

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS:

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PHVA PARA
REDUCIR EL COMPUESTO DE CAUCHO A
REPROCESAR EN LA EMPRESA LIMA CAUCHO
S.A.**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

Lizana Loayza, Michael Jerry

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

LIMA-PERÚ

AÑO: 2018

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicado a Dios por haberme permitido vivir, iluminar mi camino y darme las oportunidades para crecer como persona.

A mis padres por brindarme su afecto y protección, por haberme formado e inculcado valores que mantengo hasta hoy, y por su apoyo incondicional en mi desarrollo personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a mi familia por guiarme por el sendero correcto, cuidarme y formarme como persona, y por estar conmigo en cada momento que los he necesitado en la vida.

También a todos los profesionales y compañeros que he conocido a lo largo de mi carrera, de los cuales cada uno con su compañía y trabajo me han enseñado mucho en mi carrera y me impulsaron a mejorar constantemente en el ámbito profesional y personal.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
TABLA DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
INTRODUCCIÓN	xii
RESUMEN	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	16
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	16
1.2 Delimitaciones y definición del problema	17
1.2.1 Delimitaciones	17
A. Delimitación espacial.....	17
B. Delimitación temporal	17
C. Delimitación social.....	18
D. Delimitación conceptual.....	18
1.2.2 Definición del problema	18
1.3 Formulación del problema	18
1.3.1 Problema principal.....	18
1.4 Objetivos de la investigación	19
1.5 Hipótesis general.....	19
1.6 Variables e indicadores	19
1.6.1 Variable independiente	19
A. Indicadores.....	19
B. Índices.....	19
1.6.2 Variable dependiente.....	19
A. Indicadores.....	20
B. Índice.....	20
1.7 Viabilidad de la investigación.....	20
1.7.1 Viabilidad económica.....	20
1.7.2 Viabilidad técnica.....	20
1.7.3 Viabilidad operativa	21
1.8 Justificación e importancia de la investigación.....	21
1.8.1 Justificación.....	21
1.8.2 Importancia.....	21
1.9 Limitaciones de la Investigación	21

1.10	Tipo y Nivel de la Investigación	21
1.10.1	Tipo de investigación	21
1.10.2	Nivel de investigación	22
1.11	Modelo y diseño de la investigación	22
1.11.1	Método de la investigación	22
1.11.2	Diseño de la investigación	22
1.12	Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	22
1.12.1	Técnicas	22
1.12.2	Instrumentos.....	22
1.13	Cobertura de estudio.....	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		23
2.1	Antecedentes de la Investigación	23
2.2	Marco Histórico.....	24
2.2.1	Historia de la industria del neumático	24
2.2.2	Historia de Lima Caucho S.A.....	26
2.2.3	Evolución de la Gestión de la calidad	27
2.3	Marco conceptual	30
2.3.1	El ciclo PHVA	30
A.	(P) Planear	30
B.	(H) Hacer	31
C.	(V) Verificar	31
D.	(A) Actuar	31
2.3.2	La Ruta de la Calidad	31
A.	PASO 1: Seleccionar el tema y definir el problema.....	33
B.	PASO 2: Entender el estado y fijar meta	34
C.	PASO 3: Establecer el plan de actividades.....	35
D.	PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones	35
E.	PASO 5: Examen de contramedidas y su implementación	37
F.	PASO 6: Evaluación de la efectividad.....	37
G.	PASO 7: Estandarización y permanencia	38
2.3.3	Las 7 herramientas de calidad.....	39
A.	Gráficas de Frecuencia (Histogramas)	41
B.	Diagrama de Pareto	42
C.	Diagrama de Causas y Efecto (Diagrama de Ishikawa)	43
D.	Gráficas de Control.....	45
E.	Hojas de Verificación.....	47
F.	Diagrama de Dispersión	48

G.	Estratificación	51
2.3.4	Otras herramientas para la resolución de problemas	52
A.	Lluvia de ideas	53
B.	Enfoque del Por qué – Por qué.....	54
C.	Las 5W 1H.....	55
D.	Diagrama de Afinidad	56
E.	Diagrama de Interrelaciones.....	57
F.	Diagrama de Árbol.....	59
G.	Matrices de Priorización	59
2.3.5	Tamaño de muestra	61
CAPÍTULO III: LA EMPRESA		64
3.1	Lima Caucho S.A.....	64
3.2	Datos generales	64
3.3	Misión y Visión.....	66
3.4	Productos de Lima Caucho S.A.....	66
3.5	Estructura del neumático	67
3.5.1	Banda de Rodamiento y Costados	68
3.5.2	Carcasa.....	68
3.5.3	Pestaña de aros	68
3.6	Proceso de fabricación de los neumáticos.....	69
3.6.1	Sección de procesos	71
A.	Mezclado en Banbury.....	71
B.	Extrusión	71
C.	Calandrado de Cuerdas.....	72
D.	Calandrado de Gomas.....	72
3.6.2	Sección de Preparación de Stock.....	73
A.	Cortado de Racks y de Rodantes Radiales	73
B.	Formado y preparación de aros.....	73
3.6.3	Sección de Construcción	74
3.6.4	Sección de Vulcanización.....	75
3.7	Grupo de Mejora de Áreas (GMA)	75
CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DEL CICLO PHVA POR MEDIO DE LA RUTA DE LA CALIDAD.....		77
4.1	PASO1: Seleccionar el tema y definir el problema.....	77
4.2	PASO 2: Entender el estado y fijar meta.....	81
4.2.1	Descripción del problema seleccionado.....	81
4.2.2	Priorizar el problema y establecer la meta	87

4.3	PASO 3: Plan de actividades.....	90
4.4	PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones	91
4.4.1	Análisis de causas.....	94
4.4.2	Planificar contramedidas y soluciones	107
4.5	PASO 5: Examen de contramedidas y su implementación	110
4.5.1	Procedimiento de trabajo con el Sistema de Ayuda Visual	113
4.6	PASO 6: Evaluación de la efectividad.....	118
4.6.1	Evaluación económica.....	126
4.7	PASO 7: Estandarización y permanencia	130
	CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	131
5.1	Prueba de hipótesis.....	131
5.1.1.	Variable independiente	131
5.1.2.	Variable dependiente.....	131
A.	% Variación de los kilos promedio mensual de material a reprocesar..	131
B.	% de variación del costo promedio mensual (S/.) del material a reprocesar.....	132
5.2	Contrastación de la hipótesis.....	132
	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
6.1	Conclusiones.....	133
6.2	Recomendaciones.....	134
	FUENTE DE INFORMACIÓN	135
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	137
	ANEXOS	139

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Indicadores e índices de la variable independiente.....	19
TABLA N° 2: Indicadores e índices de la variable dependiente	20
TABLA N° 3: Plan de Actividades	35
TABLA N° 4: Pesos establecidos por criterio.	78
TABLA N° 5: Consideración y/o importancia – Inversión para resolverlo	79
TABLA N° 6: Consideración y/o importancia – Implementación rápida de solución	79
TABLA N° 7: Consideración y/o importancia – Beneficios a obtener tras su solución .	80
TABLA N° 8: Consideración y/o importancia – Impacto en los procesos.....	80
TABLA N° 9: Matriz de Priorización – Problemas del área de Procesos.	81
TABLA N° 10: Lista de Compuestos Laminados.....	83
TABLA N° 11: Kilos mensuales de producción por compuesto Laminado.....	85
TABLA N° 12: Costos mensuales de producción de Laminados	86
TABLA N° 13: Tipos de Devueltos	87
TABLA N° 14: Kilos por tipo de devueltos generados en Octubre.....	88
TABLA N° 15: Cronograma del Plan de Actividades Generales.....	90
TABLA N° 16: Clasificación de los rodantes por peso del devuelto / unidad – Programa mensual Noviembre.....	97
TABLA N° 17: Selección de medidas representativas y cálculo de n° de rodantes a medir por cada grupo – Mes Noviembre	98
TABLA N° 18: Resultados del muestreo de medir la longitud de los rodantes en 1er corte	99
TABLA N° 19: Clasificación de costados por peso del devuelto / unidad de llanta – Programa de Noviembre.....	100
TABLA N° 20: Selección de medidas representativas y cálculo de n° costados a medir por cada grupo – Mes Noviembre.....	101
TABLA N° 21: Resultados del muestreo de medir los costados de 1er corte	102
TABLA N° 22: Cálculo de Kilos de exceso de devueltos por error en 1er corte.....	103
TABLA N° 23: Propuestas de contramedidas y soluciones	107
TABLA N° 24: Cronograma de actividades para implementar sistema de ayuda visual para la operación de 1er corte.	109
TABLA N° 25: Lista y costos de los materiales para el sistema de ayuda visual.....	110
TABLA N° 26: ACTIVIDADES DEL MONTAJE DEL SISTEMA – N° 1	111
TABLA N° 27: ACTIVIDADES DEL MONTAJE DEL SISTEMA – N° 2.....	112

TABLA N° 28: Clasificación de los rodantes por peso del devuelto / unidad – Programa mensual Diciembre	118
TABLA N° 29: Selección de medidas representativas y cálculo de n° rodantes a medir por cada grupo – Mes Diciembre	119
TABLA N° 30: Resultados del muestreo de medir los rodantes de 1er corte – Mes Diciembre	120
TABLA N° 31: Comparativo del antes y después de implementar las contramedidas - Rodantes	120
TABLA N° 32: Clasificación de los costados por peso del devuelto / unidad – Programa mensual Diciembre	121
TABLA N° 33: Selección de medidas representativas y cálculo de costados a medir por cada grupo – Mes Diciembre	122
TABLA N° 34: Resultados del muestreo de medir los costados de 1er corte – Mes Diciembre	123
TABLA N° 35: Comparativo del antes y después de implementar las contramedidas - Costados	123
TABLA N° 36: Comparación de kilos de devueltos reales de rodantes con los devueltos según especificación (teórico) – Mes Diciembre	124
TABLA N° 37: Comparación de kilos de devueltos reales de costados con los devueltos según especificación (teórico) – Mes Diciembre	124
TABLA N° 38: Resultados de la reducción de los devueltos por cortes de rodantes y costados	125
TABLA N° 39: Costos del proyecto del Sistema de Ayuda Visual	126
TABLA N° 40: Proyección de la producción de rodantes en la Tubuladora de 8”	127
TABLA N° 41: Proyección de la producción de costados en la Tubuladora de 8”	127
TABLA N° 42: Kilos de exceso de devueltos según programa de producción de rodantes	128
TABLA N° 43: Kilos de exceso de devueltos según programa de producción de costados	128
TABLA N° 44: Costos mensuales por los kilos de exceso de devueltos de rodantes y costados	128
TABLA N° 45: Flujo de caja del proyecto	129
TABLA N° 46: Indicadores económicos	129
TABLA N° 47: Plan de actividades para estandarizar y establecer los controles de las contramedidas implementadas.	130

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA N° 1: Ciclo PHVA y La Ruta de la Calidad.....	32
GRÁFICA N° 2: El problema.....	33
GRÁFICA N° 3: Diagrama de flujo de procesos para las herramientas de calidad.....	40
GRÁFICA N° 4: Histograma.....	42
GRÁFICA N° 5: Diagrama de Pareto	43
GRÁFICA N° 6: Diagrama de Ishikawa	44
GRÁFICA N° 7: Modelo de Diagrama de Ishikawa	44
GRÁFICA N° 8: Gráfica de control.....	45
GRÁFICA N° 9: Interpretación de gráficas de control.	46
GRÁFICA N° 10: Tendencias mostradas en las gráficas de control.....	47
GRÁFICA N° 11: Hoja de verificación	48
GRÁFICA N° 12: Diagrama de Dispersión	49
GRÁFICA N° 13: Correlaciones en Diagramas de Dispersión.	50
GRÁFICA N° 14: Fórmulas para obtener la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación.....	51
GRÁFICA N° 15: Estratificación.....	52
GRÁFICA N° 16: Enfoque Por qué-Por qué.....	54
GRÁFICA N° 17: Método de las 5W 1H (1).....	55
GRÁFICA N° 18: Método de las 5W 1H (2).....	55
GRÁFICA N° 19: Diagrama de Afinidad – Ideas Revueltas.....	56
GRÁFICA N° 20: Diagrama de Afinidad – Ideas ordenadas.....	57
GRÁFICA N° 21: Diagrama de Interrelaciones – Fase Inicial.....	58
GRÁFICA N° 22: Diagrama de Interrelaciones – Fase Final	58
GRÁFICA N° 23: Diagrama de árbol.....	59
GRÁFICA N° 24: Establecimiento de pesos de los criterios.....	61
GRÁFICA N° 25: Matriz de Priorización	61
GRÁFICA N° 26: Fórmulas para calcular el tamaño de muestra con población infinita y finita.....	62
GRÁFICA N° 27: Ubicación de la Empresa Lima Caucho S.A.	65
GRÁFICA N° 28: Llantas Lima Caucho.....	66
GRÁFICA N° 29: Motollantas y Mangueras Industriales	67
GRÁFICA N° 30: Estructura de Llanta Radial	69
GRÁFICA N° 31: Estructura de Llanta de Camión	69

GRÁFICA N° 32: Proceso de Fabricación de llantas.....	70
GRÁFICA N° 33: Estructura Organizacional del GMA	76
GRÁFICA N° 34: Esquema del flujo de material reprocesado.....	82
GRÁFICA N° 35: Compuesto Laminado	82
GRÁFICA N° 36: Devueltos	84
GRÁFICA N° 37: Producción y costos mensuales de Compuesto Laminado.....	86
GRÁFICA N° 38: Gráfica de Pareto de la generación por tipo de Devueltos.....	89
GRÁFICA N° 39: Primer corte de rodantes y costados en máquina Tubuladora de 8”	92
GRÁFICA N° 40: Segundo corte de rodantes y costados en máquina Cortadora de Rodantes	92
GRÁFICA N° 41: Devueltos por cortes de rodantes y costados.....	93
GRÁFICA N° 42: Esquema de corte de rodantes y costados.....	93
GRÁFICA N° 43: Diagrama de Ishikawa – Devueltos por cortes de rodantes y costados	95
GRÁFICA N° 44: Tamaño de muestra para los rodantes.....	98
GRÁFICA N° 45: Tamaño de muestra para los costados.....	101
GRÁFICA N° 46: Tina de enfriamiento de la Tubuladora de 8”	104
GRÁFICA N° 47: Mesa de corte de máquina Cortadora de Rodantes	105
GRÁFICA N° 48’: Esquema de corte en chaflán de rodantes y costados en máquina Cortadora de Rodantes.....	105
GRÁFICA N° 49: Esquema general del sistema de ayuda visual para la operación de 1er corte en 2da faja de Tubuladora de 8”	109
GRÁFICA N° 50: Diagrama de la lógica del funcionamiento del sistema de ayuda visual	113
Gráfica n° 51: Sistema de Ayuda Visual para realizar el 2do corte de los rodantes y costados	114
GRÁFICA N° 52: Interfaz del PLC	115
GRÁFICA N° 53: Rueda Encoder sobre material a cortar	115
GRÁFICA N° 54: Encendido del sistema y marca inicial de corte.	116
GRÁFICA N° 55: Corte de material sobre la marca.	116
GRÁFICA N° 56; Almacenamiento de rodantes o costados en carro libro	117
GRÁFICA N° 57: Tamaño de muestra para los rodantes – mes de diciembre	119
GRÁFICA N° 58: Tamaño de muestra para los costados – mes de diciembre.....	122

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia hemos visto en el mundo y en nuestra realidad que todas las empresas de cualquier sector o rubro buscan ser más competitivos ya sea reduciendo costos, aumentando sus ingresos, mejorando su imagen como institución, ofreciendo un producto de calidad y de muchas formas más.

Un ejemplo son las empresas industriales o de manufactura que en el área de producción buscan administrar eficientemente sus recursos (mano de obra, maquinarias, materia prima y otros), mejorar los procesos y no ajeno a ello está el querer reducir desperdicios y los reprocesos generados en la producción, debido que este problema implica tener que emplear nuevos recursos para realizar esta labor. Por tanto el reproceso representa un costo que repercute en la productividad de cualquier proceso.

Para ello los profesionales y personal involucrado se trazan objetivos y metas, que mediante estrategias, análisis, aplicación de teorías, uso de herramientas y sobre todo el trabajo en equipo buscan cambiar la situación actual y superar la brecha de problemas identificados para llegar a cumplir los objetivos trazados de la organización.

“La metodología PHVA” o también conocido como el “Círculo Deming” o “Ciclo PDCA” es un proceso de mejora continua el cual se puede adaptar y ser aplicada a todo tipo de problemas en diferentes ámbitos, desde procesos productivos, marketing, calidad, administrativos, etc. El cual ha demostrado su efectividad en analizar y resolver problemas para cumplir con las metas y mejorar la situación actual de la empresa.

Lima Caucho S.A., empresa de fabricación de neumáticos para el sector automotriz y otros productos derivados del caucho, como muchas organizaciones, busca mejorar

sus procesos y la calidad de sus productos logrando ser más eficiente y competitivo. Y uno de los grandes problemas que se observan en las diferentes etapas del proceso de producción, es el reproceso del compuesto de caucho, por lo que esta investigación busca reducirlo empleando “La metodología PHVA” el cual nos ayudará identificar y priorizar los problemas críticos, para analizar sus causas, buscar y evaluar posibles contramedidas e implementar soluciones los cuales llevarán a la empresa reducir sus costos de reproceso, aumentar la productividad y promover la mejora continua.

RESUMEN

En este proyecto de investigación se procedió aplicar la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), siguiendo de forma sistemática los 7 pasos de la ruta de la calidad, para reducir el compuesto de caucho reprocesado que se obtiene de los devueltos generados a lo largo del proceso de producción de neumáticos en la empresa Lima Caucho.

Esta investigación empieza por evaluar los problemas identificados en el área de Procesos, para luego seleccionar el primer problema a abordar: “Material reprocesado en la mezcladora Banbury”. Posteriormente, se procede a describir y entender el problema por medio del análisis de la data histórica y de cuantificar los costos que genera para luego establecer una meta y objetivo a cumplir. Se continúa con establecer el plan de actividades para resolver el problema y elaborar un cronograma en donde se establecen responsables y fechas a cumplir.

Una vez de fijar el objetivo y el cronograma del plan de actividades a realizar, se procede a dar el análisis de las causas del problema seleccionado, evaluando factores como el método de trabajo, máquina, mano de obra y supervisión. Teniendo identificado las causas, se plantean propuestas de soluciones a ellas y se planifica como van a desarrollarse. Se procede a implementar las contramedidas de acuerdo al plan establecido dando detalle de los recursos empleados, del funcionamiento y de los cambios que genera en las operaciones. Después se continúa con verificar la efectividad de las soluciones implementadas mediante un análisis cuantitativo y comparativo con respecto al antes y después, también se realiza una evaluación económica del proyecto. Posteriormente, se establece un plan de actividades para estandarizar los cambios implementados y controles para asegurar que continúen los beneficios obtenidos.

Finalmente, se realiza la prueba de la hipótesis de la investigación, se exponen las conclusiones con respecto al análisis del problema abordado y de la implementación de la propuesta de solución, y las recomendaciones para el sostenimiento de los beneficios obtenidos y para continuar con el ciclo de mejora continua.

ABSTRACT

In this research project, we will proceed to apply the PDCA Methodology (Plan, Do, Verify and Act), systematically following the 7 steps of the quality route to reduce the reprocessing of the rubber compound that is obtained from the "returned" throughout of the tire production process at Lima Caucho.

This investigation begins by evaluating the problems identified in the Processes area, and then selecting the first problem to be addressed: "Material reprocessed in the Banbury mixer". Subsequently, we proceed to describe and understand the problem through the analysis of historical data and quantify the costs it generates to then establish a goal and objective to be met. It continues with establishing the plan of activities to solve the problem and to elaborate a schedule where responsible people and dates are established.

After setting the objective and schedule of the activities plan, we proceed to do the causes analysis of the selected problem, evaluating factors such as work method, machine, manpower and supervision. Once the causes have been identified, we propose solutions and then we plan how they will be developed. We proceed to implement the countermeasures accordingly with the plan established, detailing the resources used, the system operation and the changes in the work. Afterwards, we continue to verify the effectiveness of the implemented solutions through a quantitative and comparative analysis with respect to the before and after, also we do an evaluation economic of the project. Afterward, we establish a plan of activities to standardize the changes implemented and controls to ensure that the benefits obtained continue.

In the end, we do the test of the research hypothesis, the conclusions are presented about the analysis of the problem addressed and the implementation of the solution proposal, and the recommendations for the sustainability of the obtained benefits and to continue with the cycle of continuous improvement.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Actualmente Lima Caucho es una empresa manufacturera de neumáticos y otros productos derivados de caucho, provee con estos productos a distribuidores a nivel nacional e internacional. En Perú tiene una participación aproximada del 30% en el mercado nacional de neumáticos y su marca tiene presencia en países como: Chile, Colombia, Ecuador, Costa Rica.

Existe una fuerte competencia en el mercado nacional de neumáticos, la presencia de marcas reconocidas a nivel internacional como GOODYEAR o MICHELIN, también de marcas chinas cuyos productos son más económicos exigen que cada vez más la empresa mejore competitivamente tanto en la satisfacción de sus clientes como en la parte operativa. Es por ello que por parte del área de manufactura busca constantemente aumentar la productividad de la empresa y mejorar la calidad de sus productos siendo más eficientes en sus operaciones, utilizando racionalmente sus recursos y minimizando el impacto al medio ambiente.

Los diferentes departamentos del área de manufactura se han propuesto proyectos los cuales se están implementando mientras que a otros, ya puestos en marcha, se están evaluando los resultados para verificar si se han cumplido los objetivos trazados, entre ellos tenemos:

- Optimizar el funcionamiento de las prensas de vulcanización A20, A21 Y A22 y aumentar la capacidad de producción

- La implementación de equipos auxiliares más modernos para reducir tiempos en operaciones que no agregan valor.
- Reducir en 5 g/neumático el desbalance dinámico de las llantas radiales de pasajero y camioneta.
- Implementar el programa de las 5S en el proceso productivo.
- Reducir el desperdicio verde por debajo de 8.00kg / tonelada de llantas.
- Reducir el compuesto de caucho a reprocesar generado en las diferentes áreas del proceso productivo, para poder reducir costos.

Como podemos apreciar entre los objetivos de la empresa es la reducción del compuesto de caucho a reprocesar, los cuales elevan los costos de producción e inciden directamente en la productividad. Como primera observación se vio que los controles de estos materiales y productos que se reprocesan son mínimos.

Este material a reprocesar se genera en las diferentes áreas de la planta, algunos se pueden considerar de poca incidencia que sin embargo se debe profundizar si es cierta esta afirmación, otros más significativos son inevitables e inherentes al proceso, algunos para su eliminación se requieren un mayor estudio e inversión por los que se debe evaluar si es factible realizarlo. También se tiene desconocimiento de cuantos recursos como energía, insumos, horas hombres, horas máquina, espacio y otros se utilizan al realizar estas actividades, por lo que el área de manufactura se ha propuesto evaluar estos puntos para mejorar la situación actual de la empresa.

1.2 Delimitaciones y definición del problema

1.2.1 Delimitaciones

A. Delimitación espacial

Este proyecto de investigación se realizó en el espacio geográfico de las instalaciones de la empresa Lima Caucho S.A. ubicado en la Carretera Central No 349, Km 1 Santa Anita, Lima – Perú.

B. Delimitación temporal

Este proyecto inició el 26 de Setiembre de 2016 y culminó el 31 de Enero del 2017.

C. Delimitación social

Este proyecto de investigación contó con el apoyo de profesionales e ingenieros de las diferentes áreas como Planeamiento y Control de la Producción, Control de Calidad, Mantenimiento y Producción

D. Delimitación conceptual

Este proyecto de investigación abarca la metodología PHVA para reducir materiales reprocesados en el proceso productivo de la empresa Lima Caucho S.A.

1.2.2 Definición del problema

El material reprocesado, producidas sólo de compuesto de caucho, son aquellos componentes para la fabricación de neumáticos que no cumplen con las exigencias de calidad establecidas, y también son materiales excedentes o sobrantes debido a las características propias de cada etapa del proceso de producción. Estos son posibles de reprocesar para recuperar el compuesto de caucho y reutilizarlos como insumos para la producción de nuevos componentes. Este trabajo de reprocesar el compuesto de caucho genera la necesidad de usar más recursos elevando los costos de producción.

Actualmente no existe un control estricto de la generación del material reprocesado, se tiene como data la cantidad de material reprocesada por tipo de compuesto de caucho, pero no se lleva una estadística de cuánto se reprocesa por cada diferente causa que lo genera. Por lo que:

- ¿La implementación de la “Metodología PHVA” nos permitirá reducir el compuesto de caucho a reprocesar?
- ¿La implementación de “Metodología PHVA” nos permitirá identificar y solucionar las causas que generan el reprocesar este material?

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema principal

¿La aplicación de “La metodología PHVA” permitirá reducir el compuesto de caucho a reprocesar del proceso productivo?

1.4 Objetivos de la investigación

Este proyecto de investigación tiene como objetivo aplicar “La metodología PHVA” para reducir el compuesto de caucho a reprocesar generado en la producción de neumáticos en la empresa LIMA CAUCHO S.A.

1.5 Hipótesis general

H₁: La aplicación de “La metodología PHVA” permitirá reducir el compuesto de caucho a reprocesar del proceso productivo en la empresa Lima Caucho S.A.

H₂: La aplicación de “La metodología PHVA” no permitirá reducir el compuesto de caucho a reprocesar del proceso productivo en la empresa Lima Caucho S.A.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

La aplicación de “La metodología PHVA”.

A. Indicadores

Los indicadores de la variable independiente estarán representados por el nivel de avance de la aplicación de “La metodología PHVA”.

B. Índices

TABLA N° 1: Indicadores e índices de la variable independiente

INDICADOR	ÍNDICE
Nivel de avance de la aplicación “La metodología PHVA”	$\frac{\text{Nº de pasos aplicados}}{4 \text{ Pasos}}$

Fuente: Elaboración propia

1.6.2 Variable dependiente

La variable dependiente del estudio estará representada por los kilos promedio mensual del compuesto de caucho reprocesado y del costo promedio mensual (S/.) que genera.

A. Indicadores

% Variación de los kilos promedio mensual de compuesto de caucho reprocesado y del costo promedio mensual (S/.) que genera con respecto a antes de implementar la metodología PHVA.

B. Índice

TABLA N° 2: Indicadores e índices de la variable dependiente

INDICADOR	ÍNDICE
% de variación de los kilos promedio mensual de material a reprocesar	$\frac{\Delta \text{ Kg mes}}{\text{Kg promedio mes antes de PHVA}}$
% de variación del costo promedio mensual (S/.) del material a reprocesar	$\frac{\Delta \text{ Costo mes}}{\text{Costo promedio mes antes de PHVA}}$

Fuente: Elaboración propia

Δ **Kg mes** = Variación de Kilos mensuales de compuesto de caucho reprocesado después de aplicar la metodología PHVA. Valor con signo + significa incremento y – reducción.

Kg promedio mes antes de PHVA = Kilos promedio mensual de compuesto de caucho reprocesado antes de aplicar la metodología PHVA.

Δ **Costo mes** = Variación del costo promedio mensual (S/.) del compuesto de caucho reprocesado después de aplicar la metodología PHVA. Valor con signo + significa incremento y – reducción.

Costo promedio mes antes de PHVA = Costo promedio mensual del compuesto de caucho reprocesado antes de aplicar la metodología PHVA.

1.7 Viabilidad de la investigación

1.7.1 Viabilidad económica

El presente proyecto de investigación será solventado económicamente por la empresa Lima Caucho S.A.

1.7.2 Viabilidad técnica

El investigador cuenta con los recursos tecnológicos como el internet, computadoras, software de respaldo, información y del apoyo técnico que cuenta la empresa Lima Caucho S.A.

1.7.3 Viabilidad operativa

El investigador cuenta con los conocimientos suficientes sobre “La metodología PHVA” para su correcta aplicación en el campo de estudio y del apoyo del Dpto. de Mantenimiento y Proyectos de manufactura, el cual facilitará la disponibilidad y desarrollo de recursos tecnológicos.

1.8 Justificación e importancia de la investigación

1.8.1 Justificación

El presente proyecto de investigación se realizó con el fin debido de la búsqueda constante de la mejora continua en el proceso de fabricación de neumáticos en la empresa Lima Cauchos S.A., mejorar el aprovechamiento de los recursos y reducir el compuesto de caucho a reprocesar generado en las diferentes áreas de la planta, de esta manera se podrá reducir los costos de producción y ser más competitivo.

1.8.2 Importancia

El presente proyecto de investigación nos dará un levantamiento de información que permitirá tener conocimiento de la situación actual del proceso con respecto a la generación de compuesto de caucho a reprocesar, en donde se planteará alternativas para reducir la generación de este material lo que permitirá reducir el consumo de recursos y por tanto los sobrecostos que estos generan.

1.9 Limitaciones de la Investigación

Este proyecto de investigación tiene como limitación el tiempo necesario para la ejecución de la misma y los recursos tecnológicos que el área de manufactura puede apoyar.

1.10 Tipo y Nivel de la Investigación

1.10.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada debido a que se busca la reducción de material a reprocesarse y reducir los costos que genera en la empresa Lima Caucho S.A.

1.10.2 Nivel de investigación

El estudio será de nivel correlacional en el cual se determinará la incidencia “La Metodología PHVA” para reducir el compuesto de caucho a reprocesar y los costos que genera en la empresa Lima Caucho S.A.

1.11 Modelo y diseño de la investigación

1.11.1 Método de la investigación

Esta investigación es de tipo científica cuantitativa, pues se obtendrá información y datos estadísticos, los cuales serán procesados y analizados.

1.11.2 Diseño de la investigación

El presente trabajo presenta un diseño no experimental de tipo transversal de correlación.

1.12 Técnicas e instrumentos de recolección de información

1.12.1 Técnicas

La técnica que se utiliza es la observación directa, recolección de datos y análisis de estos, uso de recursos tecnológicos para el desarrollo del proyecto.

1.12.2 Instrumentos

- A.** Paquete MS Office
- B.** Instrumentos de medición: Balanza, guincha.
- C.** Recursos tecnológicos que ofrece la empresa Lima Caucho S.A.

1.13 Cobertura de estudio

La cobertura de estudio es el área de Manufactura y Técnica y la planta de producción de la empresa Lima Caucho S.A.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

En trabajos anteriores se encontró aplicación de herramientas similares a esta investigación adaptándolos a la problemática en el contexto en que se encuentren. Entre estos trabajos se encontró:

- “APLICACIÓN DE LAS 7 HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD A TRAVÉS DEL CICLO DE MEJORA CONTINUA DE DEMING EN LA SECCIÓN DE HILANDERÍA EN LA FÁBRICA PASAMANERÍA S.A.” realizado por Sergio Andrés Sánchez Racines en la Universidad de Cuenca - Ecuador en el año 2013.

En este trabajo se aplican aspectos teóricos con respecto a las 7 herramientas de la calidad y círculo de mejora continua en el proceso de hilandería en donde se crea un sistema de aplicación de estas herramientas buscando fomentar una cultura de análisis y de la búsqueda de la mejora continua.

- “APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL PROCESO DE MEZCLA DE EMPAQUES DE CAUCHO PARA TUBERÍA EN LA EMPRESA ETERNA S.A” realizado por Lizette Catalina Zamudio Piñeros y Julián Camilo Hernández en la Pontificia Universidad Javariana - Bogota en el año 2004.

En este trabajo se busca aplicar las herramientas de la calidad para reducir la variabilidad y los productos defectuosos en el proceso de mezcla que se lleva a cabo en la fabricación del compuesto de caucho B-01400.

2.2 Marco Histórico

2.2.1 Historia de la industria del neumático

Desde la antigüedad el hombre tuvo la necesidad de movilizar grandes cargas, debido a las limitaciones de sus fuerzas tuvo que usar su ingenio diseñando herramientas que le permitieran facilitar la labor de desplazar objetos pesados. Entre estos se encuentra la rueda, predecesor de los neumáticos que conocemos hoy en día, el cual se cree que se inventó alrededor de 3500 años antes de Cristo, al principio estas se hicieron de piedra, luego se mejoraron y se fabricaron de madera, incluso otras culturas como los Celtas equiparon las ruedas de madera con anillos de hierro y así esta herramienta se utilizó durante 19 siglos sucesivos.

Antes de mencionar el inicio de la producción de neumáticos es importante y necesario resaltar dos eventos que permitieron posteriormente su fabricación:

En 1839, Charles Goodyear desarrolló lo que hoy conocemos el proceso de vulcanización, este descubrimiento fue vendido a una empresa que actualmente es magnate en el mercado de neumáticos. Sin embargo Goodyear murió en quiebra antes de recibir el reconocimiento por su trabajo.

En 1845, Robert William Thomson inventó la cámara de aire, el cual consistía en inflar con aire el caucho vulcanizado. Sin embargo su idea no fue escuchada y durante las próximas décadas se utilizaron en los vehículos neumáticos llenos y hechos completamente de goma.

El verdadero inicio de los neumáticos inicia con la iniciativa del veterinario John Boyd Dunlop al incorporar al triciclo de su hijo un tubo de caucho inflado con aire y de esta manera nace el recubrimiento de caucho, el comienzo de una gran industria y el establecimiento de los pilares para el primer neumático.

Dunlop presentó la patente de su idea y un fabricante de bicicletas de Belfast empezó rápidamente la producción de ruedas con neumáticos. En esa época la bicicleta se convirtió en un medio de transporte masivo y los

neumáticos del veterinario causaron furor entre los ciclistas debido a la notable mejora en la comodidad de las bicicletas a comparación con las que usaban ruedas macizas de goma los cuales eran muy duras.

Mientras que Dunlop iniciaba la producción de su invento, a finales del siglo XIX los hermanos Michelin llegaron a conocer el neumático cuando un ciclista solicitó la reparación de un pinchazo en su bicicleta a su empresa paterna (fabricante de juguetes de caucho, correas y tubos). Al observar la complejidad del proceso de reparación, decidieron diseñar un modelo desmontable en tres partes para bicicletas, realizado a base de tres aros metálicos atornillados, lográndose así una estructura que se pudiera cambiar en 15 minutos.

Las marcas de neumáticos de Michelin y de Dunlop se hicieron conocidas en Francia y Gran Bretaña respectivamente, posteriormente apareció Firestone, vendedor de carruajes norteamericano, que conoció en 1895 a Henry Ford. Ambos tenían el objetivo conseguir un medio de transporte en masas. En un principio Firestone sólo comercializaba neumáticos europeos, los cuales eran ruedas de caucho macizo. En 1903 fabricó su primer neumático y, en 1904, desarrollo unas cubiertas con cámara. Esto neumáticos fueron comprados por Henry Ford y de esta manera comenzó la historia de Firestone.

Un hecho importante en la evolución de la fabricación de neumáticos fue la búsqueda del caucho sintético. Al final de los siglos XIX y XX el monopolio sobre el caucho natural perteneció a los brasileños, y el precio de estos se elevaron significativamente debido a su alta demanda. Se realizaron muchos intentos para la producir un material que reemplace el caucho natural, sin embargo este proceso resultó no ser viable económicamente.

Fue en la Segunda Guerra Mundial, en la escasez de este material resultado de la invasión de Japón en las plantaciones de caucho del pacífico, un científico llamado Waldo Semon de BF Goodrich Company, quien creó su versión de caucho sintético- Ameripol en 1940. Después de la guerra, las cámaras de aire del caucho sintético casi inmediatamente salieron al

mercado civil. La producción de caucho natural en 1962 igualó la producción del caucho natural y posteriormente llegó a superarlo por completo.

En 1947, BF Goodrich lanzó neumáticos sin cámara. Mientras tanto Michelin lanzó al mercado los neumáticos radiales los cuales revolucionaron el mercado de llantas. Desde entonces los neumáticos no han cesado en evolucionar en su fabricación, se incorporaron a las carcassas alambreadas de acero en las llantas radiales fueron la siguiente innovación, luego a lo largo de los años se continuaron investigando para mejorar la calidad de la goma reduciendo el impacto al medio ambiente en la fabricación de neumáticos.

Actualmente en el Perú la fabricación de neumáticos se realiza solamente en dos fábricas, una de ellas es de la empresa Goodyear y la otra es Lima Caucho S.A. los cuales comparten el 50% del mercado de neumáticos en este país compitiendo con marcas como Michelin, Yokohama, Bridgestone y con diferentes marcas chinas.

2.2.2 Historia de Lima Caucho S.A.

Lima Caucho S.A. inicia sus operaciones desde el año 1955 bajo el nombre de Lima Rubber Company S.A. que es resultado de la unión de dos importantes empresas internacionales de la industria del caucho, como son: THE B.F. GOODRICH Co. de Estados Unidos y la compañía Hulera Euzkadi de México, quienes se asociaron a su vez con un grupo de inversionistas peruanos. Hasta 1976 donde adoptó la razón social que hasta hoy se conoce.

Lima Caucho en los años 1966 y 1975 inicia la producción de mangueras industriales y de llantas OTR respectivamente. En 1980 ya contaba con la producción de llantas para bicicletas y de llantas radiales de serie 60 y 70 para automóviles.

En 1987 BF Goodrich transfiere sus acciones a Chemical Distribution BV, de nacionalidad holandesa, que mantuvo el control hasta el mes de agosto de 1998, fecha en que transfirió sus acciones a la empresa MAVALLE LTDA., también de nacionalidad colombiana. A su vez, la firma MAVALLE LTDA a

inicios de 1999, transfirió el total de su paquete accionario a la firma extranjera SEASON GROUP LIMITED.

En el año 2000 obtiene la certificación ISO 9001:2000 el cual ha renovado a la certificación ISO 9001:2008. El 20 de octubre del 2005 SEASON GROUP LIMITED transfirió el 50% de su paquete accionario a la empresa Colombiana COMERCIALIZADORA DE LLANTAS UNIDAS S. A. En el mes de mayo de 2008, Season Group Limited transfirió sus acciones a Blue Orbis Corp una sociedad constituida bajo las leyes de la República de Panamá.

Actualmente cuenta con la certificación ISO 14000:2004 logrando así un Sistema Integrado de Gestión de Calidad y Ambiente. Hasta hora Lima Caucho S.A. continua con la producción de neumáticos del tipo radial textil, llantas convencionales, para Camión, OTR, Mineras y de productos industriales buscando siempre ser más competitivo en el mercado de neumáticos.

2.2.3 Evolución de la Gestión de la calidad

La calidad es un campo que se viene viendo desde mucho tiempo, desde la producción artesanal hasta la industria como la conocemos actualmente, en un principio era una competencia exclusiva para el departamento de calidad para ser hoy un tema que involucra a todos los departamentos de la organización.

“En opinión de Juran (v. Juran, 1994), la historia de la gestión de la calidad empieza como reacción a un efecto no deseado de la revolución taylorista, que significó la introducción de la organización científica del trabajo. La presión por la productividad y la separación de funciones condujo a una pérdida de interés por la calidad. Los departamentos de la calidad se dedicaban, básicamente, a la inspección del producto, enfrentados, a menudo, con los departamentos de producción. Esta situación duró hasta medianos de los años 50”.¹

¹ Fuente: Griful Ponsati, Eulalia y Canela Campos, Miguel Ángel. Gestión de la Calidad. España, Barcelona, Ed. Univ. Politéc. de Catalunya, 2010. 44 pp.

A principios de los años 30, Walter A. Shewhart inicia la teoría actual de la gestión de la calidad y es considerado como precursor de la calidad por introducir los principios del control estadístico de procesos y gráficos de control con el objetivo de mantener estables los procesos productivos y también fue el primero en formular el Ciclo PDCA o PHVA también llamado ciclo de mejora continua, pero quién realmente difundió y popularizó esta metodología fue W. Edwards Deming cuyo concepto de la calidad era la satisfacción del cliente y resaltaba la importancia del control de los procesos haciendo uso de métodos científicos y estadísticos.

En los años 40, la producción en masa aumento considerablemente haciendo imposible la inspección al 100% de los productos fabricados. Por lo tanto, en Estados Unidos surgió la aplicación de técnicas estadísticas basadas en el muestreo y se publicaron en normas militares destinadas a formalizar el control de calidad de los productos de sus proveedores. EEUU en la segunda guerra mundial impulsa a través del War Production Board una fuerte campaña de difusión de las técnicas estadísticas de control de calidad.

La producción de EEUU durante la guerra fue cuantitativamente, cualitativa y económicamente muy satisfactoria, parte de ello se debe a la introducción del control estadístico de la calidad, que también generó avances tecnológicos. Ciertas técnicas estadísticas del control de calidad llegaron incluso considerarse como secreto militar por EEUU y Reino Unido.

Por otro lado en Japón, en tiempos de preguerra y de la guerra mundial se introducían el método de Taylor, normas británicas las cuales eran consideradas como el enfoque más moderno de la producción industrial.

Durante la posguerra, EEUU quedó frente al mundo como el único productor de bienes y de servicios de calidad, incluso su infraestructura no tuvo daños. Durante la época de los años 40 y 50 la producción de EEUU era considerada superior a los de Alemania y Japón, toda su producción era vendida, como consecuencia se fue perdiendo la preocupación por la

calidad de los productos llegando a perderse y abandonar las mejoras y técnicas de calidad que se obtuvieron en durante la guerra.

Deming y Juran expusieron en Japón la situación por la que pasaba EEUU, y con Feigenbaum difundieron que es necesario que cada departamento se responsabilice por la gestión de la calidad total basada en el enfoque estadístico de Deming. La industria japonesa asimiló y adoptó seriamente los conceptos de calidad e implementaron técnicas para lograr la mejora continua en sus procesos logrando obtener productos con niveles de calidad y fiabilidad superiores a los americanos. De esta forma los productos japoneses empezaban a introducirse al mercado occidental.

En 1962, en Japón se inicia la formación de círculos de calidad, se promueve el uso de herramientas de mejora continua (Las 7 herramientas de Ishikawa). Se buscaba que todo el personal participe y sean responsables de la calidad, se tomaba en cuenta mucho la importancia del factor humano. Ishikawa buscaba adoptar un sistema en donde se aproveche la capacidad de todos para la mejora de la calidad y también lograr el beneficio de las personas y de la empresa.

En los años 80, EEUU comenzó a considerar la importancia de la calidad nuevamente, busca acercarse a las ideas de Japón y adopta la idea de involucrar a todo el personal en la consecución de la mejora de la calidad. De este modo se concluye que el desarrollo de occidente se considera evolutivo mientras que de Japón se describe como revolucionario.

En el siglo XX, la gestión de la calidad ya se consideraba un factor competitivo para todos los países industrializados y de esta forma se crearon organizaciones para recopilar información y tecnología con respecto al tema, por ejemplo:

- La Organización Americana para el Control de la Calidad (ASQC) en EEUU.
- La Unión Japonesa de Ingenieros y Científicos (JUSE) en Japón.

- La Organización Europea para el Control de la Calidad (EOQC) en Europa.
- La Asociación Española para el Control de la Calidad (AECC) en España.

En 1980, se elaboró el modelo de Aseguramiento de la Calidad por el comité técnico ISO/TC176 y en 1987 aparecen las primeras normas de la serie ISO 9000. Desde entonces han aparecido nuevas versiones hasta la actualidad.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 El ciclo PHVA

El ciclo PHVA o ciclo de mejoramiento continuo le daremos una pequeña descripción según se muestra en la siguiente cita.

“El ciclo Planificar - Hacer - Verificar - Actuar fue desarrollado inicialmente en la década de 1920 por Walter Shewhart, y fue popularizado luego por W.Edwards Deming, razón por la cual es frecuentemente conocido como “Ciclo de Deming”. Dentro del contexto de un SGC, el PHVA es un ciclo dinámico que puede desarrollarse dentro de cada proceso de la organización y en el sistema de procesos como un todo. Está íntimamente asociado con la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto en la realización del producto como en otros procesos del sistema de gestión de la calidad”.²

El Ciclo PHVA o de Deming consiste en 4 etapas:

A. (P) Planear

En esta etapa se define los planes y la visión de la meta dónde quiere llegar la organización en un determinado tiempo, para ello debe realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa, definir el problema a solucionar, analizar sus causas, desarrollar una posible solución teórica y un plan de trabajo para ejecutar la solución.

