujo con retazos de caucho	0				26
Limpiar preformador en casetera 1	0				58
Retirar preformador (manubrio)	0				48
Reprocesar material de evacuación.	0			66	
Aflojar pernos del canal de flujo inferior.		20	20		
Aflojar pernos del canal de flujo superior.		20	20		
Retirar canal de flujo superior.	15	15			
Colocar nuevo canal de flujo superior	20	20			
Retirar canal de flujo inferior.	15	15			
Colocar nuevo canal de flujo inferior.	15	15			
Apretar pernos del canal de flujo inferior.	20	20	20		



Apretar pernos del canal de flujo superior.	20	20	20		
Cerrar cabeza de 150 mm	10	10			
Cerrar cabeza de 90 mm	9	9			
Cerrar cabeza de 120 mm	14	14			
Alimentar caucho en la tolva 120 mm	0			49	
Alimentar caucho en la tolva 150 mm	0				49
Llenado de cabeza de extrusión	93	142			
Cambiar colores en el sistema de identificación.	0		26		
Cambiar el preformador en la casetera 2	10	40			
Cerrar casetera	5	5			
Colocar dado y subir rodillo guía	21	21			
Cerrar clams para dados.	9	9			
Subir puente de rodillos oscilantes.	9	9			
Retirar rodillos de unión de laterales	0		29		
Cargar receta, verificar condiciones y dar alarma de arranque.	39	39			
Arrancar extrusora, banda y colocar punta en banda de encogimiento.	22	22			
TOTALES SEGUNDOS	757	876	204	115	248
TOTALES MINUTOS	12,6	14,6	3,4	1,9	4,1

**Tabla 3.10 Cambio de Canales de Flujo luego de aplicación de Smed.**

La conclusión final a la que se llega con la creación de las tablas previas es que con ellas se distribuye equitativamente las operaciones que tienen que realizar el operador y su equipo de trabajo para generar un tiempo menor en el cambio, además tenemos una justificación real para poder cambiar el procedimiento el cual es la base fundamental para el cambio y de acuerdo al mismo se capacita a las personas y se puede implementar los cambios en la vida real de la fábrica.

3. Estudio del lugar de trabajo para optimizar el uso de espacio

En este paso básicamente se estudió la manera en la que el personal de la extrusora estaba distribuido y que espacio ocupaban durante el cambio, este estudio ayudo a estandarizar lugares para ubicar a la gente y que el flujo sea el mismo siempre que se del cambio, ya que antiguamente ninguna persona tenía un lugar fijo el momento del mismo, por ello no había como establecer un método sistemático y de esta manera eliminar tiempos ociosos en el cambio de canales, aparte de facilitar el movimiento de todos los miembros del equipo genera espacio para que cada persona tenga las herramientas cerca.

La manera que se distribuyeron los espacios para cada persona de la extrusora 4 (Triplex) fueron los siguientes con sus respectivas cargas de trabajo:

Operador:



Debe detener la línea desde el panel central (o desde el panel de mando en la extrusora) y dirigirse a la cabeza de la extrusora para cortar el material; Bajar el puente de rodillos oscilantes y rodillo apisonador luego de haber sido cortadas las puntas del caucho, retirar las puntas de la banda extruida y colocarlas a un lado hasta que se retire el tuco de caucho grande para ponerlos en el carro para remolido, abrir clams para dados desde el panel de la extrusora para luego bajar el rodillo guía y retirar el dado de la cabeza (esto se lo hiciera el momento de abrir la casetera si hubiera la colocadora), luego en el mismo lugar subir el rodillo guía y abrir las mordazas laterales de la cabeza de extrusión desde el panel de comandos y desde el mismo panel abrir la cabeza de 90mm.

Sacar el tuco de caucho de la cabeza de 90mm y los pedazos significativamente grandes de la misma, abrir la cabeza de 150mm y de 120mm y arrancar los tornillos para vaciar la cabeza, evacuar el caucho de la extrusora hasta que salgan partes de caucho significativos, mientras sale el tuco de caucho aflojar los pernos de los canales superior e inferior del lado correspondiente al del operador (izquierdo) con la pistola neumática instalada, retirar el canal superior con el ayudante del operador y ponerlo en la repisa destinada para los canales; y colocar el nuevo canal retirado de la misma repisa el cual debe estar ya con su manubrio listo, ponerlo en la extrusora y en seguida sacar el canal inferior y ponerlo en la repisa, para colocar el nuevo canal en la extrusora, apretar los pernos con las pistolas destinadas y cerrar las cabezas desde el panel de la extrusora. Iniciar el llenado de la cabeza

de extrusión desde el panel principal, mientras se llena cerrar la casetera (con colocadora ya va el preformador y dado), se sube el rodillo guía y cierra los clams desde el panel de la extrusora y sube el puente, se dirige al panel central y carga la receta para finalmente dar la alarma de inicio y empezar a extruir.

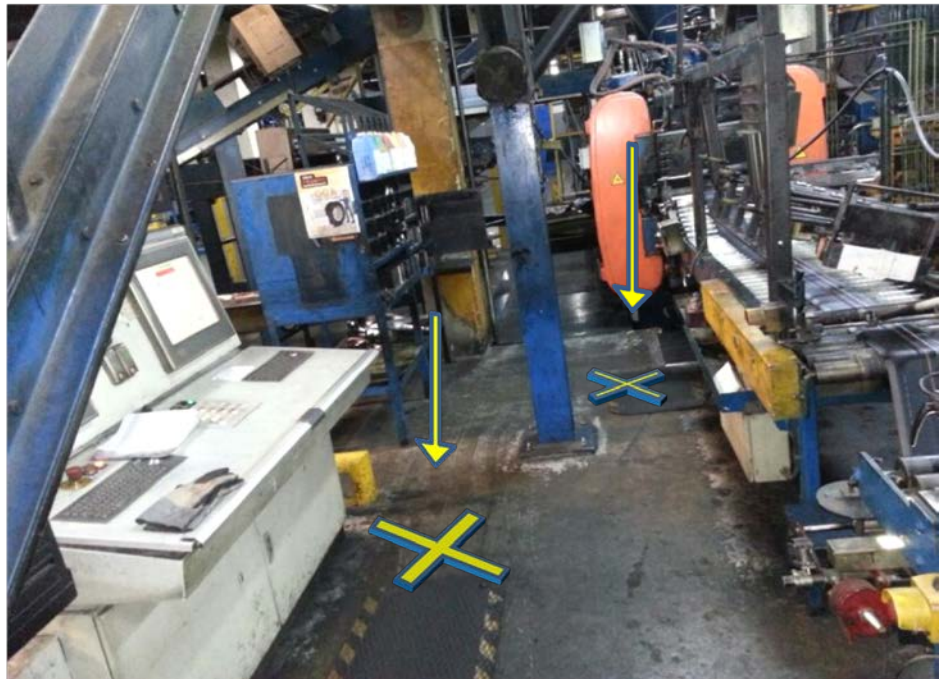


Figura 3.11 Panel Central de Extrusora Triplex.