² Fuente: Perez, Pastor y Múnera Francisco. Reflexiones para implementar un sistema de gestión e calidad (ISO9001:2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria., Bogotá, Ed. Universidad Cooperativa de Colombia, 2007. 50 pp.

B. (H) Hacer

En esta etapa se realiza lo que es la ejecución del plan de trabajo, controlando y midiendo las tareas y el tiempo real con respecto a lo teórico, para este control es necesario el uso de herramientas, una de ellas es la Gráfica de Gantt.

C. (V) Verificar

En esta etapa comparamos los resultados reales obtenidos, después de ejecutar el plan de trabajo, con los planificados, para ello es necesario haber establecido y definido un indicador que nos permita medir estos resultados.

D. (A) Actuar

En esta etapa se concluye el ciclo de PHVA y se realiza la sistematización y documentación de los cambios realizados al ejecutar el plan de trabajo, en caso no se haya obtenido los resultados deseados, inmediatamente se corrige la solución teórica y se realiza un nuevo plan de trabajo.

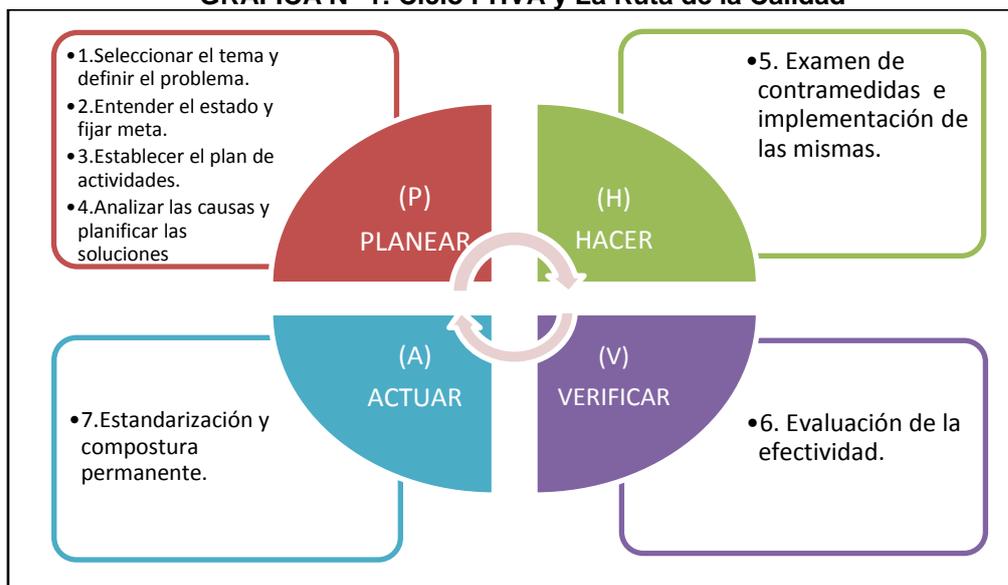
Es importante comprender que el Ciclo PHVA es un proceso continuo de mejora, por tanto una vez obtenido los resultados deseados es necesario continuar con establecer una nueva meta y repetir el ciclo, he ahí el objetivo de la mejora continua.

2.3.2 La Ruta de la Calidad

También conocido como Proceso de Resolución de Problemas dentro de la organización. En un principio era mayormente utilizado sólo para reportar las actividades realizadas por el grupo de mejora continua después de resolver un problema, pero después se convirtió en un proceso formal de resolución de problemas. Esta metodología consiste en 7 pasos, los cuales siguen de forma sistemática el Ciclo PHVA, es empleado para abordar cualquier tipo de problema, analizar sus causas y solucionarlos.

En la siguiente gráfica se muestra los pasos de la ruta de calidad agrupados en cada etapa del Ciclo PHVA.

GRÁFICA N° 1: Ciclo PHVA y La Ruta de la Calidad



Fuente: Elaboración propia

En muchos entornos prefieren no seguir una metodología científica y la califican de tedioso. Pero la razón por la cual se debe optar por ella es la siguiente:

“La razón es que en la resolución de problemas, es sumamente importante analizar los datos y lograr un diagnóstico o juicio acorde con la evidencia científica. En otras palabras, los operadores del piso deben observar las condiciones de operación, recolectar datos y analizar los problemas usando la evidencia, fundamentada en la observación. Si uno no se sustenta en datos, y emite juicios basándose en sus propias experiencias y emociones, es poco probable que el problema se resuelva de una manera más rápida y eficiente. Por tanto, usar un procedimiento ya probado y a la vez aprovechar las peculiares habilidades de cada quien, es un camino seguro en la resolución de problemas”.³

A continuación entraremos en detalle sobre el ciclo de PHVA y de cada paso de la Ruta de la Calidad siguiendo de forma sistemática el Círculo de

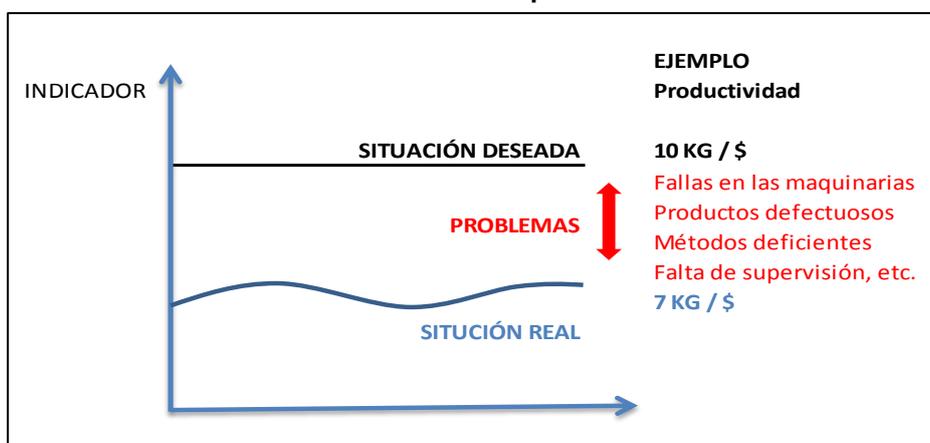
³ Art. Cit. Fukui, Ryu y otros. Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad - Volumen II, México, 2003. 39 pp.

Deming, como se implementa y las herramientas que podemos usar en cada paso.

A. PASO 1: Seleccionar el tema y definir el problema

Antes de comenzar a explicar en qué consiste este paso, debemos tener en claro lo que entendemos por problema. “El problema se define como resultado no deseado de un trabajo, la desviación con respecto a un estándar o una norma de funcionamiento, o la desviación con respecto al deber ser”.⁴

GRÁFICA N° 2: El problema



Fuente: Elaboración propia

En esta primera etapa, el grupo encargado de llevar a cabo el proyecto de mejora, se debe seleccionar el problema que se le dará solución, según el criterio de los integrantes. Con este primer paso se busca y se quiere establecer una visión clara del objetivo a lograr.

Las actividades que se deben realizar en este primer paso son:

- Toma de conocimiento de los objetivos y las metas de la organización.
- Identificación de los problemas prioritarios, comparando los resultados obtenidos con lo previsto. Para ello pueden utilizarse histogramas, gráficos de control o gráficos varios, así como el diagrama de Pareto.

⁴ Fuente: Fernández García, Ricardo. La Mejora de la Productividad en la Pequeña y Mediana Empresa, San Vicente (Alicante), Ed. Club Universitario, 2013. 107 pp.

- Se debe seleccionar un problema considerando su importancia y el objetivo de mejora como la calidad, productividad, medio ambiente, seguridad, servicio, etc. En este punto se puede emplear una matriz de priorización considerando los factores que sean convenientes según el grupo de mejora.

B. PASO 2: Entender el estado y fijar meta

En esta etapa el objetivo principal es reunir toda la información relacionada con el tema o problema seleccionado, para que se pueda establecer un conjunto definido de metas.

Es importante que la información obtenida explique diferentes puntos de vista relacionado con el problema, como los síntomas que manifiesta, su magnitud e impacto (económico, ambiental, social, etc.), su comportamiento en el tiempo (turno, día, semana, mes, etc.), en qué contexto o lugar se produce, que tipo de problema y a quienes afecta.

En esta etapa ayuda el revisar resultados e indicadores de periodos anteriores, analizar el proceso en donde se manifiesta el problema empleando herramientas de control de calidad y estratificar los datos relacionados al problema.

Es necesario establecer indicadores de control para medir la magnitud del problema, por ejemplo: Eficiencia de trabajo, número de quejas de los clientes, número de defectos, número de accidentes, etc. Después es necesario fijar las metas a cumplir en un determinado periodo. Ésta meta debe ser medible, factible y que los beneficios a obtener sean lo suficientemente atractivos para la organización, por ejemplo: Reducir el desperdicio de materiales en un 10% al cabo de 3 meses.

C. PASO 3: Establecer el plan de actividades

Después de seleccionar el problema y comprender todo lo relacionado a ella, se debe proceder a elaborar un plan de actividades que abarque todos los pasos de la ruta de la calidad, se debe considerar en el plan las respuestas a las 5W1H (por las siglas en inglés de What, Why, When, Where, Who y How, correspondientes al Qué, Por Qué, Cuándo, Dónde, Quién y Cómo) para establecer Qué se va a atacar, su justificación (por qué), los detalles del plan en el tiempo (cuándo) y el lugar (dónde), qué recursos estarán involucrados (quiénes) y las acciones a seguir (cómo). En la siguiente tabla, se muestra un ejemplo del plan de actividades, el cual tiene un formato similar a una Gráfica de Gantt.

TABLA N° 3: Plan de Actividades

¿POR QUÉ?	¿QUÉ?	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?						¿CÓMO?	¿DÓNDE?
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN		
OBJETIVO	PASO	RESPONSABLE							HERRAMIENTA	LUGAR
FIJAR OBJETIVO	SELECCIONAR EL TEMA	GERENCIA DE MANUFACTURA	X						MATRIZ DE DECISIONES	OFICINA
RECOPIRAR INFORMACIÓN RELACIONADO AL PROBLEMA	COMPRENDER LA SITUACIÓN	ING. LEÓN	X	X					DIAGRAMA DE PARETO	PLANTA
ESTABLECER CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	PLANEAR ACTIVIDADES	ING. GOMÉZ		X					GRÁFICA DE GANTT	OFICINA
IDENTIFICAR LA CAUSA RAÍZ	ANALIZAR LAS CAUSAS	GRUPO DE MEJORA			X				DIAGRAMA DE ISHIKAWA	PLANTA
DAR SOLUCIONES Y EJECUTARLAS	EXAMEN DE CONTRAMEDIDAS Y SU IMPLEMENTACIÓN	GRUPO DE MEJORA				X	X		HISTOGRAMA	PLANTA
EVALUAR SOLUCIONES	EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD	ING. PÉREZ					X		HISTOGRAMA GRÁFICOS DE CONTROL	PLANTA
MANTENER LO OBTENIDO	ESTANDARIZACIÓN Y COMPOSTURA PERMANENTE	GRUPO DE MEJORA						X	PROCEDIMIENTOS	OFICINA

Fuente: Elaboración Propia

D. PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Este paso es considerado el más importante en el proceso, ya que en él se busca identificar la causa raíz del problema y se muestra lo que es necesario cambiar. En esta etapa es necesario identificar todas las posibles causas, evaluar la correlación entre las causas identificadas y los efectos (problemas observados), decidir y

seleccionar la más crítica. Se debe proceder a proponer soluciones a la causa raíz, seleccionar la mejor de ellas y establecer un plan detallado para implementarla.

A continuación mostramos más detalle sobre el análisis de causas:

- **Enumerar todas las causas posibles del problema**, en este punto es útil hacer una lluvia de ideas sobre las causas del problema seleccionado. Se debe generar todas las posibles causas relacionadas al problema hasta agotar todas las ideas.
- **Mostrar la relación entre las causas**, se debe agrupar las causas relacionándolas de acuerdo con la mano de obra, el método, la máquina, los materiales y el entorno en un diagrama de causa efecto. Se debe profundizar en cada causa para obtener un análisis más detallado.
- **Identificar las causas**, se debe analizar los datos recopilados y validar las causas, es decir se debe corroborar si realmente producen el efecto (problema) que deseamos eliminar o reducir.
- **Seleccionar las causas raíz**, éstas se obtendrán de las causas validadas. Los cuales deben tener una relación directa con el problema.
- **Seleccionar la causa raíz más crítica**, El círculo selecciona entre las causas raíz aquella que tenga la relación más directa con el problema.
- **Enumerar todas las soluciones posibles para eliminar la causa raíz más crítica**, se puede hacer una lluvia de ideas de los miembros encargados del proyecto de mejora.
- **Seleccionar la mejor solución**, se puede emplear una matriz de decisiones para evaluar y seleccionar la mejor solución.
- **Establecer un plan detallado**, se profundiza en los detalles de la implementación de la solución, como establecer un cronograma de las actividades a realizar con responsables y plazos de entrega.

E. PASO 5: Examen de contramedidas y su implementación

Después de identificar las causas, seleccionar y planificar la contramedida, se debe proceder a implementar las actividades planificadas para ejecutar la solución. Para realizar este paso es necesaria la participación del personal involucrado para llevar a cabo lo siguiente:

- **Implementar los planes de acción**, esta parte es crucial porque se necesita el compromiso de todos para ejecutar las operaciones planificadas.
- **Monitorear las actividades y resultados**, es necesario supervisar que el trabajo que se esté realizando sea tal cual se ha planificado, es decir que vaya de acuerdo a los procedimientos establecidos, especificaciones y fechas planeadas.

F. PASO 6: Evaluación de la efectividad

Después de implementar las contramedidas llega la etapa de constatar si se ha logrado alcanzar los objetivos iniciales. Es importante mencionar aquí que, si el resultado no alcanzó la meta, el proceso deberá realizarse nuevamente desde las etapas anteriores para realizar las correcciones y/o modificaciones necesarias. Para realizar este paso debemos realizar lo siguiente:

- **Identificar los resultados tangibles e intangibles**, los resultados tangibles son aquellos que podemos medir, decir son cuantificables, por ejemplo: Reducir la tasa de defectos en un producto en cierto porcentaje. Con respecto a los resultados intangibles son del tipo cualitativo, un ejemplo es la mejora del trabajo en equipo entre los miembros.
- **Verificar los resultados**, en este punto el grupo de mejora debe verificar los resultados durante un periodo de tiempo determinado. Por ejemplo: ¿La reducción desperdicio de materiales al 15% se ha mantenido en dos semanas, un mes, trimestre, etc.?

- **Comparar los resultados tangibles con las metas**, el grupo de mejora deberá comparar los resultados obtenidos de las contramedidas con la meta establecida en los pasos anteriores, de esta forma se podrá decir si se ha logrado cumplir con los objetivos deseados.

G. PASO 7: Estandarización y permanencia

Después de verificar la efectividad de la contramedida implementada, se debe proceder a estandarizar y mantener lo logrado, elaborar procedimientos y manuales de entrenamiento para el personal involucrado. Se realizarán evaluaciones con el propósito de asegurarse que el proceso se mantenga apropiadamente. Como último paso el grupo de mejora deberá determinar el siguiente problema a abordar para continuar con el ciclo de mejora continua. Para realizar este paso debemos realizar lo siguiente:

- **Estandarizar la solución**, se debe asegurar de mantener la contramedida implementada con base a procedimientos. En caso no se haya obtenido los resultados deseados se debe regresar al paso de análisis de causas.
- **Capacitar a los empleados en el nuevo procedimiento estándar de operación (PEO)**, es necesario que el nuevo procedimiento esté al alcance y comprensión de todo el personal involucrado a mantener la contramedida, por lo tanto la capacitación debe ser clara e inmediata para evitar a regresar a realizar el trabajo antes de implementar la solución al problema.
- **Verificar que se mantenga el PEO**, se debe monitorear por un periodo de tiempo el cumplimiento del nuevo procedimiento. En caso no se realice, se deberá identificar las razones y aplicar las medidas correctivas necesarias.
- **Seleccionar el siguiente problema a abordar**, el ciclo de mejora continua no se termina cuando se encuentra la solución al problema, es necesario continuar con el paso inicial del ciclo. Se puede abordar el segundo problema más

crítico identificado en el ciclo anterior o atacar otro problema que sea más urgente.

2.3.3 Las 7 herramientas de calidad

Anteriormente dentro del proceso de la ruta de la calidad se ha mencionado herramientas y técnicas, los cuales definiremos y explicaremos su importancia en la siguiente cita.

“La aplicación de técnicas estadísticas de control de calidad ha permitido un elevado grado de profesionalización de esta función. Los métodos de resolución de problemas juegan un rol muy importante en la mejora de la calidad estadística. Desde los años 60s, los trabajadores, operarios e ingenieros de la industria japonesa han utilizado simples métodos que se conocen como las **siete herramientas de la calidad**. Estas herramientas son utilizadas para analizar la realidad y presentar los resultados de la mayoría de sus problemas. Hoy en día, son conocidas en todo el planeta, enseñadas en universidades como herramientas para la total organización de mejora de la calidad, y son frecuentemente incorporadas en sistemas de gran escala para procesos de control estadísticos”.⁵

Las 7 herramientas de la calidad son:

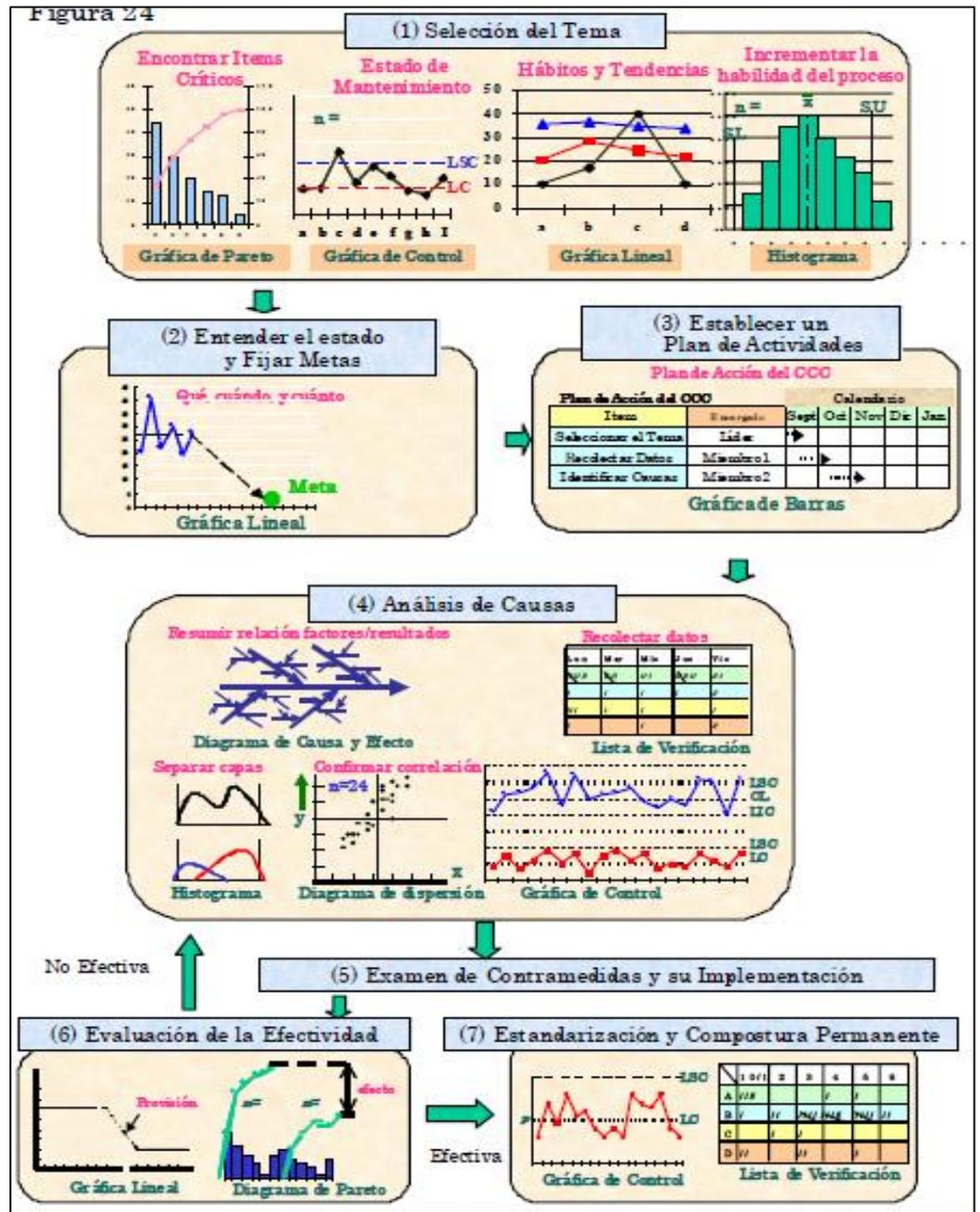
- Graficas de Frecuencia (Histogramas).
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Causas y Efecto (Diagrama de Ishikawa).
- Gráficas de Control.
- Hoja de Verificación.
- Diagrama de Dispersión.
- Estratificación.

En el proceso de resolución de problemas, el empleo de estas herramientas se adapta a las necesidades de obtención, procesamiento y análisis de información referente a los temas abordados. Cabe decir que los analistas tiene la libertad de escoger como usar las herramientas y en qué etapa del

⁵ Fuente: Carro, Roberto y González, Daniel. Administración de la Calidad Total, España, Ed. Universidad Mar de Plata, 2008. 24 pp.

proceso usarlas. En el siguiente diagrama muestra los pasos para la resolución de problemas y las herramientas que se pueden usar en cada una de ellas.

GRÁFICA N° 3: Diagrama de flujo de procesos para las herramientas de calidad



Fuente: Fukui, Ryu y otros. Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad - Volumen II, México, 2003. 49 pp.

A. Gráficas de Frecuencia (Histogramas)

El histograma es una herramienta gráfica de barras que nos muestra la distribución de un conjunto de datos cuantificados con respecto a un parámetro a analizar, a través de un orden establecido y/o una clasificación. A través de ella nos permite visualizar fácilmente la ocurrencia de eventos, la variabilidad del sistema y de esta forma identificar anomalías y la tendencia con respecto a un fenómeno.

Para la construcción de este diagrama, se realiza de la siguiente manera:

- Recolectar y acomodar los datos con respecto a una variable o parámetro a analizar.
- Calcular el rango de los datos (R):

$$R = \text{Valor máximo} - \text{Valor mínimo.}$$

- Determinar el número de clases o intervalos (k), el cual puede ser a criterio personal o a través de la siguiente fórmula:

$$k = \text{Raíz cuadrada del número total de datos.}$$

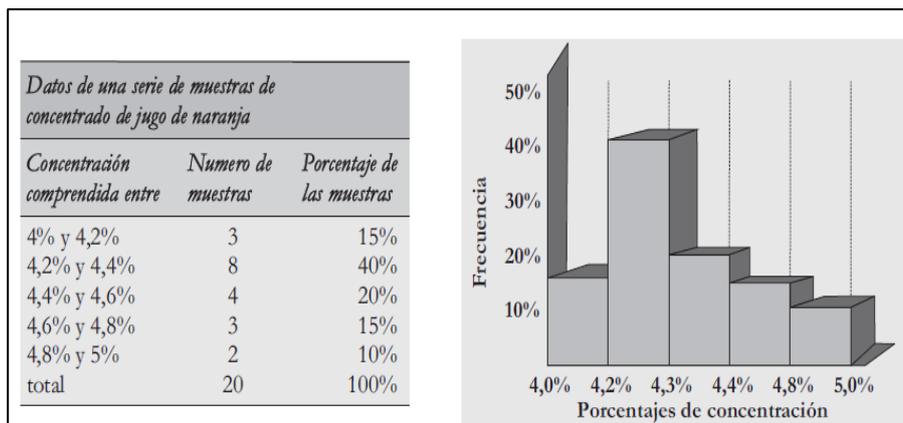
- Determinar la amplitud (h) de los intervalos, haciendo:

$$h = R / k$$

Se debe redondear el valor obtenido a un múltiplo exacto de la precisión de los datos.

- Se debe establecer claramente los límites de los intervalos para evitar errores al asignar los valores en ellos.
- Rellenar la tabla de frecuencias, indicando el número de veces que aparecen los datos en los intervalos.
- Construir la gráfica.

GRÁFICA N° 4: Histograma



Fuente: Carro, Roberto y González, Daniel. Administración de la Calidad Total, España, Ed. Universidad Mar de Plata, 2008. 25pp.

B. Diagrama de Pareto

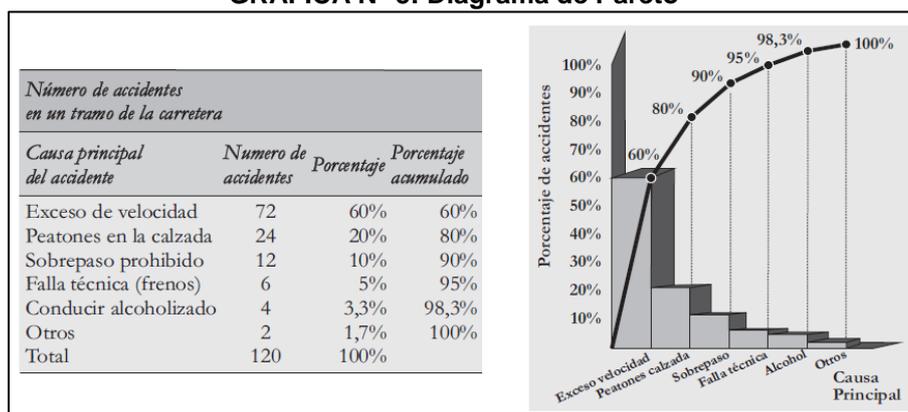
Es una herramienta que nos permite determinar prioridades con respecto a problemas o causas de un sistema. En el cual se debe ordenar de mayor a menor los problemas o causas identificadas. Esto demuestra que algunas destacan más que otras y de esta forma se puede identificar las prioridades a resolver.

Al Diagrama de Pareto se aplica lo que comúnmente es denominado la regla 80/20, el cual es una forma que cuantifica que la minoría de causas (20%) resuelve la mayoría de los problemas (80%) y la mayoría de las causas (80%) sólo resuelve la minoría de los problemas (20%).

Estos valores porcentuales en la regla 80/20 no son absolutos, por lo que pueden variar según como sea conveniente para los analistas.

En la siguiente gráfica nos muestra cómo deben ordenarse los datos, según su frecuencia de mayor a menor, calcular su frecuencia porcentual, para luego representarlos en el diagrama.

GRÁFICA N° 5: Diagrama de Pareto



Fuente: Carro, Roberto y González, Daniel. Administración de la Calidad Total, España, Ed. Universidad Mar de Plata, 2008. 25pp.

C. Diagrama de Causas y Efecto (Diagrama de Ishikawa)

Ésta herramienta muy útil que también es conocida como “Diagrama de Espina de Pescado” o “Diagrama de Ishikawa” que nos permite definir un efecto (problema), identificar y clasificar las posibles causas y variables de un proceso, en forma gráfica, permitiendo el análisis de trabajo en grupo.

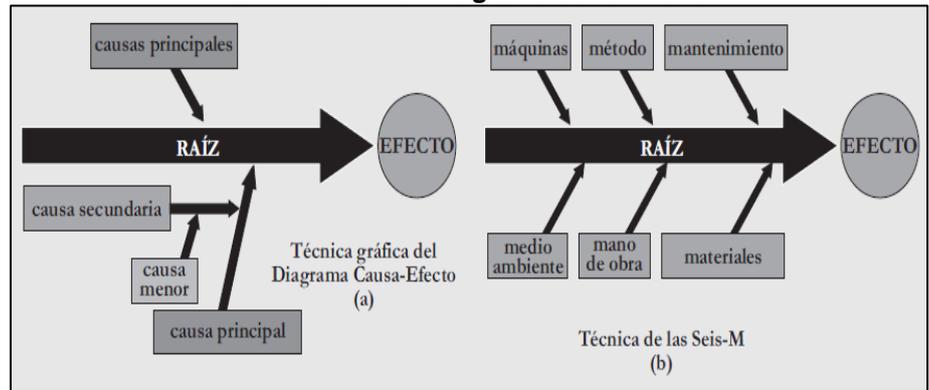
“El uso de este diagrama te ayuda a entender los problemas complejos de calidad. La utilización sistemática de esta técnica permite realizar un análisis exhaustivo del problema y hace posible, además, el planteamiento de las soluciones más idóneas para las causas principales y secundarias más importantes. Este diagrama es el resultado de la implementación de la técnica brainstorming en donde todos los miembros del grupo ofrecen ideas innovadoras sobre cómo mejorar un producto, proceso o servicio”.⁶

Este diagrama está conformado por una línea principal (flecha que va hacia la derecha), que al final de ésta se ubica el efecto (problema o consecuencia) a analizar. A lo largo de la línea principal salen líneas oblicuas que representarán las causas principales, que normalmente son: Mano de obra, materiales, medio ambiente, máquinas, método, mantenimiento. No necesariamente se deben analizar todas, esto

⁶ Fuente: Carro, Roberto y González, Daniel. Administración de la Calidad Total, España, Ed. Universidad Mar de Plata, 2008. 27pp.

dependerá del caso que se esté analizando. Incluso es posible emplear otra clasificación de las causas principales si es que el estudio lo amerita. A partir de las líneas oblicuas salen otras líneas, las cuales representan las causas secundarias y de éstas pueden salir otras que representarían las causas menores. Se puede continuar ampliando más las ramificaciones si resulta ser conveniente para el análisis.

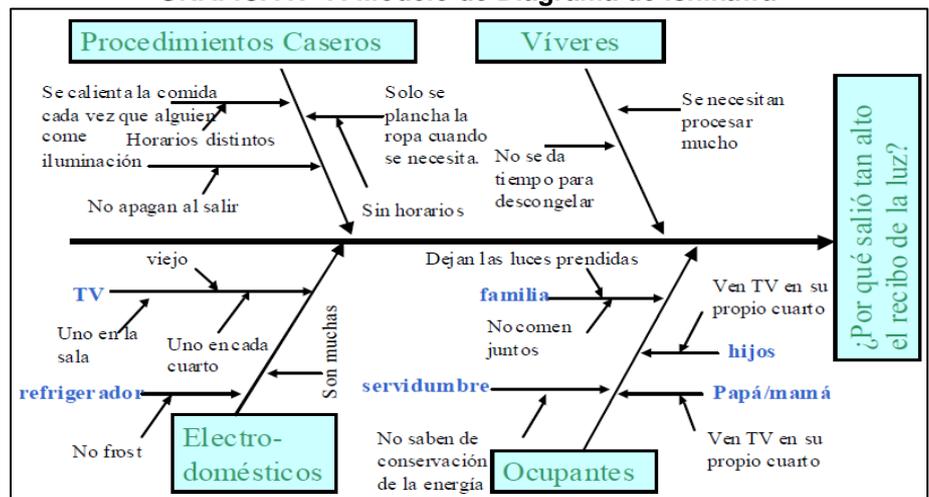
GRÁFICA N° 6: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Carro, Roberto y González, Daniel. Administración de la Calidad Total, España, Ed. Universidad Mar de Plata, 2008. 27pp.

Como se mencionó anteriormente la clasificación de las causas principales pueden llegar a ser otras según el caso a analizar. En la siguiente gráfica se muestra un modelo de lo que se ha dicho.

GRÁFICA N° 7: Modelo de Diagrama de Ishikawa



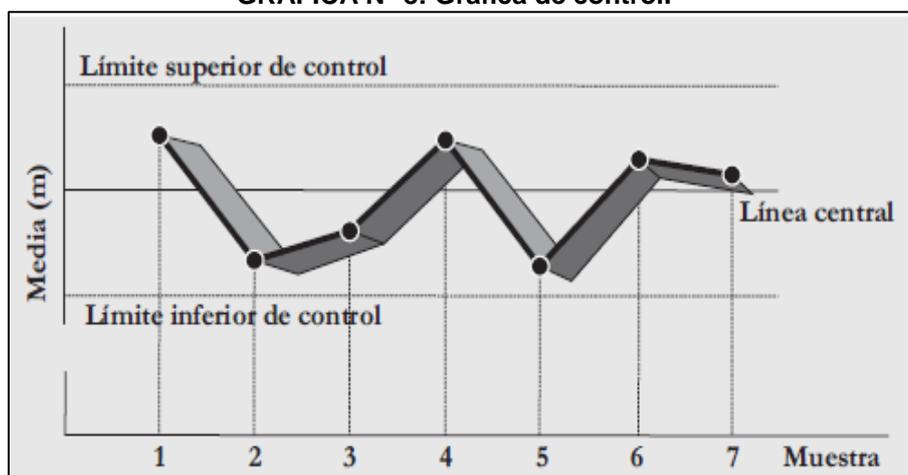
Fuente: Fukui, Ryu y otros. Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad - Volumen II, México, 2003. 57 pp.

Es muy importante entender que en la resolución de problemas se deben identificar y analizar la causas que originan los efectos no deseados, ya que el sólo limitarse a eliminar o reducir el efecto del problema puede llegar a ser más perjudicial que al inicio. Por lo tanto la idea de solucionar un problema consiste en atacar las causas y no los efectos.

D. Gráficas de Control

Es una herramienta por el cual sirve para controlar y analizar la variación de un determinado proceso para posteriormente identificar sus causas. Tiene el formato de una gráfica lineal, en el cual se deben establecer, de forma estadística o por convención, los límites superior e inferior a ambos lados de la línea media que representa el valor deseado en el producto o resultado de una variable en el proceso. Los límites de control sirven de señales de alerta para el personal involucrado. De esta forma se pueden realizar seguimientos a los datos mostrados de la gráfica para identificar el motivo de las variaciones observadas.

GRÁFICA N° 8: Gráfica de control.



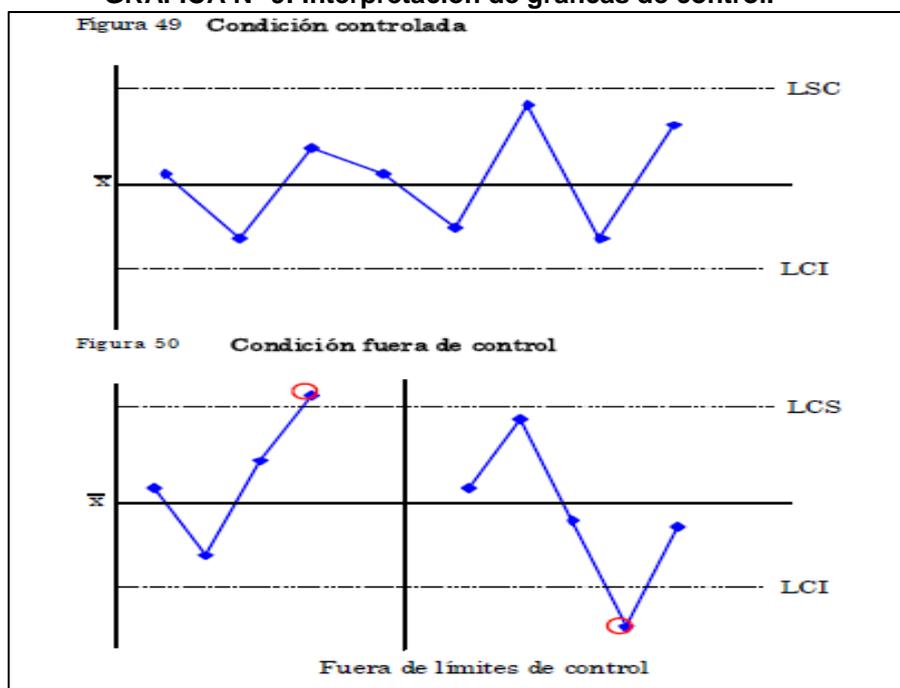
Fuente: Carro, Roberto y González, Daniel. Administración de la Calidad Total, España, Ed. Universidad Mar de Plata, 2008. 31pp.

Entre los usos más comunes de las gráficas de control podemos encontrar:

- Sirve para comprender de un vistazo e identificar claramente el estado de la operación (bueno / malo, normal / anormal, correcto / incorrecto).
- Para monitorear las tendencias y cambios durante ciertos lapsos y de ese modo, permitir a los usuarios identificar eventos anormales en etapas tempranas de la operación.

Con respecto a la interpretación de las gráficas de control, los datos a controlar se deben visualizar en las gráficas de control como puntos, éstos se ubicarán dentro o fuera de los límites dependiendo del estado del proceso. Por lo tanto es fácil entender que si los puntos se encuentran dentro de los límites especificados como en la gráfica n°8, nos dará a entender que el proceso está bajo control y de lo contrario, son evidencias que existen alguna anomalía en el proceso que afecta a los resultados. En las siguientes gráficas se puede visualizar lo descrito anteriormente.

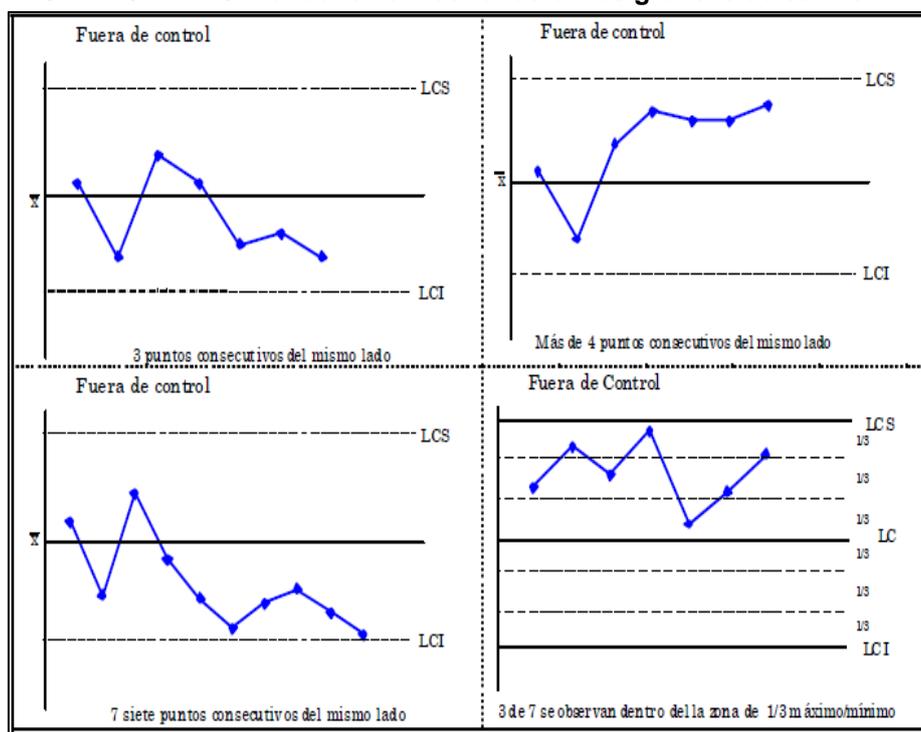
GRÁFICA N° 9: Interpretación de gráficas de control.



Fuente: Fukui, Ryu y otros. Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad - Volumen II, México, 2003. 72 pp.

También es importante resaltar los casos en que si bien los puntos están dentro de los límites, éstos pueden mostrar una tendencia a estar sobre o por debajo de la línea central, éstos casos se pueden considerar que alguna causa debe estar incidiendo en los resultados para que ellos tengan este comportamiento, los cuales es conveniente analizar para identificar posibles anomalías en el proceso.

GRÁFICA N° 10: Tendencias mostradas en las gráficas de control.



Fuente: Fukui, Ryu y otros. Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad - Volumen II, México, 2003. 72 pp.

E. Hojas de Verificación

Las hojas de verificación o también llamadas de comprobación son formatos que nos ayudan a registrar datos de forma organizada. Los datos recolectados deben estar bien ordenados, ser verídicos y confiables de tal forma que se puedan analizar con facilidad.

La información registrada en las hojas nos sirve para poder validar problemas, registrar sucesos, causas, de un determinado proceso,

como también nos ayuda a verificar los resultados obtenidos de un proyecto implementado.

El formato y diseño de estas hojas son elaborados de tal forma que se adapte a las necesidades del personal que realice el estudio. Es recomendable que el formato incluya partes en donde se pueda registrar datos básicos del registro como la fecha, el lugar o zona, el nombre del observador, título referente al análisis y otro dato que se considere necesario.

GRÁFICA N° 11: Hoja de verificación

HOJA DE COMPROBACIÓN		
Producto: Bicicleta – 32	Fecha: 23-ene	
Etapas: Inspección final	Identificación: Pintura	
Ctd. inspeccionada: 2217	Inspector/Operador: Alicia Morales	
Tipo de no conformidad	Registro	Total
Ampolla		21
Poca aspersión		38
Gotas		22
Mucha aspersión		11
Salpicaduras		8
Corrimientos		47
Otras		12
	Total	159
Cantidad No conformes		113

Fuente: Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 85 pp.

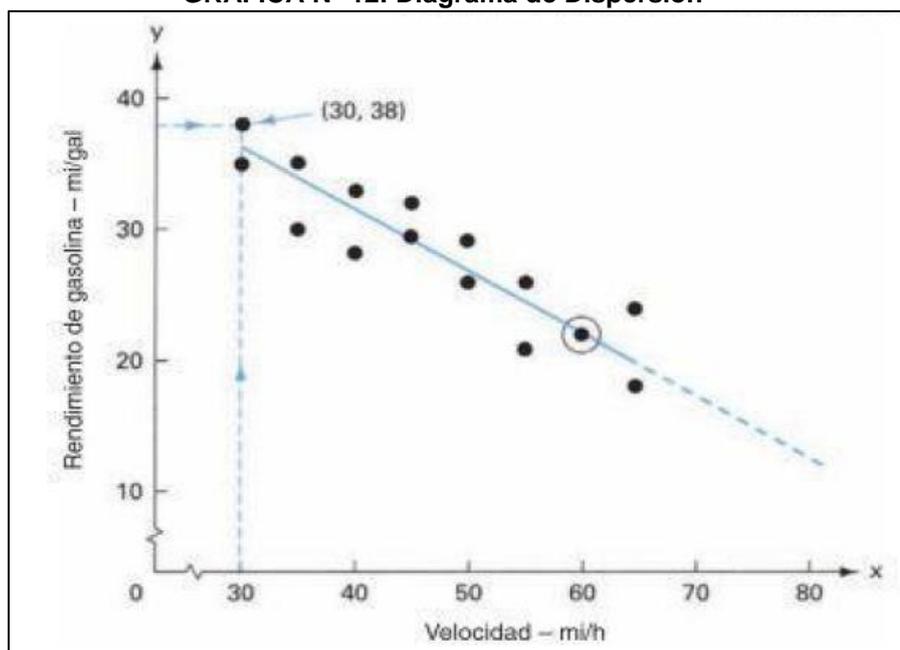
F. Diagrama de Dispersión

En el análisis de las causas de problemas observados en los procesos, sirve de gran ayuda y es común el evaluar la relación entre dos factores. Es entonces cuando ésta herramienta, el Diagrama de Dispersión, es una gráfica de gran ayuda que nos permite evaluar la incidencia de una variable.

Los datos obtenidos de los 2 factores a evaluar, se representan en un plano cartesiano para luego analizar la correlación entre ellas. Es

de esta forma que se comprueban teorías al identificar causas posibles a los problemas como también sirve de ayuda para ver el diseño de posibles soluciones. Ejemplo: La relación entre el espesor de una material con la resistencia a la rotura que puede tener, el número de visitas y los pedidos obtenidos por un vendedor o el rendimiento de un combustible y la velocidad usada por un vehículo.