Figura 3.12 Extrusora Triplex–lugar de trabajo operador. Figura 3.13 Rodillos de Salida de Extrusora.

Ayudante 1:

Abrir la casetera y retirar el tuco de caucho (grande) y ponerlo en el carro junto con el caucho restante que se había retirado antes, aflojar los pernos con la pistola neumática tanto del canal superior como del inferior y colocar el manubrio con la misma pistola, luego debe llevar junto con el operador el canal hacia la repisa correspondiente, y coger el nuevo canal y colocarlo en la extrusora, apretar el mismo con la pistola, y finalmente salir de la parte de la cabeza de la extrusora y dirigirse a la banda para cambiar los colores del sistema de identificación.

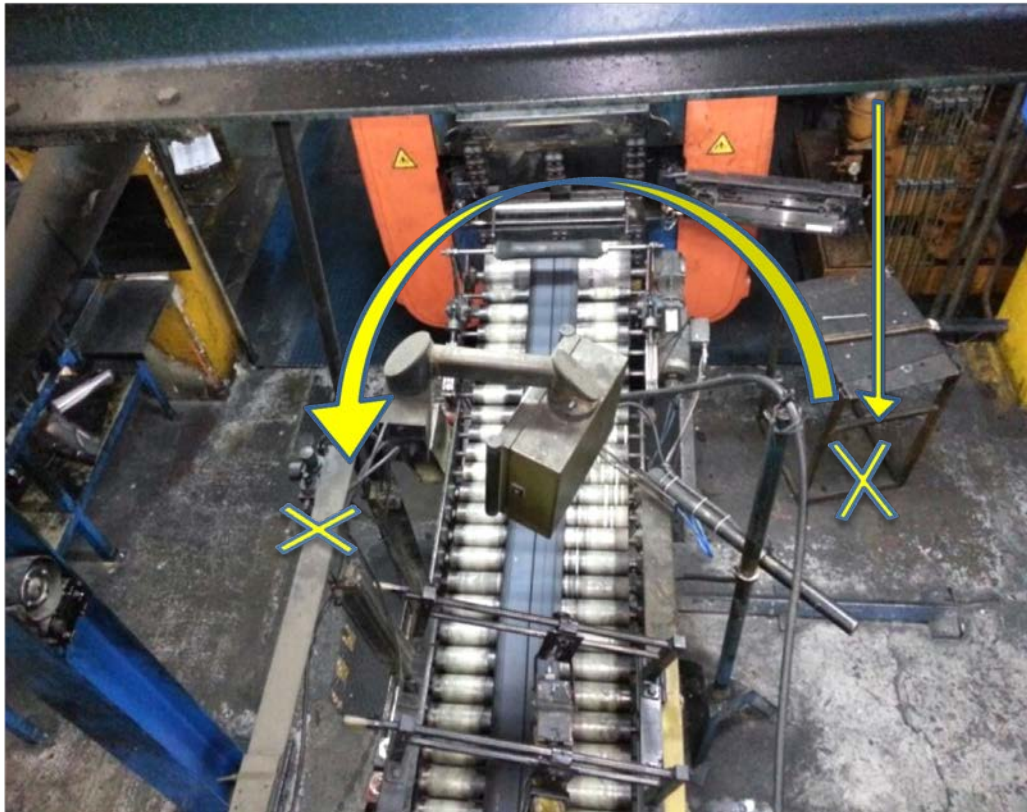


Figura 3.14 Lugar de trabajo de Ayudante de Extrusora Triplex.

Ayudante 2:

El ayudante 2 únicamente se encarga de todo tipo de reproceso que genere la máquina, y el momento del cambio de canales de igual manera, además esta persona alimenta la tolva de 120mm o las

demás si es necesario, el ayudante 2 tiene un papel de soporte a las demás personas para aumentar la velocidad del cambio.



Figura 3.15 Lugar de trabajo de Ayudante 2 de Extrusora Triplex.

Ayudante 3:

El ayudante del almacenador debe retirar el preformador con el manubrio establecido para la

Casetera en donde va el preformador, luego de ello guardar el preformador retirado de la casetera y proceder a limpiar los canales de flujo así como el preformador retirado, para que finalmente se dirija a alimentar el caucho en la tolva de 150mm.





Figura 3.16 Lugar de trabado de Ayudante 3 de Extrusora Triplex.

4. Analizar las herramientas actuales y proponer nuevas o mejoras de las mismas

Se enviaron a hacer nuevos manubrios como estaba establecido (tres), y se cambiaron las cabezas de todos los pernos que están involucrados en el cambio de canales de esta manera estandarizamos la acción de poner - quitar pernos. El factor que fue el de mayor ayuda fue la compra de las pistolas neumáticas (**Ingersoll-Rand 231HA-2 1/2-Inch Impact Wrench with 2-Inch Extended Anvil**) con las cuales se reducía el tiempo de retirar y poner los nuevos canales en un 40% del anterior, para ellos se hizo un estudio del porte de la pistola para que pueda entrar en la cabeza de extrusión, aparte del torque necesario para producir el trabajo y también los acoples para la instalación de las pistolas en cada lado de la banda de extrusión de la máquina.

5. Presentación de Proyecto a Gerencia de Ingeniería Industrial y Planta Común

Una vez realizado todos los pasos previos, se realizó una presentación informativa a Gerencia y a los supervisores para recibir sus opiniones o restricciones que se puedan dar en el proceso.

La reunión tuvo una buena acogida y el proyecto se pudo empezar, además de que ayudo a la coordinación con la gente de planta para implementar el proyecto de manera más rápida gracias a la ayuda de los supervisores de la misma.