GRÁFICA N° 12: Diagrama de Dispersión



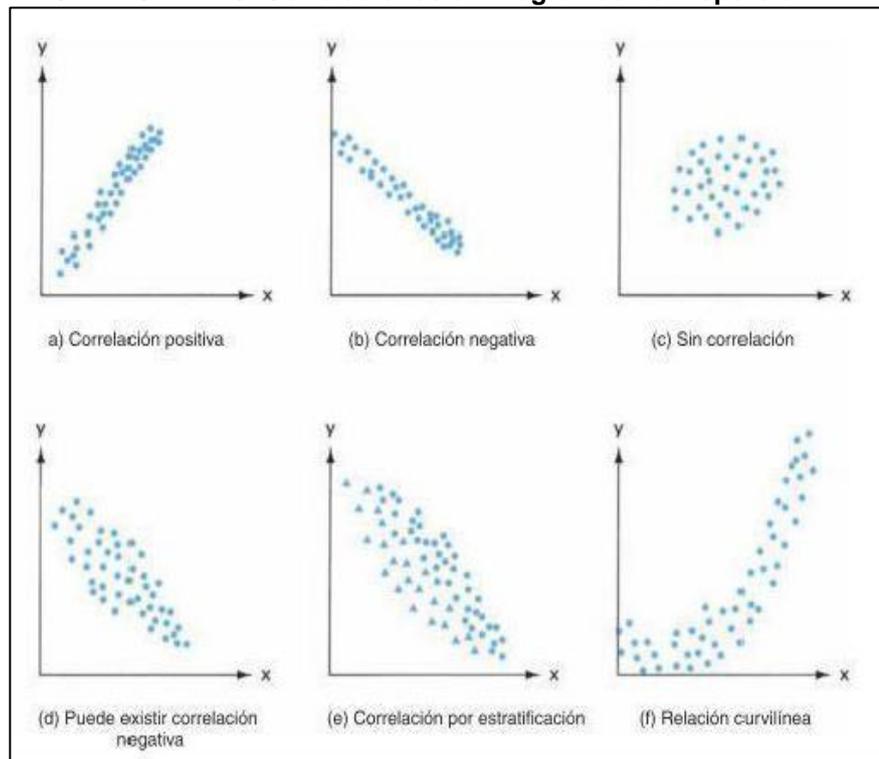
Fuente: Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 165 pp.

En el Diagrama de Dispersión es común representar matemáticamente uno de los factores como la variable X (variable independiente) y el otro como la variable Y (variable dependiente). La variación de X incide en los resultados que Y pueda obtener. Entrás las pautas más comunes de correlación podemos encontrar:

- Correlación fuerte positiva (Y aumenta claramente con respecto a X).
- Correlación fuerte negativa (Y disminuye claramente con respecto a X).
- Correlación débil positiva (Y aumenta algo con respecto a X).

- Correlación débil negativa (Y disminuye algo con respecto a X).
- Correlación débil positiva (Y aumenta algo con respecto a X).
- Correlación débil negativa (Y disminuye algo con respecto a X).
- Correlación compleja (la relación entre Y y X no es lineal).
- Correlación nula (no hay relación entre X y Y).

GRÁFICA N° 13: Correlaciones en Diagramas de Dispersión.



Fuente: Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 167 pp.

Es común trazar una recta en los Diagramas de Dispersión y calcular la ecuación de la línea para predecir valores y también obtener el coeficiente de correlación (r), este valor oscila entre -1 y +1, mientras más se acerque el valor de r a +1 más positiva será la correlación entre las dos variables, por otro lado, si r se acerca más a -1 más negativa será. En caso el valor de r se acerque al 0 será una evidencia que la correlación entre las dos variables es muy débil o nula.

Las fórmulas para calcular la ecuación de la recta y el Coeficiente de Correlación son los siguientes:

El valor de N = número de muestras

GRÁFICA N° 14: Fórmulas para obtener la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación.

$$m = \frac{\sum xy - [(\sum x)(\sum y)/n]}{\sum x^2 - [(\sum x)^2/n]}$$

$$a = \sum \frac{y}{n} - m(\sum \frac{x}{n})$$

$$y = a + mx$$

$$r = \frac{\sum xy - [(\sum x)(\sum y)/n]}{(\sum x^2 - [(\sum x)^2/n]) (\sum y^2 - [(\sum y)^2/n])}$$

Fuente: Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 167 pp.

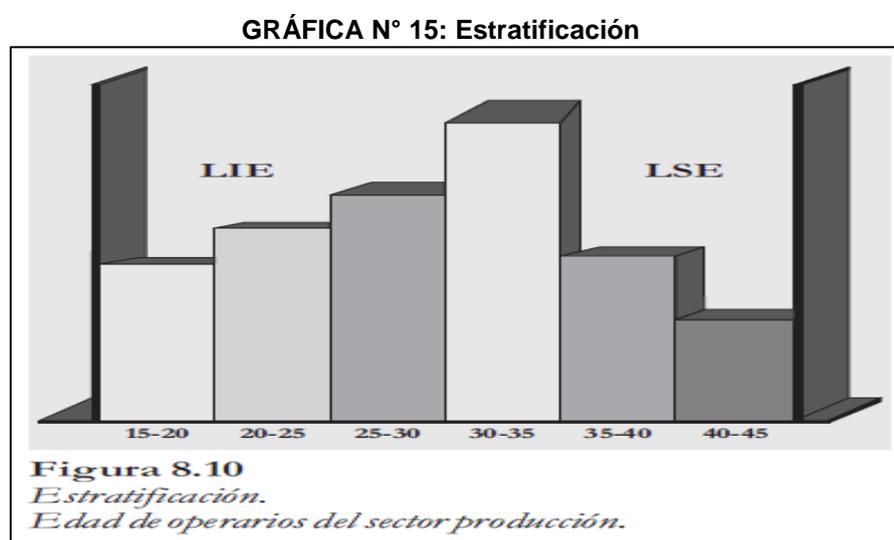
G. Estratificación

Es una estrategia de clasificación de datos que consiste en comprender un problema o analizar sus causas observando factores o elementos potenciales. Los datos recopilados se pueden ordenar en estratos y niveles como:

- Por tiempo: año, mes, semana, día, hora, noche, tarde, mañana, período.
- Por mano de obra: división, sección, turno de día, turno de noche, grupo, edad, experiencia, etc.
- Por maquinaria: línea, equipo, número de máquina, modelo, estructura, grúas, dados, etc.
- Por método de trabajo: procedimiento de trabajo, manual, velocidad, etc.
- Por materias primas: lugar de origen, proveedor, lote, carga, etc.

- Por producto: país, unidad, pedido, fabricante, proveedor de servicios, etc.
- Por medio ambiente: temperatura, humedad, estado del tiempo, etc.

Ésta herramienta resulta ser muy útil, ya que nos permite poder descubrir las fuentes de la variabilidad de la problemática que se esté analizando. De esta forma nos puede ayudar a encontrar una solución al problema empezando por encontrar las causas que lo originan.



Fuente: Carro, Roberto y González, Daniel. Administración de la Calidad Total, España, Ed. Universidad Mar de Plata, 2008. 29pp.

2.3.4 Otras herramientas para la resolución de problemas

En el proceso de resolución de problemas son muy usadas las 7 herramientas de calidad, pero además de ellas existen otras herramientas que se pueden incluir en este listado de técnicas. Su uso en cada tipo de problemas dependerá de la elección, y si lo ve necesario, de los analistas o responsables. En esta investigación no se busca dar a conocer todas las diversas herramientas para la resolución de problemas, de control de calidad o de mejora continua pero si dar una breve descripción de algunas de las más conocidas. De las cuales mencionaremos técnicas como: Lluvia de Ideas, el enfoque Por Qué – Por Qué, 5WIH, Gráfico de Evaluación de Problemas, Diagrama de Operaciones, y otros.

A. Lluvia de ideas

La lluvia de ideas es una técnica muy usada a lo largo y en diferentes etapas en la resolución de problemas el cual estimula el pensamiento creativo de los involucrados. En la siguiente cita daremos una definición precisa a esta herramienta.

“Lluvia de ideas es un método para hacer que un grupo de personas genere una gran cantidad de ideas en un período corto de tiempo. Generalmente, el pensamiento de grupo produce más ideas que el pensamiento individual”.⁷

En la aplicación de esta técnica existen dificultades o barreras muy comunes en el pensamiento creativo del hombre los cuales deben ser eliminadas para que la lluvia de ideas sea lo más provechoso posible. Entre estas barreras encontramos las siguientes:

- Asumir que la manera en que se ha venido haciendo las cosas sea la única forma de hacerlo.
- El miedo al ridículo, lo cual limita la generación de ideas.
- Tendencia a juzgar apresuradamente, como el desechar ideas sin antes evaluarlas.
- Pensar que sólo existe una solución al problema.

Es importante para que sea un éxito y se logró recopilar el mayor número de ideas considerar en cada sesión las siguientes reglas:

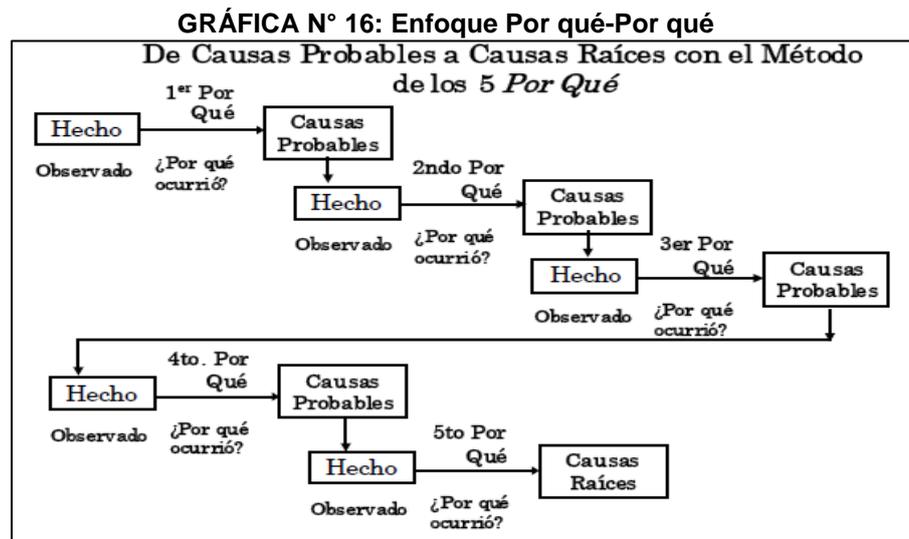
- No criticar las ideas.
- Recibir de buena forma tanto las ideas apropiadas como las inapropiadas.
- Combinar ideas para obtener una mejor.
- Registrar las ideas de forma resumida y clara.

⁷ Art. Cit. Fukui, Ryu y otros. Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad - Volumen II, México, 2003. 73 pp.

B. Enfoque del Por qué – Por qué

En el trabajo diario de cualquier organización se presentan diversos problemas, los cuales mayormente son abordados de forma muy superficial empleando los recursos para tomar medidas que al final resultan ser sólo parches, por así decirlo. Por tanto el Enfoque Por qué-Por qué es una técnica muy simple pero a la vez efectiva que en combinación con otras herramientas como el Diagrama de Ishikawa ayuda a profundizar en los problemas e identificar las causas que los generan y de esta forma proceder a actuar sobre ellas empleando los recursos de las organizaciones de forma más eficiente.

El procedimiento para emplear esta herramienta es simple. Se debe empezar con describir un problema específico para luego preguntarse ¿Por qué ocurre? de esta forma encontramos una causa probable. A partir de lo que hemos identificado con este primer paso procedemos a hacernos la misma pregunta y así sucesivamente repetimos el mismo paso hasta encontrar la causa raíz del problema o la que se considere como la fuente de los problemas. Es recomendable realizar esta pregunta 5 veces pero esto dependerá del tipo y la complejidad del problema que se esté abordando.



Fuente: Fukui, Ryu y otros. Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad - Volumen II, México, 2003. 78 pp.

C. Las 5W 1H

Es una técnica que nos permite analizar y describir correctamente un hecho identificando los factores y condiciones que estén relacionados con él. Esta técnica consiste en responder una serie de preguntas: ¿Qué? (what?), ¿Quién? (who?), ¿Cuándo? (when?), ¿Dónde? (Where?), ¿Por Qué? (Why?) y ¿Cómo? (How?).

Ésta técnica resulta muy útil al momento definir un problema específico formulando las preguntas y también ayuda en el planteamiento de la solución de la misma.

GRÁFICA N° 17: Método de las 5W 1H (1)

¿Qué problema se tiene?	¿Dónde ocurre?	¿Cuándo ocurre?	¿Quién es responsable?	¿Cómo ocurre?
Las comandas no se llenan correctamente	En las mesas	Durante la hora de la comida	Los meseros	Los meseros están llevando las comandas al mismo tiempo que están recibiendo a otros comensales o atendiendo otras solicitudes de ayuda de los demás comensales.
¿Por qué es problema?	¿Por qué ocurre ahí?	¿Por qué ocurre entonces?	¿Por qué es responsable esta persona?	¿Por qué ocurre así?
El alimento servido no es lo que el cliente ordenó.	Ahí es donde se toman las órdenes	Hay mucha gente que viene a comer	Porque ellos son quienes le toman las órdenes a los clientes	No hay suficientes meseros durante la comida y tratan de responder a las necesidades de muchos clientes al mismo tiempo.

Fuente: Fukui, Ryu y otros. Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad - Volumen II, México, 2003. 85 pp.

GRÁFICA N° 18: Método de las 5W 1H (2)

¿Qué se debe hacer?	¿Dónde se debe hacer?	¿Cuándo se debe hacer?	¿Quién es responsable?	¿Cómo debe hacerse?
¿Por qué se debe hacer?	¿Por qué se debe hacer ahí?	¿Por qué debe hacerse entonces?	¿Por qué debe ser esta persona la responsable?	¿Por qué debe hacerse así?

Fuente: Fukui, Ryu y otros. Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad - Volumen II, México, 2003. 85 pp.

D. Diagrama de Afinidad

Es una herramienta que permite generar una gran cantidad de ideas, para luego ordenarlas de forma lógica para una mayor comprensión del problema a analizar.

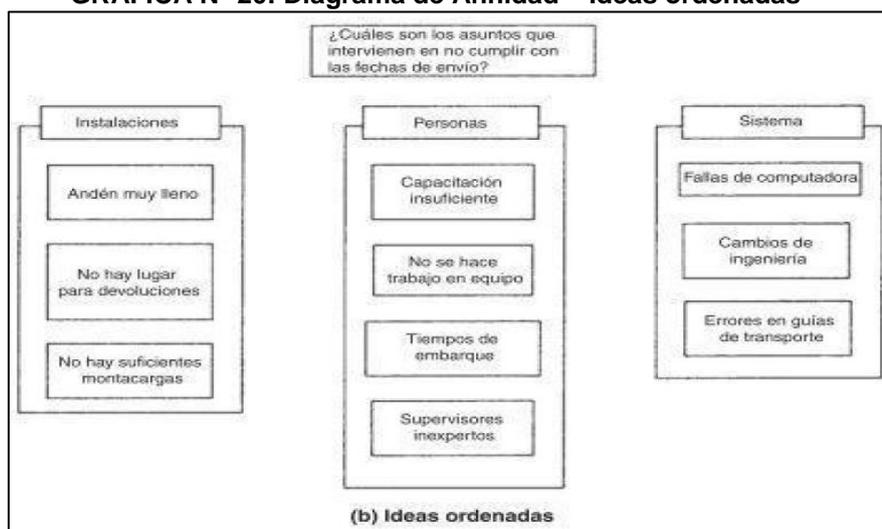
El procedimiento para emplear esta herramienta consiste en enunciar un tema o asunto a analizar, luego se debe registrar ideas en tarjetas (una por tarjeta) referentes al problema, una lluvia de ideas puede ser de gran ayuda. Posteriormente, se debe clasificar las ideas en grupos lógicos y por último formar encabezados (una afinidad) que describa a cada grupo.

GRÁFICA N° 19: Diagrama de Afinidad – Ideas Revueltas



Fuente: Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 496 pp.

GRÁFICA N° 20: Diagrama de Afinidad – Ideas ordenadas



Fuente: Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 497 pp.

E. Diagrama de Interrelaciones

El diagrama de interrelaciones es una técnica que nos permite identificar las relaciones de causa y efecto entre muchos factores e ideas recopiladas en el análisis de problemas y de esta forma encontrar las claves que nos permitan identificar una solución.

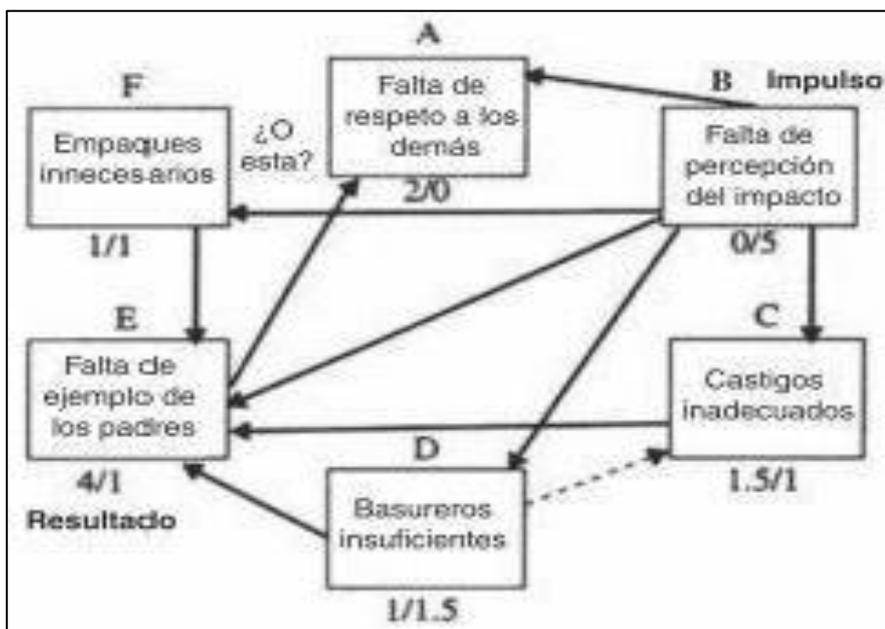
El procedimiento para elaborar esta herramienta consiste en encasillar en cuadros independientes cada uno de los factores o ideas obtenidos referente a un tema, luego se debe revisar la relación de un factor con cada uno de los otros factores estableciendo mediante flechas si uno de ellos es la causa o el efecto del otro. Por ejemplo: Factor A es la causa que origina el factor B, entonces se traza una flecha saliente del cuadro de A hacia B. Luego se debe evaluar la relación entre el factor A con C y así sucesivamente hasta que se pueda terminar con establecer las relaciones de todos. Es importante cuantificar el número de flechas salientes y entrantes que tiene cada factor, de esta forma se puede identificar el impulsor o la causa básica que origina los problemas.

GRÁFICA N° 21: Diagrama de Interrelaciones – Fase Inicial



Fuente: Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 498 pp.

GRÁFICA N° 22: Diagrama de Interrelaciones – Fase Final



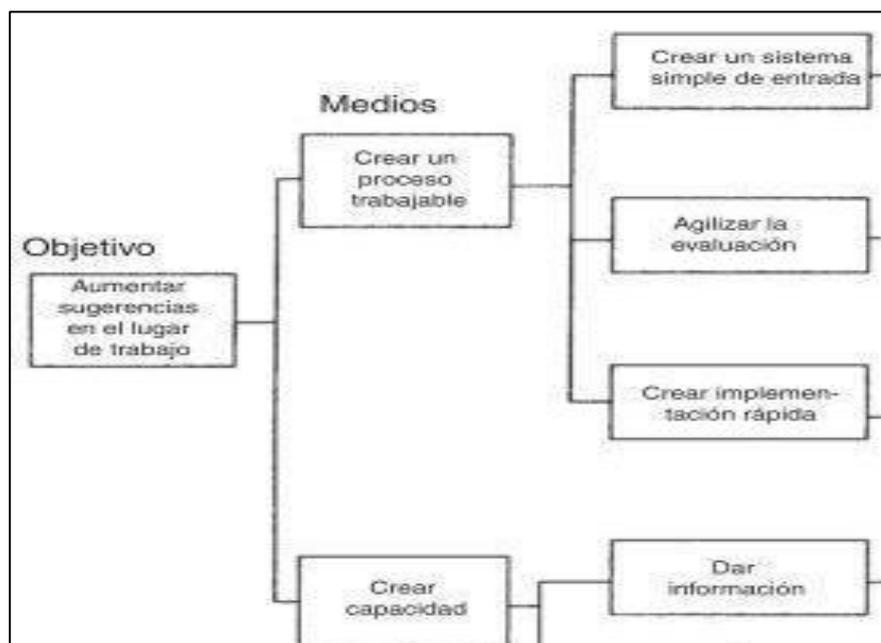
Fuente: Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 499 pp.

F. Diagrama de Árbol

Ésta herramienta gráfica tiene como utilidad el reducir cualquier objetivo amplio a niveles de detalle cada vez mayores para alcanzar el objetivo, descomponiéndolo en fases y subniveles.

El procedimiento consiste en primero escoger un enunciado que represente e indique el objetivo del grupo, que va en un primer nivel en el diagrama. Luego se subdivide el objetivo en ramas (segundo nivel), en donde cada uno representa un detalle a seguir para cumplir el objetivo. A continuación, en un tercer nivel, cada rama se subdivide para dar mayores detalles del cumplimiento de ellos. Se recomienda realizar los 3 niveles de detalle para un mejor resultado.

GRÁFICA N° 23: Diagrama de árbol



Fuente: Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 501 pp.

G. Matrices de Priorización

Es una técnica que nos permite dar prioridades a una de múltiples opciones a seleccionar, todo en base a criterios ponderados. De esta forma nos permite tomar decisiones efectivas y de forma racional.

Existen varias formas de elaborar una matriz de priorización, el cual el grupo responsable debe seleccionar una que crea más conveniente. En esta explicación daremos una forma de cómo elaborar esta matriz:

- Se debe establecer los criterios, para ello usaremos lo que es conocido como Técnica Nominal de Grupo (NGT Nominal Group Technique), el cual consiste en que cada integrante del grupo presenta los criterios en una hoja de papel, para luego colocarlos todos en una lista en un rotafolio o algo similar. Cada integrante en otra hoja jerarquiza todos los criterios del listado para ello enumera de mayor (más importancia) a menor (menor importancia), sin son 20 criterios se debe enumerar del 1 al 20. Luego se debe calcular el acumulado de cada criterio, y se selecciona los de mayor puntuación. El número de criterios seleccionados dependerá de la elección del grupo.
- Se debe priorizar los criterios, cada integrante debe asignar factores de ponderación a todos los criterios seleccionados, para que el peso total sea igual a 1.00, los resultados se suman para todo el equipo como se muestra en el gráfico n°24.
- Después de establecer los criterios ponderados, se debe formar una matriz en L que combine las opciones con los criterios. Luego las opciones deben ser calificadas por importancia y por cada criterio. Cada integrante debe asignar, a cada opción, un valor desde el 1 hasta la cantidad de opciones bajo cada criterio de la matriz (a mayor sea el número, mayor será su consideración para que la opción sea seleccionada). Luego esos valores deben ser promediados y redondeados al número entero más cercano.
- Calcular la calificación de importancia de la opción bajo cada criterio, obteniendo el producto del valor de importancia con el peso asignado al criterio como se ve en el cuadro n°25. Las

opciones que obtengan el mayor total serán las que tengan la prioridad en la elección del grupo.

GRÁFICA N° 24: Establecimiento de pesos de los criterios

CRITERIOS	MIEMBRO #1	MIEMBRO #2	...	TOTAL
Aceptación por usuarios	0.30	0.25		1.50
Bajo costo	0.15	0.20	•••	0.35
Implementación rápida	0.40	0.30		2.10
Tecnología disponible	0.15	0.25		0.45
	1.00	1.00		

Fuente: Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 504 pp.

GRÁFICA N° 25: Matriz de Priorización

OPCIONES	CRITERIOS				TOTAL
	IMPLEMEN- TACIÓN RÁPIDA	ACEPTACIÓN POR LOS USUARIOS	TECNOLOGÍA DISPONIBLE	BAJO COSTO	
Capacitar operadores	13(2.10) = 27.3	15(1.50) = 22.5	11(0.45) = 5.0	13(0.35) = 4.6	59.4
Capacitar supervisores	12(2.10) = 25.2	11(1.50) = 16.5	12(0.45) = 5.4	8(0.35) = 2.8	49.9
Usar equipos de 3 personas	8(2.10) = 16.8	3(1.50) = 4.5	13(0.45) = 5.9	14(0.35) = 4.9	32.1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Comprar montacargas	6(2.10) = 12.5	12(1.50) = 18	10(0.45) = 4.5	1(0.35) = 0.4	35.5

Fuente: Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 503 pp.

2.3.5 Tamaño de muestra

En esta parte vamos a establecer la forma de cómo calcular el tamaño de muestra para la investigación en caso sea necesario. Se debe recalcar que en este capítulo no se busca dar a conocer la teoría sobre estadística muy a fondo, pero si dar a conocer las herramientas básicas y necesarias para esta investigación.

Para continuar con la explicación daremos definición a los siguientes términos:

- **Población:** Viene a ser el total de elementos de un conjunto, que puede estar representado por objetos, personas u otros; de los cuales tienen características en común. La población es establecida y delimitada de tal forma que se pueda obtener conclusiones válidas para una investigación.
- **Muestra:** Consiste en un subconjunto que representa fielmente a la población, ya sea en número de tal forma que sea suficiente y que también refleje las características de la población objetivo de estudio. De ésta manera se evita de emplear muchos recursos y esfuerzos el tener que analizar y estudiar todos los elementos de la población.

Para realizar un muestreo existen diversos métodos, para ésta investigación mencionaremos los más usados: Muestreo aleatorio simple y muestreo aleatorio estratificado. El primero consiste simplemente en la elección al azar de los elementos de tal forma que cada uno tenga la misma oportunidad de ser parte de la muestra. El segundo requiere que primero se divida la población en subgrupos de acuerdo a alguna característica específica, para luego distribuir proporcionalmente el tamaño de la muestra para cada subgrupo, de esta forma se obtiene elementos que representen cada uno de ellos.

Para el cálculo del tamaño de muestra, debemos tener en cuenta si el tamaño de la población es infinita (desconocido o demasiado grande) o finita (tamaño conocido y se puede establecer su tamaño). En el primer caso se debe optar por usar la siguiente fórmula.

GRÁFICA N° 26: Fórmulas para calcular el tamaño de muestra con población infinita y finita

$n = \frac{Z^2 p(1-p)}{e^2}$	$n = \frac{Z^2 p(1-p)N}{(N-1)e^2 + Z^2 p(1-p)}$
------------------------------	---

Fuente: Jaramillo, Francisco. Tamaño apropiado de muestra para obtención de conclusiones válidas en una investigación. En:
<http://www.ceipa.edu.co/lupa/index.php/lupa/article/view/96/187>

Los valores de las fórmulas vienen a ser lo siguiente:

n = Tamaño de muestra.

Z = Seguridad o nivel de confianza.

p = Proporción esperada o probabilidad de éxito.

N = Tamaño de la población.

e = Precisión o margen de error.

El valor de p le asignaremos el valor de 0.5 para esta investigación. Los valores de Z se obtienen de la tabla de distribución normal (anexo n°2).

Cabe destacar que los resultados obtenidos no se deben tomar como absolutos, siempre es necesario el criterio y la experiencia en campo. De esta forma uno puede obtener exactitud con respecto a las conclusiones del estudio a un mínimo costo y uso de recursos.

CAPÍTULO III: LA EMPRESA

3.1 Lima Caucho S.A.

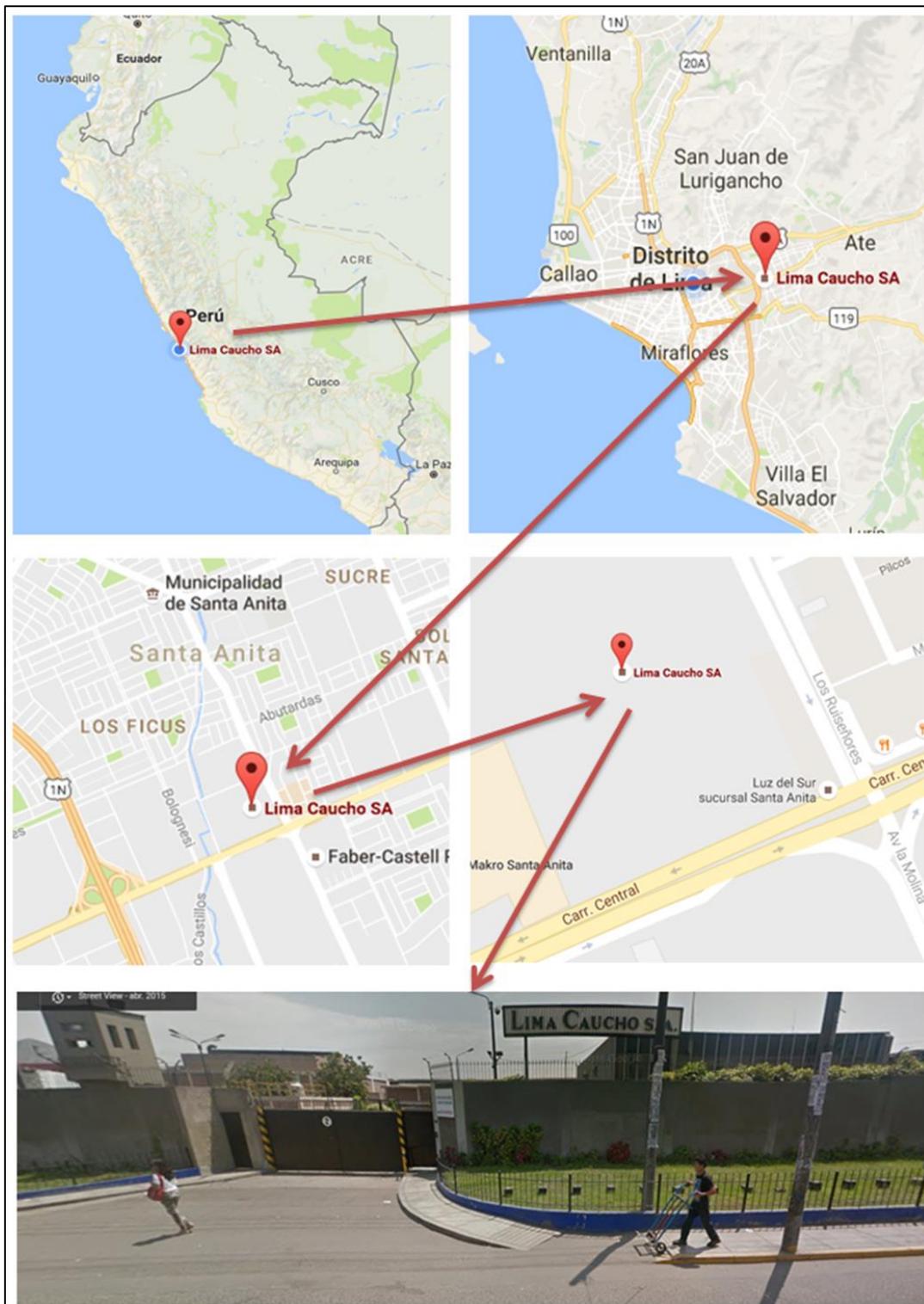
Lima Caucho S.A inicio sus operaciones bajo el nombre de Lima Rubor Company S.A hasta el 26 de mayo de 1976, en que adopto su actual razón social.

El objeto social de LIMA CAUCHO S.A. es la producción, compra y venta de llantas, cámaras para vehículos, y en general toda clase de artículos de caucho, material plástico o los similares o sustitutos de estos (dumping).

3.2 Datos generales

- R.U.C 20100182778
- Dirección: Carretera Central Km. 1, N° 345-349. Santa Anita.
- Página Web: www.limacaucho.com.pe
- Fecha de constitución 2/05/1955

GRÁFICA N° 27: Ubicación de la Empresa Lima Caucho S.A.



Fuente: Elaboración propia.

3.3 Misión y Visión

- **Misión:** Ser una institución líder eficaz e innovadora en desarrollar e incursionar en el proceso de obtención y transformación del hule natural y sintético brindando siempre los mejores productos para sus clientes.
- **Visión:** Promover y brindar a cada cliente un producto único que le permita sentir que es lo mejor de nuestro país fortaleciendo la confianza y la transparencia entre sus clientes.

3.4 Productos de Lima Caucho S.A.

La fábrica se centra principalmente en la fabricación de neumáticos con materiales textiles o como comúnmente se conoce de lona. Estos productos van desde llantas para autos, camionetas, camión, OTR, agrícolas y motollantas. Sin embargo la empresa también incursiona en la elaboración de otros productos derivados del caucho como mangueras industriales, material para reencauche y otros. También realiza servicios para terceros para trabajos de mezclado de materiales con caucho, extrusión y calandrado.

GRÁFICA N° 28: Llantas Lima Caucho



Fuente: Dpto. de Desarrollo de Producto – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016.

GRÁFICA N° 29: Motollantas y Mangueras Industriales

Fuente: Dpto. de Desarrollo de Producto – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016.

En el área de manufactura de Lima Caucho, las llantas son clasificadas en 6 familias:

- Llantas Pasajeros.
- Llantas Radiales.
- Llantas Comerciales.
- Llantas Camión.
- Llantas OTR/SA.
- Motollantas.

Las llantas Radiales son la principal familia que se enfoca la empresa, el cual tiene una participación mayor al 50% de la producción promedio mensual en toneladas.

3.5 Estructura del neumático

Las estructuras de las diferentes familias de neumáticos son similares y están conformadas por 3 partes principales: La banda de rodamiento y costados, Carcasa y Pestaña de aros.

3.5.1 Banda de Rodamiento y Costados

También llamado “Rodante”, es la parte de la llanta que está en contacto con el suelo. Lleva el diseño de la cocada el cual le da al neumático tracción, maniobrabilidad e incrementa su durabilidad.

Los costados son la parte del neumático que tiene la propiedad de ser flexible y que contiene la marca, la medida, fecha de fabricación y especificaciones del neumático.

3.5.2 Carcasa

Estructura conformada por material textil y que contiene la presión de aire. Dicha estructura transmite todas las fuerzas originadas por la carga, el frenado, el cambio de dirección entre la rueda y la banda de rodamiento.

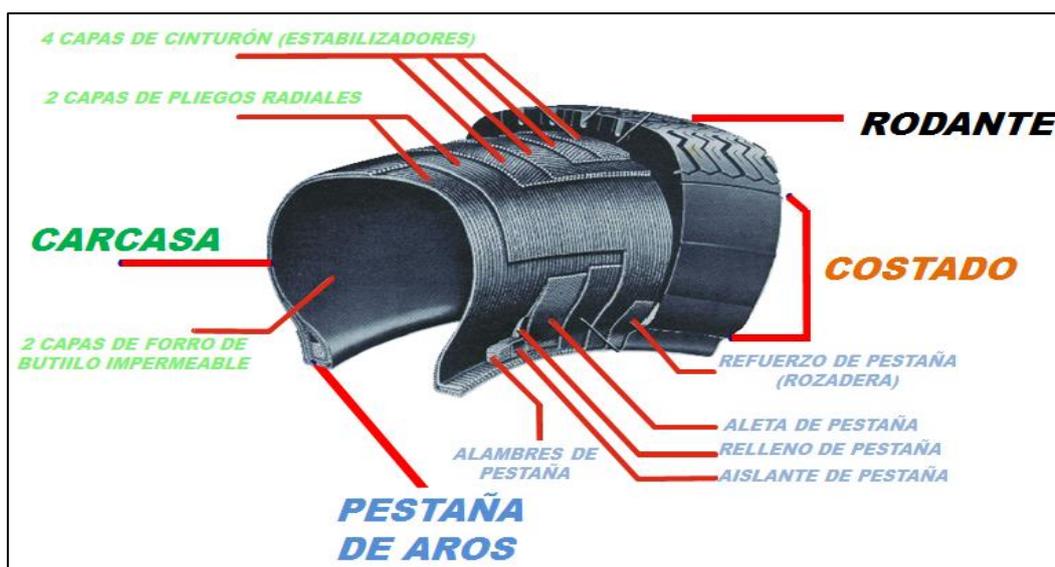
La carcasa puede estar conformada por diferentes capas dependiendo de la familia de neumático a que pertenezca: Forro (en caso de las llantas sin cámara), pliegos (todos), corazas (Comerciales, Camión y OTR/SA), Cinturones (Radiales), Cap Ply (Radiales)

3.5.3 Pestaña de aros

Es el ancla de cimentación de la carcasa que mantiene el diámetro requerido de la llanta en el aro del vehículo y conformado por un cuerpo de alambres de acero de alta resistencia cuyo número depende de la capacidad de carga de la llanta.

La pestaña del aro está conformada por los hilos de alambre de acero, el aislante (compuesto de caucho que recubre el alambre), relleno de aros, aletas y la rozadera.

GRÁFICA N° 30: Estructura de Llanta Radial



Fuente: Dpto. de Desarrollo de Producto – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

GRÁFICA N° 31: Estructura de Llanta de Camión



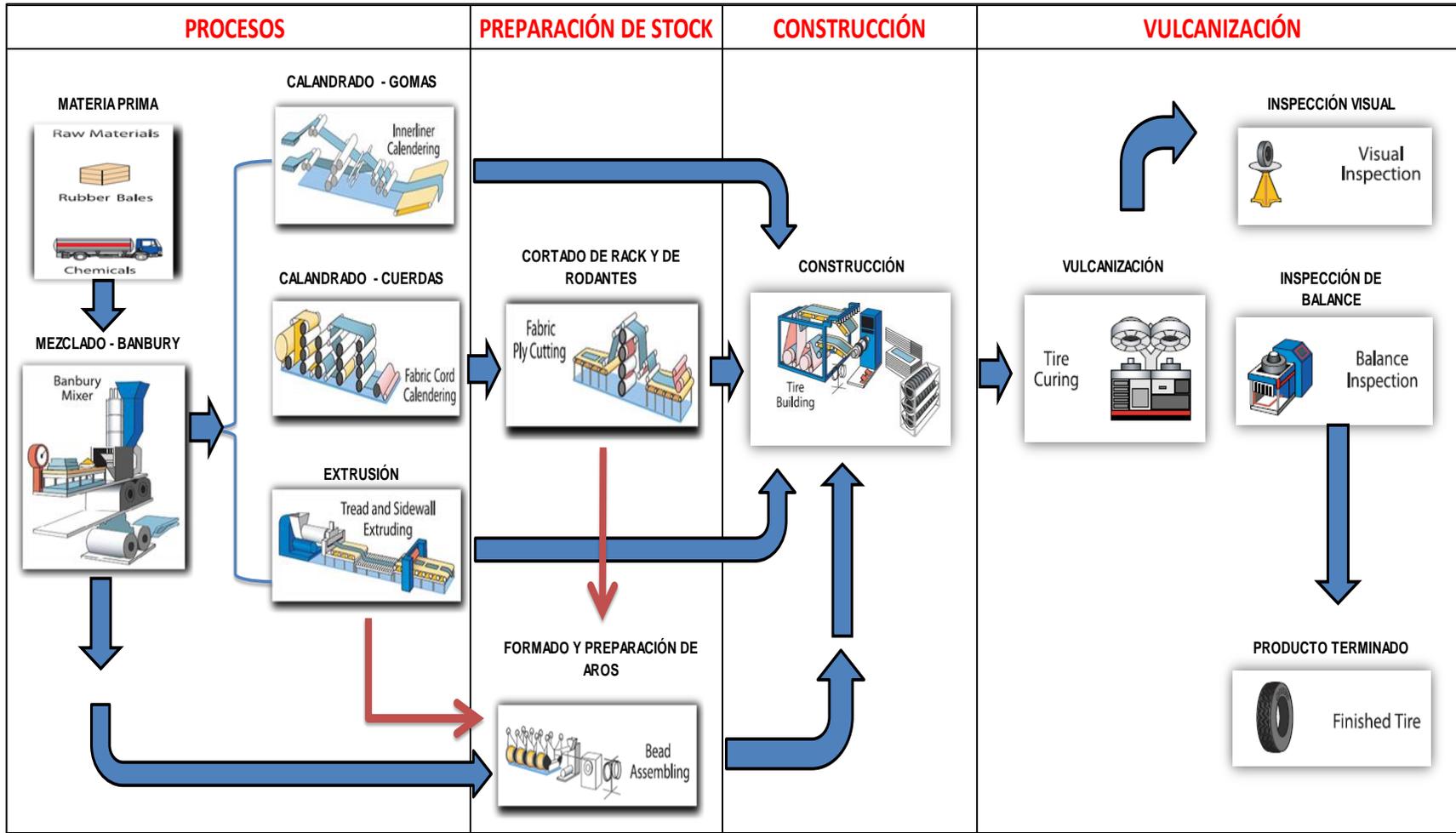
Fuente: Dpto. de Desarrollo de Producto – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

3.6 Proceso de fabricación de los neumáticos

El proceso de fabricación de neumáticos en Lima Caucho empieza desde la transformación de la materia prima en compuesto de caucho, luego la fabricación de los componentes del neumático, la construcción de los neumáticos o ensamblado de los componentes, vulcanización y acabados finales.

La planta se divide en cuatro sectores principales: Procesos, Preparación de Stock, Construcción y Vulcanización.

GRÁFICA N° 32: Proceso de Fabricación de llantas



Fuente: Dpto. de Desarrollo de Producto – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

3.6.1 Sección de procesos

Es la sección de la planta en donde empiezan las operaciones de producción. Está conformado por:

- Mezclado en Banbury.
- Extrusión.
- Calandrado de Cuerdas.
- Calandrado de Gomas.

A. Mezclado en Banbury

Consiste en las primeras operaciones en donde se mezcla la materia prima para obtener el compuesto de caucho. Empieza con la preparación y pesado de los materiales (Caucho natural, caucho sintético, insumos químicos como acelerantes, azufre, negro de humo, aceites y otros) según la receta del compuesto, para luego ser mezclados en una recámara que cuenta con unos rodillos en forma de espiral que muelen los insumos para transformarlos en una masa de color negro (compuesto de caucho). La mezcla se descarga de la recámara y pasa a ser homogenizada en un molino y después es laminado en otro. El compuesto de caucho posteriormente es lavado y secado con ventiladores para que finalmente sea almacenado en plataformas. El lote mínimo manejado de compuesto de caucho es una pesada (200kg aproximadamente) y en cada plataforma se almacena 5 pesadas (1 tonelada).

B. Extrusión

El compuesto de caucho obtenido de Banbury es distribuido a diferentes máquinas, una de ellas son las Tubuladoras o Extrusoras. Estas máquinas están compuestas por molinos, tolva (cuerpo cilíndrico en donde ingresa el compuesto), un tornillo sin fin en el interior de la tolva, un cabezal en el cual se instala un dado (matriz) con un diseño especial para cada pieza que se desee obtener y un sistema de enfriamiento para el compuesto de caucho.

Las operaciones empiezan con el cargado de compuesto de caucho al primer molino con el propósito de ser calentado, luego pasa al

segundo molino en donde se lamina y se le da un espesor determinado y desde donde se alimenta la tolva con una tira continua de ancho especificado, a través de una faja transportadora.

A medida que el compuesto va saliendo de la boca de la Tubuladora con la forma y dimensiones especificadas es llevada a través del sistema de enfriamiento para luego ser cortado en piezas o enrollados y luego almacenados.

Los componentes obtenidos en esta etapa son la banda de rodamiento o rodante, costados y relleno de aros

C. Calandrado de Cuerdas

El proceso de calandrado de cuerdas consiste en la mezcla del compuesto de caucho con el material textil (Cuerdas de Nylon o Polyester), que mediante unos rodillos de Calandria, a cierta temperatura, recubren con una película de compuesto de caucho a la cuerda por ambos lados o por un solo lado, dependiendo de qué material se desea obtener.

El material obtenido de la Calandria de Cuerdas se denomina RACK, el cual es de 57 pulgadas de ancho y es almacenado en rollos de 500 ó 250 metros de largo en mantas de algodón. Éste material posteriormente se utilizará para obtener todos los componentes con material textil como pliegos, corazas, cap ply, rozaderas, aletas de aros, cinturones y otros.

D. Calandrado de Gomas

En esta etapa es donde se obtiene los componentes de goma. Consiste en alimentar los rodillos de Calandria con compuesto de caucho para luego darles un determinado espesor, un ancho especificado y el número de tiras que dependerá del ancho que le corresponde. Éstos materiales son almacenados en rollos, con un largo de 53 metros aproximadamente, en rollos de algodón o de polietileno.

Los materiales que se obtienen principalmente son los forros, que tienen la función de las cámaras en los neumáticos. También se obtienen las tiras de goma empleadas en la construcción de los neumáticos.

3.6.2 Sección de Preparación de Stock

Está conformado por los siguientes procesos:

- Cortado de Racks y de Rodantes Radiales.
- Formado y preparación de aros.

A. Cortado de Racks y de Rodantes Radiales

Los rollos de rack que tienen 57 pulgadas de ancho, 500 ó 250 metros de largo son transformados en cortes con menores dimensiones mediante máquinas cortadoras. Estos cortes pueden ser de diferentes ángulos y anchos especificados. Estas piezas son empalmadas una con otra en los bordes y son almacenados en rollos (48 ó 30 cortes por rollo). Estas piezas son denominadas pliegos, corazas, cinturones para llantas radiales, rozaderas, aletas de aros, y cap ply para llantas radiales de camioneta.

El cortado de rodantes radiales es un proceso por el cual los rodantes obtenidos de la Tubuladora, obtienen su longitud final. Esto se realiza mediante el corte de los extremos después que hayan reposado 4 horas de ser extruidos.

B. Formado y preparación de aros

El formado de aros consiste en la alimentación de una extrusora pequeña con compuesto de caucho para luego recubrir el alambre de acero. Posteriormente el aro forrado o también llamado aro tubulado, se enrolla en una cierta cantidad de vueltas en la formadora de aros. Los aros son almacenados en paquetes de 50, 40 ó 20 aros dependiendo de su tamaño y peso.

El número de hilos del alambre y de vueltas, de los aros, son especificados por el departamento técnico y esto dependerá para qué tipo de neumático será fabricado.

La preparación de los aros está conformado por 3 etapas: El cementado de aros, colocación de rellenos y la colocación de la aleta. La primera etapa consiste en bañar los paquetes de aros formados con un líquido denominado cemento, el cual les da cierta adherencia y pegajosidad. La segunda etapa consiste en envolver toda la circunferencia de los aros cementados con una cinta de compuesto de caucho conocido como "Relleno de Aros". El relleno se obtiene de las Tubuladoras, y estos tienen forma rectangular o triangular. La última etapa, la colocación de aletas, consiste en recubrir al aro con relleno triangular con cintas preparadas con rack a lo largo de toda la circunferencia. Los aros siguen siendo almacenados en paquetes con la misma cantidad que se indicó al inicio.

3.6.3 Sección de Construcción

En esta sección de la fabricación de neumáticos, se utiliza todo el material ya preparado en las secciones anteriores.

Para las llantas de tipo Radial, Comerciales, Pasajeros y Motollantas. Este trabajo se hace aplicando sobre un tambor giratorio los diferentes componentes de la llanta que son montados en "servicers o abastecedores" de la máquina de construcción.

Para las llantas de camión y OTR/SA se utilizan materiales intermedios llamados bandas, donde los pliegos son pre-ensamblados en las máquinas de bandas.

Una vez que los componentes son ensamblados por completo, el producto se denomina llanta verde, porque aún no ha sido vulcanizada.

3.6.4 Sección de Vulcanización

Previamente a la vulcanización las llantas verdes son pintadas en el interior como el exterior con solvente en cabinas de pintado. Posteriormente las llantas verdes pintadas son colocadas en las prensas de vulcanización en donde a ciertas condiciones de trabajo (Tiempo de Vulcanización, Temperaturas interna y externa del equipo, Presión, etc.) y mediante un procesos y transformación química de las características de los compuestos, hacen reaccionar el azufre con el caucho por medio de factores físicos, empujando la superficie de la llanta verde hacia los moldes para así obtener el diseño de la banda de rodamiento y las dimensiones finales del neumático.

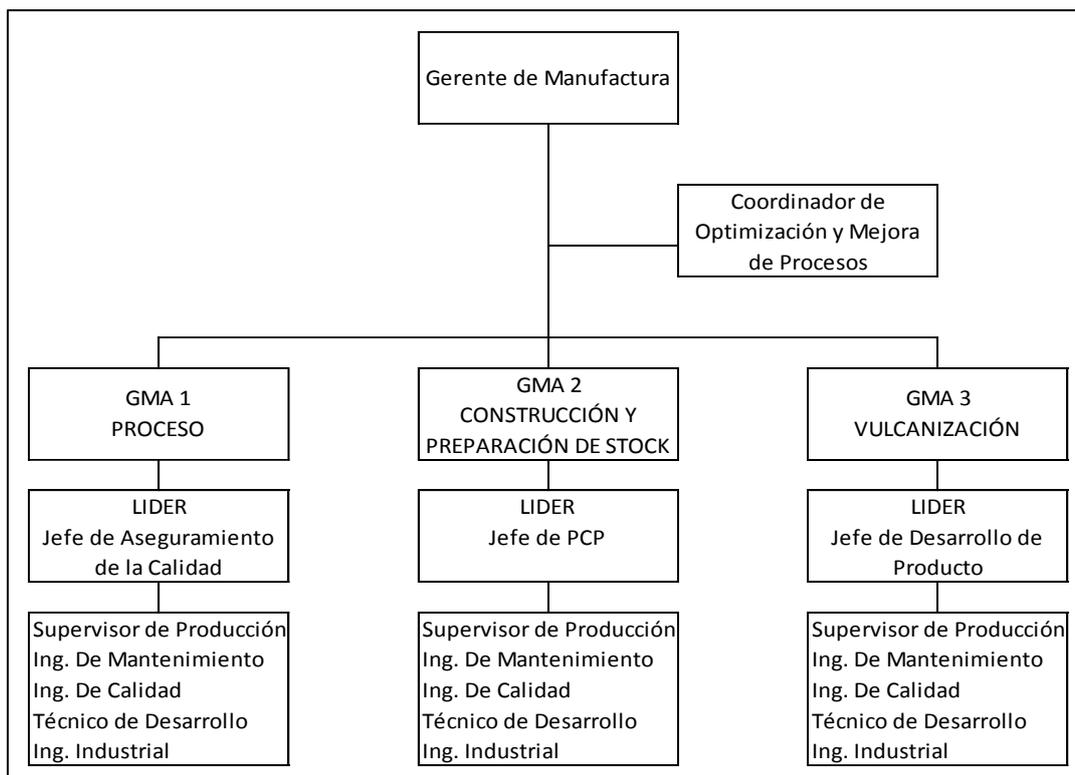
Una vez que las llantas han sido vulcanizadas, éstas pasan por un control de calidad al 100%, a fin de poder detectar los productos defectuosos que pudieran generarse en la última etapa del proceso, y evitar que éstos salgan a la venta. Las llantas con defectos son derivadas a una zona de reparación para poder recuperar el neumático. A las llantas de tipo radial se les verifica el balanceo y uniformidad en la máquina Micropoise para identificar el punto con menor peso con una marca de pintura. Todas llantas al final son almacenadas en la Jaula para que luego sean trasladadas al almacén de producto terminado.

3.7 Grupo de Mejora de Áreas (GMA)

El GMA es un equipo de trabajo multidisciplinario conformado por personal de los diferentes departamentos del área de Manufactura. Estos equipos de trabajo se encargan de desarrollar, implementar y evaluar proyectos de mejora continua, los cuales tienen como objetivo:

- Mejorar la Calidad del Producto, utilizando herramientas de solución de problemas.
- Incrementar la productividad del área, mejorando los métodos de trabajo, equipos y/o maquinarias.
- Reducción de costos, buscando y desarrollando proyectos para reducir costos de manufactura (\$ / KILO).

GRÁFICA N° 33: Estructura Organizacional del GMA



Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

En muchas ocasiones es necesaria también la integración del personal operativo de planta del área a mejorar, esto es debido a su experiencia por su trabajo diario en el lugar de análisis, lo cual contribuye mucho en el éxito del proyecto.

Los integrantes de los GMA suelen variar de acuerdo al proyecto a desarrollarse y/o disponibilidad de su trabajo, esto es debido a que las tareas designadas para los proyectos son complementarias a su labores diarias. Es decir los integrantes del GMA 1 pueden cambiar y rotar a los otros GMA cada vez que se culmina el proyecto.

CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DEL CICLO PHVA POR MEDIO DE LA RUTA DE LA CALIDAD

En esta etapa procederemos aplicar la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) para llevar acabo y lograr el objetivo de la investigación. Para ello, se seguirá de forma sistemática los 7 pasos de la ruta de la calidad para abordar el problema.

4.1 PASO1: Seleccionar el tema y definir el problema

En esta primera etapa el GMA se observa la situación actual de todos los procesos en planta, por el cual en base a la experiencia y observación, de los integrantes y personal operativo, se enlistaron diversos problemas y oportunidades de mejora:

- Desperdicio verde de materiales.
- Llantas scrap en vulcanización.
- Compuesto de caucho defectuosos.
- Alto índice de labor indirecta en las máquinas extrusoras.
- Material reprocesado en la mezcladora Banbury.
- Accidentes e incidentes en el área de construcción.
- Rollos envejecidos de forro, rellenos y tiras de goma.
- Alto consumo de energía de prensas de vulcanización.
- Altos tiempos de cambio de tambores por cambio de medida en construcción.
- Fallas eléctricas en las máquinas cortadoras.
- Alta variación en los anchos de los cortes en las máquinas cortadoras.

De entre todas estas opciones de oportunidades de mejora los GMA seleccionan aquellas que corresponde a su área de acción (Procesos, Preparación de Stock y Construcción y Vulcanización). Para el caso de éste trabajo de investigación se

trabajó en el área de Procesos. Entre ellos encontramos 4 opciones: Compuesto de caucho defectuosos, Material reprocesado en la mezcladora Banbury, rollos envejecidos de forro, rellenos y tiras de goma, Alto índice de labor indirecta en las máquinas extrusoras.

De estas 4 opciones se optará por una, para ellos se evaluó la prioridad que representa cada uno en base a criterios establecidos por el grupo. Para ellos emplearemos la matriz de priorización, en primer lugar determinaremos los criterios a evaluarse y el peso que cada uno va representar según los integrantes del GMA de procesos. Los criterios a emplearse ya han sido previamente establecidos, lo que se realizó en la siguiente tabla es establecer los pesos por cada criterio.

TABLA N° 4: Pesos establecidos por criterio.

CRITERIO	Supervisor de Producción	Ing. Industrial	Ing. Mantenimiento	Ing. Calidad	Técnico de Desarrollo	Total
Inversión para resolverlo.	0.25	0.20	0.35	0.30	0.30	1.40
Implementación rápida de solución.	0.30	0.15	0.20	0.15	0.25	1.05
Beneficios a obtener tras su solución.	0.20	0.40	0.20	0.30	0.25	1.35
Impacto en los procesos.	0.25	0.25	0.25	0.25	0.20	1.20
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

Posteriormente en las siguientes tablas cada integrante del GMA estableció los niveles de consideración y/o importancia que cada una de las opciones representa por cada criterio. En la tabla n°5 se calificó las opciones según la inversión estimada que se necesitaría para resolver el problema (mayor número menor inversión).

TABLA N° 5: Consideración y/o importancia – Inversión para resolverlo

OPCIONES	Supervisor de Producción	Ing. Industrial	Ing. Mantenimiento	Ing. Calidad	Técnico de Desarrollo	PROMEDIO
Compuesto de caucho defectuosos	4	3	4	4	3	4
Material reprocesado en la mezcladora Banbury	3	2	2	3	3	3
Rollos envejecidos de forro, rellenos y tiras de goma	1	2	2	2	2	2
Alto índice de labor indirecta en las máquinas extrusoras	2	1	2	1	1	1

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

En la tabla n°6 se calificó el tiempo que tomaría abordar la opción (problema) para analizarlo y resolverlo, es decir el tiempo de implementación de la solución (mayor número, menor tiempo de implementación).

TABLA N° 6: Consideración y/o importancia – Implementación rápida de solución

OPCIONES	Supervisor de Producción	Ing. Industrial	Ing. Mantenimiento	Ing. Calidad	Técnico de Desarrollo	PROMEDIO
Compuesto de caucho defectuosos	1	2	4	1	2	2
Material reprocesado en la mezcladora Banbury	3	4	3	3	3	3
Rollos envejecidos de forro, rellenos y tiras de goma	4	3	4	3	3	3
Alto índice de labor indirecta en las máquinas extrusoras	2	1	2	2	3	2

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

En la tabla n°7 se calificó los beneficios, tangible y/o intangibles, que se podrían obtener tras abordar y resolver cada una de las opciones (a mayor número mayor será los beneficios a obtener).

TABLA N° 7: Consideración y/o importancia – Beneficios a obtener tras su solución

OPCIONES	Supervisor de Producción	Ing. Industrial	Ing. Mantenimiento	Ing. Calidad	Técnico de Desarrollo	PROMEDIO
Compuesto de caucho defectuosos	2	3	3	2	2	2
Material reprocesado en la mezcladora Banbury	3	4	4	3	3	3
Rollos envejecidos de forro, rellenos y tiras de goma	3	2	1	2	2	2
Alto índice de labor indirecta en las máquinas extrusoras	2	1	2	1	1	1

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

En la tabla n°8 se calificó e impacto que representa cada opción en los procesos de producción, qué tanto afecta en las operaciones en la eficiencia esperada de la planta (a mayor número, mayor es su impacto negativo a los procesos).

TABLA N° 8: Consideración v/o importancia – Impacto en los procesos

OPCIONES	Supervisor de Producción	Ing. Industrial	Ing. Mantenimiento	Ing. Calidad	Técnico de Desarrollo	PROMEDIO
Compuesto de caucho defectuosos	3	3	2	2	2	2
Material reprocesado en la mezcladora Banbury	4	4	3	3	3	3
Rollos envejecidos de forro, rellenos y tiras de goma	1	2	2	3	2	2
Alto índice de labor indirecta en las máquinas extrusoras	2	1	2	1	1	1

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

Posteriormente se elaboró la matriz de priorización en donde se calculó el producto de los pesos por criterio con el nivel de importancia y/o consideración de las opciones anteriormente establecidos según las opiniones y experiencias de los integrantes del GMA de Procesos.

TABLA N° 9: Matriz de Priorización – Problemas del área de Procesos.

OPCIONES	Inversión para resolverlo.	Implementación rápida de solución.	Beneficios a obtener tras su solución.	Impacto en los procesos.	TOTAL
Compuesto de caucho defectuosos	5.04	2.1	3.24	2.88	13.26
Material reprocesado en la mezcladora Banbury	3.64	3.36	4.59	4.08	15.67
Rollos envejecidos de forro, rellenos y tiras de goma	2.52	3.57	2.7	2.4	11.19
Alto índice de labor indirecta en las máquinas extrusoras	1.96	2.1	1.89	1.68	7.63

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

Como podemos observar los resultados nos indican que debemos darle prioridad a la opción de “Material reprocesado en la mezcladora Banbury”.

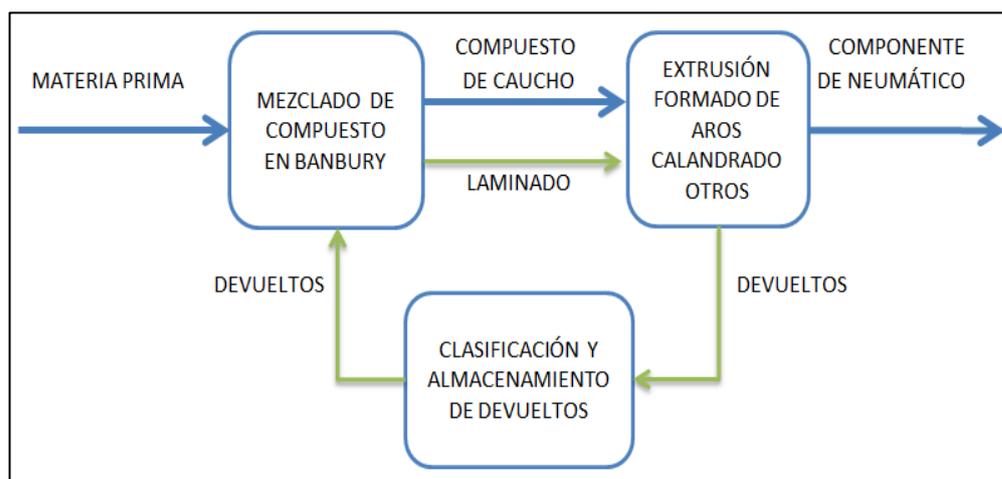
4.2 PASO 2: Entender el estado y fijar meta

En el paso anterior se seleccionó y se dio prioridad, de un listado de problemas previamente establecido por el GMA, al “Material reprocesado en la mezcladora Banbury”. En esta etapa lo que se buscará es comprender con mayor detalle la magnitud del problema a través de la información que se tiene recopilada en periodos anteriores. Por medio de esto se establecerá una meta fija medible y factible para obtener resultados de mejora.

4.2.1 Descripción del problema seleccionado

El material reprocesado en la mezcladora Banbury viene a ser compuesto de caucho no vulcanizado, no contaminado con otros materiales (cuerda, alambres u otros) que no cumplen con las especificaciones de calidad para usarlo en la producción de componentes del neumático.

Todo este material que debe ser reprocesado, proviene y se genera de las diferentes áreas de producción. Principalmente provienen de las áreas de Extrusión, Formadora de Aros y Calandria de Gomas. Este material, llamado también como “Devueltos”, es clasificado y almacenado según su tipo de compuesto. Posteriormente es regresado a la mezcladora Banbury para reprocesarlo y generar lo que se denomina como compuesto “Laminado”.

GRÁFICA N° 34: Esquema del flujo de material reprocesado

Fuente: Elaboración Propia

El compuesto “Laminado” es identificado manteniendo el código numérico del compuesto de caucho que corresponda y se adiciona las iniciales LAM o LAM ESP. En el primero hace referencia al Laminado de un sólo tipo de compuesto de caucho, y el segundo hace referencia al Laminado Especial que se obtiene del devuelto que está conformado por dos compuestos, siendo uno de ellos en un porcentaje mucho menor.

GRÁFICA N° 35: Compuesto Laminado

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 10: Lista de Compuestos Laminados

COMPUESTO LAMINADO	COMPONENTE DE NEUMÁTICO	ÁREA ORIGEN DEL DEVUELTO
19928 LAM	Rodantes	Extrusión
17750 LAM	Rodantes, Costados, forros y gomas	Extrusión, Calandria de gomas
17255 LAM	Costados, forros y gomas	Extrusión, Calandria de gomas
67226 LAM	Rodantes	Extrusión
19300 LAM	Aislante de aros	Formadora de Aros
625046 LAM	Forros y gomas	Calandria de gomas
67226 LAM ESP	Rodantes	Extrusión
66589 LAM	Rodantes, Costados, forros y gomas	Extrusión, Calandria de gomas
23136 LAM ESP	Rodantes	Extrusión
17750 LAM ESP	Rodantes	Extrusión
69756 LAM ESP	Rodantes y Costados	Extrusión
19905 LAM	Rodantes	Extrusión
66236 LAM	Rodantes, Costados, forros y gomas	Extrusión, Calandria de gomas
17083 LAM ESP	Rodantes	Extrusión
17187 LAM	Rodantes	Extrusión
16893 LAM	Relleno de Aros	Formadora de Aros
23136 LAM	Rodantes	Extrusión
17130 LAM	Rodantes y Costados	Extrusión
67200 LAM ESP	Rodantes	Extrusión
12675 LAM	Costados	Extrusión
17083 LAM	Rodantes	Extrusión
16987 LAM	Forros y gomas	Calandria de gomas
17130 LAM ESP	Rodantes y Costados	Extrusión
16923 LAM	Forros y gomas	Calandria de gomas
16953 LAM	Forros y gomas	Calandria de gomas
17187 LAM ESP	Rodantes	Extrusión

Fuente: Dpto. Desarrollo de Compuestos – Lima Caucho S.A., Octubre 2016

GRÁFICA N° 36: Devueltos



Fuente: Elaboración Propia

La producción del compuesto Laminado requiere del empleo de muchos recursos como mano de obra, energía eléctrica, agua, aceite, aditivos, espacio para almacenamiento y otros. Todo esto acumulándose genera costos altos en reprocesos que no agregan valor. El costo por kilo de compuesto laminado asciende a S/. 0.55 aproximadamente, valor obtenido y facilitado por el departamento de Contabilidad, considerando el consumo de los recursos mencionados.

Actualmente no se cuenta con un control estricto de cuantos kilos de devueltos se generan en las diversas áreas de planta, pero se cuenta con la cantidad de producción por tipo de compuesto Laminado. Esta información será utilizada para medir la magnitud del problema tanto en kilos de devueltos reprocesados y el costo que genera mensualmente. Esta información podemos visualizarlo en las siguientes tabla e histograma en un periodo de 9 meses desde enero a septiembre.

TABLA N° 11: Kilos mensuales de producción por compuesto Laminado

COMPUESTO LAMINADO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	PROMEDIO MENSUAL
12675 LAM	600	0	0	0	600	0	0	0	0	133
16893 LAM	600	0	0	0	600	1,000	1,200	1,000	1,000	600
16923 LAM	0	0	0	600	0	0	0	0	0	67
16953 LAM	0	0	600	0	0	0	0	0	0	67
16987 LAM	0	0	0	800	0	0	0	0	0	89
17083 LAM	0	0	0	0	0	1,000	0	0	0	111
17083 LAM ESP	0	0	2,200	1,200	1,200	1,400	1,200	1,400	0	956
17130 LAM	0	400	0	0	1,400	600	0	0	1,200	400
17130 LAM ESP	800	0	0	0	0	0	0	0	0	89
17187 LAM	400	0	800	1,800	600	600	0	1,800	1,000	778
17187 LAM ESP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17255 LAM	22,800	15,400	17,400	15,400	15,400	15,000	18,000	20,000	20,800	17,800
17750 LAM	34,600	39,000	35,000	35,800	35,000	42,200	40,800	35,000	31,200	36,511
17750 LAM ESP	2,800	0	0	0	2,200	3,000	4,000	6,800	1,600	2,267
19300 LAM	10,200	12,800	13,800	12,200	13,600	9,800	12,800	9,800	14,600	12,178
19905 LAM	3,200	0	1,000	600	1,600	0	1,000	0	3,800	1,244
19928 LAM	70,400	48,600	53,200	54,600	62,400	59,600	56,400	63,000	57,400	58,400
23136 LAM	0	3,600	1,000	0	0	0	0	0	600	578
23136 LAM ESP	1,600	0	1,800	3,000	4,200	3,200	3,000	4,000	1,200	2,444
625046 LAM	10,000	6,200	6,200	4,800	5,000	6,800	5,200	10,800	8,800	7,089
66236 LAM	0	0	2,600	1,200	2,800	0	2,400	0	0	1,000
66589 LAM	3,000	6,400	0	1,800	3,400	2,000	2,800	3,400	0	2,533
67200 LAM ESP	0	0	0	0	0	0	0	1,800	0	200
67226 LAM	15,800	14,600	13,400	11,400	12,800	12,000	12,200	16,800	12,200	13,467
67226 LAM ESP	3,200	0	5,800	3,600	5,400	5,400	4,200	2,400	9,600	4,400
69756 LAM ESP	2,200	0	2,000	1,200	1,600	800	1,600	1,000	1,200	1,289
Total general	182,200	147,000	156,800	150,000	169,800	164,400	166,800	179,000	166,200	164,689

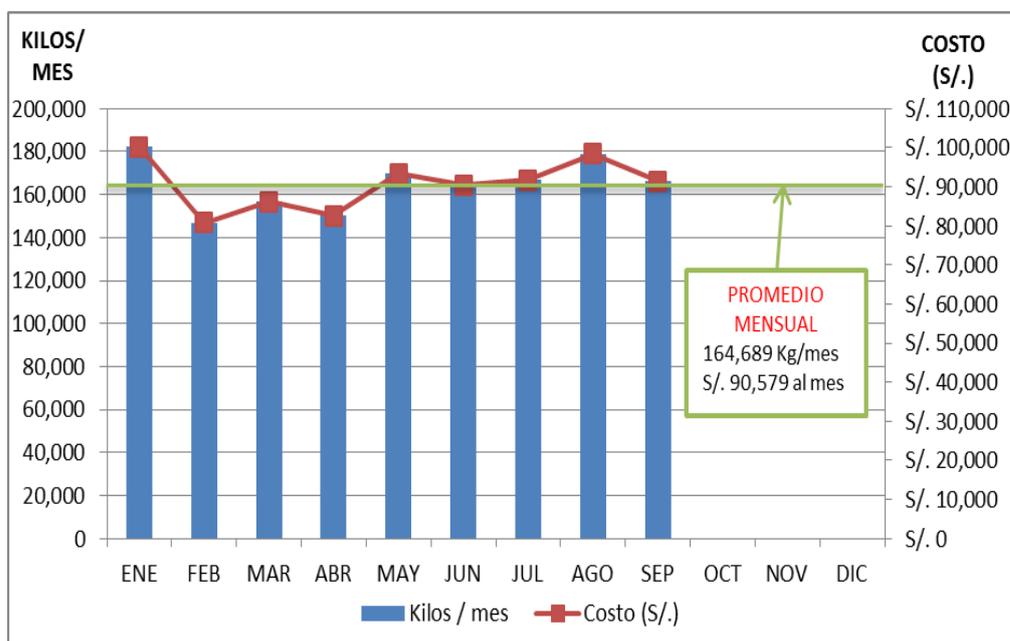
Fuente: Dpto. PCP – Lima Caucho S.A., Octubre 2016

TABLA N° 12: Costos mensuales de producción de Laminados

MES	Kilos / mes	Costo (S/.)
ENE	182,200	S/. 100,210
FEB	147,000	S/. 80,850
MAR	156,800	S/. 86,240
ABR	150,000	S/. 82,500
MAY	169,800	S/. 93,390
JUN	164,400	S/. 90,420
JUL	166,800	S/. 91,740
AGO	179,000	S/. 98,450
SEP	166,200	S/. 91,410

Fuente: Dpto. PCP – Lima Caucho S.A., Octubre 2016

GRÁFICA N° 37: Producción y costos mensuales de Compuesto Laminado



Fuente: Dpto. PCP – Lima Caucho S.A., Octubre 2016

Como podemos visualizar, la producción promedio mensual de compuesto Laminado asciende a 164,689 kg, esta cantidad equivale monetariamente a un costo de S/.90,579 al mes, que anualmente asciende a S/. 1'086,947 aproximadamente.

4.2.2 Priorizar el problema y establecer la meta

Una vez comprendido el problema y calculado la magnitud que representa, se procede a identificar la prioridad y establecer como meta el eliminarlo o solucionarlo. Ésta meta debe ser medible y factible, considerando las limitaciones de la investigación.

Para priorizar lo que se va atacar dentro del problema seleccionado se clasificará los tipos de devueltos generados en planta tal como podemos verlos en el siguiente cuadro:

TABLA N° 13: Tipos de Devueltos

Tipo de devueltos	Área de Origen
Relleno de aros con dimensiones fuera de especificación.	Formadora de aros
Material envejecido por sobrepasar tiempo de almacenamiento.	Extrusión y Calandria de
Rodantes y costados con perfil inadecuado.	Extrusión
Rodantes y costados con anchos fuera de especificación.	Extrusión
Costados con rayaduras en superficie.	Extrusión
Reflujo por extrusión en formado de aros.	Formadora de aros
Sobrantes de stock de rodantes y costados.	Extrusión
Reflujo por extrusión de rodantes y costados.	Extrusión
Cortes de rodantes y costados.	Extrusión y cortadora de
Rodantes y costados livianos o pesados.	Extrusión
Rodantes y costados con presencia de grumos.	Extrusión
Sobrantes de stock de forros y gomas.	Calandria de Gomas
Otros	Varios

Fuente: Dpto. Control de calidad – Lima Caucho S.A., Octubre 2016

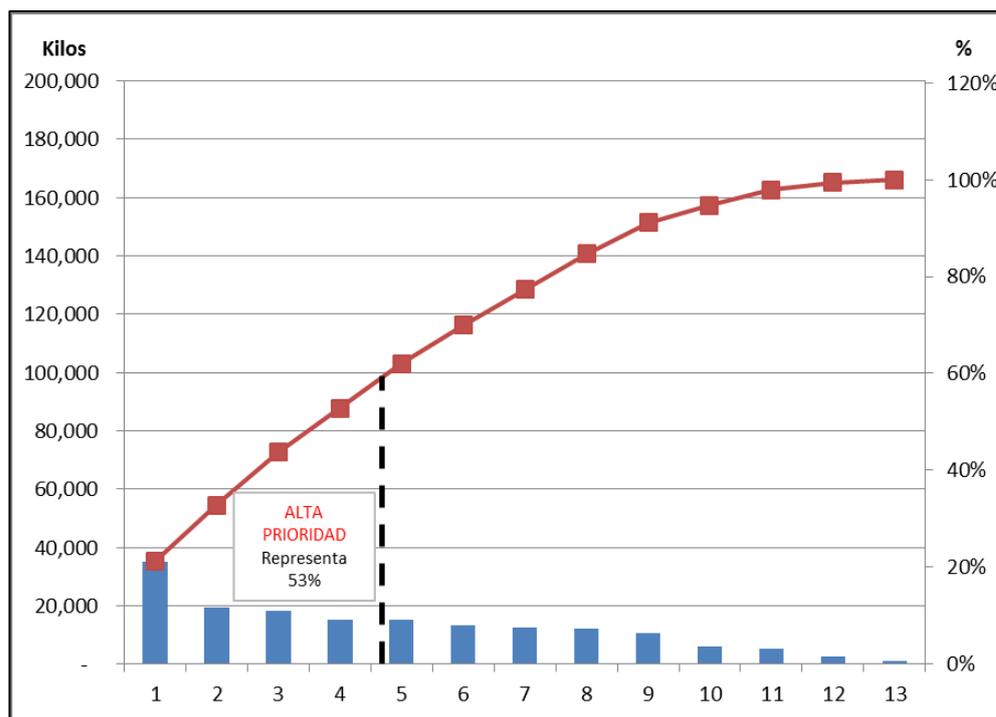
A partir de esta clasificación se procedió a pesar el material por tipos de devueltos generados en el mes de octubre para obtener un muestreo de la cantidad de devueltos por tipo que se generan en los procesos y tener un mejor panorama de lo que debemos priorizar.

TABLA N° 14: Kilos por tipo de devueltos generados en Octubre

N°	TIPO DE DEVUeltOS	KILOS - MES OCTUBRE	%	% Acumulado
1	Cortes de rodantes y costados.	35,176	21%	21%
2	Rodantes y costados con anchos fuera de especificación.	19,250	12%	33%
3	Rodantes y costados con perfil inadecuado.	18,150	11%	44%
4	Rodantes y costados livianos o pesados.	15,250	9%	53%
5	Rodantes y costados con presencia de grumos.	15,150	9%	62%
6	Reflujo por extrusión en formado de aros.	13,200	8%	70%
7	Material envejecido por sobrepasar tiempo de almacenamiento.	12,350	7%	77%
8	Costados con rayaduras en superficie.	12,150	7%	85%
9	Sobrantes de stock de forros y gomas.	10,657	6%	91%
10	Reflujo por extrusión de rodantes y costados.	6,000	4%	95%
11	Sobrantes de stock de rodantes y costados.	5,250	3%	98%
12	Relleno de aros con dimensiones fuera de especificación.	2,520	2%	99%
13	Otros	1,070	1%	100%
	TOTAL	166,173	100%	

Fuente: Elaboración Propia

A partir de ésta información aplicaremos la herramienta gráfica de Pareto que nos ayudará a identificar el o los tipos de devueltos con mayor incidencia.

GRÁFICA N° 38: Gráfica de Pareto de la generación por tipo de Devueltos

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la gráfica y los datos de las tablas, se observa que la generación de devueltos se distribuye en cantidades considerables y de importancia en casi todos los tipos de devueltos. Por tanto no se llega a cumplir la regla 80/20. Sin embargo, cabe recordar que no se debe considerar esta regla como absoluta y se recomienda emplear el criterio para definir prioridades. Por tanto se estableció que los 4 primeros de los 13 tipos de devueltos ($4/13 = 31\%$) que representan el 53% de la cantidad total de kilos serán objetivos para su posible eliminación o reducción.

De los 4 tipos de devueltos seleccionados se observa que los cortes de rodantes y costados representan el 21% del total de los devueltos, siendo superior en 9% a más de los demás tipos. Por tanto, se fijará como primer objetivo el reducir los devueltos de este tipo, estableciendo como meta lo siguiente: “Reducir los devueltos de cortes de rodantes y costados en un 25% dentro de un periodo de 5 meses”.

El porcentaje de reducción (25%), establecido como meta, representa del total de kilos promedio mensual de Laminados (164,689 kg) en un 5%

aproximadamente. Por tanto, este porcentaje equivale monetariamente un ahorro mensual (S/. 90,579 al mes x 5%) de S/.4,500 que anualmente asciende a S/.54,000.

4.3 PASO 3: Plan de actividades

Una vez establecido la meta, procederemos a organizar las actividades generales a realizar siguiendo la ruta de calidad. Para ello se elaboró un cronograma en dónde se proyectó las acciones a tomar desde el mes de septiembre 2016 hasta enero 2017 para lograr el objetivo de reducir los devueltos del área de extrusión.

También se aplicó la herramienta de los 5W + 1H para responder las preguntas sobre los detalles de la ejecución de actividades, como de los responsables y así tener claro el panorama de las siguientes semanas.

TABLA N° 15: Cronograma del Plan de Actividades Generales

¿POR QUÉ? OBJETIVO	¿QUÉ? PASO	¿QUIÉN? RESPONSABLE	¿CUÁNDO?															¿CÓMO? HERRAMIENTA	¿DÓNDE? LUGAR					
			SEP				OCT				NOV				DIC					ENE				
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
FIJAR OBJETIVO	SELECCIONAR EL TEMA	GMA																					MATRIZ DE DECISIONES	OFICINA
RECOPIRAR INFORMACIÓN RELACIONADO AL PROBLEMA	COMPRENDER LA SITUACIÓN	Ing. Calidad Ing. Industrial																					DIAGRAMA DE PARETO HISTOGRAMA ESTRATIFICACIÓN	PLANTA
ESTABLECER CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	PLANEAR ACTIVIDADES	GMA																					5W + 1H GRÁFICA DE GANTT	OFICINA
IDENTIFICAR LA CAUSA RAÍZ Y PROPONER SOLUCIONES	ANALIZAR LAS CAUSAS Y PLANIFICAR LAS SOLUCIONES	Ing. Calidad Ing. Industrial Ing. Mantenimiento																					TORMENTA DE IDEAS DIAGRAMA DE ISHIKAWA	PLANTA ÁREA DE EXTRUSIÓN
DAR SOLUCIONES Y EJECUTARLAS	EXAMEN DE CONTRAMEDIDAS Y SU IMPLEMENTACIÓN	Ing. Calidad Ing. Industrial Ing. Mantenimiento																					GRÁFICA DE GANTT	PLANTA ÁREA DE EXTRUSIÓN
EVALUAR SOLUCIONES	EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD	Ing. Industrial Producción																					HOJAS DE VERIFICACIÓN	PLANTA ÁREA DE EXTRUSIÓN
MANTENER LO OBTENIDO	ESTANDARIZACIÓN Y COMPOSTURA PERMANENTE	Ing. Industrial Producción																					PROCEDIMIENTOS HOJAS DE VERIFICACIÓN	PLANTA ÁREA DE EXTRUSIÓN

Fuente: Elaboración Propia

4.4 PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Anteriormente se estableció como prioridad el analizar la posible eliminación y reducción de devueltos por cortes de rodantes y costados. Para ello vamos a comprender y analizar a mayor detalle el cómo se generan y cuáles son las causas que lo originan para posteriormente plantear posibles soluciones que sean factibles y ayuden a obtener los resultados deseados.

Como se ha explicado anteriormente, los rodantes y costados se producen en el área de extrusión. En ésta sección la planta cuenta con dos máquinas extrusoras también llamadas Tubuladoras de 8" y 10"x10". La primera se emplea para elaborar los rodantes para llantas radiales; costados de Motollantas, radiales y de algunas medidas de llantas de Camión y OTR/SA; y rellenos de aros. La segunda produce los rodantes y costados de mayor volumen de medidas de llantas de Camión, Comerciales y OTR/SA.

Durante el tiempo que se realizó el muestreo y se pesó los devueltos por cortes de rodantes y costados, estos se obtuvieron de la Cortadora de Rodantes. Cabe destacar que los materiales que se cortan en esta máquina son sólo los rodantes de llantas radiales y costados de algunas medidas de llantas de Camión y OTR/SA. Y esto se debe porque estos componentes, que se obtienen de la Tubuladora de 8", pasan por un proceso en donde hay dos etapas de cortes. En caso de los componentes obtenidos en la Tubuladora de 10"x10" pasan por una sola etapa de corte al final del proceso, y por tanto no generan devueltos de este tipo.

Las dos etapas de corte mencionados anteriormente se realizan de la siguiente forma:

- El primer corte se realiza en la segunda faja de la máquina Tubuladora de 8", el cual dos operarios reciben la tira extruida que proviene de la tina de enfriamiento, lo cortan de forma manual con una cuchilla a una longitud, según la especificación de calidad, para luego almacenarlos en los carros libros.

GRÁFICA N° 39: Primer corte de rodantes y costados en máquina Tubuladora de 8"



Fuente: Elaboración Propia

- El segundo corte se realiza después de pasar 4 horas de reposo del material que fue almacenado en los carros libro. Luego estos son transportados a la Cortadora de Rodantes en donde dos operarios con ayuda de la máquina cortan los extremos del material, retirando y almacenando los sobrantes de los extremos. Estos sobrantes son los devueltos por cortes de rodantes y costados.

GRÁFICA N° 40: Segundo corte de rodantes y costados en máquina Cortadora de Rodantes



Fuente: Elaboración Propia

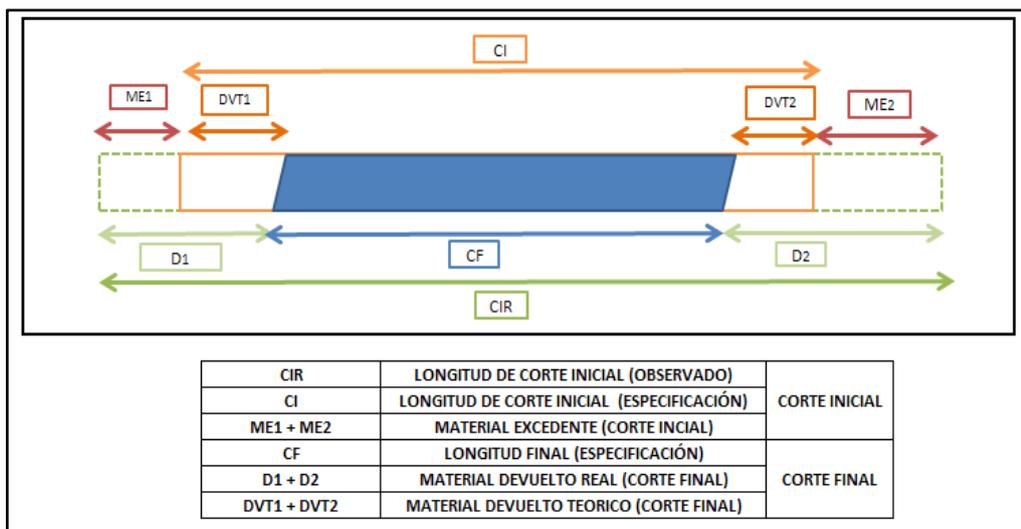
GRÁFICA N° 41: Devueltos por cortes de rodantes y costados



Fuente: Elaboración Propia

Los devueltos por cortes de rodantes y costados vienen a ser la diferencia entre el 1er y 2do corte o cómo también son llamados corte inicial y final. Esta diferencia en lo que respecta a longitud, según las especificaciones de calidad, deben ser 10 pulgadas aproximadamente en todas las medidas de llantas. Por cada rodante y costados en teoría se deberían generar 2 sobrantes de los extremos, con un longitud de 5 pulgadas cada uno. Sin embargo se ha observado que cada pedazo muestra una longitud mayor a lo especificado el cual incrementa los kilos de devueltos generados, cuyas causas se explicaran más adelante.

GRÁFICA N° 42: Esquema de corte de rodantes y costados



Fuente: Elaboración Propia

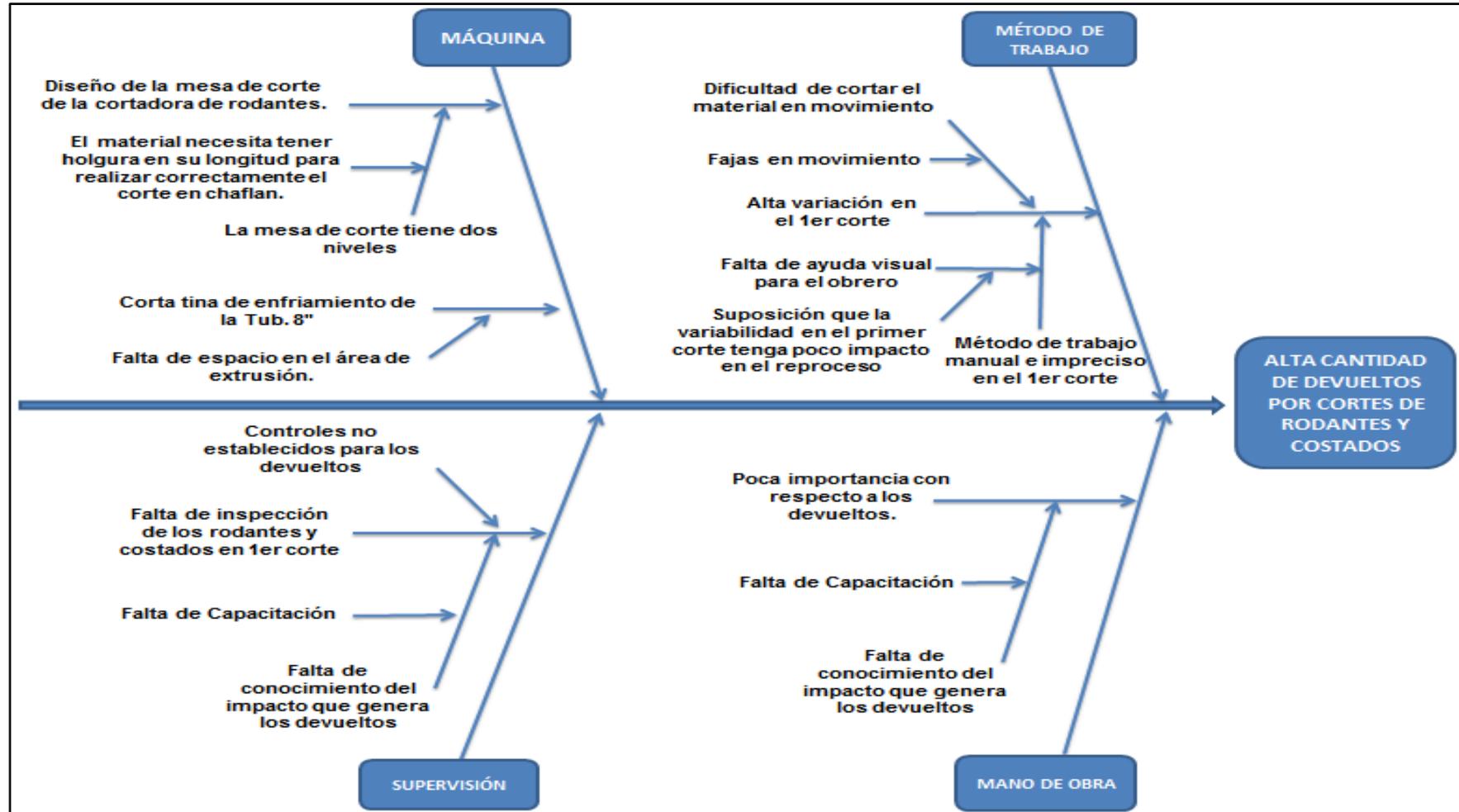
4.4.1 Análisis de causas

Una vez comprendido como se generan los devueltos por cortes de rodantes y costados, procedemos a identificar las causas que lo originan, para ello se empleó la técnica lluvia de ideas en dónde se seleccionó de todas las más relevantes, para luego clasificarlas y plasmarlos en un Diagrama de Ishikawa:

- El diseño de la mesa de la máquina cortadora de rodantes.
- Suposición que la alta variabilidad del primer corte no tiene un impacto significativo en los reprocesos.
- Falta de capacitación con respecto de los devueltos.
- Extremos de rodantes se ensanchan después del primer corte.
- Falta de inspección de las longitudes de los rodantes y costados en el primer corte.
- El material necesita tener holgura en su longitud para realizar correctamente el corte en chaflán en la cortadora de rodantes.
- La longitud de la tina de enfriamiento de la Tubuladora de 8" no es lo suficientemente larga.
- Falta de espacio en el área de extrusión para alargar la tina de enfriamiento.
- Alta variación en la longitud del rodante después de realizar el primer corte.
- Falta de una ayuda visual para realizar el primer corte de forma correcta.
- La faja de la tubuladora está en constante movimiento haciendo difícil cortar correctamente los rodantes y costados.
- El método de trabajo del primer corte es manual e impreciso.
- Falta de conocimiento por parte de los obreros con respecto al impacto negativo que generan los devueltos.
- Controles no establecidos por el área técnica y de producción con respecto a la generación de devueltos.