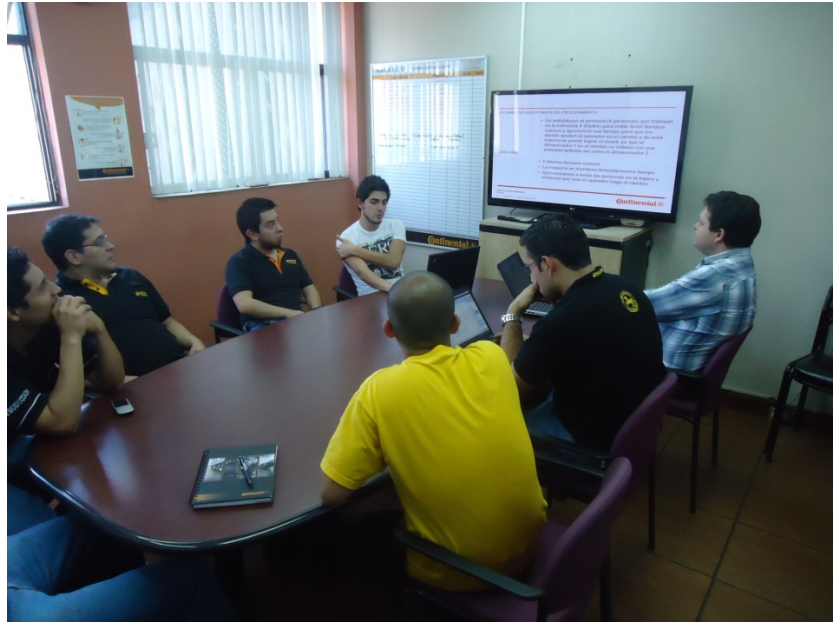


Figura 3.16 Presentación de Proyecto a Gerencia Industrial.



Figura 3.16 Presentación de Proyecto a Gerencia y Planta común.

6. Hacer un plan de acción para implementar las mejoras

Se realizó un plan de acción sencillo con el formato que se utiliza en la empresa para



UNIVERSIDAD DE CUENCA

proyectos similares, esto únicamente se lo realizo con motivo de seguir una secuencia ordenada de pasos para la implementación, sobre todo para la compra de las herramientas y órdenes de trabajo que se necesitan que se cumplan para la implementación del Smed.

A continuación se mostrará la tabla usada como plan de acción interno.



SMED EXTRUSORA TRIPLEX (CAMBIO DE CANALES)

DURACIÓN: indefinida
FECHA: 08 de abril de 2013
LUGAR: Ingeniería Industrial

Problema	Causa	Acción	Responsable	Fecha limite	Estado
cambio de canales con tiempo muy largo	falta de personas en la Triplex	cambio de manning de 3 a 4 personas	Henry García/ Pedro Peñaherrera	Indefinida	pedido a RR.HH
	falta de herramientas	compra de dos pistolas neumáticas para el cambio de canales y preformador	Henry García / Pedro Peñaherrera	Indefinida	orden de trabajo enviada
	pernos de canales diferentes a pernos de preformadores	estandarización de pernos (cabeza de perno igual para canales y preformadores)	Henry García/ Pedro Peñaherrera	Indefinida	orden de trabajo enviada
	mala distribución de actividades	Redistribución de actividades de las cuatro personas que trabajan en la Triplex.	Henry García/ Pedro Peñaherrera	Indefinida	listo
	falta de manubrios	compra de tres manubrios para que cada canal tenga su manubrio instalado todo el tiempo	Henry García/ Pedro Peñaherrera	Indefinida	orden de trabajo enviada
	falta de capacitación de las personas	capacitar a las personas e incentivarlas para que se pueda aplicar la acción propuesta	Henry García/ Pedro Peñaherrera	Indefinida	en proceso
	cambio de procedimientos en el cambio de canales	analizar cada paso del cambio y redistribuirlo para cada persona que trabaja en la Triplex	Henry García/ Pedro Peñaherrera	Indefinida	listo

Tabla 3.11 Plan de Acción para Aplicación de Smed. Fuente: Departamento de Ing. Industrial Continental Tire Andina S.A.

7. Cambiar los Procedimientos actuales de Operador y Ayudante de Operador

En este paso de la implementación se hizo básicamente el cambio de los procedimientos que tiene la empresa y los cuales son la guía en cada máquina y proceso que se da en la planta; nosotros cambiamos el capítulo o la parte referente a los cambios de canales de extrusión y se subió al sistema de toda la empresa, el cual tiene acceso las ingenierías y las personas de planta, así como el resto



de las empresa de Continental, es una paso de escritorio que se cambió y se lo reviso por el Jefe de Productividad Henry García.

3.3.4 Capacitación al personal de extrusión

Se capacitará a los cuatro grupos de 4 personas cada uno que trabajan en los diferentes turnos (6am – 2pm; 2pm – 10pm; 10pm – 6am), con una rotación programada.

Para la capacitación se acercó previamente a cada grupo y se informó de los cambios que se van a dar en el proceso de cambio de canales verbalmente, luego el momento en que ya se tengan los cambios listos para la implementación, se hará una reunión en la misma máquina con el Jefe de Productividad y se hará constancia de la misma con las hojas de Reporte de Formación las cuales están estandarizadas por la empresa.

Se empleó un reporte de formación que sirve como constancia de que las personas han sido capacitadas, en el cual se ingresa el nombre de las personas capacitadas, el número de horas de capacitación, el nombre de la persona que capacita y el grupo y código tanto de departamento y de personal. Por ser un documento legal no es posible anexarlo a la tesis de grado ni mostrar su contenido.

3.3.5 Documentación de tiempos nuevos de procedimiento de cambio de canales en la extrusora Triplex.

3.3.5.1 Toma de tiempos

La nueva toma de tiempos de los cambios de canales de extrusión en la maquina Triplex se realizó de la misma manera en la que se documentaron los tiempos anteriores a la aplicación del Smed, es decir se hicieron varias tomas de tiempos en diferentes equipos de trabajo para determinar un tiempo estándar del nuevo cambio.



Para la determinación del tiempo estándar con la base de tiempos obtenidos por las mediciones se procede a realizar el siguiente método que es usado con un programa en Excel estandarizado en la empresa Continental Tire Andina S.A.:

- Se introducen las nuevas operaciones del cambio.
- Se introducen los valores de los nuevos tiempos obtenidos por cada operación del cambio de canales.
- De forma horizontal en la tabla 3.12 se realizan los cálculos finales que serán entregados para la estandarización de tiempos.
- En la tabla se determina un promedio de tiempos de cada una de las operaciones que se realicen.
- Para cada operación se tiene una valoración (escala 60min – 105max) que permite estandarizar el proceso y facilita al observador realizar menos número de muestras para evitar la dispersión dentro de una curva normalizada.
- Cada promedio de tiempos por operación es multiplicado por la valoración actual en la que está calificada la operación dividido para 85 (ritmo de trabajo normal por operación) con motivos de cálculo de tarifa.
- Finalmente el valor final se multiplica por la frecuencia que la persona realiza la operación estudiada.