Todas las ideas mencionadas anteriormente se procedieron a agruparlos y darles una clasificación considerando estos los siguientes factores: Máquina, mano de obra, material, supervisión y método de trabajo.

GRÁFICA N° 43: Diagrama de Ishikawa – Devueltos por cortes de rodantes y costados



Fuente: Elaboración Propia

A partir del diagrama de Ishikawa e procedió analizar cada aspecto que se observa en la gráfica y así tener una mayor comprensión de lo que se ha registrado.

- **Método de trabajo:** Se observa que hay una alta variación y error al realizar el primer corte, obteniéndose rodantes y costados con una longitud mayor que lo especificado. Para el operario le resulta difícil cortar a una longitud exacta el material que se encuentra en movimiento sobre la faja que los transporta. Actualmente el operario se guía de una regla, sin embargo no es suficiente y efectivo para poder cortar con precisión.

El método de trabajo es manual e impreciso debido a que no cuenta con una ayuda visual para el trabajador, lo que impide dar exactitud a la longitud de los rodantes y/o costados en el 1er corte. Esta causa también es afectada por la falsa suposición de considerar poco relevante ésta variabilidad, debido a que en el 2do corte se corta con precisión en la Cortadora de Rodantes y porque el material se puede reprocesar y usarse de nuevo como compuesto Laminado.

Actualmente no se tiene conocimiento de cuánto es el error con respecto a la longitud del material que se obtiene al realizar el 1er corte, por tanto para profundizar se realizó un muestreo midiendo los rodantes y costados para calcular cuánto es la variación o error que genera en esta operación y así también poder calcular cuántos kilos en exceso de devueltos se produce.

Para medir la variación se procedió a hacer dos muestreos, para el caso de los rodantes y de los costados. Se clasificó por peso (kg) de devueltos por componente de las medidas de llantas que se tienen en el programa de producción de neumáticos del mes de Noviembre. Se empleó una fórmula para calcular el tamaño de muestra para ambos casos y luego se estableció el número de rodantes y costados a medir su longitud en el primer corte.

TABLA N° 16: Clasificación de los rodantes por peso del devuelto / unidad – Programa mensual Noviembre

GRUPO	RANGO PESO (kg)/DEVUELTO	LÍNEA	CÓDIGO	MEDIDA	PROGRAMA MENSUAL NOVIEMBRE	PESO (kg) / DEVUELTO	% (PROGRAMA)	KILOS TOTALES DE DEVUELTO
1	[0.27-0.38]	RADIALES	1021726	155R13	200	0.36	0.45%	72.00
	[0.27-0.38]	RADIALES	1021806	155SR13	200	0.27	0.45%	54.00
2	[0.38-0.49]	RADIALES	1021302	155/70R12	5600	0.40	12.70%	2240.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021310	175/70R13	3500	0.48	7.94%	1680.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021508	165SR13	1950	0.46	4.42%	897.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021130	185/65R14	1700	0.46	3.86%	782.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021138	165/65R13 77S	1650	0.40	3.74%	660.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021810	175SR13-4 NEGRA	1600	0.41	3.63%	656.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021410	175/70R13	550	0.46	1.25%	253.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021460	165/65R13	500	0.44	1.13%	220.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021178	165/65R13 77S	500	0.40	1.13%	200.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021708	165 SR13-4	300	0.42	0.68%	126.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021424	185/60R14	240	0.48	0.54%	115.20
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021818	195SR14	200	0.48	0.45%	96.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1027140	175/70R13 4PR	100	0.45	0.23%	45.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021198	165/65R13 77S	0	0.40	0.00%	0.00
3	[0.49-0.60]	RADIALES	1021320	185/70R13	13550	0.51	30.73%	6910.50
	[0.49-0.60]	RADIALES	1021430	185/70R14	1900	0.52	4.31%	988.00
	[0.49-0.60]	RADIALES	1021420	185/70R13	900	0.50	2.04%	450.00
	[0.49-0.60]	RADIALES	1021340	205/70R14	220	0.54	0.50%	118.80
	[0.49-0.60]	RADIALES	1021422	195/60R13	220	0.52	0.50%	114.40
	[0.49-0.60]	RADIALES	1027152	185/70R14 4PR	120	0.51	0.27%	61.20
	[0.49-0.60]	RADIALES	1027150	185/70R13 4PR	120	0.49	0.27%	58.80
4	[0.60-0.70]	RADIALES	1021330	185/70R14	3000	0.66	6.80%	1980.00
	[0.60-0.70]	RADIALES	1024130	LT205R14 8PR	700	0.68	1.59%	476.00
	[0.60-0.70]	RADIALES	1021450	195/65R15	600	0.60	1.36%	360.00
5	[0.70-0.81]	RADIALES	1024120	LT195R15 8PR	1200	0.79	2.72%	948.00
	[0.70-0.81]	RADIALES	1024730	LT215/75R14 8PR	660	0.77	1.50%	508.20
	[0.70-0.81]	RADIALES	1024738	LT215/75R15 8PR	600	0.77	1.36%	462.00
	[0.70-0.81]	RADIALES	1024750	LT215/75R14 8PR	260	0.77	0.59%	200.20
	[0.70-0.81]	RADIALES	1024758	LT215/75R15 8PR	110	0.77	0.25%	84.70
6	[0.81-0.92]	RADIALES	1024320	LT245/75R16	410	0.92	0.93%	377.20
	[0.81-0.92]	RADIALES	1024270	LT225/75R16 8PR	250	0.88	0.57%	220.00
	[0.81-0.92]	RADIALES	1024742	LT235/75R15 8PR	250	0.85	0.57%	212.50
	[0.81-0.92]	RADIALES	1024762	LT235/75R15 8PR	230	0.85	0.52%	195.50
	[0.81-0.92]	RADIALES	1024370	LT245/75R16	0	0.92	0.00%	0.00
					44090		100.00%	22822.20

Fuente: Dpto. PCP – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

GRÁFICA N° 44: Tamaño de muestra para los rodantes

▪ N = Total de la población (N° de rodantes)	44090	Total de rodantes a producir (NOVIEMBRE)
▪ $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%)	1.96	
▪ p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.50)	0.50	
▪ q = 1 - p (en este caso 1-0.50 = 0.50)	0.50	
▪ d = precisión (en este caso deseamos un 5%).	0.05	
$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$		
	381	N° de rodantes a observar

Fuente: Elaboración Propia

Por cada neumático se requiere un rodante, por tanto las unidades de producción de este componente deben ser iguales a la cantidad de llantas a producir. Del total de rodantes a producir en el mes de noviembre se calculó el tamaño de muestra (381 rodantes a medir), luego por cada clase para el muestreo se escogió una medida de llanta representativa, los de mayor programa de producción de cada grupo, y se calculó el número de rodantes a medir por cada clase haciendo uso del porcentaje que cada uno representa del total de unidades.

TABLA N° 17: Selección de medidas representativas y cálculo de n° de rodantes a medir por cada grupo – Mes Noviembre

Grupo	Rango peso (kg)/Devuelto	Código	Medida Representativa por grupo	Peso kg devuelto/rodante Teórico	Programa Noviembre	%	Rodantes a medir
1	[0.27-0.38]	1021726	155R13	0.36	400	1%	3
2	[0.38-0.49]	1021302	155/70R12	0.40	18390	42%	159
3	[0.49-0.60]	1021320	185/70R13	0.51	17030	39%	147
4	[0.60-0.70]	1021330	185/70R14	0.66	4300	10%	37
5	[0.70-0.81]	1024120	LT195R15 8PR	0.79	2830	6%	24
6	[0.81-0.92]	1024320	LT245/75R16	0.92	1140	3%	10
TOTAL					44090	100%	381

Fuente: Elaboración Propia

Después de medir todos los rodantes del 1er corte en la tubuladora de 8", los datos se registraron (Ver anexos 3, 4 y 5) y se procedió a calcular los valores promedio por cada grupo y se obtuvo lo siguiente.

TABLA N° 18: Resultados del muestreo de medir la longitud de los rodantes en 1er corte

CUADRO RESUMEN	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6
MEDIDA REPRESENTATIVA	155SR13 AWARD	1502	1803	1804	LT195	LT245
1ER CORTE						
Longitud Promedio Observada (1)	77.39	77.13	80.62	82.31	95.33	102.29
Longitud Especificación (±1 pulgada)	75.50	69.25	76.63	82.00	90.00	96.25
Diferencia Promedio	1.89	7.88	3.99	0.31	5.33	6.04
Longitud máxima observada	81.63	90.25	88.63	89.13	101.75	106.00
Longitud mínima observada	76.00	69.00	74.00	75.25	89.75	95.63
2DO CORTE						
Longitud especificación (2)	65.50	59.25	66.63	69.25	77.00	86.25
MATERIAL DEVUELTO/RODANTE						
Longitud devuelto / Rodante (1) - (2)	11.89	17.88	13.99	13.06	18.33	16.04
Peso devuelto/ Rodante observado	0.44	0.72	0.71	0.67	1.12	1.47
Peso Teórico devuelto/ Rodante	0.36	0.40	0.51	0.66	0.79	0.92
Exceso en Peso (kg)	0.08	0.32	0.20	0.01	0.33	0.55
Exceso en Peso (%)	21%	79%	40%	2%	42%	60%

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la tabla de resultados existe una variación superior a la tolerancia de 1 pulgada por rodante. Si promediamos las diferencias promedio de los grupos obtenemos un error promedio de 4 ¼ pulgadas por rodante y en peso promedio hay un exceso de 0.25kg de devueltos por rodante.

Ahora empleando la misma metodología procederemos a calcular la variación en el primer corte para los costados. Para ello usaremos el programa de producción de Noviembre para los costados que se producen en la Tubuladora de 8", por cada llanta se requiere 2 costados

TABLA N° 19: Clasificación de costados por peso del devuelto / unidad de llanta – Programa de Noviembre

GRUPO	RANGO Kg/devuelto (1 COSTADO)	TIPO	CÓDIGO	MEDIDA	PRODUCCIÓN NOVIEMBRE (llantas)	PROGRAMA NOVIEMBRE 2014 (llantas)	PESO (kg) / DEVUELTO (2 COSTADOS)	% PROGRAMA	DEVUELTO TOTAL TEÓRICO (kg)
1	[0.130 - 0.203]	CAMIÓN	1051258	10.00 X 20 - 16 EXTRA MILE	0	0	0.260	0.0%	0.00
	[0.130 - 0.203]	CAMIÓN	1051448	900 X 20 - 14 TH-200	238	0	0.400	10.2%	95.20
	[0.130 - 0.203]	CAMIÓN	1054648	900 X 20 - 14 DX-20	0	0	0.400	0.0%	0.00
2	[0.203 - 0.276]	CAMIÓN	1051458	1000 X 20 - 16 TH-200	85	0	0.480	3.7%	40.80
	[0.203 - 0.276]	CAMIÓN	1054658	1000 X 20 - 16 DX-20	0	0	0.480	0.0%	0.00
	[0.203 - 0.276]	CAMIÓN	1054660	1000 X 20 - 16 DX-20 LL. U.	35	85	0.480	1.5%	16.80
	[0.203 - 0.276]	CAMIÓN	1051040	825 X 20 - 14 TX-21	0	85	0.480	0.0%	0.00
	[0.203 - 0.276]	CAMIÓN	1051148	900 X 20 -14 EXTRA TD-440	104	0	0.480	4.5%	49.92
3	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1051466	1100 X 20 - 16 TH-200	49	150	0.560	2.1%	27.44
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054670	1100 X 20 - 16 DX-20 LL. U.	0	0	0.560	0.0%	0.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054666	1100 X 20 - 16 DX-20 LCSA	0	0	0.560	0.0%	0.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054322	1100 X 20 - 16 SUPER TRAIL	115	110	0.560	4.9%	64.40
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1051060	1000 X 20 - 16 TX-21 LL. U.	60	0	0.620	2.6%	37.20
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1051166	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-44	272	0	0.640	11.7%	174.08
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054922	1100 X 20 - 16 SUPER MULE	155	0	0.640	6.7%	99.20
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1051566	1100 X 20 - 16 TH-235	0	0	0.640	0.0%	0.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054570	1100 X 20 - 16 DX-30 LL. U.	60	110	0.640	2.6%	38.40
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054566	1100 X 20 - 16 DX-30 LCSA	0	0	0.640	0.0%	0.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1051966	1100 X 20 - 16 TIPO MILITA	0	0	0.680	0.0%	0.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054066	1100 X 20 - 16 SUPER PION	90	0	0.680	3.9%	61.20
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054070	1100 X 20 - 16 SUPER PION	200	0	0.680	8.6%	136.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054580	12-22.5 16C DX-30 LL.U.	0	0	0.680	0.0%	0.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054576	1200 X 22.5 - 16 DX-30	109	110	0.680	4.7%	74.12
[0.276 - 0.349]	OTR	1081624	17.5 X 25 - 16 SUPER GRAD	37	0	0.680	1.6%	25.16	
4	[0.349 - 0.422]	CAMIÓN	1051190	1200 X 22.5 - 16 PUKARA	159	0	0.700	6.8%	111.30
	[0.349 - 0.422]	CAMIÓN	1051474	1200 X 20 - 16 TH-200	0	0	0.780	0.0%	0.00
	[0.349 - 0.422]	CAMIÓN	1051476	1200 X 20 - 18 TH-200	182	0	0.780	7.8%	141.96
	[0.349 - 0.422]	CAMIÓN	1051174	1200 X 20 - 16 EXTRA TD-44	0	0	0.840	0.0%	0.00
	[0.349 - 0.422]	CAMIÓN	1051176	1200 X 20 - 18 EXTRA TD-44	119	0	0.840	5.1%	99.96
5	[0.422 - 0.530]	CAMIÓN	1051184	1200 X 20 - 18 PUKARA	227	0	1.060	9.8%	240.62
	[0.422 - 0.530]	CAMIÓN	1051186	1200 X 20 - 18 TX-22 LL. U.	0	0	1.060	0.0%	0.00
6	[1.000 - a más]	OTR	1081200	1200 X 20 - 20 SUPER ROCK	20	20	2.880	0.9%	57.60
	[1.000 - a más]	OTR	1081302	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK	10	30	2.860	0.4%	28.60
TOTAL					2326	1025		100%	1619.96

Fuente: Dpto. PCP – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

GRÁFICA N° 45: Tamaño de muestra para los costados

▪ N = Total de la población (N° de costados)	4652	Total de costados a producir (N° LLANTAS X 2)
▪ $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%)	1.96	
▪ p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.50)	0.50	
▪ q = 1 - p (en este caso 1-0.50 = 0.50)	0.50	
▪ d = precisión (en este caso deseamos un 5%).	0.05	
$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$		355 Total de costados a observar

Fuente: Elaboración Propia

Por cada neumático se requiere 2 costados, por tanto las unidades de producción de este componente deben ser iguales al doble de la cantidad de llantas a producir (2326 llantas requieren 4652 costados). Del total de costados a producir en el mes de noviembre se calculó el tamaño de muestra (355 costados a medir). Luego de la misma forma que se hizo con los rodantes, por cada clase para el muestreo se escogió una medida de llanta representativa, los de mayor programa de producción de cada grupo, y se calculó el número de costados a medir por cada clase, haciendo uso del porcentaje que cada uno representa del total de unidades.

TABLA N° 20: Selección de medidas representativas y cálculo de n° costados a medir por cada grupo – Mes Noviembre

GRUPO	Rango peso (kg)/Devuelto	Código	Medida representativa	Peso kg devuelto/costado	Producción acumulada	%	Costados a medir
1	[0.130 - 0.203]	1051448	900 X 20 - 14 TH-200	0.200	238	10.2%	36
2	[0.203 - 0.276]	1051148	900 X 20 -14 EXTRA TD-440 LCSA	0.240	224	9.6%	34
3	[0.276 - 0.349]	1051166	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440 LCSA	0.320	1147	49.3%	175
4	[0.349 - 0.422]	1051476	1200 X 20 - 18 TH-200	0.380	460	19.8%	70
5	[0.422 - 0.530]	1051184	1200 X 20 - 18 PUKARA	0.530	227	9.8%	35
6	[1.000 - a más]	1081302	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS	1.440	30	1.3%	5
TOTAL					2326	100.0%	355

Fuente: Elaboración Propia

Después de medir todos los costados del 1er corte en la Tubuladora de 8", los datos se registraron (ver anexos 6, 7 y 8) y se procedió a calcular los valores promedio por cada grupo y se obtuvieron lo siguiente.

TABLA N° 21: Resultados del muestreo de medir los costados de 1er corte

CUADRO RESUMEN	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6
Medida representativa	900 X 20 - 14 TH-200	900 X 20 - 14 EXTRA TD-440	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440	1200 X 20 - 18 TH-200	1200 X 20 - 18 PUKARA	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK
1ER CORTE						
Longitud Promedio Observada (1)	98.32	103.52	100.16	107.14	101.30	105.06
Longitud Especificación (± 1 pulgada)	93.50	93.40	95.10	95.64	93.50	102.94
Diferencia Promedio	4.82	10.12	5.06	11.51	7.80	2.13
Longitud máxima observada	105.38	112.50	118.00	114.00	111.75	109.00
Longitud mínima observada	92.25	97.50	91.75	99.25	92.00	102.75
2DO CORTE						
Longitud especificación (2)	83.50	83.40	85.10	85.64	83.50	92.94
MATERIAL DEVUELTO/RODANTE						
Longitud devuelto / Costado (1) - (2)	14.82	20.12	15.06	21.51	17.80	12.13
Peso devuelto/ Costado observado	0.30	0.47	0.49	0.80	0.94	2.67
Peso Teórico devuelto/ Costado	0.20	0.24	0.32	0.38	0.53	1.44
Exceso en Peso (kg)	0.10	0.23	0.16	0.42	0.41	1.24
Exceso en Peso (%)	48%	98%	51%	109%	78%	86%

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la tabla de resultados existe una variación superior a la tolerancia de ± 1 pulgada por costado. Si promediamos las diferencias promedio de los grupos obtenemos un error promedio de 7pulgadas por costado y en peso promedio hay un exceso de 0.43kg de devueltos por rodante.

Esta variabilidad sin un análisis a fondo, genera una falsa idea de la poca relevancia que puede tener en la generación de devueltos pero si observamos el acumulado de este error con el programa mensual de noviembre podemos encontrar los siguientes resultados.

TABLA N° 22: Comparación de kilos de devueltos reales de rodantes con los devueltos según especificación (teórico) – Mes Noviembre

Rango peso (kg)/Devuelto	Producción de (llantas) <> Rodantes NOVIEMBRE	DEVUELTO SEGÚN ESPECIFICACIÓN		DEVUELTO REAL		DIFERENCIA (EXCESO)	
		Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)
[0.27-0.38]	400	0.36	144.0	0.44	174.9	0.08	30.9
[0.38-0.49]	18390	0.40	7356.0	0.72	13191.8	0.32	5835.8
[0.49-0.60]	17030	0.51	8685.3	0.71	12118.4	0.20	3433.1
[0.60-0.70]	4300	0.66	2838.0	0.67	2896.0	0.01	58.0
[0.70-0.81]	2830	0.79	2235.7	1.12	3173.6	0.33	937.9
[0.81-0.92]	1140	0.92	1048.8	1.47	1672.9	0.55	624.1
	44090		22308		33227.7		10919.9

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 23: Comparación de kilos de devueltos reales de costados con los devueltos según especificación (teórico) – Mes Noviembre

Rango peso (kg)/Devuelto	Producción de costados (llantas x2) - NOVIEMBRE	DEVUELTO SEGÚN ESPECIFICACIÓN		DEVUELTO REAL		DIFERENCIA (EXCESO)	
		Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)
[0.130 - 0.203]	476	0.20	95.2	0.30	141.1	0.10	45.9
[0.203 - 0.276]	448	0.24	107.5	0.47	212.6	0.23	105.1
[0.276 - 0.349]	2294	0.32	737.2	0.49	1113.5	0.16	376.3
[0.349 - 0.422]	920	0.38	353.2	0.80	738.5	0.42	385.3
[0.422 - 0.530]	454	0.53	240.6	0.94	428.2	0.41	187.6
[1.000 - a más]	60	1.44	86.1	2.67	160.4	1.24	74.3
	4652		1619.9		2794.3		1174.5

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 22: Cálculo de Kilos de exceso de devueltos por error en 1er corte

Devueltos de rodantes y costados	Kg/mes
Cantidad real según muestreo	36022.0
Cantidad teórica según especificaciones	23927.7
Exceso por error en 1er corte	12094.3

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los resultados en el mes de noviembre según muestreo se obtuvo 36,022 kg de devueltos en el mes de noviembre. Dentro de esta cantidad 12,064.3 kg, es decir el 34% aproximadamente proviene del error que hay al realizar el 1er corte.

- **Máquina:** Aquí se mencionó dos aspectos, uno de ellos es la corta longitud de la tina de enfriamiento de la Tubuladora de 8" y la otra viene a ser el diseño de la mesa de corte de la máquina cortadora de rodantes. El primero origina que los rodantes y costados al ser almacenados después de realizar el primer corte, no se encuentren lo suficientemente fríos, lo cual durante el periodo de reposo de 4 horas de los materiales hace que sufran un ligero incremento en el ancho de los extremos.

Ésta deformación no es aprobada por el Dpto. de Control de Calidad, porque puede generar problemas de uniformidad en los neumáticos. Por tanto se requiere recortar estos extremos, y de esta forma se genera los devueltos por cortes de rodantes y costados.

GRÁFICA N° 46: Tina de enfriamiento de la Tubuladora de 8"



Fuente: Elaboración Propia

Hasta el momento no se ha implementado alternativas para mejorar el enfriamiento de los materiales. La falta de espacio en el área de extrusión para poder incrementar la longitud de la tina de enfriamiento y el ser una máquina crítica en la producción, debido a que el uso de su capacidad ésta a tope (3 turnos de trabajo continuos), no permiten y no resulta factible el detener la producción para realizar las modificaciones necesarias para que la máquina pueda mejorar el enfriamiento y dar posibilidad de eliminar las dos etapas de cortes en el proceso y por ende reducir los devueltos.

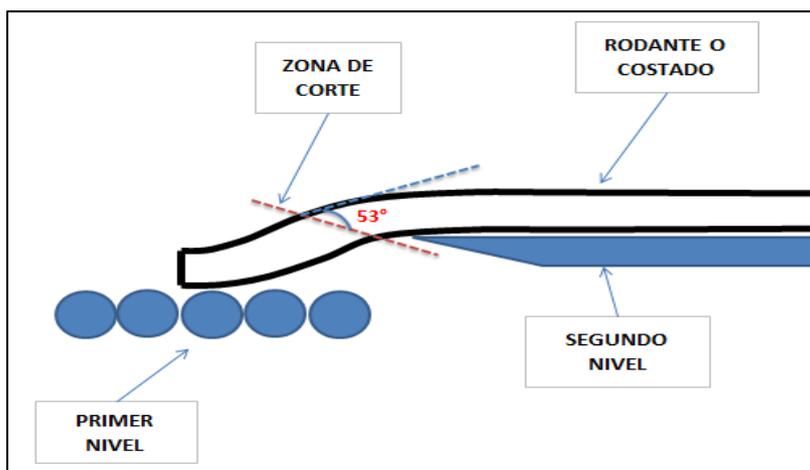
Con respecto a la **cortadora de rodantes**, cuenta con una mesa con dos niveles para que el carro de la cuchilla pueda realizar el corte y darle forma de chaflán en los extremos. El ángulo de corte tiene que ser de 53° con una tolerancia de $\pm 1^\circ$, para ello es necesario que la punta del extremo a cortar tenga contacto con la superficie de la mesa inferior (rodillos), para que el corte obtenga el ángulo requerido.

GRÁFICA N° 47: Mesa de corte de máquina Cortadora de Rodantes



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICA N° 48: Esquema de corte en chaflán de rodantes y costados en máquina Cortadora de Rodantes



Fuente: Elaboración Propia

Es por tal motivo que se requiere que los rodantes y costados de 1er corte tenga una longitud mayor al 2do corte. Control de Calidad establece que debe ser mayor en 10 pulgadas aproximadamente en todos los rodantes y costados. De esta forma se aseguran de recortar los extremos que se deforman ligeramente en el periodo de reposo después de las 4 horas, y se pueda obtener el corte en chaflán cumpliendo con las especificaciones de calidad requeridas. En caso contrario, según los técnicos de control de calidad, los rodantes y costados pueden ocasionar problemas de uniformidad al neumático.

- **Mano de obra y supervisión:** En ambos casos, tanto como el personal obrero y el de supervisión de planta, no tiene el conocimiento sobre cuánto es el impacto que genera los devueltos generados en el área de extrusión y de cuántos recursos se emplean para poder reprocesarlos.

Para ambas partes, el poder reprocesar y volver usar el compuesto de caucho de los devueltos hace que su importancia sea no muy significativa, generando descuido con respecto al trabajo en la operación del 1er corte por parte de los operarios y también el no establecer controles por el área de supervisión.

Debido que hasta el momento no se ha medido el impacto económico que genera el reprocesar los devueltos, no se ha concientizado al personal de planta para buscar eliminar o reducir la generación de devueltos.

Después de identificar y comprender en mayor detalle las causas que generan los devueltos por cortes de rodantes y costados se procedió a proponer soluciones o contramedidas para lograr el objetivo de ésta investigación.

4.4.2 Planificar contramedidas y soluciones

Una vez identificado y analizado las causas del problema, en esta etapa vamos a definir las contramedidas y soluciones factibles para poder reducir el compuesto de caucho a reprocessar. En el análisis anterior clasificamos las causas en 4 aspectos: El método de trabajo, máquina, mano de obra y supervisión. En la siguiente tabla se establece las propuestas de solución a las causas identificadas.

TABLA N° 23: Propuestas de contramedidas y soluciones

TIPO	CAUSAS	EFFECTOS	CONTRAMEDIDA O SOLUCIÓN
MÉTODO DE TRABAJO	Alta variación en el 1er corte por método de trabajo manual e impreciso.	Rodantes y costados con longitudes mayores a lo especificado en el 1er corte, exceso de material a recortar el cual genera mayor cantidad de devueltos.	Implementar un sistema que permita dar una ayuda visual al operario para que pueda realizar con precisión el 1er corte.
MÁQUINA	Corta tina de enfriamiento en la Tub 8".	Rodantes y costados no salen lo suficientemente fríos, lo que hace que sus extremos aumenten ligeramente sus anchos, por lo que se requiere recortarlos.	Evaluar y analizar modificaciones de máquina sin comprometer la producción de los componentes que se elaboran. Este trabajo se deriva a un nuevo proyecto.
	Diseño de mesa de cortadora de rodantes.	Requiere que los rodantes y costados de 1er corte tengan una longitud mayor con respecto al 2do corte (10 pulgadas más aprox.) para poder obtener el corte correcto en chaflán en los extremos del material.	Rediseñar una nueva mesa de corte para reducir la diferencia de 10 pulgadas requeridas. Este trabajo se deriva a un nuevo proyecto.
MANO DE OBRA	Poca importancia con respecto a la generación de devueltos por falta de capacitación al personal operativo.	Descuido del personal obrero con las operaciones en el 1er corte, no se respetan las especificaciones en esta operación, generación de mayor cantidad de devueltos.	Realizar capacitaciones para dar conocimiento al personal operativo con respecto al impacto que genera los devueltos.
SUPERVISIÓN	Falta de controles e inspección de los costados y rodantes en 1er corte.	Desconocimiento de la cantidad que representa la generación de devueltos en esta zona y de los recursos que consume, poca supervisión al trabajo operativo dando lugar a mayor generación de devueltos.	Establecer controles e inspecciones periódicas a la cantidad de devueltos y a las operaciones que lo generan.

Fuente: Elaboración Propia

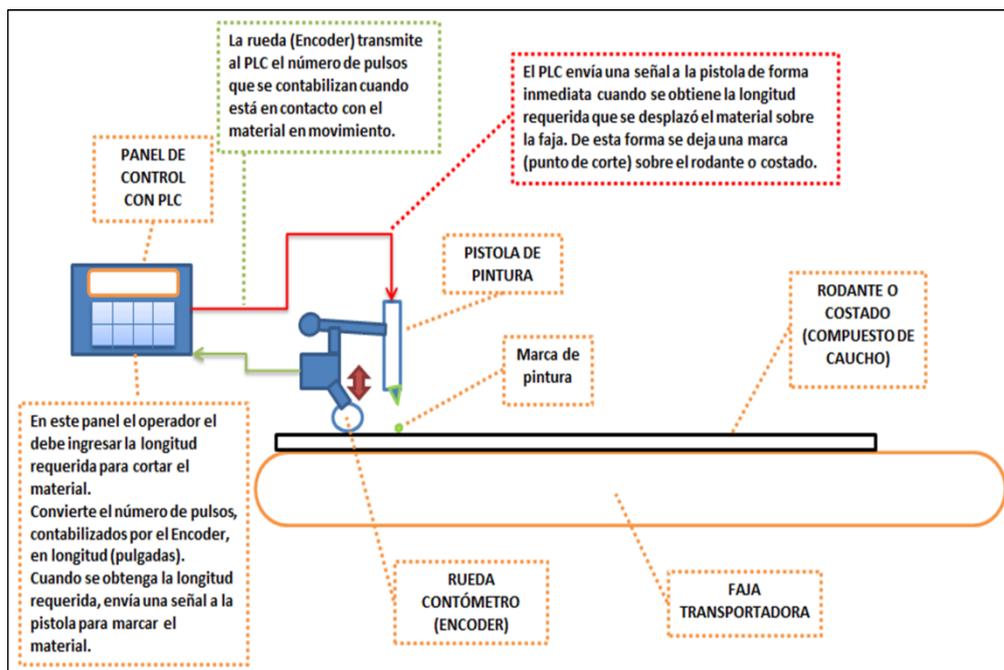
A partir de la tabla anterior en donde se establecieron las propuestas de contramedidas y soluciones, procedemos a dar detalles de cómo llevarlos a cabo definiendo las actividades a realizar, los responsables y las fechas a cumplirse. Para esta investigación daremos más énfasis a la propuesta con respecto a la implementación de un sistema que permita dar una ayuda visual en la operación de 1er corte.

El problema observado al realizar el 1er corte, proviene principalmente en que el material extruido (rodantes o costados) se desliza continuamente por el movimiento de la faja, haciendo difícil identificar el punto a cortar para obtener la longitud requerida y a esto se agrega que la velocidad de la de la faja no es constante, es decir que puede variar durante la corrida si así lo requiere el operador de máquina con el objetivo de mantener las dimensiones del material dentro de las especificaciones. Por tanto, es necesario que este sistema tenga cierto grado de automatización, que sea factible tanto en lo económico y en lo operativo, sin comprometer la capacidad de producción de la máquina.

Actualmente, el operario encargado de realizar la operación de 1er corte se apoya con una regla instalada a un lado de la faja, sin embargo visualmente no es suficiente ayuda para el ojo humano cuando el material se desliza. Observando este problema, se plantea implementar un sistema que pueda contabilizar la longitud del material en movimiento y que pueda dejar una marca sobre su superficie de tal forma que indique el punto a cortar. Esta idea surge al observar las máquinas cortadoras de pliegos (racks), que cuentan con dispositivo (rueda con encoder) que contabiliza el desplazamiento del material por el movimiento de la faja, y que envía una señal a un sistema PLC programado para detener el movimiento de la faja y realizar el corte del material. Para el caso de la operación del 1er corte, no se busca detener la faja sino marcar el punto preciso a cortar.

Por parte de ingeniería industrial, una vez planteada la idea se elaboró un esquema general de cómo debe ser este sistema, que con la colaboración del personal técnico del dpto. De Mantenimiento se buscará dar desarrollo a este proyecto.

GRÁFICA N° 49: Esquema general del sistema de ayuda visual para la operación de 1er corte en 2da faja de Tubuladora de 8''



Fuente: Elaboración Propia

Una vez definido el proyecto, se planifica las actividades a realizar para llevar a cabo el proyecto, estableciendo las tareas, responsables y los plazos para cumplirlo.

TABLA N° 24: Cronograma de actividades para implementar sistema de ayuda visual para la operación de 1er corte.

N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	NOVIEMBRE - 4TA SEMANA (21/11 al 30/11)											
			L	M	MI	J	V	S	L	M	MI			
			21	22	23	24	25	26	28	29	30			
1	Diseño del sistema	Ing. Industrial y Ing. De Mantenimiento	■											
2	Compra de materiales	Ing. De Mantenimiento y Logística		■										
3	Mecanizado a tablero electrico	Ing. De Mantenimiento			■									
4	Programacion del PLC	Ing. De Mantenimiento			■	■								
5	Montaje de soportes del sistema	Ing. De Mantenimiento			■	■								
6	Montaje de componentes eléctricos	Ing. De Mantenimiento					■							
7	Ruteo eléctrico	Ing. De Mantenimiento						■						
8	Pruebas eléctricas del tablero	Ing. De Mantenimiento						■						
9	Pruebas de ensamble	Ing. De Mantenimiento							■					
10	Control de calidad	Ing. Industrial y Ing. De Mantenimiento									■			

Fuente: Elaboración Propia

4.5 PASO 5: Examen de contramedidas y su implementación

En esta etapa se procede a implementar las contramedidas y soluciones establecidas anteriormente. Para esta investigación daremos detalles sobre la implementación del sistema de ayuda visual para marcar los rodantes en la operación de 1er corte.

De acuerdo al cronograma establecido en la tabla nº24 se debe iniciar con el diseño inicial de todo el sistema, el cual se propuso en la gráfica nº49, estableciendo de manera esquemática la ubicación y función de los componentes de este nuevo sistema.

Una vez terminado el primer paso, de acuerdo al cronograma se debe proceder a enlistar los componentes y comprarlos. Ver Anexos (9 - 24).

TABLA N° 25: Lista y costos de los materiales para el sistema de ayuda visual

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	MARCA	COSTO (S/.)
1	1	PLC VISION 120	V120 – 22 – R1	OPLC	S/. 3,500.00
2	1	ENCODER	DBS60E – BHEL01024 / PART NUMB: 1080433	SICK	S/. 240.00
3	1	TABLERO ELECTRICO	NSYCRN43200	SCHNEIDER	S/. 120.00
4	1	PLACA DE MONTAJE	PLACA PARA TABLERO NSYMM43	SCHNEIDER	S/. 30.00
5	5	BORNERA	TIPO TORNILLO NSYTRV42	SCHNEIDER	S/. 10.00
6	1	INTERRUPTOR AUTOMATICO	MODELO IC60N – A9F74202	SCHNEIDER	S/. 230.00
7	1	RIEL DIN	MODELO NSYSR200BD	SCHNEIDER	S/. 5.50
8	3	PRENSAESTOPA	MODELO 83993	SCHNEIDER	S/. 1.50
9	1	FUENTE DE PODER	PHASEO ABL7RM24025	SCHNEIDER	S/. 350.00
10	1	RELE ENCHUFABLE	RXM4AB1BD	SCHNEIDER	S/. 315.00
11	1	BASE PARA RELE	RXZE2M114M	SCHNEIDER	S/. 32.00
12	1	CINTILLO	1 PAQUETE (50 UNIDADES)	--	S/. 5.00
13	1	CABLE DE CONEXION	1 ROLLO (100 METROS)	--	S/. 55.00
14	2	PULSADORES	-	SCHNEIDER	S/. 25.00
15	1	ACCESORIOS	TORNILLOS, CHAPA, ETIQUETAS	--	S/. 50.00
16	1	PISTOLA DE PULVERIZACION	--	NORDSON	S/. 350.00
17	1	COMPRESORA	2HP	KAWASAKI	S/. 1,200.00
18	Varios	FIERROS EN GENERAL PARA SOPORTE DEL SISTEMA	-	-	S/. 500.00
COSTO TOTAL					S/. 7,019.00

Fuente: Elaboración Propia

Una vez adquiridos todos los materiales necesarios se procede a fabricar e instalar el sistema en máquina, para ello se realiza las siguientes actividades:

TABLA N° 26: ACTIVIDADES DEL MONTAJE DEL SISTEMA – N° 1

ACTIVIDAD SEGÚN CRONOGRAMA	TAREAS	DETALLES Y OBSERVACIONES
MECANIZADO DE TABLERO	Fabricar estructura externa del tablero eléctrico (CAJA).	Habiendo definido las dimensiones requeridas se procede cortar las planchas de metal (paredes de la caja del tablero eléctrico), para luego soldarlas. Se pinta las paredes.
MONTAJE DE SOPORTES DEL SISTEMA	Desenergizar el sistema. (Tubuladora de 8", molinos y fajas).	Se verifica que no haya ninguna conexión eléctrica, ni equipo encendido. Se revisa que los interruptores estén apagados.
	Inspeccionar los posibles peligros y delimitar la zona de trabajo	Se acordona la zona con cintas de seguridad, para delimitar la zona de trabajo, se restringe trabajos cerca de la zona, como soldadura, montaje, maniobras. Todo aquello que pueda perjudicar el libre tránsito para el trabajo.
	Limpiar la zona donde se trabajará, tanto de aceites, polvos, etc.	Empleando trapos industriales y otros elementos de limpieza, se retira todo componente que no se usará para el trabajo, ya que esto podría generar accidentes o demora en la ejecución del trabajo.
	Soldar soporte de mecanismo para encoder.	Habiendo definido la sujeción del soporte y habiéndolo fabricado previamente en los talleres, se ubica in situ para que pueda brindar una lectura adecuada. Si se desajusta el perno mariposa, el encoder y rueda dejan de estar en contacto con la faja.
	Soldar soporte para pistola de pintura.	Habiendo definido in situ, la posición de la pistola, se procede a soldar la base para fijar el componente. Posteriormente se retoca la pintura del soporte.
MONTAJE DE COMPONENTES ELÉCTRICOS	Soldar soporte para tablero eléctrico.	Ubicando la mejor posición para que el operario pueda controlar el sistema, se procede a soldar el soporte del tablero, a la altura y posición indicada in situ.
	Ensamblar soporte de encoder (brazo, pernos, rueda, etc.)	El conjunto rueda encoder hacen un solo cuerpo, la rueda girará a las mismas rpm que girará la faja, transmitiendo todos estos datos al encoder y por ende al tablero.
	Ensamblar pistola de pintura sobre base soldada.	Se revisa que las conexiones neumáticas y de pintura no interfiera con la estructura.
	Conectar la línea de pintura a la toma de pintura de la pistola.	Mediante los conectores que tiene la línea neumática, se conecta por medio de manguera la línea neumática, evitando que cruce por zonas de calor, que puedan derretir la manguera o estrangularla.
	Conectar la línea de aire comprimido a la toma de aire de la pistola.	Mediante los conectores que tiene la línea neumática, se conecta por medio de manguera la línea neumática, evitando que cruce por zonas de calor, que puedan derretir la manguera o estrangularla.
	Montar tablero eléctrico sobre soporte soldado.	El tablero una vez programado y ensamblado, se procede a instalarlo en su base respectiva. Ver diagrama eléctrico (anexo n°25)

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 27: ACTIVIDADES DEL MONTAJE DEL SISTEMA – N° 2

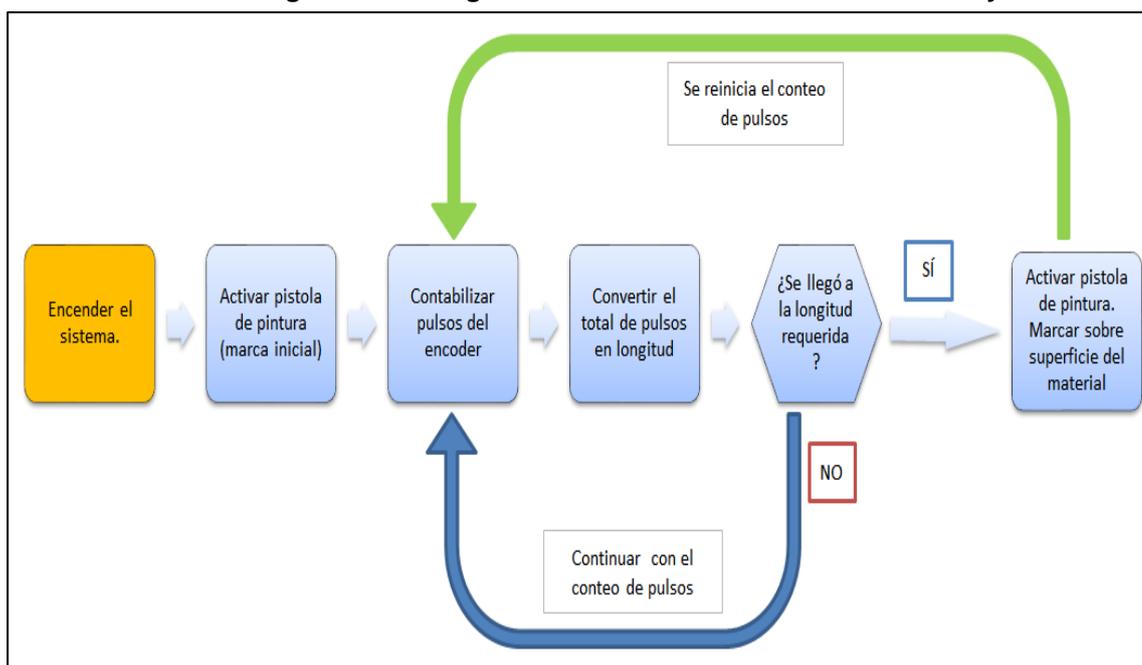
ACTIVIDAD SEGÚN CRONOGRAMA	TAREAS	DETALLES Y OBSERVACIONES
RUTEO ELÉCTRICO	Realizar las conexiones eléctricas del tablero al encoder	Mediante multímetro u otro dispositivo eléctrico, verificar voltajes, valores de corriente, etc. Para verificar conexiones eléctricas a cada uno de los componentes.
	Realizar las conexiones eléctricas del tablero a la pistola neumática.	Para controlar la pistola se deberá conectar pistola y tablero, mediante un ruteo eléctrico.
	Verificar conexiones y sujeciones.	Antes de encender el equipo se debe verificar conexiones eléctricas, mecánicas y neumáticas. Para evitar algún inconveniente.
PRUEBAS ELÉCTRICAS DEL TABLERO Y DEL ENSAMBLE DE COMPONENTES	Pruebas de encendido y funcionamiento.	Aquí se enciende por primera vez la máquina, lo cual podrá darnos a ver posibles fallas, ruidos o elementos que no estén acorde con el funcionamiento.
	Ajuste del sistema en caso de posibles complicaciones.	Una vez detectado las posibles fallas u observaciones, se procede a los ajustes finales del sistema.
CONTROL DE CALIDAD	Pruebas finales de funcionamiento.	Ya subsanado todas las observaciones, se enciende el equipo y se procede a probarlo por un tiempo determinado para comprobar su eficiencia y buen desempeño.