A continuación se presenta la tabla con los tiempos finales de cambio de canales de la extrusora 4 o Triplex:

OPERACIÓN: Cambio de canales de flujo	TIEM. PROM. (RESPONSABLE)					Operador (1) Ayudante (2) Ayudante (3) Ayudante (4)
	Elementos de la operación.	T.Tot al	Operador	Ayudante Operador	Ayudante Almacena dor	
Parar la línea, cortar el material.	8	8,0	0,0	0,0	0,0	1
Bajar puente de rodillos oscilantes y rodillo apisonador	9	0,0	9,1	0,0	0,0	2



Retirar puntas de banda extruida	6	0,0	6,2	0,0	0,0	2
Abrir clams para dados.	9	0,0	8,7	0,0	0,0	2
Bajar rodillo guía y retirar el dado de la cabeza de extrusión.	11	0,0	11,5	0,0	0,0	2
Abrir casetera	5	0,0	5,2	0,0	0,0	2
Subir rodillo guía y abrir mordazas laterales de la cabeza de extrusión.	25	24,9	0,0	0,0	0,0	1
Abrir cabeza de 90 mm	7	6,9	0,0	0,0	0,0	1
Sacar tucos de caucho y limpiar cabeza de 90 mm	28	27,7	0,0	0,0	0,0	1
Abrir cabeza de 150 mm	5	5,1	0,0	0,0	0,0	1
Abrir cabeza de 120 mm	9	9,3	0,0	0,0	0,0	1
Arrancar nuevamente tornillos para la evacuación de caucho.	8	8,1	0,0	0,0	0,0	1
Evacuar caucho de las cabezas de extrusión.	64	63,7	0,0	0,0	0,0	1
Retirar preformador (manubrio)	53	0,0	0,0	0,0	53,5	4
Guardar preformador	15	0,0	0,0	0,0	14,9	4
Retirar el tucos de caucho y colocarlo en el carro.	29	0,0	29,5	0,0	0,0	2
Limpiar canales de flujo con retazos de caucho	25	0,0	0,0	0,0	25,3	4
Limpiar preformador en casetera 1	60	0,0	0,0	0,0	59,9	4
Retirar preformador (manubrio)	7	0,0	0,0	0,0	6,8	4



Reprocesar material de evacuación.	59	0,0	0,0	58,9	0,0	3
Aflojar pernos del canal de flujo inferior.	17	0,0	16,5	0,0	0,0	2
Aflojar pernos del canal de flujo superior.	37	0,0	37,5	0,0	0,0	2
Retirar canal de flujo superior.	28	0,0	27,9	0,0	0,0	2
Colocar nuevo canal de flujo superior	20	0,0	20,2	0,0	0,0	2
Retirar canal de flujo inferior.	44	0,0	0,0	43,9	0,0	3
Colocar nuevo canal de flujo inferior.	33	33,4	0,0	0,0	0,0	1
Apretar pernos del canal de flujo inferior.	12	11,9	0,0	0,0	0,0	1
Apretar pernos del canal de flujo superior.	35	34,8	0,0	0,0	0,0	1
Cerrar cabeza de 150 mm	9	9,4	0,0	0,0	0,0	1
Cerrar cabeza de 90 mm	9	8,7	0,0	0,0	0,0	1
Cerrar cabeza de 120 mm	10	9,9	0,0	0,0	0,0	1
Alimentar caucho en la tolva 120 mm	49	0,0	0,0	49,2	0,0	3
Alimentar caucho en la tolva 150 mm	28	0,0	0,0	0,0	27,9	4
Llenado de cabeza de extrusión	94	93,7	0,0	0,0	0,0	1
Cambiar colores en el sistema de identificación.	27	0,0	26,7	0,0	0,0	2
Cambiar el preformador en la casetera 2	12	11,6	0,0	0,0	0,0	1
Cerrar casetera	5	5,0	0,0	0,0	0,0	1
Colocar dado y subir rodillo guía	18	17,8	0,0	0,0	0,0	1



Cerrar clams para dados.	9	8,5	0,0	0,0	0,0	1
Subir puente de rodillos oscilantes.	9	0,0	0,0	9,3	0,0	3
Retirar rodillos de unión de laterales	5	0,0	4,6	0,0	0,0	2
Cargar receta, verificar condiciones y dar alarma de arranque.	17	16,6	0,0	0,0	0,0	1
Arrancar extrusora, banda y colocar punta en banda de encogimiento.	19	19,3	0,0	0,0	0,0	1
TOTALES	988	434	204	161	188	
TOTALES EN MINUTOS	16,46	7,24	3,39	2,69	3,14	

Tabla 3.12 Tiempos Finales de Cambio de Canales una vez aplicado el Smed.



La tabla siguiente representa la base de tiempos para la obtención de la tabla de tiempos finales de cambio de canales de la extrusora 4 o Triplex.

ELEMENTOS DE LA OPERACIÓN	TIEMPOS REGISTRADOS EN CADA OBSERVACION PARA CADA ELEMENTO																F	VALORAC
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13º	14º	15º			
Cambio de canales de flujo de extrusión																		
Retirar la línea, cortar el material.	8	10	10	8	9	10	9	6	9	9	9	6	8	8	9	1	80	
Retirar puente de rodillos oscilantes y rodillo monador	8	10	10	10	8	9	10	8	9	9	10	10	8	9	8	1	85	
Retirar puntas de banda extruida	7	5	8	7	6	7	5	7	7	5	5	6	8	8	8	1	80	
Retirar clams para dados.	7	10	8	8	9	8	10	8	10	8	10	10	9	8	8	1	85	
Retirar rodillo guía y retirar el dado de la cabeza de extrusión.	13	13	14	13	11	13	16	11		11	12	14	13	13	15	1	75	
Retirar casetera	4	7	8	8	5	6	8	5	4	4	4	6	8	6	6	1	75	
Retirar rodillo guía y abrir mordazas laterales de la cabeza de extrusión.	26	27	24	25	27	28	27	27	25	27	26	27	27	27	27	1	80	
Retirar cabeza de 90 mm	7	7	6	9	7	6	7	7	6	6	9	6	7	6	8	1	85	
Retirar tucos de caucho y limpiar cabeza de 90 mm	30	30	29	30	30	30	28	28	30	30	29	30	30	28	29	1	80	
Retirar cabeza de 150 mm	4	4	6	5	4	6	4	5	4	6	6	4	6	6	6	1	85	
Retirar cabeza de 120 mm	8	8	11	11	9	8	9	8	8	11	10	10	8	10	11	1	85	
Montar nuevamente tornillos para la fijación de caucho.	7	8	9	9	7	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	1	80	
Limpiar caucho de las cabezas de extrusión.	61	61	65	69	69	62	63	63	65	62	61	65	60	69	61	1	85	
Retirar preformador (manubrio)	62	57	64	62	62	62	60	64	58	59	64	58	58	63	56	1	75	
Retirar preformador	17	16	18	19	20	21	14	14	15	15	16	17	18	17	17	1	75	
Retirar el tucos de caucho y colocarlo en el bote.	45	10	41	36	30	27	29	31	32	34	36	37	39	37	37	1	75	



...biar canales de flujo con retazos de ...cho	49	10	27	22	26	25	25	24	28	31	34	35	34	29	31	1	75
...biar preformador en casetera 1	65	65	71	70	68	66	71	70	65	71	69	66	71	65	66	1	75
...rar preformador (manubrio)	8	9	6	7	8	6	7	8	6	7	9	7	7	6	7	1	80
...procesar material de evacuación.	67	66	70	67	65	65	67	67	65	65	69	65	69	65	70	1	75
...rar pernos del canal de flujo inferior.	19	19	16	20	19	21	18	21	17	18	18	19	20	20	16	1	75
...rar pernos del canal de flujo superior.	41	45	45	40	45	45	40	39	45	39	45	44	39	40	45	1	75
...rar canal de flujo superior.	32	28	29	28	30	34	34	32	34	33	33	32	30	31	34	1	75
...ocar nuevo canal de flujo superior	23	24	20	23	20	21	24	21	25	25	24	24	23	24	23	1	75
...rar canal de flujo inferior.	48	45	48	54	45	52	51	48	54	48	47	50	49	55	53	1	75
...ocar nuevo canal de flujo inferior.	39	34	38	42	33	37	41	37	40	35	39	37	39	39	38	1	75
...etar pernos del canal de flujo inferior.	13	14	15	15	15	13	14	12	12	15	14	11	12	14	14	1	75
...etar pernos del canal de flujo superior.	38	42	41	40	41	36	42	40	41	39	33	40	37	41	40	1	75
...rar cabeza de 150 mm	7	10	6	8	7	8	9	11	12	9	8	12	10	12	12	1	85
...rar cabeza de 90 mm	8	8	9	8	8	8	9	11	11	8	9	9	8	8	8	1	85
...rar cabeza de 120 mm	7	9	12	10	9	10	12	9	9	9	10	11	11	12	9	1	85
...entar caucho en la tolva 120 mm	50	50	56	49	54	55	54	55	56	50	50	48	49	52	56	1	80
...entar caucho en la tolva 150 mm	30	29	29	32	28	33	29	29	28	32	28	28	32	29	29	1	80
...ado de cabeza de extrusión	93	95	62	98	95	95	96	98	94	97	98	99	96	95	94	1	85
...biliar colores en el sistema de ...tificación.	31	28	30	28	29	33	33	31	32	28	32	28	29	29	33	1	75
...biliar el preformador en la casetera 2	10	14	16	11	9	16	16	10	15	16	15	11	14	14	10	1	75
...rar casetera	5	6	6	8	6	5	4	7	5	5	4	4	5	4	6	1	80
...ocar dado y subir rodillo guía	18	16	20	18	20	20	23	23	23	18	21	23	19	20	20	1	75
...rar clams para dados.	9	9	9	8	9	9	8	8	9	8	8	8	10	8	8	1	85
...ir puente de rodillos oscilantes y rodillo ...onador.	8	9	8	10	8	10	10	10	9	10	10	8	10	10	10	1	85
...rar rodillos de unión de laterales (si es el ...o)	3	3	5	6	3	3	4	7	4	5	5	6	6	7	7	1	80
...rgar receta, verificar condiciones y dar	20	21	21	17	20	17	21	18	18	17	16	20	19	18	20	1	75



ma de arranque.																		
ncar extrusora, banda y colocar punta anda de encogimiento.	20	20	20	22	22	18	21	22	18	20	22	20	20	22	20	1		80
TALES	569	582	560	607	581	599	607	590	611	591	595	599	587	610	600	42		
TIEMPO EN MINUTOS	9,48	9,70	9,33	10,12	9,68	9,98	10,12	9,83	10,18	9,85	9,92	9,98	9,78	10,17	10,00			

Tabla 3.13 Serie de tiempos obtenidos luego de la aplicación del Smed en el cambio de canales de extrusión de la máquina Triplex.

En la tabla 3.12 las celdas de color rojo significan operaciones que se realizan internamente, y las de color amarillo las que determinan el ritmo de cambio de canales ya que las ejecuta el operador (tiempo de cambio).



CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Al finalizar el estudio e implementación de la herramienta de manufactura esbelta *Single Minute Exchange of Die (SMED)*, se ha podido determinar no solo mejoras en los tiempos, sino en métodos de trabajo, eficiencia de equipo y reducción de costos como se indica a continuación.

4.1.1 Análisis de información en base a los tiempos obtenidos.

Al término de la aplicación de la herramienta de lean manufacturing (SMED), se ha podido reducir significativamente los tiempos en el proceso de cambio de canales de extrusión en la máquina de extrusión # 4 (Triplex), se obtuvo un promedio de reducción de tiempo de cambio de 60% menos que el tiempo estandarizado previo al Smed.

En el análisis de tiempos resulto el siguiente, simplificando los tiempos:

	TIEMPO ANTES DE SMED	TIEMPO LUEGO DE SMED
operador	23,33	7,24
cambio	26,65	9,48
TOTAL	26,65	16,72

Tabla 3.14 Tabla de Comparación Final -Inicial

En este cuadro se observa la reducción de tiempos antes y después del Smed; antes el operador empleaba 23.33 minutos en realizar su trabajo en el cambio y el tiempo de cambio total era de 26.65 minutos, debido a que todo el cambio recaía sobre el operador, además de que no se distribuían operaciones externas de las internas sino que realizaban el cambio de una manera secuencial (una operación luego de otra) por lo que el cambio se hacía extenso.



Luego de haber aplicado el Smed el cambio se realiza en 9.48 minutos, con lo cual aplicamos teóricamente el fundamento de la herramienta y reducimos el tiempo ocioso que se daba en el cambio; otro factor importante es observar la reducción del tiempo del operador, que luego de haber seleccionado operaciones externas e internas y de haber hecho la nueva distribución de trabajo de las personas que operan en la maquina se redujo significativamente e influyo en sí la disminución de tiempo total de cambio.

La implementación del Smed, a más de la reducción del tiempo de cambio, no solo influyó en la manera de trabajar de las personas encargadas de la extrusora 4 (Triplex) sino que disminuyó el costo de fabricación de una llanta, ya que la maquina como se mencionó previamente produce rodamientos y laterales partes grandes dentro de una llanta.

En el análisis financiero (costo de la llanta) se realizó la siguiente tabla que indica el ahorro por tipo de llanta que se produce en la empresa, y el ahorro que se obtendrá desde la aplicación del Smed que se dio en el mes de mayo de 2013.