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al cronograma, al mismo tiempo que se realiza el mecanizado del tablero y el montaje de los soportes en máquina, se realiza el desarrollo de la programación del PLC. Para ello de acuerdo a los requerimientos del funcionamiento se programa las instrucciones y se desarrolla la lógica del programa en el PLC VISION 120. (Ver anexo n° 26).

A continuación se mostrará en el siguiente diagrama el funcionamiento del sistema de acuerdo a la lógica y a las instrucciones programadas en el PLC, desde que es encendido el sistema y que previamente el operario haya ingresado en el PLC la longitud requerida del material a cortarse

GRÁFICA N° 50: Diagrama de la lógica del funcionamiento del sistema de ayuda visual



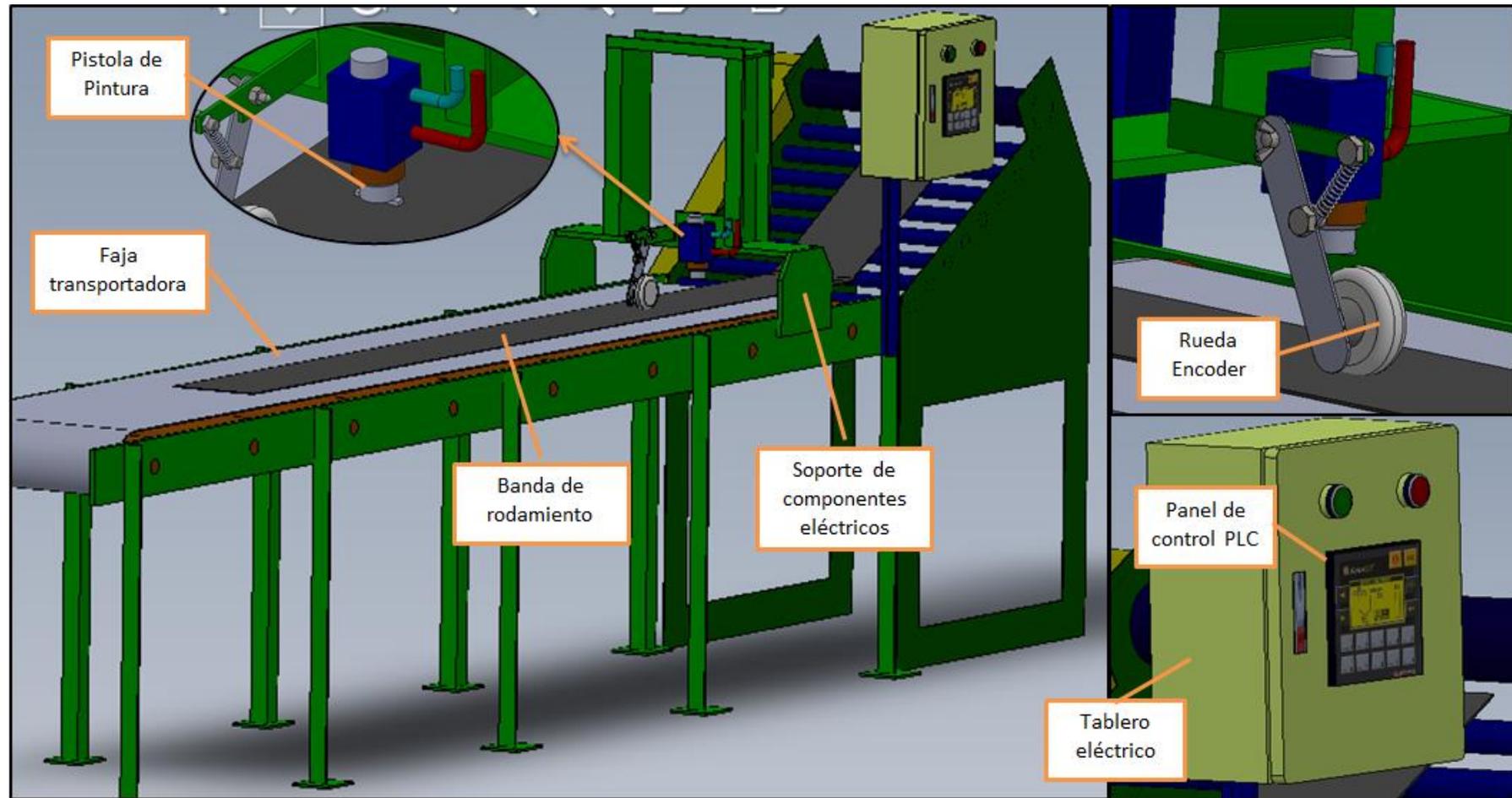
Fuente: Elaboración Propia

Una vez terminado con el diseño preliminar, la adquisición de los componentes, desarrollo de la programación del PLC de acuerdo a los requerimientos, instalación de los soportes y componentes eléctricos en máquina (ver gráfica n°51), y puesto a prueba el funcionamiento del sistema. Se debe proceder a capacitar a los operarios involucrados y dar seguimiento al trabajo de ellos para verificar el correcto uso del sistema. Para ello a continuación se explica el procedimiento de trabajo con este nuevo sistema.

4.5.1 Procedimiento de trabajo con el Sistema de Ayuda Visual

- Paso 1: Antes de iniciar el encendido del sistema, se debe verificar que la calibración del material extruido haya terminado, y se debe verificar el buen estado de los componentes del sistema y que cuente con el nivel de pintura adecuado.
- Paso 2: Se debe ingresar en el PLC la longitud requerida del material a cortarse. (Ver gráfica n°52).

Gráfica n° 51: Sistema de Ayuda Visual para realizar el 1er corte de los rodantes y costados



Fuente: Elaboración Propia

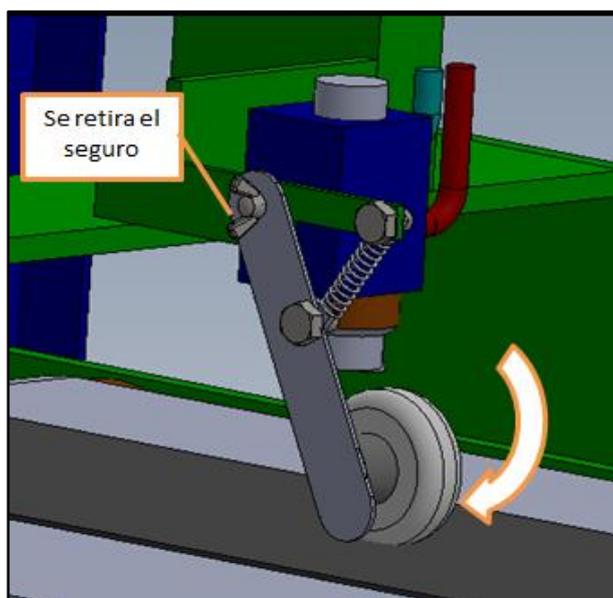
GRÁFICA N° 52: Interfaz del PLC



Fuente: Elaboración Propia

- Paso 3: Se debe posicionar la rueda del encoder sobre el material extruido y en movimiento sobre la segunda faja de la Tubuladora de 8". (Ver gráfica n°53).

GRÁFICA N° 53: Rueda Encoder sobre material a cortar



Fuente: Elaboración Propia

- Paso 4: Encender el sistema, presionando el botón ON. Automáticamente se accionará la pistola de pintura, dejando la marca inicial del material. El operario deberá cortar sobre la marca para obtener la punta inicial del rodante o costado. (Ver gráfica n°54).

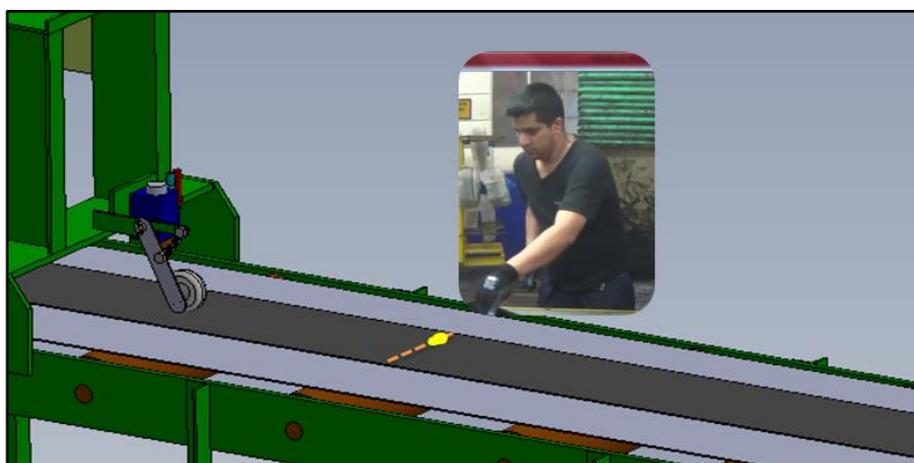
GRÁFICA N° 54: Encendido del sistema y marca inicial de corte.



Fuente: Elaboración Propia

- Paso 5: Verificar y vigilar el material durante la corrida. Esperar y prestar atención a la activación de la pistola de pintura para marcar el material.
- Paso 6: Una vez que se activa la pistola y se haya dejado la marca sobre el material. El operario deberá cortar el rodante o costado exactamente sobre la marca. (Ver gráfica n°55).

GRÁFICA N° 55: Corte de material sobre la marca.



Fuente: Elaboración Propia

- Paso 7: Con ayuda del segundo operario, almacenar el rodante o costado en el carro libro. Continuar nuevamente con el paso 5, 6 y 7 hasta terminar la cantidad de material requerido. (Ver gráfica n°56).

GRÁFICA N° 56; Almacenamiento de rodantes o costados en carro libro



Fuente: Elaboración Propia

- Paso 8: Una vez terminado de almacenar la cantidad de material requerido, se debe proceder a cambiar el selector del interruptor en OFF, para detener el conteo de Encoder, retirar la rueda y colocarlo en su posición de reposo. Guardar el material excedente obtenido de la extrusión.

4.6 PASO 6: Evaluación de la efectividad

Una vez propuesto e implementado las soluciones o contramedidas para poder reducir o eliminar el error y/o alta variabilidad en la longitud de los rodantes y costados en el 1er corte, se debe proceder a verificar los resultados obtenidos. Para ello se volverá hacer nuevamente un muestreo tanto para rodantes como para los costados empleando el programa del mes de diciembre, midiendo la longitud de estos materiales.

TABLA N° 28: Clasificación de los rodantes por peso del devuelto / unidad – Programa mensual Diciembre

Grupo	Rango peso (kg)/Devuelto	Línea	Código	Medida	Programa mensual DICIEMBRE	Peso (kg)/Devuelto	% Programa	Totales de devuelto (kg)
1	[0.27-0.38]	RADIALES	1021726	155R13	200	0.36	0.45%	72.00
	[0.27-0.38]	RADIALES	1021806	155SR13	200	0.27	0.45%	54.00
2	[0.38-0.49]	RADIALES	1021302	155/70R12	5200	0.40	11.58%	2080.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021310	175/70R13	3500	0.48	7.80%	1680.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021508	165SR13	2400	0.46	5.35%	1104.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021130	185/65R14	2000	0.46	4.45%	920.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021138	165/65R13 77S	1750	0.40	3.90%	700.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021810	175SR13-4 NEGRA	1600	0.41	3.56%	656.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021410	175/70R13	550	0.46	1.22%	253.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021460	165/65R13	450	0.44	1.00%	198.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021178	165/65R13 77S	400	0.40	0.89%	160.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021708	165 SR13-4	300	0.42	0.67%	126.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021424	185/60R14	240	0.48	0.53%	115.20
	[0.38-0.49]	RADIALES	1021818	195SR14	200	0.48	0.45%	96.00
	[0.38-0.49]	RADIALES	1027140	175/70R13 4PR	100	0.45	0.22%	45.00
[0.38-0.49]	RADIALES	1021198	165/65R13 77S	0	0.40	0.00%	0.00	
3	[0.49-0.60]	RADIALES	1021320	185/70R13	14560	0.51	32.43%	7425.60
	[0.49-0.60]	RADIALES	1021430	185/70R14	1900	0.52	4.23%	988.00
	[0.49-0.60]	RADIALES	1021420	185/70R13	800	0.50	1.78%	400.00
	[0.49-0.60]	RADIALES	1021340	205/70R14	220	0.54	0.49%	118.80
	[0.49-0.60]	RADIALES	1021422	195/60R13	220	0.52	0.49%	114.40
	[0.49-0.60]	RADIALES	1027152	185/70R14 4PR	120	0.51	0.27%	61.20
	[0.49-0.60]	RADIALES	1027150	185/70R13 4PR	120	0.49	0.27%	58.80
4	[0.60-0.70]	RADIALES	1021330	185/70R14	2800	0.66	6.24%	1848.00
	[0.60-0.70]	RADIALES	1024130	LT205R14 8PR	700	0.68	1.56%	476.00
	[0.60-0.70]	RADIALES	1021450	195/65R15	600	0.60	1.34%	360.00
5	[0.70-0.81]	RADIALES	1024120	LT195R15 8PR	1000	0.79	2.23%	790.00
	[0.70-0.81]	RADIALES	1024730	LT215/75R14 8PR	660	0.77	1.47%	508.20
	[0.70-0.81]	RADIALES	1024738	LT215/75R15 8PR	600	0.77	1.34%	462.00
	[0.70-0.81]	RADIALES	1024750	LT215/75R14 8PR	260	0.77	0.58%	200.20
	[0.70-0.81]	RADIALES	1024758	LT215/75R15 8PR	110	0.77	0.24%	84.70
6	[0.81-0.92]	RADIALES	1024320	LT245/75R16	500	0.92	1.11%	460.00
	[0.81-0.92]	RADIALES	1024270	LT225/75R16 8PR	200	0.88	0.45%	176.00
	[0.81-0.92]	RADIALES	1024742	LT235/75R15 8PR	210	0.85	0.47%	178.50
	[0.81-0.92]	RADIALES	1024762	LT235/75R15 8PR	230	0.85	0.51%	195.50
	[0.81-0.92]	RADIALES	1024370	LT245/75R16	0	0.92	0.00%	0.00
					44900		100.00%	23165.10

Fuente: Dpto. PCP – Lima Caucho S.A., Diciembre 2016

GRÁFICA N° 57: Tamaño de muestra para los rodantes – mes de diciembre

▪ N = Total de la población (N° rodantes)	44900	Total de rodantes a producir
▪ $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%)	1.96	
▪ p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.50)	0.50	
▪ q = 1 – p (en este caso 1-0.50 = 0.50)	0.50	
▪ d = precisión (en este caso deseamos un 5%).	0.05	
$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$		
	381	Rodantes a medir

Fuente: Elaboración propia

Haciendo uso de los datos del programa de producción del mes de diciembre, se calculó para el tamaño de muestra que se va a medir 381 rodantes. Ésta cantidad se va distribuir proporcionalmente por cada grupo, y se obtiene los rodantes a medir por cada clase como se ve en la siguiente tabla.

TABLA N° 29: Selección de medidas representativas y cálculo de n° rodantes a medir por cada grupo – Mes Diciembre

Grupo	Rango peso (kg)/Devuelto	Código	Medida	Peso kg devuelto/rodante Teórico	Programa Diciembre	%	Rodantes a medir
1	[0.27-0.38]	1021726	155R13	0.36	400	1%	3
2	[0.38-0.49]	1021302	155/70R12	0.40	18690	42%	159
3	[0.49-0.60]	1021320	185/70R13	0.51	17940	40%	152
4	[0.60-0.70]	1021330	185/70R14	0.66	4100	9%	35
5	[0.70-0.81]	1024120	LT195R15 8PR	0.79	2630	6%	22
6	[0.81-0.92]	1024320	LT245/75R16	0.92	1140	3%	10
TOTAL					44900	100%	381

Fuente: Elaboración propia

Las longitudes de los rodantes son registradas (ver anexos 27, 28 y 29) para luego obtener los datos promedios, los cuales podemos visualizarlos en el siguiente cuadro:

TABLA N° 30: Resultados del muestreo de medir los rodantes de 1er corte – Mes Diciembre

CUADRO RESUMEN	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6
MEDIDA REPRESENTATIVA	155SR13 AWARD	1502	1803	1804	LT195	LT245
1ER CORTE						
Longitud Promedio Observada (1)	75.55	69.25	76.66	82.02	90.04	96.20
Longitud Especificación (± 1 pulgada)	75.50	69.25	76.63	82.00	90.00	96.25
Diferencia Promedio	0.05	0.00	0.04	0.02	0.04	-0.05
Longitud máxima observada	76.00	69.50	77.13	82.50	90.50	96.48
Longitud mínima observada	75.50	69.01	76.13	81.51	89.50	95.75
2DO CORTE						
Longitud especificación (2)	65.50	59.25	66.63	69.25	77.00	86.25
MATERIAL DEVUELTO/RODANTE						
Longitud devuelto / Rodante (1) - (2)	10.05	10.00	10.04	12.77	13.04	9.95
Peso devuelto/ Rodante observado	0.37	0.40	0.52	0.66	0.80	0.91
Peso Teórico devuelto/ Rodante	0.36	0.40	0.51	0.66	0.79	0.92
Exceso en Peso (kg)	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.01
Exceso en Peso (%)	3%	0%	1%	0%	1%	-1%

Fuente: Elaboración propia

Una vez elaborado el cuadro de resultados del nuevo muestreo de los rodantes podemos observar que se ha logrado reducir el error en el 1er corte. En la siguiente tabla podemos comparar los errores por grupo del antes y después de implementar las soluciones.

TABLA N° 31: Comparativo del antes y después de implementar las contramedidas - Rodantes

GRUPO	MEDIDA REPRESENTATIVA	Error Promedio en longitud (in) / rodante		Exceso en peso (kg) / rodante	
		ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
1	155SR13 AWARD	1.89	0.05	0.08	0.01
2	1502	7.88	0.00	0.32	0.00
3	1803	3.99	0.04	0.20	0.01
4	1804	0.31	0.02	0.01	0.00
5	LT195	5.33	0.04	0.33	0.01
6	LT245	6.04	-0.05	0.55	-0.01
PROMEDIO / RODANTE		4.24	0.02	0.25	0.00

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los resultados podemos resumir lo siguiente, se ha reducido el error promedio con respecto a la longitud de los rodantes en 1er corte de 4.24in/rodante a 0.02in/rodante. De la misma forma, el exceso en peso disminuyó desde 0.25kg/rodante a 0.0kg/rodante en datos promedio.

Para los costados también procederemos hacer uso del programa de producción del mes de diciembre para realizar el muestreo.

TABLA N° 32: Clasificación de los costados por peso del devuelto / unidad – Programa mensual Diciembre

GRUPO	RANGO Kg/devuelto (1 COSTADO)	TIPO	CÓDIGO	MEDIDA	PRODUCCIÓN DICIEMBRE (llantas)	PESO (kg) / DEVUELTO (2 COSTADOS)	% PROGRAMA	DEVUELTO TOTAL TEÓRICO (kg)
1	[0.130 - 0.203]	CAMIÓN	1051258	10.00 X 20 - 16 EXTRA MILE	25	0.260	1.1%	6.50
	[0.130 - 0.203]	CAMIÓN	1051448	900 X 20 - 14 TH-200	210	0.400	9.2%	84.00
	[0.130 - 0.203]	CAMIÓN	1054648	900 X 20 - 14 DX-20	0	0.400	0.0%	0.00
2	[0.203 - 0.276]	CAMIÓN	1051458	1000 X 20 - 16 TH-200	10	0.480	0.4%	4.80
	[0.203 - 0.276]	CAMIÓN	1054658	1000 X 20 - 16 DX-20	85	0.480	3.7%	40.80
	[0.203 - 0.276]	CAMIÓN	1054660	1000 X 20 - 16 DX-20 LL. U.	35	0.480	1.5%	16.80
	[0.203 - 0.276]	CAMIÓN	1051040	825 X 20 - 14 TX-21	0	0.480	0.0%	0.00
	[0.203 - 0.276]	CAMIÓN	1051148	900 X 20 -14 EXTRA TD-440	98	0.480	4.3%	47.04
3	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1051466	1100 X 20 - 16 TH-200	0	0.560	0.0%	0.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054670	1100 X 20 - 16 DX-20 LL. U.	50	0.560	2.2%	28.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054666	1100 X 20 - 16 DX-20 LCSA	10	0.560	0.4%	5.60
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054322	1100 X 20 - 16 SUPER TRAIL	105	0.560	4.6%	58.80
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1051060	1000 X 20 - 16 TX-21 LL. U.	40	0.620	1.7%	24.80
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1051166	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440	295	0.640	12.9%	188.80
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054922	1100 X 20 - 16 SUPER MULE	0	0.640	0.0%	0.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1051566	1100 X 20 - 16 TH-235	155	0.640	6.8%	99.20
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054570	1100 X 20 - 16 DX-30 LL. U.	40	0.640	1.7%	25.60
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054566	1100 X 20 - 16 DX-30 LCSA	20	0.640	0.9%	12.80
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1051966	1100 X 20 - 16 TIPO MILITA	0	0.680	0.0%	0.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054066	1100 X 20 - 16 SUPER PION	110	0.680	4.8%	74.80
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054070	1100 X 20 - 16 SUPER PION	170	0.680	7.4%	115.60
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054580	12-22.5 16C DX-30 LL. U.	0	0.680	0.0%	0.00
	[0.276 - 0.349]	CAMIÓN	1054576	1200 X 22.5 - 16 DX-30	110	0.680	4.8%	74.80
[0.276 - 0.349]	OTR	1081624	17.5 X 25 - 16 SUPER GRAD	40	0.680	1.7%	27.20	
4	[0.349 - 0.422]	CAMIÓN	1051190	1200 X 22.5 - 16 PUKARA	0	0.700	0.0%	0.00
	[0.349 - 0.422]	CAMIÓN	1051474	1200 X 20 - 16 TH-200	155	0.780	6.8%	120.90
	[0.349 - 0.422]	CAMIÓN	1051476	1200 X 20 - 18 TH-200	140	0.780	6.1%	109.20
	[0.349 - 0.422]	CAMIÓN	1051174	1200 X 20 - 16 EXTRA TD-440	0	0.840	0.0%	0.00
	[0.349 - 0.422]	CAMIÓN	1051176	1200 X 20 - 18 EXTRA TD-440	122	0.840	5.3%	102.48
5	[0.422 - 0.530]	CAMIÓN	1051184	1200 X 20 - 18 PUKARA	230	1.060	10.0%	243.80
	[0.422 - 0.530]	CAMIÓN	1051186	1200 X 20 - 18 TX-22 LL. U.	0	1.060	0.0%	0.00
6	[1.000 - a más]	OTR	1081200	1200 X 20 - 20 SUPER ROCK	15	2.880	0.7%	43.20
	[1.000 - a más]	OTR	1081302	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK	20	2.860	0.9%	57.20
TOTAL					2290		100%	1612.72

Fuente: Dpto. PCP – Lima Caucho S.A., Diciembre 2016

GRÁFICA N° 58: Tamaño de muestra para los costados – mes de diciembre

▪ N = Total de la población (N° Costados)	N	4580	Total de costados a producir (N° LLANTAS X 2)
▪ $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%)	Z	1.96	
▪ p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.50)	p	0.50	
▪ q = 1 - p (en este caso 1-0.50 = 0.50)	q	0.50	
▪ d = precisión (en este caso deseamos un 5%).	d	0.05	
$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$			
	n	355	Total de costados a observar

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma como se trabajó con los rodantes se usó los datos del programa de producción del mes de diciembre, se calculó para el tamaño de muestra que se va a medir 355 costados. Ésta cantidad se va distribuir proporcionalmente por cada grupo, y se obtiene los costados a medir por cada clase como se ve en la siguiente tabla.

TABLA N° 33: Selección de medidas representativas y cálculo de costados a medir por cada grupo – Mes Diciembre

GRUPO	Rango peso (kg)/Devuelto	Código	Medida representativa	Peso kg devuelto/costado	%	Costados a medir
1	[0.130 - 0.203)	1051448	900 X 20 - 14 TH-200	0.200	10.3%	36
2	[0.203 - 0.276)	1051148	900 X 20 - 14 EXTRA TD-440 LCSA	0.240	10.0%	35
3	[0.276 - 0.349)	1051166	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440 LCSA	0.310	50.0%	177
4	[0.349 - 0.422)	1051476	1200 X 20 - 18 TH-200	0.390	18.2%	65
5	[0.422 - 0.530]	1051184	1200 X 20 - 18 PUKARA	0.530	10.0%	36
6	[1.000 - a más)	1081302	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS	1.450	1.5%	5
TOTAL					100.0%	355

Fuente: Elaboración propia

Las longitudes de los costados son registrados (ver anexos 30, 31 y 32) para luego obtener los datos promedios, los cuales podemos visualizarlos en el siguiente cuadro:

TABLA N° 34: Resultados del muestreo de medir los costados de 1er corte – Mes Diciembre

CUADRO RESUMEN	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6
Rango peso (kg)/Devuelto	[0.130 - 0.203]	[0.203 - 0.276]	[0.276 - 0.349]	[0.349 - 0.422]	[0.422 - 0.530]	[1.000 - a más]
Medida representativa	900 X 20 - 14 TH-200	900 X 20 - 14 EXTRA TD-440	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440	1200 X 20 - 18 TH-200	1200 X 20 - 18 PUKARA	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK
1ER CORTE						
Longitud Promedio Observada (1)	93.53	93.75	94.75	95.84	93.43	103.12
Longitud Especificación (±1 pulgada)	93.50	93.40	95.10	95.64	93.50	102.94
Diferencia Promedio	0.03	0.35	-0.35	0.20	-0.07	0.18
Longitud máxima observada	93.97	94.18	95.22	96.56	93.99	103.30
Longitud mínima observada	93.02	93.26	94.75	95.00	93.03	102.93
2DO CORTE						
Longitud especificación (2)	83.50	83.40	85.10	85.64	83.50	92.94
MATERIAL DEVUELTO/RODANTE						
Longitud devuelto / Costado (1) - (2)	10.03	10.35	9.65	10.20	9.93	10.18
Peso devuelto/ Costado observado	0.20	0.24	0.31	0.39	0.53	1.45
Peso Teórico devuelto/ Costado	0.19	0.24	0.32	0.40	0.53	1.44
Exceso en Peso (kg)	0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.01
Exceso en Peso (%)	3%	0%	-2%	-2%	0%	1%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 35: Comparativo del antes y después de implementar las contramedidas - Costados

GRUPO	MEDIDA REPRESENTATIVA	Error Promedio en longitud (in) / costado		Exceso en peso (kg) / costado	
		ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
1	900 X 20 - 14 TH-200	4.82	0.03	0.10	0.01
2	900 X 20 - 14 EXTRA TD-440 LCSA	10.12	0.35	0.23	0.00
3	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440 LCSA	5.06	-0.35	0.16	-0.01
4	1200 X 20 - 18 TH-200	11.51	0.20	0.42	-0.01
5	1200 X 20 - 18 PUKARA	7.80	-0.07	0.41	0.00
6	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS	2.13	0.18	1.24	0.01
PROMEDIO / COSTADO		6.90	0.06	0.43	0.00

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los resultados podemos resumir lo siguiente, se ha reducido el error promedio con respecto a la longitud de los costados en 1er corte de 6.90in/costado a 0.06in/costado. De la misma forma, el exceso en peso disminuyó desde 0.43kg/costado a 0kg/costado en datos promedio.

Ahora una vez calculado el peso del devuelto por rodante según el muestreo, procedemos a calcular la cantidad de kilos de devueltos por cortes de rodantes y costados empleando estos datos, los cuales los veremos en las siguientes tablas comparando con el devuelto teórico según especificaciones de calidad.

TABLA N° 36: Comparación de kilos de devueltos reales de rodantes con los devueltos según especificación (teórico) – Mes Diciembre

Rango peso (kg)/Devuelto	Medida Representativa	Producción de (llantas <> Rodantes DICIEMBRE	DEVUELTO SEGUN ESPECIFICACIÓN		DEVUELTO REAL		DIFERENCIA (EXCESO)	
			Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)
[0.27-0.38]	155SR13 THE AWARD C.EXTRA	400	0.36	144.0	0.37	147.8	0.01	3.8
[0.38-0.49]	155/70R12 RADIAL T70	18690	0.40	7476.0	0.40	7473.6	0.0	-2.4
[0.49-0.60]	185/70R13 RADIAL T70	17940	0.51	9149.4	0.52	9244.5	0.01	95.1
[0.60-0.70]	185/70R14 RADIAL T70	4100	0.66	2706.0	0.66	2698.4	0.00	-7.6
[0.70-0.81]	LT195R15 8PR SUPER COMBI	2630	0.79	2077.7	0.80	2098.5	0.01	20.8
[0.81-0.92]	LT245/75R16 SPORT M/T	1140	0.92	1048.8	0.91	1037.6	-0.01	-11.2
		44900		22602		22700.6		98.7

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 37: Comparación de kilos de devueltos reales de costados con los devueltos según especificación (teórico) – Mes Diciembre

Rango peso (kg)/Devuelto	Medida representativa	Producción de costados (llantas x2) - DICIEMBRE	DEVUELTO SEGUN ESPECIFICACIÓN		DEVUELTO REAL		DIFERENCIA (EXCESO)	
			Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)
[0.130 - 0.203]	900 X 20 - 14 TH-200	470	0.20	94.0	0.20	93.5	0.01	3.0
[0.203 - 0.276]	900 X 20 - 14 EXTRA TD-440 LCSA	456	0.24	109.4	0.24	109.5	0.00	0.0
[0.276 - 0.349]	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440 LCS	2290	0.32	735.9	0.31	719.1	-0.01	-16.9
[0.349 - 0.422]	1200 X 20 - 18 TH-200	834	0.38	320.2	0.39	325.6	-0.01	-7.0
[0.422 - 0.530]	1200 X 20 - 18 PUKARA	460	0.53	243.8	0.53	244.4	0.00	0.6
[1.000 - a más]	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS	70	1.44	100.5	1.45	101.4	0.01	0.9
		4580		1603.8		1593.5		-19.3

Fuente: Elaboración propia

En efecto tanto para rodantes y costados al comparar los kilos de devueltos teórico con los reales según muestreo, podemos observar que se ha reducido casi en su totalidad el exceso generado por el error y alta variabilidad en el 1er corte. En el mes de diciembre, según los datos a partir del muestreo, se calcula un exceso de 98.17 kg y 0 kg (se considera el -19.3kg como 0) para los devueltos de rodantes y costados, siendo estos datos considerablemente despreciables y poco significativo como exceso de devueltos.

Calculando los kilos acumulado de devueltos por cortes de rodantes y costados del mes de diciembre según muestreo, los comparamos con los obtenidos en el mes de noviembre para ver los cambios entre estos dos periodos que representan el antes y después de implementar la solución y/o contramedida para la reducción de los devueltos.

TABLA N° 38: Resultados de la reducción de los devueltos por cortes de rodantes y costados

Devueltos de rodantes y costados	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Reducción y/o ahorro	% de reducción
Cantidad real según muestreo (kg)	36022.0	24294.0	↓ 11727.9	↓ 32.6%
Cantidad teórica según especificaciones (kg)	23927.7	24205.7	-	-
Exceso por error en 1er corte (kg)	12094.3	88.3	↓ 12006.0	↓ 99.3%
Costo por error en 1er corte (S/.)	S/. 6,651.9	S/. 48.6	↓ S/. 6,603.3	↓ 99.3%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al objetivo establecido en el paso n°2, se estableció reducir en un 25% los devueltos por cortes de rodantes y costados en un periodo de 4 meses. De acuerdo a los resultados de la solución implementada en el mes de diciembre para reducir el material a reprocesar, se disminuyó en un 32.6% (equivalente a 11,727.9 kg de devueltos x S/. 0.55 = S/. 6,450.4) con respecto al mes anterior. Hubo una reducción del 99.3% del exceso de kilos de devueltos generados por el error y la alta variación en la longitud de los rodantes y costados del 1er corte.

En lo que respecta a lo económico, y considerando que el volumen de producción mensual de rodantes y costados es aproximadamente constante, se ha logrado un ahorro mensual de S/.6,603 aproximadamente, que anualmente asciende a S/.79,240.

De esta forma se ha logrado cumplir con el objetivo planteado en la investigación, analizando el problema e identificando posibles oportunidades de mejora a un problema considerado de gran magnitud, dando un primer paso a su eliminación o su máxima reducción posible.

A continuación haremos una evaluación económica incluyendo los costos del proyecto.

4.6.1 Evaluación económica.

Una vez calculado el ahorro en costos de material reprocesado, en este punto contrastaremos este beneficio con la inversión que generó llevar a cabo el proyecto, para ello en la siguiente tabla se muestra los costos generados.

TABLA N° 39: Costos del proyecto del Sistema de Ayuda Visual

TIPO	DESCRIPCION	COSTO (S/.)
MATERIALES	COSTO POR MATERIALES (Ver detalle en la Tabla n°25)	S/. 7,019.00
	COSTO POR MANGUERA NEUMÁTICA	S/. 50.00
	COSTO POR MANGUERA PARA PINTURA	S/. 70.00
	COSTO POR PINTURA PARA RESANE	S/. 150.00
	SUBTOTAL	S/. 7,289.00
MANO DE OBRA	COSTO POR TRABAJO DE SOLDADURA	S/. 350.00
	COSTO POR TRABAJO DE MONTAJE	S/. 180.00
	COSTO POR INGENIERO PARA DISEÑO DE TABLERO	S/. 500.00
	COSTO POR SUPERVISIÓN DE INGENIERO	S/. 300.00
	COSTO POR OPERARIO ELÉCTRICO PARA ENSAMBLE DEL TABLERO	S/. 200.00
	COSTO POR PROGRAMACIÓN DEL PLC	S/. 300.00
	COSTO POR PROGRAMACIÓN DE COMPONENTES	S/. 250.00
SUBTOTAL	S/. 2,080.00	
OTROS	COSTO POR ACCESORIOS DE PROTECCION Y LIMPIEZA	S/. 300.00
	COSTO POR TRANSPORTE	S/. 200.00
	SUBTOTAL	S/. 500.00
TOTAL		S/. 9,869.00

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido el costo total de la inversión procederemos a estimar los costos por el material reprocesado si no se contara con el sistema de ayuda visual. A continuación a partir de los programa de producción de los siguientes meses se calculará la cantidad de kilos de material a reprocesar por corte en la Tubuladora de 8”.

TABLA N° 40: Proyección de la producción de rodantes en la Tubuladora de 8''

Grupo	Rango peso (kg)/Devuelto	Medida representativa	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
1	[0.27-0.38]	155R13 THE AWARD C.EXTRA	400	400	396	402	382
2	[0.38-0.49]	155/70R12 RADIAL T70	18390	18690	18685	18779	18532
3	[0.49-0.60]	185/70R13 RADIAL T70	17030	17940	17892	18085	17754
4	[0.60-0.70]	185/70R14 RADIAL T70	4300	4100	3913	4041	4114
5	[0.70-0.81]	LT195R15 8PR SUPER COMBI	2830	2630	2758	2811	2557
6	[0.81-0.92]	LT245/75R16 SPORT M/T	1140	1140	970	1046	1303
TOTAL			44090	44900	44614	45164	44642

Fuente: Dpto. PCP – Lima Caucho S.A., Diciembre 2016

TABLA N° 41: Proyección de la producción de costados en la Tubuladora de 8''

GRUPO	Rango peso (kg)/Devuelto	Medida representativa	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
1	[0.130 - 0.203]	900 X 20 - 14 TH-200	476	470	522	576	636
2	[0.203 - 0.276]	900 X 20 -14 EXTRA TD-440 LCSA	448	456	444	486	476
3	[0.276 - 0.349]	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440 LCSA	2294	2290	2330	2296	2286
4	[0.349 - 0.422]	1200 X 20 - 18 TH-200	920	834	802	768	794
5	[0.422 - 0.530]	1200 X 20 - 18 PUKARA	454	460	460	448	436
6	[1.000 - a más]	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS	60	70	44	48	24
TOTAL			4652	4580	4602	4622	4652

Fuente: Dpto. PCP – Lima Caucho S.A., Diciembre 2016

Con la proyección de la producción de rodantes y costados en la Tubuladora de 8'', procederemos a estimar la cantidad de kilos en exceso de devueltos generados en el corte inicial de los materiales. Para ello usaremos los kilos de devuelto por rodante o costado, cuyos valores fueron obtenidos en los estudios realizados anteriormente.

TABLA N° 42: Kilos de exceso de devueltos según programa de producción de rodantes

Grupo	Rango peso (kg)/Devuelto	Medida representativa	Exceso (kg) /rodante	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
1	[0.27-0.38]	155R13 THE AWARD C.EXTRA	0.08	30.9	30.9	30.6	31.1	29.5
2	[0.38-0.49]	155/70R12 RADIAL T70	0.32	5835.8	5931.0	5929.4	5959.3	5880.9
3	[0.49-0.60]	185/70R13 RADIAL T70	0.20	3433.1	3616.5	3606.8	3645.7	3579.0
4	[0.60-0.70]	185/70R14 RADIAL T70	0.01	58.0	55.3	52.8	54.5	55.5
5	[0.70-0.81]	LT195R15 8PR SUPER COMBI	0.33	937.9	871.7	914.1	931.6	847.5
6	[0.81-0.92]	LT245/75R16 SPORT M/T	0.55	624.1	624.1	531.0	572.6	713.3
TOTAL				10919.9	11129.5	11064.8	11194.9	11105.7

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 43: Kilos de exceso de devueltos según programa de producción de costados

GRUPO	Rango peso (kg)/Devuelto	Medida representativa	Exceso (kg) /Costados	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
1	[0.130 - 0.203]	900 X 20 - 14 TH-200	0.10	45.9	45.3	50.3	55.5	61.3
2	[0.203 - 0.276]	900 X 20 - 14 EXTRA TD-440 LCSA	0.23	105.1	106.9	104.1	114.0	111.6
3	[0.276 - 0.349]	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440 LCSA	0.16	376.3	375.7	382.3	376.7	375.0
4	[0.349 - 0.422]	1200 X 20 - 18 TH-200	0.42	385.3	349.3	335.9	321.7	332.5
5	[0.422 - 0.530]	1200 X 20 - 18 PUKARA	0.41	187.6	190.1	190.1	185.1	180.2
6	[1.000 - a más]	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS	1.24	74.3	86.7	54.5	59.4	29.7
TOTAL				1174.5	1153.9	1117.1	1112.3	1090.4

Fuente: Elaboración propia

A partir del cálculo de kilos de exceso de vueltos, se procede a calcular el costo que representan mensualmente para luego calcular los beneficios que se obtienen mensualmente después de implementar el proyecto.

TABLA N° 44: Costos mensuales por los kilos de exceso de devueltos de rodantes v costados

Descripción	Costo/ kilo	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Costo por reprocesar material de rodantes	S/. 0.55	S/. 6,005.9	S/. 6,121.2	S/. 6,085.6	S/. 6,157.2	S/. 6,108.2
Costo por reprocesar material de Costados	S/. 0.55	S/. 646.0	S/. 634.7	S/. 614.4	S/. 611.8	S/. 599.7
Total		S/. 6,651.9	S/. 6,755.9	S/. 6,700.0	S/. 6,769.0	S/. 6,707.9

Fuente: Elaboración propia

A partir de los costos estimados por el exceso de devueltos, se calcula aplicando el porcentaje de reducción (-99.3%) de devueltos por implementar el Sistema de Ayuda Visual, para obtener los beneficios que se obtienen del proyecto y luego con la inversión que se realizó en el mes de noviembre, evaluamos económicamente el proyecto.

TABLA N° 45: Flujo de caja del proyecto

Descripción	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Ahorro por implementar Sistema de Ayuda Visual (Reducción al 99.3%)	0	S/. 6,708.6	S/. 6,653.1	S/. 6,721.6	S/. 6,660.9
Inversión por el Sistema de Ayuda Visual	S/. -9,869.0	-	-	-	-
Flujo de Caja Económico	S/. -9,869.0	S/. 6,708.6	S/. 6,653.1	S/. 6,721.6	S/. 6,660.9
Flujo Acumulado	S/. -9,869.0	S/. -3,160	S/. 3,493	S/. 10,214	S/. 16,875

Fuente: Elaboración propia

Una vez desarrollado el flujo del proyecto procedemos a calcular los indicadores económicos para evaluar al proyecto.

TABLA N° 46: Indicadores económicos

Indicador	Valor	Obs
Tasa de descuento (mensual)	0.58%	Tasa Anual 7.16% del Sector Rubber& Tires (Cost of capital - Global) obtenido de http://www.damodaran.com
VAN	S/ 36,231.51	VAN > 0, se considera que el proyecto es viable.
TIR	56%	Es mayor que la tasa de descuento, por tanto se considera que el proyecto es viable.
Beneficio / Costo	3.67	B/C > 1, lo cual indica que las mejoras son económicamente viables.
Periodo de recuperación (meses)	1.5	La recuperación de la inversión se da en 1.5 meses (Enero).

Fuente: Elaboración propia

Una vez hallado que los indicadores económicos del proyecto son favorables, con esto concluimos que su desarrollo resulta viable y trae los beneficios esperados.

4.7 PASO 7: Estandarización y permanencia

En este último paso se estableció y se planteó las actividades para estandarizar las contramedidas implementadas y los controles necesarios para la permanencia y la continuidad de los resultados obtenidos por las soluciones. Para ello en el cuadro siguiente se establece un plan de actividades.

TABLA N° 47: Plan de actividades para estandarizar y establecer los controles de las contramedidas implementadas.

¿POR QUÉ?	¿QUÉ?	¿QUIÉN?	¿DÓNDE?	¿CUÁNDO?	¿CÓMO?
OBJETIVO	PUNTO	RESPONSABLE	LUGAR	PERIODO	MÉTODO
Estandarizar los cambios implementados en la operación de 1er corte	Elaborar la especificación de trabajo y el SOP (Procedimiento estándar de operaciones).	Ing. Industrial	Oficina de Manufactura Tubuladora de 8"	Enero 2017	Elaborar la especificación de trabajo de las nuevas operaciones en el 1er corte en la tubuladora de 8" empleando la ayuda visual. Hacer conocer y publicar el SOP en zona de trabajo.
	Verificar el tiempo estándar de la operación en 1er corte con la ayuda visual.	Ing. Industrial	Tubuladora de 8"	Enero 2017	Verificar si los tiempos de operación se mantienen. En caso contrario se debe calcular un nuevo tiempo estándar y oficializar esta modificación.
	Dar capacitaciones al personal obrero sobre la generación de devueltos.	Ing. Industrial Producción	Sala de capacitaciones	Enero 2017	Se deberá dar conocimientos sobre el estatus de la generación de devueltos. Dar conocer su importancia y continuar en concientizar a los obreros con respecto a la reducción del reproceso de los materiales.
Establecer controles	Controlar la variación de la longitud del 1er corte.	Ing. De Calidad	Tubuladora de 8"	A partir de Enero 2017	Los inspectores de calidad se encargarán de escoger aleatoriamente los rodantes o costados para medir sus longitudes y verificar que se encuentren dentro de lo especificado.
	Llevar control mensual de los devueltos generados en planta.	Ing. Industrial Producción	Oficina de Manufactura Planta	A partir de Enero 2017	El supervisor de producción deberá pesar y llevar un registro diario de los kilos de devueltos generados. Ing. Industrial deberá realizar el análisis respectivos y elaborar los reportes e indicadores.
	Verificar el correcto funcionamiento del Sistema de Ayuda Visual.	Producción Ing. De Mantenimiento	Tubuladora de 8"	A partir de Enero 2017	El supervisor de producción debe informar cualquier anomalía que pueda presentar el Sistema de Ayuda Visual. Ing. De Mantenimiento deberá verificar el buen estado de los equipos y resolver cualquier desperfecto o falla.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Prueba de hipótesis

5.1.1. Variable independiente

La aplicación de “La metodología PHVA”.

$$\frac{\text{Nº de pasos aplicados}}{4 \text{ pasos}} = \frac{4 \text{ pasos aplicados}}{4 \text{ pasos}} = \textit{Concluido}$$

5.1.2. Variable dependiente

Cantidad de kilos mensuales de material reprocesado y del costo mensual (S/.) que éste genera.