Diferencias				
Tipo de Llanta	MAT	LDC	MDC	N.Weight
Llanta	material	mano de obra (dólar)	maquina	especificación
LT215/75R14 98/95Q LRC GRAB AT	0,00	-0,01	0,00	0,00
235/75R15 105T TL GRABBER HTS	0,00	-0,02	0,00	0,00
LT245/75R16 108/104Q LRC CRC AT	0,00	-0,02	0,00	0,00
265/70R16 112S GEN GRABBER HTS	0,00	-0,02	0,00	0,00
195R14C 110/108S VANCO-10	0,00	-0,01	0,00	0,00
195R14C 110/108S VANCO-10 KIA	0,00	-0,01	0,00	0,00
225/70R15C 109/107R TL VANCO	0,00	-0,02	0,00	0,00
225/70R15C 109/107R TL VANCO				
GENERAL MO	0,00	-0,02	0,00	0,00
225/70R15C 109/107R TL VANCO MAZDA	0,00	-0,02	0,00	0,00
31X10.50R15LT 109Q GRABBER AT2	0,00	-0,02	0,00	0,00
LT205/75R15 98/95Q LRC GRABBER AT2	0,00	-0,02	0,00	0,00
LT235/75R15 104/101Q GRABB.AT2	0,00	-0,02	0,00	0,00
165/65R13 77T TL Brillantis 2#	0,00	-0,01	0,00	0,00



165/70R13 79T TL Brillantis 2#	0,00	-0,01	0,00	0,00
175/70R13 82T TL Brillantis 2#	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/60R13 80T TL Brillantis 2#	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/60R14 82H TL Brillantis 2#	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/65R14 86T TL Brillantis 2#	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/70R13 86T TL Brillantis 2#	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/70R14 88T TL Brillantis 2#	0,00	-0,01	0,00	0,00
195/60R15 88H TL BRAVURIS 2^#	0,00	-0,02	0,00	0,00
245/70R16 107S FR CROSSCONTACT AT BSW	0,00	-0,02	0,00	0,00
245/70R16 107S FR CROSSCONTACTMAZDA	0,00	-0,02	0,00	0,00
255/70R16 111S FR CROSSCONTACT AT BSW	0,00	-0,02	0,00	0,00
255/70R16 111S FR CROSSCONTACTMAZDA	0,00	-0,02	0,00	0,00
P195/75R14 92S AMERI*G4S	0,00	-0,01	0,00	0,00
165/65R13 77T SL ALTIMAX RT	0,00	-0,01	0,00	0,00
215/65R16 98T TL CROSSCONT.AT	0,00	-0,02	0,00	0,00
215/65R16 98T TL CROSSCONT.AT KIA	0,00	-0,02	0,00	0,00
235/60R16 100T CON 4X4 CONTACT	0,00	-0,02	0,00	0,00
235/60R16 100T CON 4X4 CONTACTGENERAL MO	0,00	-0,02	0,00	0,00
P225/75R15 102S TL AM*TECH ST	0,00	-0,02	0,00	0,00
P205/75R15 97S TL GRABBER SUV	0,00	-0,02	0,00	0,00
P205/75R15 97S TL GRABBER SUV GENERAL MO	0,00	-0,02	0,00	0,00
225/75R16 108Q XL TL GRAB.AT2	0,00	-0,02	0,00	0,00
235/60R15 98T TL GRABB.HP BSW	0,00	-0,02	0,00	0,00
255/60R15 102T TL GRABB.HP BSW	0,00	-0,02	0,00	0,00
275/60R15 107T TL GRABB.HP BSW	0,00	-0,02	0,00	0,00
245/70R16 107T GENERAL GRABBER HTS	0,00	-0,02	0,00	0,00
245/70R16 107T GENERAL GRABBERGREAT WALL	0,00	-0,02	0,00	0,00
165/70R13 79T ALTIMAX RT	0,00	-0,01	0,00	0,00
175/65R14 82T ALTIMAX RT	0,00	-0,01	0,00	0,00
175/70R13 82T ALTIMAX RT	0,00	-0,01	0,00	0,00
175/70R13 82T ALTIMAX RT KIA	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/60R14 82H ALTIMAX HP	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/65R14 86T ALTIMAX RT	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/70R13 86T ALTIMAX RT	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/70R14 88T ALTIMAX RT	0,00	-0,01	0,00	0,00
195/60R14 86H ALTIMAX HP	0,00	-0,01	0,00	0,00



195/60R15 88H ALTIMAX HP	0,00	-0,02	0,00	0,00
195/65R15 91H ALTIMAX HP	0,00	-0,02	0,00	0,00
205/55R16 91H ALTIMAX HP	0,00	-0,02	0,00	0,00
205/60R13 86H ALTIMAX HP	0,00	-0,01	0,00	0,00
225/70R16 103S FR GEN GRABBER HTS	0,00	-0,02	0,00	0,00
225/70R16 103S FR GEN GRABBEGENERAL MO	0,00	-0,02	0,00	0,00
245/75R16 111S GEN GRABBER HTS	0,00	-0,02	0,00	0,00
245/75R16 111S GEN GRABBER HTGENERAL MO	0,00	-0,02	0,00	0,00
255/70R16 111S GEN GRABBER HTS	0,00	-0,02	0,00	0,00
175/65R14 82H CONTIPOWERCON	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/60R14 82H CONTIPOWERCON	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/60R14 82H CONTIPOWERCON GENERAL MO	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/65R14 86H CONTIPOWERCON	0,00	-0,01	0,00	0,00
195/55R15 85H FR CONTIPOWERCON	0,00	-0,02	0,00	0,00
195/60R15 88H CONTIPOWERCON	0,00	-0,02	0,00	0,00
195/65R15 91H CONTIPOWERCON	0,00	-0,02	0,00	0,00
195/65R15 91H CONTIPOWERCON KIA	0,00	-0,02	0,00	0,00
205/55R16 91H FR CONTIPOWERCON	0,00	-0,02	0,00	0,00
165/65R13 77T SPORTIVA G65	0,00	-0,01	0,00	0,00
165/70R13 79T SPORTIVA G70	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/60R14 82T SPORTIVA G60	0,00	-0,01	0,00	0,00
195/60R15 88H SPORTIVA G60	0,00	-0,02	0,00	0,00
175/70R13 82T SPORTIVA G70	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/70R13 86T SPORTIVA G70	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/65R14 86T SPORTIVA G65	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/60R13 80T ALTIMAX RT	0,00	-0,01	0,00	0,00
215/75R14 100Q FR RADIAL AT	0,00	-0,01	0,00	0,00
205/75R15 97Q FR RADIAL AT	0,00	-0,02	0,00	0,00
235/75R15 105Q FR RADIAL AT	0,00	-0,02	0,00	0,00
245/70R16 107Q FR RADIAL AT	0,00	-0,02	0,00	0,00
255/70R16 111Q FR RADIAL AT	0,00	-0,02	0,00	0,00
185/65R15 88H CONTIPOWERCON	0,00	-0,02	0,00	0,00
175/70R13 82T CityTech II #	0,00	-0,01	0,00	0,00
185/60R14 82H TL PRO-TECH 500	0,00	-0,01	0,00	0,00
175/70R13 82T TL VSS 100	0,00	-0,01	0,00	0,00

Tabla 3.15 Tabla de Reducción de Costos de Producción de una llanta.