A. % Variación de los kilos promedio mensual de material a reprocesar

De acuerdo a los valores obtenidos y verificados en el paso n°6 con respecto a los kilos reducidos, podemos calcular lo siguiente,

$$\frac{\Delta \text{ Kg mes}}{\text{Kg promedio mes antes de PHVA}} = \frac{-11,727.9 \text{ kg}}{164,689 \text{ kg}} = -7.1\%$$

Como podemos observar la cantidad mensual de material devuelto a reprocesar con respecto a los rodantes se redujo en un 7.1%.

B. % de variación del costo promedio mensual (S/.) del material a reprocesar

De acuerdo a los valores obtenidos y verificados en el paso n°6 con respecto al costo a reducir, podemos calcular lo siguiente,

$$\frac{\Delta \text{ costo mes}}{\text{Costo promedio mes antes de PHVA}} = \frac{-S/.6,450.4}{S/.90,579} = -7.1\%$$

Como podemos observar el costo que genera el material a reprocesar se redujo en un 7.1%

5.2 Contrastación de la hipótesis

Se establece la hipótesis nula y la hipótesis de la investigación:

➤ **Hipótesis nula:**

La aplicación de “La metodología PHVA” no permitirá reducir el material a reprocesar del proceso productivo en la empresa Lima Caucho S.A.

➤ **Hipótesis de la investigación:**

La aplicación de “La metodología PHVA” permitirá reducir el material a reprocesar del proceso productivo en la empresa Lima Caucho S.A.

Como hemos podido observar, los resultados obtenidos después de aplicar la metodología PHVA se logró reducir la cantidad de kilos de devueltos generados por error y la alta variación en el 1er corte de los rodantes y costados, por tanto se disminuyó la cantidad de kilos de material (compuesto de caucho) a reprocesar y por ende se obtuvo una reducción con respecto a los costos que genera el elaborar el compuesto de caucho laminado.

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se acepta la hipótesis de la investigación (H1), con la aplicación de la metodología PHVA se logró reducir los devueltos por cortes de rodantes y costados en un 32.6%, y por tanto también se disminuyó los kilos promedio mensual de reproceso de materiales (compuesto de caucho laminado) en un 7.1%.
- Después de implementar un sistema de ayuda visual para mejorar la precisión de la operación del 1er corte, se logró reducir este exceso de devueltos en un 99.3%, logrando un ahorro de S/.6,603 al mes aproximadamente, que anualmente asciende a S/.79,240.
- Según los resultados obtenidos del muestreo del mes de octubre, se determinó que el tipo de devuelto más crítico viene a ser por cortes de rodantes y costados, lo cuales representan el 21% del total generado en el mes.
- Según el muestreo realizado en el mes de noviembre, el exceso de material devuelto por cortes de rodantes y costados asciende a 12,094kg, cantidad que representa el 34% del total generado de este tipo de material a reprocesar.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda continuar con los controles y estandarizaciones establecidas en el paso n°7, para asegurar la permanencia de las contramedidas implementadas.
- Se debe derivar como nuevo proyecto la posibilidad de rediseñar la mesa de corte de la máquina Cortadora de Rodantes y poder reducir la diferencia de la longitud de material que se obtiene entre el 1er y 2do corte.
- Se debe involucrar más al personal operativo de planta mediante capacitaciones periódicas, para lograr mayor alcance y conocimientos sobre cualquier problema abordado para poder solucionarlo.
- Se debe continuar con el ciclo de mejora continua en la reducción de los materiales a reprocesar, abarcando los tipos de devueltos que le siguen en importancia analizado en esta investigación.

FUENTE DE INFORMACIÓN

LIBROS

- Besterfield, Dale H. Control de Calidad, México, Pearson Educación, 2009. 84-85, 165-168, 496-504 pp.
- Carro, Roberto y González, Daniel. Administración de la Calidad Total, España, Ed. Universidad Mar de Plata, 2008. 24 - 27, 29, 30, 31 pp.
- Fernández García, Ricardo. La Mejora de la Productividad en la Pequeña y Mediana Empresa, San Vicente (Alicante), Ed. Club Universitario, 2013. 103-107 pp.
- Fukui, Ryu y otros. Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad - Volumen II, México, 2003. 38-47, 53, 54, 57, 61, 62, 69-79, 84, 85 pp.
- Griful Ponsati, Eulalia y Canela Campos, Miguel Ángel. Gestión de la Calidad. España, Barcelona, Ed. Univ. Politéc. de Catalunya, 2010. 43 – 47 pp.
- Pérez, Pastor y Múnera Francisco. Reflexiones para implementar un sistema de gestión e calidad (ISO9001:2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria., Bogotá, Ed. Universidad Cooperativa de Colombia, 2007. 50 – 51 pp.
- Prat, Albert y otros. Métodos Estadísticos Control y Mejora de la Calidad, España, Barcelona, Ed. UPC, S.L., 2000. 28, 35, 36, 285 pp.

FUENTES DE INTERNET

- Baer, Adrian. Los Primeros Neumáticos, Historia. En:
<http://cochesmiticos.com/los-primeros-neumaticos-historia/>, 2011.
- Winter, Adam. Historia de Neumático. En:
<http://www.oponeo.es/articulo/historia-del-neumatico>, España, 2012
- 125 años de historia del neumático. En:
<http://www.tugomeria.com.ar/noticias/dunlop-125-anos-de-historia-del-neumatico:174.html>, Argentina.
- Jaramillo, Francisco. Tamaño apropiado de muestra para obtención de conclusiones válidas en una investigación. En:
<http://www.ceipa.edu.co/lupa/index.php/lupa/article/view/96/187>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Banbury: Máquina mezcladora que cuenta con una recámara en donde se ingresan los insumos, pigmentos y caucho, los cuales se muelen mediante unos rodillos para poder elaborar el compuesto caucho.

Banda de rodamiento o rodante: Componente de neumático que tiene contacto con la superficie o pavimento en donde circula el vehículo. Cuenta con diversos diseños que dependen según el tipo de vehículo y uso.

Carros libros: Equipo de almacenamiento que cuentan con 120 hojas o tapas en donde se almacenan los rodantes y costados cortados.

Componentes de neumáticos: Parte o pieza que forman parte de la estructura del neumático, los cuales son ensamblados en el área de Construcción.

Compuesto de caucho: Mezcla que está compuesto de caucho natural, caucho sintético, negro de humos, pigmentos y otros aditivos.

Costados: Componente de neumático que se ubica en los lados laterales de la llanta, tiene impreso en su superficie la medida de llanta, diseño, y otras especificaciones.

Devueltos: Compuesto de caucho no vulcanizado, no contaminado con otros materiales que no cumplen con las especificaciones de calidad para usarlo en la producción de componentes del neumático. Éste material es reprocesado en la mezcladora Banbury para poder usarlo nuevamente para elaborar nuevos componentes.

Extrusión: Es el proceso por el cual el compuesto de caucho, previamente calentado, ingresa a un cavidad en donde es empujado hacia un dado, el cual le dará forma a la sección transversal del material. Este proceso se realiza en las máquinas Tubuladoras.

Laminado: Compuesto de caucho reprocesado de un solo tipo, obtenido de mezclar los devueltos en la máquina Banbury.

Laminado especial: Compuesto de caucho compuesto reprocesado conformado por dos tipos, siendo uno de ellos en mucho menor porcentaje con respecto al otro, obtenido de mezclar los devueltos en la máquina Banbury.

Tina de enfriamiento: Sección de la máquina Tubuladora de 8" en donde el material extruido se sumerge para disminuir su temperatura antes de almacenarlos. Cuenta con duchas que ayudan al enfriamiento de los productos.

Tubuladora de 8": Máquina extrusora, el cual cuenta con una sola cavidad con un diámetro interior de 8 pulgadas. De ésta máquina se obtiene los rodantes y costados de llantas radiales, costados de algunas medidas de llantas de camión y OTR/SA, rellenos de aros y rodantes de motollantas.

Tubuladora de 10"x10": Máquina extrusora, el cual cuenta con 2 cavidades de diámetro interior de 10 pulgadas cada uno, en dónde al extruir el compuesto de caucho se pueden ensamblar de dos tipos. De ésta máquina se obtiene los rodantes y costados de mayor volumen de las llantas comerciales, camión y OTR/SA.

ANEXOS

**ANEXO N° 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Título : APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PHVA PARA REDUCIR EL COMPUESTO DE CAUCHO A REPROCESAR EN LA EMPRESA LIMA CAUCHO S.A.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INDICES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<i>Problema Principal</i>	<i>Objetivo General</i>	<i>Hipótesis General</i>						
¿La aplicación de “La metodología PHVA” permitirá reducir el compuesto de caucho a reprocesar del proceso productivo?	Este proyecto de investigación tiene como objetivo aplicar “La metodología PHVA” para reducir el compuesto de caucho a reprocesar generado en la producción de neumáticos en la empresa LIMA CAUCHO S.A.	La aplicación de “La metodología PHVA” permitirá reducir el compuesto de caucho a reprocesar del proceso productivo en la empresa Lima Caucho S.A.	Variables independientes:	Nivel de avance de la aplicación “La metodología PHVA”	$\frac{\text{Nº de pasos aplicados}}{4 \text{ Pasos}}$	Tipo de Investigación: Aplicada	La técnica que se utiliza es la observación directa, recolección de datos y análisis de estos, uso de recursos tecnológicos para el desarrollo del proyecto.	Se empleó medios tecnológicos como las computadoras e internet, manuales, libros, instrumentos de medición, balanzas, guinchas, etc.
			Aplicación de “La metodología PHVA”.					
			Variables dependientes:	% de variación de los kilos promedio mensual de material a reprocesar	$\frac{\Delta \text{ Kg mes}}{\text{Kg promedio mes antes de PHVA}}$			
			Kilos promedio mensual del compuesto de caucho reprocesado y del costo promedio mensual (S/.) que genera.	% de variación del costo promedio mensual (S/.) del material a reprocesar	$\frac{\Delta \text{ Costo mes}}{\text{Costo promedio mes antes de PHVA}}$			

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 2
TABLA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

<i>z</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
3.6	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Prat, Albert y otros. Métodos Estadísticos Control y Mejora de la Calidad, España, Barcelona, Ed. UPC, S.L., 285 pp.

ANEXO N° 4
MUESTREO DE RODANTES DE 1ER CORTE GRUPO 3 Y 4 – MES DE
NOVIEMBRE

<table border="1"> <tr> <td>GRUPO</td> <td align="center">3</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">1803</td> </tr> <tr> <td>N° de datos a observar</td> <td align="center">147</td> </tr> <tr> <td>N° de datos Observados</td> <td align="center">120</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos según especificación</td> </tr> <tr> <td>LONG. 1ER CORTE:</td> <td align="center">76.63</td> </tr> <tr> <td>LONG. 2DO CORTE:</td> <td align="center">66.63</td> </tr> <tr> <td>KILOS / PULGADA</td> <td align="center">0.04</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dato Obtenidos</td> </tr> <tr> <td>Longitud Promedio Observada</td> <td align="center">80.62</td> </tr> <tr> <td>Diferencia Promedio</td> <td align="center">3.99</td> </tr> <tr> <td>Longitud máxima observada</td> <td align="center">88.63</td> </tr> <tr> <td>Longitud mínima observada</td> <td align="center">74.00</td> </tr> <tr> <td>Peso devuelto/ Rodante observado</td> <td align="center">0.71</td> </tr> </table>	GRUPO	3	1803		N° de datos a observar	147	N° de datos Observados	120	Datos según especificación		LONG. 1ER CORTE:	76.63	LONG. 2DO CORTE:	66.63	KILOS / PULGADA	0.04	Dato Obtenidos		Longitud Promedio Observada	80.62	Diferencia Promedio	3.99	Longitud máxima observada	88.63	Longitud mínima observada	74.00	Peso devuelto/ Rodante observado	0.71	<p>Longitudes observadas de rodantes de 1er corte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>77.00</td><td>88.50</td><td>86.00</td><td>86.50</td><td>86.00</td><td>85.25</td><td>87.88</td><td>83.00</td><td>84.50</td><td>86.75</td><td>85.75</td><td>76.38</td><td>79.50</td><td>77.00</td><td>78.00</td></tr> <tr><td>75.00</td><td>75.75</td><td>78.00</td><td>76.50</td><td>77.00</td><td>77.13</td><td>76.25</td><td>76.88</td><td>78.88</td><td>78.00</td><td>77.50</td><td>81.25</td><td>77.25</td><td>78.50</td><td>77.25</td></tr> <tr><td>78.00</td><td>74.75</td><td>78.63</td><td>76.63</td><td>78.00</td><td>78.25</td><td>77.25</td><td>76.25</td><td>78.00</td><td>82.00</td><td>80.00</td><td>82.00</td><td>82.00</td><td>81.00</td><td>85.00</td></tr> <tr><td>82.00</td><td>80.00</td><td>82.00</td><td>84.25</td><td>82.00</td><td>84.75</td><td>82.00</td><td>77.00</td><td>87.25</td><td>86.00</td><td>81.00</td><td>80.00</td><td>86.25</td><td>86.38</td><td>80.00</td></tr> <tr><td>79.00</td><td>76.50</td><td>77.00</td><td>78.50</td><td>77.50</td><td>76.75</td><td>77.50</td><td>78.00</td><td>79.00</td><td>76.25</td><td>77.25</td><td>77.00</td><td>77.25</td><td>79.13</td><td>77.00</td></tr> <tr><td>87.38</td><td>87.13</td><td>85.88</td><td>87.13</td><td>84.88</td><td>81.38</td><td>78.00</td><td>87.13</td><td>80.00</td><td>86.63</td><td>81.00</td><td>81.00</td><td>83.63</td><td>80.00</td><td>84.63</td></tr> <tr><td>87.13</td><td>78.00</td><td>85.63</td><td>86.13</td><td>80.00</td><td>80.00</td><td>79.00</td><td>80.00</td><td>86.13</td><td>80.00</td><td>85.88</td><td>85.75</td><td>81.63</td><td>84.00</td><td>85.63</td></tr> <tr><td>78.88</td><td>79.25</td><td>76.13</td><td>74.00</td><td>76.50</td><td>82.13</td><td>77.88</td><td>75.38</td><td>77.63</td><td>75.88</td><td>85.25</td><td>80.00</td><td>85.63</td><td>85.88</td><td>85.75</td></tr> <tr><td>75.75</td><td>79.00</td><td>77.25</td><td>76.63</td><td>77.13</td><td>76.25</td><td>77.88</td><td>75.00</td><td>78.00</td><td>78.00</td><td>84.25</td><td>85.25</td><td>76.13</td><td>76.88</td><td>76.13</td></tr> <tr><td>76.63</td><td>78.38</td><td>77.25</td><td>77.38</td><td>77.50</td><td>86.13</td><td>88.63</td><td>85.63</td><td>84.38</td><td>85.63</td><td>80.00</td><td>80.00</td><td>85.25</td><td>81.00</td><td>81.00</td></tr> </tbody> </table> <p>Diferencias Observadas en 1er corte (Longitud observada - Longitud según especificación)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.38</td><td>11.88</td><td>9.38</td><td>9.88</td><td>9.38</td><td>8.63</td><td>11.25</td><td>6.38</td><td>7.88</td><td>10.13</td><td>9.13</td><td>-0.25</td><td>2.88</td><td>0.38</td><td>1.38</td></tr> <tr><td>-1.63</td><td>-0.88</td><td>1.38</td><td>-0.13</td><td>0.38</td><td>0.50</td><td>-0.38</td><td>0.25</td><td>2.25</td><td>1.38</td><td>0.88</td><td>4.63</td><td>0.63</td><td>1.88</td><td>0.63</td></tr> <tr><td>1.38</td><td>-1.88</td><td>2.00</td><td>0.00</td><td>1.38</td><td>1.63</td><td>0.63</td><td>-0.38</td><td>1.38</td><td>5.38</td><td>3.38</td><td>5.38</td><td>5.38</td><td>4.38</td><td>8.38</td></tr> <tr><td>5.38</td><td>3.38</td><td>5.38</td><td>7.63</td><td>5.38</td><td>8.13</td><td>5.38</td><td>0.38</td><td>10.63</td><td>9.38</td><td>4.38</td><td>3.38</td><td>9.63</td><td>9.75</td><td>3.38</td></tr> <tr><td>2.38</td><td>-0.13</td><td>0.38</td><td>1.88</td><td>0.88</td><td>0.13</td><td>0.88</td><td>1.38</td><td>2.38</td><td>-0.38</td><td>0.63</td><td>0.38</td><td>0.63</td><td>2.50</td><td>0.38</td></tr> <tr><td>10.75</td><td>10.50</td><td>9.25</td><td>10.50</td><td>8.25</td><td>4.75</td><td>1.38</td><td>10.50</td><td>3.38</td><td>10.00</td><td>4.38</td><td>4.38</td><td>7.00</td><td>3.38</td><td>8.00</td></tr> <tr><td>10.50</td><td>1.38</td><td>9.00</td><td>9.50</td><td>3.38</td><td>3.38</td><td>2.38</td><td>3.38</td><td>9.50</td><td>3.38</td><td>9.25</td><td>9.13</td><td>5.00</td><td>7.38</td><td>9.00</td></tr> <tr><td>2.25</td><td>2.63</td><td>-0.50</td><td>-2.63</td><td>-0.13</td><td>5.50</td><td>1.25</td><td>-1.25</td><td>1.00</td><td>-0.75</td><td>8.63</td><td>3.38</td><td>9.00</td><td>9.25</td><td>9.13</td></tr> <tr><td>-0.88</td><td>2.38</td><td>0.63</td><td>0.00</td><td>0.50</td><td>-0.38</td><td>1.25</td><td>-1.63</td><td>1.38</td><td>1.38</td><td>7.63</td><td>8.63</td><td>-0.50</td><td>0.25</td><td>-0.50</td></tr> <tr><td>0.00</td><td>1.75</td><td>0.63</td><td>0.75</td><td>0.88</td><td>9.50</td><td>12.01</td><td>9.00</td><td>7.75</td><td>9.00</td><td>3.38</td><td>3.38</td><td>8.63</td><td>4.38</td><td>4.38</td></tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	77.00	88.50	86.00	86.50	86.00	85.25	87.88	83.00	84.50	86.75	85.75	76.38	79.50	77.00	78.00	75.00	75.75	78.00	76.50	77.00	77.13	76.25	76.88	78.88	78.00	77.50	81.25	77.25	78.50	77.25	78.00	74.75	78.63	76.63	78.00	78.25	77.25	76.25	78.00	82.00	80.00	82.00	82.00	81.00	85.00	82.00	80.00	82.00	84.25	82.00	84.75	82.00	77.00	87.25	86.00	81.00	80.00	86.25	86.38	80.00	79.00	76.50	77.00	78.50	77.50	76.75	77.50	78.00	79.00	76.25	77.25	77.00	77.25	79.13	77.00	87.38	87.13	85.88	87.13	84.88	81.38	78.00	87.13	80.00	86.63	81.00	81.00	83.63	80.00	84.63	87.13	78.00	85.63	86.13	80.00	80.00	79.00	80.00	86.13	80.00	85.88	85.75	81.63	84.00	85.63	78.88	79.25	76.13	74.00	76.50	82.13	77.88	75.38	77.63	75.88	85.25	80.00	85.63	85.88	85.75	75.75	79.00	77.25	76.63	77.13	76.25	77.88	75.00	78.00	78.00	84.25	85.25	76.13	76.88	76.13	76.63	78.38	77.25	77.38	77.50	86.13	88.63	85.63	84.38	85.63	80.00	80.00	85.25	81.00	81.00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0.38	11.88	9.38	9.88	9.38	8.63	11.25	6.38	7.88	10.13	9.13	-0.25	2.88	0.38	1.38	-1.63	-0.88	1.38	-0.13	0.38	0.50	-0.38	0.25	2.25	1.38	0.88	4.63	0.63	1.88	0.63	1.38	-1.88	2.00	0.00	1.38	1.63	0.63	-0.38	1.38	5.38	3.38	5.38	5.38	4.38	8.38	5.38	3.38	5.38	7.63	5.38	8.13	5.38	0.38	10.63	9.38	4.38	3.38	9.63	9.75	3.38	2.38	-0.13	0.38	1.88	0.88	0.13	0.88	1.38	2.38	-0.38	0.63	0.38	0.63	2.50	0.38	10.75	10.50	9.25	10.50	8.25	4.75	1.38	10.50	3.38	10.00	4.38	4.38	7.00	3.38	8.00	10.50	1.38	9.00	9.50	3.38	3.38	2.38	3.38	9.50	3.38	9.25	9.13	5.00	7.38	9.00	2.25	2.63	-0.50	-2.63	-0.13	5.50	1.25	-1.25	1.00	-0.75	8.63	3.38	9.00	9.25	9.13	-0.88	2.38	0.63	0.00	0.50	-0.38	1.25	-1.63	1.38	1.38	7.63	8.63	-0.50	0.25	-0.50	0.00	1.75	0.63	0.75	0.88	9.50	12.01	9.00	7.75	9.00	3.38	3.38	8.63	4.38	4.38																														
	GRUPO	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	1803																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	N° de datos a observar	147																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	N° de datos Observados	120																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Datos según especificación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	LONG. 1ER CORTE:	76.63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LONG. 2DO CORTE:	66.63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	KILOS / PULGADA	0.04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Dato Obtenidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud Promedio Observada	80.62																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Diferencia Promedio	3.99																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud máxima observada	88.63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud mínima observada	74.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Peso devuelto/ Rodante observado	0.71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
77.00	88.50	86.00	86.50	86.00	85.25	87.88	83.00	84.50	86.75	85.75	76.38	79.50	77.00	78.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
75.00	75.75	78.00	76.50	77.00	77.13	76.25	76.88	78.88	78.00	77.50	81.25	77.25	78.50	77.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
78.00	74.75	78.63	76.63	78.00	78.25	77.25	76.25	78.00	82.00	80.00	82.00	82.00	81.00	85.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
82.00	80.00	82.00	84.25	82.00	84.75	82.00	77.00	87.25	86.00	81.00	80.00	86.25	86.38	80.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
79.00	76.50	77.00	78.50	77.50	76.75	77.50	78.00	79.00	76.25	77.25	77.00	77.25	79.13	77.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
87.38	87.13	85.88	87.13	84.88	81.38	78.00	87.13	80.00	86.63	81.00	81.00	83.63	80.00	84.63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
87.13	78.00	85.63	86.13	80.00	80.00	79.00	80.00	86.13	80.00	85.88	85.75	81.63	84.00	85.63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
78.88	79.25	76.13	74.00	76.50	82.13	77.88	75.38	77.63	75.88	85.25	80.00	85.63	85.88	85.75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
75.75	79.00	77.25	76.63	77.13	76.25	77.88	75.00	78.00	78.00	84.25	85.25	76.13	76.88	76.13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
76.63	78.38	77.25	77.38	77.50	86.13	88.63	85.63	84.38	85.63	80.00	80.00	85.25	81.00	81.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.38	11.88	9.38	9.88	9.38	8.63	11.25	6.38	7.88	10.13	9.13	-0.25	2.88	0.38	1.38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
-1.63	-0.88	1.38	-0.13	0.38	0.50	-0.38	0.25	2.25	1.38	0.88	4.63	0.63	1.88	0.63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1.38	-1.88	2.00	0.00	1.38	1.63	0.63	-0.38	1.38	5.38	3.38	5.38	5.38	4.38	8.38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5.38	3.38	5.38	7.63	5.38	8.13	5.38	0.38	10.63	9.38	4.38	3.38	9.63	9.75	3.38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2.38	-0.13	0.38	1.88	0.88	0.13	0.88	1.38	2.38	-0.38	0.63	0.38	0.63	2.50	0.38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
10.75	10.50	9.25	10.50	8.25	4.75	1.38	10.50	3.38	10.00	4.38	4.38	7.00	3.38	8.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
10.50	1.38	9.00	9.50	3.38	3.38	2.38	3.38	9.50	3.38	9.25	9.13	5.00	7.38	9.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2.25	2.63	-0.50	-2.63	-0.13	5.50	1.25	-1.25	1.00	-0.75	8.63	3.38	9.00	9.25	9.13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
-0.88	2.38	0.63	0.00	0.50	-0.38	1.25	-1.63	1.38	1.38	7.63	8.63	-0.50	0.25	-0.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.00	1.75	0.63	0.75	0.88	9.50	12.01	9.00	7.75	9.00	3.38	3.38	8.63	4.38	4.38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <td>GRUPO</td> <td align="center">4</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">1804</td> </tr> <tr> <td>N° de datos a observar</td> <td align="center">37</td> </tr> <tr> <td>N° de datos Observados</td> <td align="center">40</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos según especificación</td> </tr> <tr> <td>LONG. 1ER CORTE:</td> <td align="center">82.00</td> </tr> <tr> <td>LONG. 2DO CORTE:</td> <td align="center">69.25</td> </tr> <tr> <td>KILOS / PULGADA</td> <td align="center">0.04</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dato Obtenidos</td> </tr> <tr> <td>Longitud Promedio Observada</td> <td align="center">82.31</td> </tr> <tr> <td>Diferencia Promedio</td> <td align="center">0.31</td> </tr> <tr> <td>Longitud máxima observada</td> <td align="center">89.13</td> </tr> <tr> <td>Longitud mínima observada</td> <td align="center">75.25</td> </tr> <tr> <td>Peso devuelto/ Rodante observado</td> <td align="center">0.67</td> </tr> </table>	GRUPO	4	1804		N° de datos a observar	37	N° de datos Observados	40	Datos según especificación		LONG. 1ER CORTE:	82.00	LONG. 2DO CORTE:	69.25	KILOS / PULGADA	0.04	Dato Obtenidos		Longitud Promedio Observada	82.31	Diferencia Promedio	0.31	Longitud máxima observada	89.13	Longitud mínima observada	75.25	Peso devuelto/ Rodante observado	0.67	<p>Longitudes observadas de rodantes de 1er corte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>87.25</td><td>84.25</td><td>84.00</td><td>85.75</td><td>84.38</td><td>85.25</td><td>88.63</td><td>84.88</td><td>85.00</td><td>84.13</td><td>83.88</td><td>85.38</td><td>79.00</td><td>77.00</td><td>77.50</td></tr> <tr><td>80.13</td><td>76.88</td><td>84.00</td><td>77.63</td><td>76.00</td><td>78.00</td><td>76.75</td><td>89.13</td><td>85.00</td><td>75.25</td><td>88.00</td><td>87.30</td><td>89.00</td><td>77.25</td><td>85.00</td></tr> <tr><td>88.00</td><td>88.00</td><td>77.75</td><td>75.88</td><td>85.00</td><td>85.00</td><td>80.25</td><td>77.63</td><td>76.88</td><td>76.75</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Diferencias Observadas en 1er corte (Longitud observada - Longitud según especificación)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5.25</td><td>2.25</td><td>2.00</td><td>3.75</td><td>2.38</td><td>3.25</td><td>6.63</td><td>2.88</td><td>3.00</td><td>2.13</td><td>1.88</td><td>3.38</td><td>-3.00</td><td>-5.00</td><td>-4.50</td></tr> <tr><td>-1.88</td><td>-5.13</td><td>2.00</td><td>-4.38</td><td>-6.00</td><td>-4.00</td><td>-5.25</td><td>7.13</td><td>3.00</td><td>-6.75</td><td>6.00</td><td>5.30</td><td>7.00</td><td>-4.75</td><td>3.00</td></tr> <tr><td>6.00</td><td>6.00</td><td>-4.25</td><td>-6.13</td><td>3.00</td><td>3.00</td><td>-1.75</td><td>-4.38</td><td>-5.13</td><td>-5.25</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	87.25	84.25	84.00	85.75	84.38	85.25	88.63	84.88	85.00	84.13	83.88	85.38	79.00	77.00	77.50	80.13	76.88	84.00	77.63	76.00	78.00	76.75	89.13	85.00	75.25	88.00	87.30	89.00	77.25	85.00	88.00	88.00	77.75	75.88	85.00	85.00	80.25	77.63	76.88	76.75																																																																																																																														1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	5.25	2.25	2.00	3.75	2.38	3.25	6.63	2.88	3.00	2.13	1.88	3.38	-3.00	-5.00	-4.50	-1.88	-5.13	2.00	-4.38	-6.00	-4.00	-5.25	7.13	3.00	-6.75	6.00	5.30	7.00	-4.75	3.00	6.00	6.00	-4.25	-6.13	3.00	3.00	-1.75	-4.38	-5.13	-5.25																																																																																																																													
	GRUPO	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	1804																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	N° de datos a observar	37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	N° de datos Observados	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Datos según especificación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	LONG. 1ER CORTE:	82.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LONG. 2DO CORTE:	69.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	KILOS / PULGADA	0.04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Dato Obtenidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud Promedio Observada	82.31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Diferencia Promedio	0.31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud máxima observada	89.13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud mínima observada	75.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Peso devuelto/ Rodante observado	0.67																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
87.25	84.25	84.00	85.75	84.38	85.25	88.63	84.88	85.00	84.13	83.88	85.38	79.00	77.00	77.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
80.13	76.88	84.00	77.63	76.00	78.00	76.75	89.13	85.00	75.25	88.00	87.30	89.00	77.25	85.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
88.00	88.00	77.75	75.88	85.00	85.00	80.25	77.63	76.88	76.75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5.25	2.25	2.00	3.75	2.38	3.25	6.63	2.88	3.00	2.13	1.88	3.38	-3.00	-5.00	-4.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
-1.88	-5.13	2.00	-4.38	-6.00	-4.00	-5.25	7.13	3.00	-6.75	6.00	5.30	7.00	-4.75	3.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
6.00	6.00	-4.25	-6.13	3.00	3.00	-1.75	-4.38	-5.13	-5.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 5
MUESTREO DE RODANTES DE 1ER CORTE GRUPO 5 Y 6 – MES DE
NOVIEMBRE

<table border="1"> <tr> <td>GRUPO</td> <td align="center">5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LT195</td> </tr> <tr> <td>N° de datos a observar</td> <td align="center">24</td> </tr> <tr> <td>N° de datos Observados</td> <td align="center">30</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos según especificación</td> </tr> <tr> <td>LONG. 1ER CORTE:</td> <td align="center">90.00</td> </tr> <tr> <td>LONG. 2DO CORTE:</td> <td align="center">77.00</td> </tr> <tr> <td>KILOS / PULGADA</td> <td align="center">0.06</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dato Obtenidos</td> </tr> <tr> <td>Longitud Promedio Observada</td> <td align="center">95.33</td> </tr> <tr> <td>Diferencia Promedio</td> <td align="center">5.33</td> </tr> <tr> <td>Longitud máxima observada</td> <td align="center">101.75</td> </tr> <tr> <td>Longitud mínima observada</td> <td align="center">89.75</td> </tr> <tr> <td>Peso devuelto/ Rodante observado</td> <td align="center">1.12</td> </tr> </table>	GRUPO	5	LT195		N° de datos a observar	24	N° de datos Observados	30	Datos según especificación		LONG. 1ER CORTE:	90.00	LONG. 2DO CORTE:	77.00	KILOS / PULGADA	0.06	Dato Obtenidos		Longitud Promedio Observada	95.33	Diferencia Promedio	5.33	Longitud máxima observada	101.75	Longitud mínima observada	89.75	Peso devuelto/ Rodante observado	1.12	<p>Longitudes observadas de rodantes de 1er corte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>92.63</td><td>92.00</td><td>90.63</td><td>101.75</td><td>94.38</td><td>92.50</td><td>92.50</td><td>95.25</td><td>98.00</td><td>94.00</td><td>97.50</td><td>96.00</td><td>95.00</td><td>93.88</td><td>93.00</td> </tr> <tr> <td>89.75</td><td>95.50</td><td>95.25</td><td>97.00</td><td>96.25</td><td>95.13</td><td>98.88</td><td>96.38</td><td>99.00</td><td>97.38</td><td>94.13</td><td>93.00</td><td>97.00</td><td>96.50</td><td>99.63</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Diferencias Observadas en 1er corte (Longitud observada - Longitud según especificación)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.63</td><td>2.00</td><td>0.63</td><td>11.75</td><td>4.38</td><td>2.50</td><td>2.50</td><td>5.25</td><td>8.00</td><td>4.00</td><td>7.50</td><td>6.00</td><td>5.00</td><td>3.88</td><td>3.00</td> </tr> <tr> <td>-0.25</td><td>5.50</td><td>5.25</td><td>7.00</td><td>6.25</td><td>5.13</td><td>8.88</td><td>6.38</td><td>9.00</td><td>7.38</td><td>4.13</td><td>3.00</td><td>7.00</td><td>6.50</td><td>9.63</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	92.63	92.00	90.63	101.75	94.38	92.50	92.50	95.25	98.00	94.00	97.50	96.00	95.00	93.88	93.00	89.75	95.50	95.25	97.00	96.25	95.13	98.88	96.38	99.00	97.38	94.13	93.00	97.00	96.50	99.63																																																																																																																																								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	2.63	2.00	0.63	11.75	4.38	2.50	2.50	5.25	8.00	4.00	7.50	6.00	5.00	3.88	3.00	-0.25	5.50	5.25	7.00	6.25	5.13	8.88	6.38	9.00	7.38	4.13	3.00	7.00	6.50	9.63																																																																																																																																							
	GRUPO	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LT195																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	N° de datos a observar	24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	N° de datos Observados	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Datos según especificación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	LONG. 1ER CORTE:	90.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LONG. 2DO CORTE:	77.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	KILOS / PULGADA	0.06																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Dato Obtenidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud Promedio Observada	95.33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Diferencia Promedio	5.33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud máxima observada	101.75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud mínima observada	89.75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Peso devuelto/ Rodante observado	1.12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
92.63	92.00	90.63	101.75	94.38	92.50	92.50	95.25	98.00	94.00	97.50	96.00	95.00	93.88	93.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
89.75	95.50	95.25	97.00	96.25	95.13	98.88	96.38	99.00	97.38	94.13	93.00	97.00	96.50	99.63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2.63	2.00	0.63	11.75	4.38	2.50	2.50	5.25	8.00	4.00	7.50	6.00	5.00	3.88	3.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
-0.25	5.50	5.25	7.00	6.25	5.13	8.88	6.38	9.00	7.38	4.13	3.00	7.00	6.50	9.63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <td>GRUPO</td> <td align="center">6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LT245</td> </tr> <tr> <td>N° de datos a observar</td> <td align="center">10</td> </tr> <tr> <td>N° de datos Observados</td> <td align="center">40</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos según especificación</td> </tr> <tr> <td>LONG. 1ER CORTE:</td> <td align="center">96.25</td> </tr> <tr> <td>LONG. 2DO CORTE:</td> <td align="center">86.25</td> </tr> <tr> <td>KILOS / PULGADA</td> <td align="center">0.09</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dato Obtenidos</td> </tr> <tr> <td>Longitud Promedio Observada</td> <td align="center">102.29</td> </tr> <tr> <td>Diferencia Promedio</td> <td align="center">6.04</td> </tr> <tr> <td>Longitud máxima observada</td> <td align="center">106.00</td> </tr> <tr> <td>Longitud mínima observada</td> <td align="center">95.63</td> </tr> <tr> <td>Peso devuelto/ Rodante observado</td> <td align="center">1.47</td> </tr> </table>	GRUPO	6	LT245		N° de datos a observar	10	N° de datos Observados	40	Datos según especificación		LONG. 1ER CORTE:	96.25	LONG. 2DO CORTE:	86.25	KILOS / PULGADA	0.09	Dato Obtenidos		Longitud Promedio Observada	102.29	Diferencia Promedio	6.04	Longitud máxima observada	106.00	Longitud mínima observada	95.63	Peso devuelto/ Rodante observado	1.47	<p>Longitudes observadas de rodantes de 1er corte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>98.88</td><td>100.3</td><td>103</td><td>104.5</td><td>102.9</td><td>101.1</td><td>100.8</td><td>104.8</td><td>102</td><td>101.8</td><td>101.1</td><td>103.3</td><td>104.4</td><td>104.8</td><td>95.63</td> </tr> <tr> <td>104.1</td><td>104.1</td><td>102.4</td><td>106</td><td>102</td><td>100.5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Diferencias Observadas en 1er corte (Longitud observada - Longitud según especificación)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.63</td><td>4.00</td><td>6.75</td><td>8.25</td><td>6.63</td><td>4.88</td><td>4.50</td><td>8.50</td><td>5.75</td><td>5.50</td><td>4.88</td><td>7.00</td><td>8.13</td><td>8.50</td><td>-0.63</td> </tr> <tr> <td>7.88</td><td>7.88</td><td>6.13</td><td>9.75</td><td>5.75</td><td>4.25</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	98.88	100.3	103	104.5	102.9	101.1	100.8	104.8	102	101.8	101.1	103.3	104.4	104.8	95.63	104.1	104.1	102.4	106	102	100.5																																																																																																																																																	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	2.63	4.00	6.75	8.25	6.63	4.88	4.50	8.50	5.75	5.50	4.88	7.00	8.13	8.50	-0.63	7.88	7.88	6.13	9.75	5.75	4.25																																																																																																																																																
	GRUPO	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LT245																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	N° de datos a observar	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	N° de datos Observados	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Datos según especificación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	LONG. 1ER CORTE:	96.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LONG. 2DO CORTE:	86.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	KILOS / PULGADA	0.09																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Dato Obtenidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud Promedio Observada	102.29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Diferencia Promedio	6.04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud máxima observada	106.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud mínima observada	95.63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Peso devuelto/ Rodante observado	1.47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
98.88	100.3	103	104.5	102.9	101.1	100.8	104.8	102	101.8	101.1	103.3	104.4	104.8	95.63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
104.1	104.1	102.4	106	102	100.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2.63	4.00	6.75	8.25	6.63	4.88	4.50	8.50	5.75	5.50	4.88	7.00	8.13	8.50	-0.63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
7.88	7.88	6.13	9.75	5.75	4.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 6
MUESTREO DE COSTADOS DE 1ER CORTE GRUPO 1 Y 2 – MES DE
NOVIEMBRE

<table border="1"> <tr> <td>GRUPO</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td>900 X 20 - 14 TH-200</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° de datos a observar</td> <td align="center">36</td> </tr> <tr> <td>N° de datos Observados</td> <td align="center">37</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos según especificación</td> </tr> <tr> <td>LONG. 1ER CORTE:</td> <td align="center">93.50</td> </tr> <tr> <td>LONG. 2DO CORTE:</td> <td align="center">83.50</td> </tr> <tr> <td>KILOS / PULGADA</td> <td align="center">0.020</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dato Obtenidos</td> </tr> <tr> <td>Longitud Promedio Observada</td> <td align="center">98.30</td> </tr> <tr> <td>Diferencia Promedio</td> <td align="center">4.80</td> </tr> <tr> <td>Longitud máxima observada</td> <td align="center">105.40</td> </tr> <tr> <td>Longitud mínima observada</td> <td align="center">92.30</td> </tr> <tr> <td>Peso devuelto/ costado observado</td> <td align="center">0.30</td> </tr> </table>	GRUPO	1	900 X 20 - 14 TH-200		N° de datos a observar	36	N° de datos Observados	37	Datos según especificación		LONG. 1ER CORTE:	93.50	LONG. 2DO CORTE:	83.50	KILOS / PULGADA	0.020	Dato Obtenidos		Longitud Promedio Observada	98.30	Diferencia Promedio	4.80	Longitud máxima observada	105.40	Longitud mínima observada	92.30	Peso devuelto/ costado observado	0.30	<p>Longitudes observadas de costados de 1er corte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>95.25</td><td>92.50</td><td>99.50</td><td>100.50</td><td>96.00</td><td>94.75</td><td>99.13</td><td>95.00</td><td>95.75</td><td>93.25</td><td>97.75</td><td>94.75</td><td>96.00</td><td>95.38</td><td>104.50</td></tr> <tr><td>102.00</td><td>105.38</td><td>99.00</td><td>97.00</td><td>99.00</td><td>98.00</td><td>98.75</td><td>105.25</td><td>104.75</td><td>104.75</td><td>100.13</td><td>104.00</td><td>98.25</td><td>99.50</td><td>99.75</td></tr> <tr><td>101.00</td><td>92.25</td><td>95.50</td><td>92.50</td><td>95.00</td><td>97.25</td><td>98.75</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Diferencias Observadas en 1er corte (Longitud observada - Longitud según especificación)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.75</td><td>-1.00</td><td>6.00</td><td>7.00</td><td>2.50</td><td>1.25</td><td>5.63</td><td>1.50</td><td>2.25</td><td>-0.25</td><td>4.25</td><td>1.25</td><td>2.50</td><td>1.88</td><td>11.00</td></tr> <tr><td>8.50</td><td>11.88</td><td>5.50</td><td>3.50</td><td>5.50</td><td>4.50</td><td>5.25</td><td>11.75</td><td>11.25</td><td>11.25</td><td>6.63</td><td>10.50</td><td>4.75</td><td>6.00</td><td>6.25</td></tr> <tr><td>7.50</td><td>-1.25</td><td>2.00</td><td>-1.00</td><td>1.50</td><td>3.75</td><td>5.25</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	95.25	92.50	99.50	100.50	96.00	94.75	99.13	95.00	95.75	93.25	97.75	94.75	96.00	95.38	104.50	102.00	105.38	99.00	97.00	99.00	98.00	98.75	105.25	104.75	104.75	100.13	104.00	98.25	99.50	99.75	101.00	92.25	95.50	92.50	95.00	97.25	98.75																																																																																																																																	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1.75	-1.00	6.00	7.00	2.50	1.25	5.63	1.50	2.25	-0.25	4.25	1.25	2.50	1.88	11.00	8.50	11.88	5.50	3.50	5.50	4.50	5.25	11.75	11.25	11.25	6.63	10.50	4.75	6.00	6.25	7.50	-1.25	2.00	-1.00	1.50	3.75	5.25																																																																																																																																
	GRUPO	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	900 X 20 - 14 TH-200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	N° de datos a observar	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	N° de datos Observados	37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Datos según especificación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	LONG. 1ER CORTE:	93.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LONG. 2DO CORTE:	83.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	KILOS / PULGADA	0.020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Dato Obtenidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud Promedio Observada	98.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Diferencia Promedio	4.80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud máxima observada	105.40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud mínima observada	92.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Peso devuelto/ costado observado	0.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
95.25	92.50	99.50	100.50	96.00	94.75	99.13	95.00	95.75	93.25	97.75	94.75	96.00	95.38	104.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
102.00	105.38	99.00	97.00	99.00	98.00	98.75	105.25	104.75	104.75	100.13	104.00	98.25	99.50	99.75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
101.00	92.25	95.50	92.50	95.00	97.25	98.75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1.75	-1.00	6.00	7.00	2.50	1.25	5.63	1.50	2.25	-0.25	4.25	1.25	2.50	1.88	11.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
8.50	11.88	5.50	3.50	5.50	4.50	5.25	11.75	11.25	11.25	6.63	10.50	4.75	6.00	6.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
7.50	-1.25	2.00	-1.00	1.50	3.75	5.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<table border="1"> <tr> <td>GRUPO</td> <td align="center">2</td> </tr> <tr> <td>900 X 20 -14 EXTRA TD-440 LCSA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° de datos a observar</td> <td align="center">34</td> </tr> <tr> <td>N° de datos Observados</td> <td align="center">35</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos según especificación</td> </tr> <tr> <td>LONG. 1ER CORTE:</td> <td align="center">93.40</td> </tr> <tr> <td>LONG. 2DO CORTE:</td> <td align="center">83.40</td> </tr> <tr> <td>KILOS / PULGADA</td> <td align="center">0.023</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dato Obtenidos</td> </tr> <tr> <td>Longitud Promedio Observada</td> <td align="center">103.50</td> </tr> <tr> <td>Diferencia Promedio</td> <td align="center">10.10</td> </tr> <tr> <td>Longitud máxima observada</td> <td align="center">112.50</td> </tr> <tr> <td>Longitud mínima observada</td> <td align="center">97.50</td> </tr> <tr> <td>Peso devuelto/ costado observado</td> <td align="center">0.47</td> </tr> </table>	GRUPO	2	900 X 20 -14 EXTRA TD-440 LCSA		N° de datos a observar	34	N° de datos Observados	35	Datos según especificación		LONG. 1ER CORTE:	93.40	LONG. 2DO CORTE:	83.40	KILOS / PULGADA	0.023	Dato Obtenidos		Longitud Promedio Observada	103.50	Diferencia Promedio	10.10	Longitud máxima observada	112.50	Longitud mínima observada	97.50	Peso devuelto/ costado observado	0.47	<p>Longitudes observadas de costados de 1er corte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>101.0</td><td>100.5</td><td>112.5</td><td>109.8</td><td>107.3</td><td>104.5</td><td>103.8</td><td>100.3</td><td>97.5</td><td>104.6</td><td>106.5</td><td>101.3</td><td>101.8</td><td>101.0</td><td>99.3</td></tr> <tr><td>102.9</td><td>97.5</td><td>105.5</td><td>103.5</td><td>105.0</td><td>111.9</td><td>107.3</td><td>106.4</td><td>101.5</td><td>101.0</td><td>101.5</td><td>104.3</td><td>104.0</td><td>103.6</td><td>105.3</td></tr> <tr><td>105.1</td><td>103.3</td><td>100.3</td><td>101.3</td><td>101.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Diferencias Observadas en 1er corte (Longitud observada - Longitud según especificación)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>7.60</td><td>7.10</td><td>19.10</td><td>16.35</td><td>13.85</td><td>11.10</td><td>10.35</td><td>6.85</td><td>4.10</td><td>11.23</td><td>13.10</td><td>7.85</td><td>8.35</td><td>7.60</td><td>5.85</td></tr> <tr><td>9.47</td><td>4.10</td><td>12.10</td><td>10.10</td><td>11.60</td><td>18.48</td><td>13.85</td><td>12.98</td><td>8.10</td><td>7.60</td><td>8.10</td><td>10.85</td><td>10.60</td><td>10.23</td><td>11.85</td></tr> <tr><td>11.73</td><td>9.85</td><td>6.85</td><td>7.85</td><td>7.60</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	101.0	100.5	112.5	109.8	107.3	104.5	103.8	100.3	97.5	104.6	106.5	101.3	101.8	101.0	99.3	102.9	97.5	105.5	103.5	105.0	111.9	107.3	106.4	101.5	101.0	101.5	104.3	104.0	103.6	105.3	105.1	103.3	100.3	101.3	101.0																																																																																																																																			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	7.60	7.10	19.10	16.35	13.85	11.10	10.35	6.85	4.10	11.23	13.10	7.85	8.35	7.60	5.85	9.47	4.10	12.10	10.10	11.60	18.48	13.85	12.98	8.10	7.60	8.10	10.85	10.60	10.23	11.85	11.73	9.85	6.85	7.85	7.60																																																																																																																																		
	GRUPO	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	900 X 20 -14 EXTRA TD-440 LCSA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	N° de datos a observar	34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	N° de datos Observados	35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Datos según especificación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	LONG. 1ER CORTE:	93.40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LONG. 2DO CORTE:	83.40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	KILOS / PULGADA	0.023																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Dato Obtenidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud Promedio Observada	103.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Diferencia Promedio	10.10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud máxima observada	112.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud mínima observada	97.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Peso devuelto/ costado observado	0.47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
101.0	100.5	112.5	109.8	107.3	104.5	103.8	100.3	97.5	104.6	106.5	101.3	101.8	101.0	99.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
102.9	97.5	105.5	103.5	105.0	111.9	107.3	106.4	101.5	101.0	101.5	104.3	104.0	103.6	105.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
105.1	103.3	100.3	101.3	101.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
7.60	7.10	19.10	16.35	13.85	11.10	10.35	6.85	4.10	11.23	13.10	7.85	8.35	7.60	5.85																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
9.47	4.10	12.10	10.10	11.60	18.48	13.85	12.98	8.10	7.60	8.10	10.85	10.60	10.23	11.85																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
11.73	9.85	6.85	7.85	7.60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

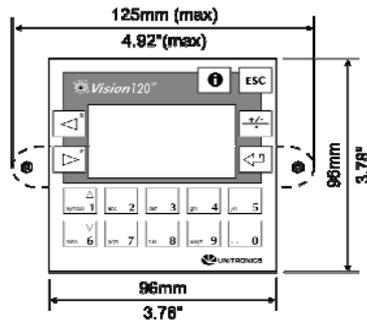
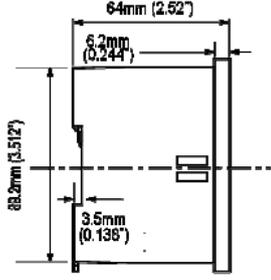
Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 9 ESPECIFICACIÓN N°1 DEL PLC VISION 120 (V120 – 22 – R1)

Installation Guide	10/06
--------------------	-------

Mounting

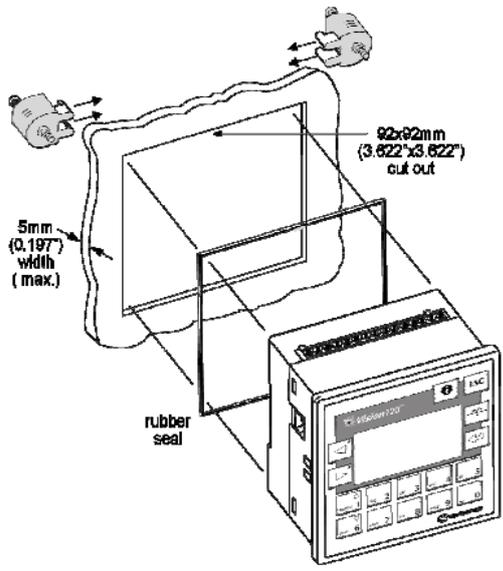
Dimensions

Panel mounting

Before you begin, note that the mounting panel cannot be more than 5 mm thick.