Anexo a esta tabla se mostrarán los valores antes y después del Smed por cada tipo de llanta y el costo de las mismas por cada mil llantas.



La tabla 3.15 muestra que la reducción promedio es de 0.2ctvs por llanta, lo cual parece poco, pero si vemos este dato por miles de llantas cambia la perspectiva.

0,18	23,80	28,08	28,42	26,37	27,13	29,42	28,08	28,08	28,42	26,80	19,52	314,30
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
4152	153040	182190	182609	174143	186186	212394	202799	202783	205209	193528	140931	2.149.964,0

Tabla 3.16 Tabla de numero de llantas por mes.

VALOR PIP CURRENT YEAR	-\$ 23.040,48
VALOR PIP 12 MONTHS	-\$ 34.560,72

Tabla 3.17 Tabla de ahorro de costos en el 2013 y 2014.

Con esta reducción en el costo, tenemos un ahorro de 23.040,48 dólares en lo que falta del año, 34.560,72 para el próximo año y la inversión de aplicación del Smed no superó los 1000 dólares; con lo que se puede concluir que el método tuvo éxito tanto para los trabajadores, para la empresa y para las personas encargadas de la gestión del Smed; con lo que se cumple el objetivo planteado de esta tesis de grado que fue Aplicar la herramienta de mejora continua SMED que permite un proceso productivo mas eficiente y eficaz dentro del proceso de extrusión de la compañía Continental Tire Andina S.A. con el fin de reducir el tiempo de set up de la maquina Triplex para evitar tiempo muerto que genera desperdicio productivo.

4.2 Recomendaciones

Como principal recomendación luego de haber finalizado esta tesis de grado es que el método implementado en la empresa sea controlado para permanecer en un constante mejoramiento del mismo.



Además tratar de aplicar este método de lean manufacturing a las máquinas en las cuales se tenga un cambio manual para optimizar el mismo y hacer un proceso más eficiente con resultados beneficiosos para la empresa y para los trabajadores.



BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

CAINE, Sheila., “**Estrategias Kaizen para triunfar a través de las personas**”. Santa Fe Colombia: Mc Graw Hill, 1998.

Camacho A, López N, Bonilla P, y Monge, J., **SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED)**. Tesis, Perú.

CHASE, R., Jacob, R., & Aquilano, N., **Administración de la Producción y Operaciones para una ventaja Competitiva (Décima ed.)**. México: Mc Graw Hill, 2005.

FUENZALIDA, Jorge., Herramientas del Lean Manufacturing: Capacitacion de Lean Manufacturing. 2007

SHIGEO, Shingo., El Sistema de Producción TOYOTA desde el punto de vista de la ingeniería, 3rd Edition, Productivity Press. Madrid, 1989

Elementos de manufactura esbelta. [en línea]. www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/leanmfg/presentes_belta.htm . Consultado 15 mayo. 2013.

Lean Manufacturing, [en línea]. www.gestipolis.com 2008 . Consultado 28 de abril, 2013.

LEFCOVICH M. Manufactura Esbelta,[en línea]. <http://www.ilustrados.com/publicaciones#superior> . Consultado de 04 mayo, 2013.

Manufactura Esbelta, [en línea]. www.wikilearning.com/monografia/manufactura. Consultado 10 de junio, 2013.

Manufactura Esbelta, [en línea]. www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml. Consultado 15 mayo. 2013.

Manufactura esbelta en sistemas de producción y calidad, [en línea]. www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta. Consultado 11 de mayo, 2013.



Single Minute Exchange of dies, [en línea].
<http://www.monografias.com/trabajos57>. Consultado 30 de abril, 2013.



ANEXOS



ANEXO 1

				DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO				ING INDUSTRIAL			
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO				OPERARIO TRIPLEX		MATERIAL ---		EQUIPO ---			
DIAGRAMA No.	1	HOJA :	1 / 1	RESUMEN							
DEPARTAMENTO:	105	SUPERVISOR :	PABLO CALLE	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA				
PROCESO: EXTRUSIÓN				OPERACIÓN	36,9	M.A					
ACTIVIDAD: Control de Proceso Luego de Cambio de Canales				TRANSPORTE	13,3	M.A					
				ESPERA	5,5	M.A					
MAQUINA: Extrusora Cuatro (Tubera Triplex)				INSPECCION	8,1	M.A					
METODO ACTUAL	x	PROPUESTO		ALMACENAMIENTO	0,0	M.A					
FECHA: 08/07/2013				DISTANCIA (m)		96,0					
TURNO: 1 2 3				TIEMPO (hrs/h)							
OBSERVADOR: Pedro Peñaherrera				COSTO							
TRABAJADOR: Esteban Alvarado				M.OBRA							
HORA INICIO: 11:00				MATERIAL							
TERMINO: indefinido (termino de control)				TOTAL							
DESCRIPCION	CANT	DIST	TIEMPO		SIMBOLO					OBSERVACIONES	
	und	m	Min	Seg	●	⇒	D	□	▽		
LLENA REPORTE DE TIEMPO			10	15	1						
COLOCA CAUCHO A EXTRUIR EN LA BANDA ALIMENTADORA			5	8	1						
SE DIRIGE A BODEGA A TRAER MATERIAL		12	2	40		1					
REGRESA CON MATERIAL A LA MAQUINA		12	1	25		1					
COLOCA MATERIAL EN LAS BANDAS RESTANTES			3	48	1						
CORTA MATERIAL			1	25	1						
COLOCA MATERIAL EN LA TOLVA			3	31	1						
INSPECCIONA QUE EL CAUCHO ESTE BIEN COLOCADO				41				1			
SE DIRIGE AL PANEL DE CONTROL		6		37		1					
CONTROLA TEMPERATURA DE CABEZ			1	21				1			
ESPERA A QUE SALGA CAUCHO EXTRUIDO			5	30			1				
CORTA PUNTA DE CAUCHO EXTRUIDO				28	1						
ESPERA NUEVA PUNTA DE CAUCHO EXTRUIDO				30							
RETIRA PUNTA DE EXTRUSION			1	31	1						
REGRESA A BANDA DE ALIMENTACION		5		40		1					
VERIFICA EL ESTADO DEL CAUCHO				18				1			
LIMPIA EL DADO DE EXTRUSION				23	1						
SUBE RODILLO				8	1						
SUBE EL PUENTE				15	1						
CAMBIA ESPECIFICACION EN EL PANEL				21	1						
DA SEÑAL DE INICIO				11	1						
ESPERA A QUE SALGA PUNTA NUEVA				10	1						
GUIA LA PUNTA POR LA BANDA			1	17	1						
COLOCA LOS RODILLOS EN POSICION				35	1						
CONTROLA ANCHO DE LOS RODAMIENTOS				23				1			
SE DIRIGE AL PANEL DE CONTROL		5		25		1					
CONTROLA VELOCIDAD DE EXTRUSION				20				1			
REGRESA A LA BANDA				15	1						
CAMBIA CARTA DE PINTURA				21	1						
AJUSTA RECIPEINTES DE PINTURA			1	15	1						
REAJUSTA RODILLOS				20	1						
SE DIRIGE A LA TOLVA INFERIOR				10	1						
VERIFICA ENTRADA DEL CAUCHO				15	1			1			



REGRESA AL PANEL DE CONTROL			9	1					
CONTROLA VELOCIDAD Y TEMPERATURA DE LA MAQUINA		1	7				1		
REGRESA A LA BANDA	2		41		1				
SE DIRIGE A LA BANDA DE ALIMENTACION	7		20		1				
COLOCA NUEVO CACUHO EN LA BANDA			50	1					
SUBE A TOLVA SUPERIOR	5		22		1				
COLOCA EL CACUHO EN LA TOLVA		1	41	1					
REGRESA AL PANEL DE CONTROL	5		30		1				
CONTROLA PESO DEL MATERIAL EXTRUIDO			56				1		
LLEVA CAUCHO MALO A REMOLIDO	10	2	33		1				Demasiado remolido
REVISA TARGET		1	24				1		
REGRESA A BANDA DE ALIMENTACION	10	1	11		1				
INSPECCIONA LLENADO			32	1			1		
REGRESA A PANEL	5		46		1				Se emplea tiempo en traslado innecesario.
CONTROLA ESPECIFICACION			49				1		
SE TRASLADA A LA TOLVA SUPERIOR	6		30		1				
COLOCA MATERIAL EN LA TOLVA SUPERIOR		1	37	1					
REGRESA AL PANEL DE CONTROL	6		40		1				
TOTAL			41	1350					
			64 MINUTOS		36,9	13,3	5,5	8,1	0



ANEXO 2

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO				ING INDUSTRIAL							
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO				AYUDANTE TRIPLEX		MATERIAL ---		EQUIPO ---			
DIAGRAMA No.	2	HOJA :	1 / 1	RESUMEN							
DEPARTAMENTO:	105	SUPERVISOR : PABLO CALLE		ACTIVIDAD			ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA		
PROCESO: EXTRUSIÓN				OPERACIÓN		29,9	MA				
ACTIVIDAD: Control de Proceso Luego de Cambio de Canales				TRANSPORTE		10,2	MA				
				ESPERA		13,3	MA				
MAQUINA: Extrusora Cuatro (Tubera Triplex)				INSPECCION		6,8	MA				
METODO ACTUAL		PROPUESTO		ALMACENAMIENTO		0,0	MA				
FECHA: 05/07/2013		TURNO: 1 2 3		DISTANCIA (m)		52,0					
				TIEMPO (hrs/h)							
OBSERVADOR: Pedro Peñaherrera		TRABAJADOR: Franklin Fajardo		COSTO							
				MOBRA							
HORA INICIO: 09:00		TERMINO: indefinido (termino de control)		MATERIAL							
				TOTAL							
DESCRIPCION	CANT	DISTNC	TIEMPO		SIMBOLO					OBSERVACIONES	
			und	m	Min	Seg			D		
CONTROLA ANCHO DE RODAMIENTO				30				1			
REvisa COLORES DE IDENTIFICACION			1	4				1			
CAMINA A ZONA DE ENSAMBLE		5	1	8		1					
MIDE ANCHO DE RODAMIENTO				57				1			
SE DIRIGE A PANEL CENTRAL		5	1	8		1					
CONTROLA ESPECIFICACION			1	7				1			
CORTA CAUCHO EXTRUIDO				33	1						
RETIRA CAUCHO CORTADO				15	1						
COLOCA CAUCHO EN LA MESA				20	1						
BAJA RODILLO				15	1						
ABRE CASETERA				10	1						
RETIRA PREFORMADOR				30	1						
COLOCA PREFORMADOR EN GABETA CALIENTE				47	1						
SACA NUEVO PREFORMADOR				27	1						
COLOCA NEUVO PREFORMADOR				15	1						
LIMPIA CABEZA				40	1						
CIERRA CASETERA				10	1						
SACA NUEVO DADO				30	1						
COLOCA NUEVO DADO				15	1						
SUBE RODILLOS				10	1						
CIERRA CLAMS				15	1						
SUBE PUENTE				6	1						
RETIRA NUEVO CAUCHO EXTRUIDO				30	1						
EMPALMA CAUCHO				53	1						
LLEVA CACUCHO POR LA BANDA			1	27	1						
CAMBIA TABLA DE COLORES				44	1						
COLOCA NUEVOS RECIPIENTES DE COLORES			1	33	1						
MIDE ANCHO DE RODAMIENTOS			1	15				1			
BUSCA CARRO ELECTRICO			2	40			1				
SI DIRIGE A BUSCAR CAUCHO		12	3	20		1					
BUSCA CAUCHO			10	36			1				
CARGA CAUCHO AL CARRO			3	4	1						
LLEVA CACUHO A LA MAQUINA		12	1	50		1					
REGRESA AL PANEL		5		51		1					
CONTROLA ESPECIFICACION				15				1			
SE DIRIGE A Pedro Augusto Peñaherrera Wilches		3		47		1					151



INTRODUCE BIEN EL CAUCHO			1	26	1					
REGRESA EL CARRO ELECTRICO		5		33		1				
CORTA EL CAUCHO				14	1					
COLOCA CAUCHO EN LA TOLVA			3	10	1					
REGRESA AL PANEL		5		34		1				
MIDE EL ANCHO DE RODAMIENTO				5					1	
CONTROLA ESPECIFICACION EN EL PANEL				53					1	
DETIENE LA MAQUINA				20	1					
REVISAN NUEVO REQUERIMIENTO				39					1	
CAMBIA DADO			10	53	1					
TOTAL			40	1204						
			61 MINUTOS		29,9	10,2	13,3	6,75	0	