1. Make a panel cut-out measuring 92 x 92 mm (3.622" x 3.622").
2. Slide the controller into the cut-out, ensuring that the rubber seal is in place.
3. Push the 2 mounting brackets into their slots on the sides of the controller as shown in the figure to the right.
4. Tighten the bracket screws against the panel. Hold the bracket securely against the unit while tightening the screw.
5. When properly mounted, the controller is squarely situated in the panel cut-out as shown in the figure to the right.



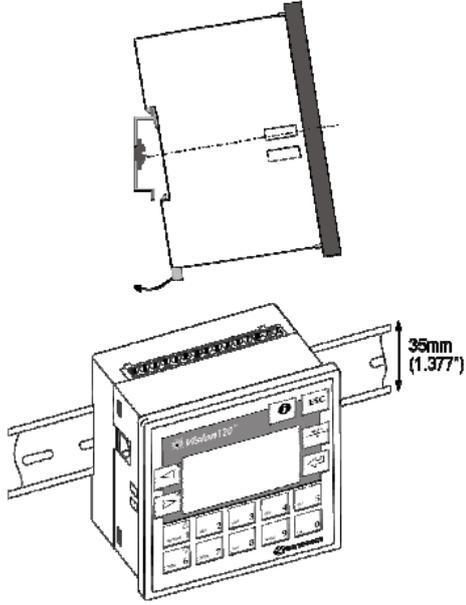


ANEXO N° 10
ESPECIFICACIÓN N°2 DEL PLC VISION 120 (V120 – 22 – R1)

10/06 Vision™ OPLC™ Vision120™

DIN-rail mounting

1. Snap the controller onto the DIN rail as shown in the figure to the right.
2. When properly mounted, the controller is squarely situated on the DIN-rail as shown in the figure to the right.



The diagram consists of two parts. The upper part shows a perspective view of the Vision 120 PLC controller being pushed onto a DIN rail. The lower part shows the controller fully seated on the rail. A dimension line on the right side of the lower part indicates the height of the controller from the rail, labeled as 35mm (1.377 inches).

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

ANEXO N° 11
ESPECIFICACIÓN N°1 DEL ENCODER (DBS60E-BHELO1024 / PART NUMB:
1080433)

DBS60E-S4EK01000 | DBS60 Core
 INCREMENTAL ENCODERS



Illustration may differ



Ordering information

Type	Part no.
DBS60E-S4EK01000	1069722

Other models and accessories → www.sick.com/DBS60_Core

Detailed technical data

Performance

Pulses per revolution	1,000 ¹⁾
Measuring step	90° electric/pulses per revolution
Measuring step deviation	± 18° / impulses per revolution
Error limits	Measuring step deviation x 3
Duty cycle	≤ 0.5 ± 5 %
Initialization time	< 5 ms ²⁾

¹⁾ , available pulses per revolution see type code.

²⁾ Valid signals can be read once this time has elapsed.

Electrical data

Electrical interface	10 V ... 27 V, HTL/Push pull ¹⁾
Connection type	Cable, 8-wire, universal, 1.5 m ²⁾
Power consumption	≤ 1 W (without load)
Load current	≤ 30 mA, per channel
Output frequency	300 kHz ³⁾
Reference signal, number	1
Reference signal, position	90°, electric, logically gated with A and B
Reverse polarity protection	✓
Short-circuit protection of the outputs	✓ ⁴⁾
MTTFd: mean time to dangerous failure	500 years (EN ISO 13849-1) ⁵⁾

¹⁾ With 6-channels unless noted.

²⁾ The universal cable outlet is positioned in such a way, that it is possible to lay the cable in a radial or axial direction without kinking it.

³⁾ Up to 450 kHz on request.

⁴⁾ Short-circuit opposite to another channel, US or GND permissible for maximum 30 s.

⁵⁾ This product is a standard product and does not constitute a safety component as defined in the Machinery Directive. Calculation based on nominal load of components, average ambient temperature 40°C, frequency of use 8760 h/a. All electronic failures are considered hazardous. For more information, see document no. 8015532.

ANEXO N° 12
ESPECIFICACIÓN N°2 DEL ENCODER (DBS60E-BHELO1024 / PART NUMB:
1080433)

Mechanical data	
Mechanical interface	Solid shaft, face mount flange
Shaft diameter	10 mm x 19 mm ¹⁾
Flange type / stator coupling	Flange with 3 x M3 and 3 x M4
Mass	0.3 kg ²⁾
Shaft material	Stainless steel
Flange material	Aluminum
Housing material	Aluminum
Material, cable	PVC
Start up torque	1.2 Ncm (+20 °C)
Operating torque	1.1 Ncm (+20 °C)
Permissible shaft loading radial/axial	100 N (radial) ³⁾ 50 N (axial) ³⁾
Operating speed	6,000 min ⁻¹ ⁴⁾
Maximum operating speed	9,000 min ⁻¹ ⁵⁾
Moment of inertia of the rotor	33 gcm ²
Bearing lifetime	3.6 x 10 ⁹ revolutions
Angular acceleration	≤ 500,000 rad/s ²

¹⁾ Others on request.
²⁾ For an encoder with connector outlet or cable with connector outlet.
³⁾ Higher values are possible using limited bearing life.
⁴⁾ Self warming of 3.2 K per 1000 revolutions/min when applying note working temperature range.
⁵⁾ Maximum speed which does not cause mechanical damage to the encoder. Impact on the service life and signal quality is possible. Please note the maximum output frequency.

Ambient data	
EMC	According to EN 61000-6-2 and EN 61000-6-3
Enclosure rating	IP67, housing side (according to IEC 60529) ¹⁾ IP65, shaft side (according to IEC 60529)
Permissible relative humidity	90 % (condensation of the optical scanning not permitted)
Operating temperature range	-20 °C ... +85 °C ²⁾
Storage temperature range	-40 °C ... +100 °C, without package
Resistance to shocks	250 g, 3 ms (according to EN 60068-2-27)
Resistance to vibration	30 g, 10 Hz ... 2,000 Hz (according to EN 60068-2-6)

¹⁾ With mating connector fitted.
²⁾ These values relate to all mechanical versions including recommended accessories unless otherwise noted.

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

ANEXO N° 13 ESPECIFICACIÓN DEL TABLERO ELÉCTRICO (NSYCRN43200)



Tableros murales de acero IP66 Spatial CRN



Características generales:

- Armarios metálicos disponible en 39 tamaños, con laterales fabricados de una pieza plegada. La pieza trasera se une a los laterales formando una zona estanca protegida IP66, NEMA4. Pintados por dentro y por fuera con resina epoxi-poliéster texturizada, color gris RAL 7035.
- **Robustez certificada, según IEC 62262 (IK10)**
- Instalación en exterior: conforme a la IEC 62208 (resistente a los rayos ultravioletas (UV), resistentes a la corrosión).
- Apertura de la puerta superior a 120°, posibilidad de cambiar de lado de apertura.
- Certificados IEC 62208, UL, CUL, NEMA 4, NEMA 12, 12K Y 13, cumple con la directiva RoHS.



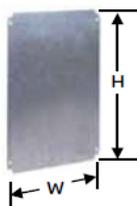
NSYCRN43200

Dimensiones			Peso (Kg)	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
Alto	Ancho	Profundidad				
300	250	200	4.9	NSYCRN325200	184.00	1
400	300	200	6.8	NSYCRN43200	234.00	1
500	400	200	9.8	NSYCRN54200	281.00	1
600	400	200	10.8	NSYCRN64200	286.00	1
600	600	250	18.2	NSYCRN66250	353.00	1
700	500	250	19.3	NSYCRN75250	447.00	1
800	600	200	21.8	NSYCRN86200	442.00	1
800	600	300	26.3	NSYCRN86300	557.00	1
1000	600	250	28.4	NSYCRN106250	650.00	1
1000	600	300	30.6	NSYCRN106300	708.00	1
1000	800	300	37.4	NSYCRN108300	771.00	1
1200	800	300	45.0	NSYCRNG128300	1,490.00	1

Accesorios básicos

Placas de Montaje Metálicas

- Placas de montaje de acero galvanizado, con agujeros de fijación y toma a tierra
- Posibilidad de fijación directa en el fondo del tablero



NSYMM3

Dimensiones		Para acoplar a los tableros	Peso (Kg)	Carga Adm. (Kg)	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
H	W						
250	200	NSYCRN325200	0.7	60	NSYMM3025	14.60	1
250	350	NSYCRN43200	1.25	60	NSYMM43	26.00	1
450	350	NSYCRN54200	2.2	90	NSYMM54	42.00	1
550	350	NSYCRN64200	2.7	90	NSYMM64	52.00	1
550	550	NSYCRN66250	4.4	135	NSYMM66	90.00	1
650	450	NSYCRN75250	4.25	135	NSYMM75	95.00	1
750	550	NSYCRN86200 / NSYCRN86300	8.1	135	NSYMM86	142.00	1
950	550	NSYCRN106250 / NSYCRN106300	10.2	150	NSYMM106	177.00	1
950	750	NSYCRN108300	13.9	150	NSYMM108	227.00	1
1150	750	NSYCRNG128300	17.35	180	NSYMM128	386.00	1

Conjunto de fijación mural

- Material: acero zincado.
- Fijación desde fuera y pueden colocar horizontal o verticalmente.
- Carga máxima: en horizontal 180 kg, en vertical 350 kg.
- No se incluyen en la entrega estándar.



NSYPFCR

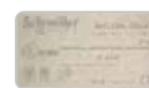
Descripción	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
Para todos los tableros Spatial CRN	NSYPFCR	22.70	1
Para todos los tableros Spatial CRNG	NSYAEFPFSC	29.20	1



Canal frontal evita el ingreso de líquidos, cuando la puerta se abre.



Cuenta con dos pernos de conexión a tierra en el cuerpo y uno en la puerta.



Sello de originalidad, impreso a láser en la cara interior de la puerta de todos los armarios.

ANEXO N° 14 ESPECIFICACIÓN DE PLACA DE MONTAJE (NSYMM43)

<p>Product data sheet Characteristics</p>	<p>NSYMM43 Plain mounting plate H400xW300mm made of galvanised sheet steel</p>																			
	<p>Main</p> <table border="1"> <tr><td>Range</td><td>Mounting accessories</td></tr> <tr><td>Category</td><td>Mounting plate</td></tr> <tr><td>Application</td><td>Multi-purpose</td></tr> <tr><td>For enclosure nominal dimensions</td><td>H: 400 mm W: 300 mm</td></tr> <tr><td>Mounting location</td><td>Step slide Direct fixing on backstuds</td></tr> <tr><td>Mounting plate description</td><td>Plain</td></tr> <tr><td>Product compatibility</td><td>S3D, CRN, S3X, PLM, S57 enclosures</td></tr> <tr><td>Quantity per set</td><td>Set of 1</td></tr> <tr><td>Material</td><td>Galvanised steel</td></tr> </table>	Range	Mounting accessories	Category	Mounting plate	Application	Multi-purpose	For enclosure nominal dimensions	H: 400 mm W: 300 mm	Mounting location	Step slide Direct fixing on backstuds	Mounting plate description	Plain	Product compatibility	S3D, CRN, S3X, PLM, S57 enclosures	Quantity per set	Set of 1	Material	Galvanised steel	
Range	Mounting accessories																			
Category	Mounting plate																			
Application	Multi-purpose																			
For enclosure nominal dimensions	H: 400 mm W: 300 mm																			
Mounting location	Step slide Direct fixing on backstuds																			
Mounting plate description	Plain																			
Product compatibility	S3D, CRN, S3X, PLM, S57 enclosures																			
Quantity per set	Set of 1																			
Material	Galvanised steel																			
<p>Complementary</p> <table border="1"> <tr><td>Fixing mode</td><td>By fixing element Screwed on backstuds - screw type M8</td></tr> <tr><td>Permanent permissible load</td><td>60 kg</td></tr> <tr><td>Height</td><td>250 mm</td></tr> <tr><td>Width</td><td>320 mm</td></tr> <tr><td>Depth</td><td>125 mm</td></tr> <tr><td>Thickness</td><td>18 mm</td></tr> <tr><td>Product weight</td><td>125 kg</td></tr> <tr><td>Variant particularity</td><td>Installation in enclosures with inverted dimensions</td></tr> </table>			Fixing mode	By fixing element Screwed on backstuds - screw type M8	Permanent permissible load	60 kg	Height	250 mm	Width	320 mm	Depth	125 mm	Thickness	18 mm	Product weight	125 kg	Variant particularity	Installation in enclosures with inverted dimensions		
Fixing mode	By fixing element Screwed on backstuds - screw type M8																			
Permanent permissible load	60 kg																			
Height	250 mm																			
Width	320 mm																			
Depth	125 mm																			
Thickness	18 mm																			
Product weight	125 kg																			
Variant particularity	Installation in enclosures with inverted dimensions																			
<p>Offer Sustainability</p> <table border="1"> <tr><td>Sustainable offer status</td><td>Green Premium product</td></tr> <tr><td>RoHS</td><td>Compliant - since 0940 - Schneider Electric declaration of conformity</td></tr> <tr><td>REACH</td><td>Reference not containing SVHC above the threshold</td></tr> <tr><td>Product environmental profile</td><td>Available</td></tr> <tr><td>Product end of life instructions</td><td>Need no specific recycling operations</td></tr> </table>			Sustainable offer status	Green Premium product	RoHS	Compliant - since 0940 - Schneider Electric declaration of conformity	REACH	Reference not containing SVHC above the threshold	Product environmental profile	Available	Product end of life instructions	Need no specific recycling operations								
Sustainable offer status	Green Premium product																			
RoHS	Compliant - since 0940 - Schneider Electric declaration of conformity																			
REACH	Reference not containing SVHC above the threshold																			
Product environmental profile	Available																			
Product end of life instructions	Need no specific recycling operations																			
<p>Contractual warranty</p> <table border="1"> <tr><td>Period</td><td>18 months</td></tr> </table>			Period	18 months																
Period	18 months																			
Mar 9, 2013		1																		

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

ANEXO N° 15
ESPECIFICACIÓN DE LA BORNERA (TIPO TORNILLO NSYTRV4)

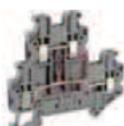
Bornera de Control y Potencia **Tipo Tornillo**

Borneras tipo tornillo universal



NSYTRV102

Color	Sección (mm2)	Umax (V)	I _{max} (A)	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
Gris	2.5	1000	32	NSYTRV22	2.70	100
Gris	4	1000	41	NSYTRV42	2.70	100
Gris	6	1000	57	NSYTRV62	3.50	100
Gris	10	1000	76	NSYTRV102	4.40	50
Gris	16	1000	101	NSYTRV162	6.90	50
Gris	35	1000	150	NSYTRV352	10.60	50
Gris	70	1000	192	NSYTRV702	46.30	50



NSYTRV24D

Bornera tipo tornillo de 2 pisos

Color	Sección (mm2)	Umax (V)	I _{max} (A)	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
Gris	2.5	1000	32	NSYTRV24D	6.30	100



NSYTRV952BB

Borneras tipo barra de potencia

Color	Sección (mm2)	Umax (V)	I _{max} (A)	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
Gris	95	1000	232	NSYTRV952BB	26.30	10
Gris	150	1000	309	NSYTRV1502BB	63.60	10



NSYTRV102PE

Borneras tipo tornillo para tierra de protección

Color	Sección (mm2)	Umax (V)	I _{max} (A)	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
Verde/Amarillo	4	-	-	NSYTRV42PE	10.70	100
Verde/Amarillo	6	-	-	NSYTRV62PE	11.80	100
Verde/Amarillo	10	-	-	NSYTRV102PE	13.50	50
Verde/Amarillo	16	-	-	NSYTRV162PE	19.30	50
Verde/Amarillo	32	-	-	NSYTRV352PE	21.70	50



NSYTRV42NE

Borneras tipo tornillo para conductor neutro

Color	Sección (mm2)	Umax (V)	I _{max} (A)	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
Azul	4	250	32	NSYTRV42NE	5.30	10
Azul	6	400	41	NSYTRV62NE	8.40	10



NSYTRV42SF5

Borneras tipo tornillo porta fusibles

Color	Sección (mm2)	Umax (V)	I _{max} (A)	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
Negro	4	500	6.3	NSYTRV42SF5	13.80	100

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

ANEXO N° 16 ESPECIFICACIÓN DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO (IC60-A9F74202)

Interruptores automáticos iC60N

Protección magnetotérmica de circuitos y receptores

Certificación
AENOR 



UNE-EN 60947-2, UNE-EN 60898-1
Curvas B, C y D

- Los iC60N son interruptores automáticos que combinan las siguientes funciones:
- Protección de circuitos contra corrientes de cortocircuito.
- Protección de circuitos contra corrientes de sobrecarga.
- Adecuados para aislamiento industrial según la norma UNE-EN 60947-2.
- Señalización de defecto mediante un indicador mecánico situado en la parte frontal del interruptor automático.

Corriente alterna (CA) 50/60 Hz

Poder de corte (Icu) según la norma UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)
Tensión (Ue)					
F/F (2P, 3P, 4P)	12 a 133 V	220 a 240 V	380 a 415 V	440 V	100 % de Icu
F/N (1P, 1P+N)	12 a 60 V	100 a 133 V	220 a 240 V	-	
Calibre (In)	0,5 a 4 A	50 kA	50 kA	50 kA	25 kA
	6 a 63 A	36 kA	20 kA	10 kA	6 kA

Poder de corte (Icn) según la norma UNE-EN 60898-1

Tensión (Ue)	
F/F	400 V
F/N	230 V
Calibre (In)	0,5 a 63 A
	6.000 A

Corriente continua (CC)

Poder de corte (Icu) según la norma UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)
Tensión (Ue)					
Entre +/-	12 a 72 V	100 a 133 V		220 a 250 V	100 % de Icu
Número de polos	1P	2P (en serie)	3P (en serie)	4P (en serie)	
Calibre (In)	0,5 a 63 A	6 kA	6 kA	6 kA	6 kA

Referencias

Interruptor automático iC60N

Tipo	1P			1P+N	
					
Auxiliares	Indicación y disparo remotos, ver página 1/109			Indicación y disparo remotos, ver página 1/109	
Quick Vigi iC60	Dispositivo de protección diferencial Quick Vigi iC60, ver página 1/63			Dispositivo de protección diferencial Quick Vigi iC60, ver página 1/63	
Calibre (In)	Curva			Curva	
	B	C ⁽¹⁾	D	B	C ⁽¹⁾
0,5 A ⁽¹⁾	-	A9F74170	A9F75170	A9F73670	A9F74670
1 A ⁽¹⁾	A9F73101	A9F74101	A9F75101	A9F73601	A9F74601
2 A ⁽¹⁾	A9F73102	A9F74102	A9F75102	A9F73602	A9F74602
3 A ⁽¹⁾	A9F73103	A9F74103	A9F75103	A9F73603	A9F74603
4 A ⁽¹⁾	A9F73104	A9F74104	A9F75104	A9F73604	A9F74604
6 A	A9F78106	A9F79106	A9F75106	A9F78606	A9F79606
10 A	A9F78110	A9F79110	A9F75110	A9F78610	A9F79610
16 A	A9F78116	A9F79116	A9F75116	A9F78616	A9F79616
20 A	A9F78120	A9F79120	A9F75120	A9F78620	A9F79620
25 A	A9F78125	A9F79125	A9F75125	A9F78625	A9F79625
32 A	A9F78132	A9F79132	A9F75132	A9F78632	A9F79632
40 A	A9F78140	A9F79140	A9F75140	A9F78640	A9F79640
50 A	A9F78150	A9F79150	A9F75150	A9F78650	A9F79650
63 A	A9F78163	A9F79163	A9F75163	A9F78663	A9F79663
Ancho en módulos de 9 mm	2			4	
Accesorios	Ver página 1/109			Ver página 1/109	

(1) Certificación AENOR.

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

ANEXO N° 17 ESPECIFICACIÓN DEL RIEL DIN (MODELO NSYDR200BD)

Accesorios

Montaje

Carriles de 2000 mm





PE100094-06

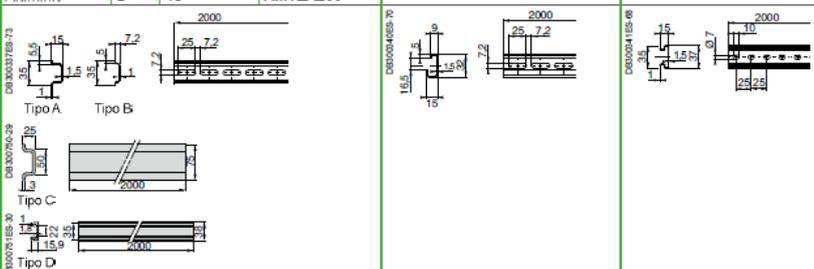


PE100087-07



PE100089-42

Características	Carriles simétricos				Carriles DIN asimétricos	Double-profile DIN rails
Material	Acero galvanizado, acero cincado o aluminio				Acero galvanizado	Acero galvanizado
Espesor	-				-	15/10* mm
Suministro	-				20 carriles de 2 m de longitud. Referencias por unidad. Realizar pedido por múltiplos de 20 unidades (20, 40...)	20 carriles de 2 m de longitud. Referencias por unidad. Realizar pedido por múltiplos de 20 unidades (20, 40...)
Longitud (mm)	Perforaciones	Material	Tipo	Suministro	Referencias	Referencias
2000	Perforado	Acero galvanizado	A	20	NSYSDR200D	NSYADR200D
			B	20	NSYSDR200BD	NSYDPR200D
	No perforado	Acero galvanizado	A	20	NSYSDR200	NSYADR200
			B	20	NSYSDR200B	NSYDPR200*
		Acero zincado	C	6	AM1DL201	
		Aluminio	D	10	AM1EA200	



* Anchura 10/10* mm.

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

ANEXO N° 18 ESPECIFICACIÓN DEL PRENSAESTOPA (MODELO 83993)

23/8/2017

Prensaestopa pg13,5: información y PVP actual de Ref. 83993 de SCHNEIDER ELECTRIC

SCHNEIDER ELECTRIC - Ref. 83993

Información sobre PRENSAESTOPA PG13,5 con referencia 83993 de la marca SCHNEIDER ELECTRIC. Aquí tienes los datos del producto , con su PVP actualizado y la evolución de su precio en los últimos años. Además te damos los datos de contacto sobre la marca e información sobre dónde puedes comprarlo cerca de tu ubicación.

PRENSAESTOPA PG13,5



Accesorio de cofret, prensa de cable- PG13,5. Gama de producto: Kaedra - tipo de producto o componente: prensaestopas - clase de accesorio: accesorio de cableado.

Marca:

SCHNEIDER ELECTRIC
SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA,S.A.

Modelo:

PBT - PCI 40 10

Referencia:

83993

EAN/GTIN:

3303430839934

Código Telematel:

0017118557

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

ANEXO N° 19 ESPECIFICACIÓN DE LA FUENTE DE PODER (PHASEO ABL7RM24025)

Product data sheet Characteristics

ABL7RM24025

regulated SMPS with auto reset - 1 or 2-phase
- 200...240 V AC - 24 V - 2.5 A



Main

Commercial Status	Commercialised
Range of product	Phaseo
Product or component type	Power supply
Power supply type	Regulated switch mode
Input voltage	200...240 V AC single phase, terminal(s): N-L1 200...240 V AC phase to phase, terminal(s): L1-L2
Output voltage	24 V DC
Rated power in W	60 W
PFC filter	With PFC filter conforming to IEC 61000-3-2
Input protection type	Integrated fuse (not interchangeable)
Power supply output current	2.5 A
Output protection type	Against undervoltage, protection technology: tripping if U < 19 V Against short-circuits

Complementary

Input voltage limits	170...264 V
Network frequency	47...63 Hz
Inrush current	<= 90 A for 1 ms
Cos phi	> 0.5
Efficiency	> 84 %
Output voltage limits	22.2...28.8 V adjustable
Power dissipation in W	11.4 W
Current consumption	0.7 A at 240 V
Line and load regulation	+/- 3 %
Residual ripple	200 mV
Holding time	>= 150 ms at 230 V
Connections - terminals	Screw type terminals for output connection, connection capacity: 4 x 0.14...4 x 2.5 mm ² AWG gauge26...14 Screw type terminals for input connection, connection capacity: 2 x 0.14...2 x 2.5 mm ² AWG gauge26...14
Marking	CE
Mounting support	35 x 15 mm symmetrical DIN rail 35 x 7.5 mm symmetrical DIN rail Panel 2 screws, diameter : 4 mm
Operating position	Vertical
Output coupling	Parallel Series
Name of test	Harmonic current emission conforming to EN/IEC 61000-3-2 Surge conforming to EN/IEC 61000-4-5 Rapid transient conforming to IEC 61000-4-4 Radiated emissions conforming to EN 55022 Class B Radiated electromagnetic field conforming to EN/IEC 61000-4-3 Primary outage conforming to IEC 61000-4-11 Induced electromagnetic field conforming to EN/IEC 61000-4-6 Emission conforming to EN 50081-1 Electrostatic discharges conforming to EN/IEC 61000-4-2 Conducted emissions on the power line conforming to EN 55022 Class B
Status LED	1 LED green for output voltage
Depth	59 mm
Height	100 mm

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

ANEXO N° 20

ESPECIFICACIÓN N°1 DE RELE ENCHUFABLE (RXM4AB1BD)

Product data sheet Characteristics	RXM4AB1BD Miniature Plug-in relay - Zelio RXM 4 C/O 24 V DC 6 A
	
	
Main	
Range of product	Zelio Relay
Series name	Miniature
Product or component type	Plug-in relay
Device short name	RXM
Contacts type and composition	4 C/O
[Uc] control circuit voltage	24 V DC
[Ithe] conventional enclosed thermal current	6 A at -40...55 °C
Status LED	Without
Control type	Lockable test button
Utilisation coefficient	20 %
Complementary	
Shape of pin	Flat
[Ui] rated insulation voltage	250 V conforming to IEC 300 V conforming to UL 300 V conforming to CSA
[Uimp] rated impulse withstand voltage	2.5 kV for 1.2/50 µs
Contacts material	AgNi
[Ie] rated operational current	3 A at 28 V DC (NC) conforming to IEC 3 A at 250 V AC (NC) conforming to IEC 6 A at 28 V DC (NO) conforming to IEC 6 A at 250 V AC (NO) conforming to IEC 6 A at 277 V AC conforming to UL 8 A at 30 V DC conforming to UL
Maximum switching voltage	250 V conforming to IEC
Load current	6 A at 250 V AC 6 A at 28 V DC
Maximum switching capacity	1500 VA/168 W
Minimum switching capacity	170 mW at 10 mA, 17 V

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

ANEXO N° 21

ESPECIFICACIÓN N°2 DE RELE ENCHUFABLE (RXM4AB1BD)

Operating rate	<= 18000 cycles/hour no-load <= 1200 cycles/hour under load
Mechanical durability	10000000 cycles
Electrical durability	100000 cycles for resistive load
Average coil consumption	0.9 W
Drop-out voltage threshold	>= 0.1 Uc
Operating time	20 ms
Reset time	20 ms
Average resistance	650 Ohm at 20 °C +/- 10 %
Rated operational voltage limits	19.2...26.4 V DC
Safety reliability data	B10d = 100000
Protection category	RT I
Operating position	Any position
Product weight	0.037 kg
Device presentation	Complete product
Environment	
Dielectric strength	1300 V AC between contacts with micro disconnection insulation 2000 V AC between coil and contact with reinforced insulation 2000 V AC between poles with basic insulation
Product certifications	CE CSA GOST RoHS UL REACH Lloyd's
Standards	EN/IEC 61810-1 UL 508 CSA C22.2 No 14
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C
Ambient air temperature for operation	-40...55 °C
Vibration resistance	3 gn (f = 10...150 Hz), amplitude +/- 1 mm (on 5 cycles in operation) 5 gn (f = 10...150 Hz), amplitude +/- 1 mm (on 5 cycles not operating)
IP degree of protection	IP40 conforming to EN/IEC 60529
Shock resistance	10 gn in operation 30 gn not operating
Pollution degree	2
Offer Sustainability	
Sustainable offer status	Green Premium product
RoHS (date code: YYWW)	Compliant - since 0801 - Schneider Electric declaration of conformity Schneider Electric declaration of conformity
REACH	Reference not containing SVHC above the threshold Reference not containing SVHC above the threshold
Product environmental profile	Available Product environmental
Product end of life instructions	Need no specific recycling operations
Contractual warranty	
Warranty period	18 months

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

ANEXO N° 22
ESPECIFICACIÓN DE LA BASE PARA RELE (RXZE2M114M)

<p>Product data sheet Characteristics</p>	<p>RXZE2M114M socket RXZ - mixed contact - 10A - < 250V - connector - for relay RXM2.., RXM4..</p>														
															
<p>Main</p> <table border="1"> <tr> <td>Range of product</td> <td>Zelio Relay</td> </tr> <tr> <td>Product or component type</td> <td>Socket</td> </tr> <tr> <td>Contact terminal arrangement</td> <td>Mixed</td> </tr> <tr> <td>Product compatibility</td> <td>Plug-in relay RXM (2 C/O) Plug-in relay RXM (4 C/O)</td> </tr> <tr> <td>Shape of pin</td> <td>Flat</td> </tr> <tr> <td>Device short name</td> <td>RXZ</td> </tr> <tr> <td>Sale per indivisible quantity</td> <td>10</td> </tr> </table>		Range of product	Zelio Relay	Product or component type	Socket	Contact terminal arrangement	Mixed	Product compatibility	Plug-in relay RXM (2 C/O) Plug-in relay RXM (4 C/O)	Shape of pin	Flat	Device short name	RXZ	Sale per indivisible quantity	10
Range of product	Zelio Relay														
Product or component type	Socket														
Contact terminal arrangement	Mixed														
Product compatibility	Plug-in relay RXM (2 C/O) Plug-in relay RXM (4 C/O)														
Shape of pin	Flat														
Device short name	RXZ														
Sale per indivisible quantity	10														
<p>Complementary</p> <table border="1"> <tr> <td>[Ith] conventional free air thermal current</td> <td>12 A 6 A</td> </tr> <tr> <td>[Ue] rated operational voltage</td> <td>< 250 V</td> </tr> <tr> <td>Tightening torque</td> <td><= 1 N.m (M3 screw(s))</td> </tr> <tr> <td>Fixing mode</td> <td>By screw panel Clip-on 35 mm symmetrical DIN rail</td> </tr> <tr> <td>Marking</td> <td>CE</td> </tr> <tr> <td>Width</td> <td>27 mm</td> </tr> <tr> <td>Product weight</td> <td>0.056 kg</td> </tr> </table>		[Ith] conventional free air thermal current	12 A 6 A	[Ue] rated operational voltage	< 250 V	Tightening torque	<= 1 N.m (M3 screw(s))	Fixing mode	By screw panel Clip-on 35 mm symmetrical DIN rail	Marking	CE	Width	27 mm	Product weight	0.056 kg
[Ith] conventional free air thermal current	12 A 6 A														
[Ue] rated operational voltage	< 250 V														
Tightening torque	<= 1 N.m (M3 screw(s))														
Fixing mode	By screw panel Clip-on 35 mm symmetrical DIN rail														
Marking	CE														
Width	27 mm														
Product weight	0.056 kg														
<p>Environment</p> <table border="1"> <tr> <td>Connections - terminals</td> <td>Connector, flexible cable with cable end 1 x 0.25...1 x 2.5 mm² / AWG 22...AWG 14 Connector, flexible cable with cable end 2 x 0.25...2 x 1 mm² / AWG 22...AWG 17 Connector, solid cable without cable end 1 x 0.5...1 x 2.5 mm² / AWG 20...AWG 14 Connector, solid cable without cable end 2 x 0.5...2 x 1.5 mm² / AWG 20...AWG 16</td> </tr> <tr> <td>Standards</td> <td>IEC 61984</td> </tr> <tr> <td>Product certifications</td> <td>Lloyd's CSA UL</td> </tr> </table>		Connections - terminals	Connector, flexible cable with cable end 1 x 0.25...1 x 2.5 mm ² / AWG 22...AWG 14 Connector, flexible cable with cable end 2 x 0.25...2 x 1 mm ² / AWG 22...AWG 17 Connector, solid cable without cable end 1 x 0.5...1 x 2.5 mm ² / AWG 20...AWG 14 Connector, solid cable without cable end 2 x 0.5...2 x 1.5 mm ² / AWG 20...AWG 16	Standards	IEC 61984	Product certifications	Lloyd's CSA UL								
Connections - terminals	Connector, flexible cable with cable end 1 x 0.25...1 x 2.5 mm ² / AWG 22...AWG 14 Connector, flexible cable with cable end 2 x 0.25...2 x 1 mm ² / AWG 22...AWG 17 Connector, solid cable without cable end 1 x 0.5...1 x 2.5 mm ² / AWG 20...AWG 14 Connector, solid cable without cable end 2 x 0.5...2 x 1.5 mm ² / AWG 20...AWG 16														
Standards	IEC 61984														
Product certifications	Lloyd's CSA UL														

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

ANEXO N° 23 ESPECIFICACIÓN DE LA PISTOLA DE PULVERIZACIÓN

23/8/2017

Pistola de pulverización / para pintura / automática / de baja presión - Prism® - Nordson Industrial Coating Systems



[Pistola de pulverización / para pintura / automática / de baja presión - Prism®](#)

Características

- Funciones:
de pulverización
- Fluido:
para pintura
- Especificaciones:
automática
- Otras características:
de baja presión, HVLP, airless, asistida por aire
- Presión:
103 bar (1493.89 psi)

Descripción

The Prism is designed by Nordson as an automatic spray gun. This unit is compatible with the Nordson cross-cut and dome nozzles, which atomize materials at lower pressures for a softer, more controllable spray.

It is built with corrosion-resistant aluminum, stainless steel, and durable engineered thermoplastic materials for excellent impact resistance. The replaceable, self-adjusting packing cartridge offers easy maintenance.

This unit is compatible with circulating and non-circulating paint systems. It handles a variety of liquid coatings to achieve optimum efficiency. All the components and the modifications of the Prism are meant to enhance its productivity and reliability.

Esta es una traducción automática.

La prisma es diseñada por Nordson como arma de espray automático. Esta unidad es compatible con el Nordson cortado y las bocas de la bóveda, que atomizan los materiales en presiones más bajas para un más suave, un espray más controlable.

Se construye con el aluminio resistente a la corrosión, acero inoxidable, y el artículo dirigió los materiales termoplásticos para la resistencia de impacto excelente. El cartucho que embala reemplazable, autoajustable ofrece mantenimiento fácil.

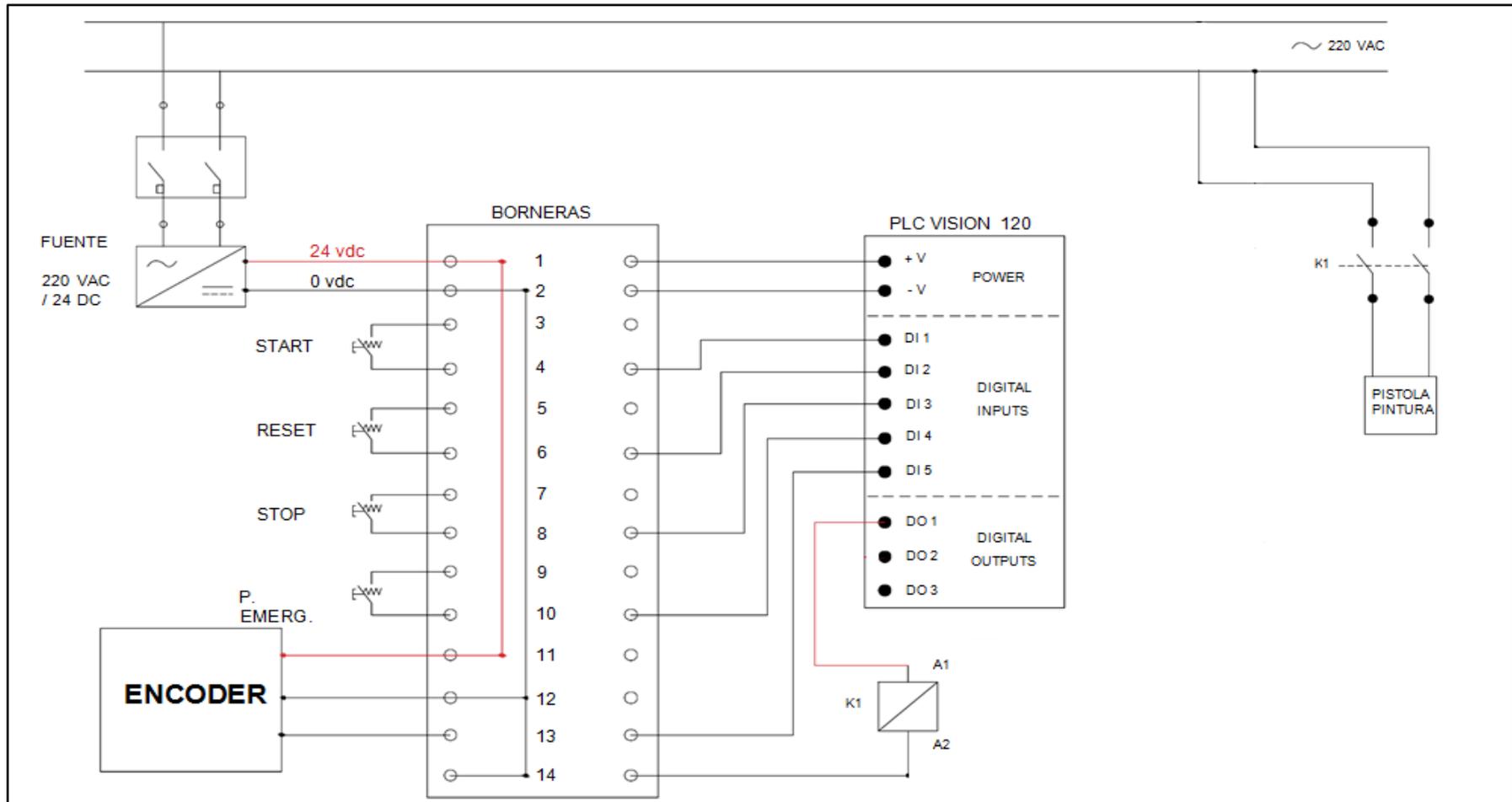
Esta unidad es compatible con los sistemas de circulación y de no-circulación de la pintura. Maneja una variedad de capas líquidas para alcanzar eficacia óptima. Todos los componentes y las modificaciones de la prisma se significan para aumentarla son productividad y confiabilidad.

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

ANEXO N° 24 ESPECIFICACIÓN DE LA COMPRESORA

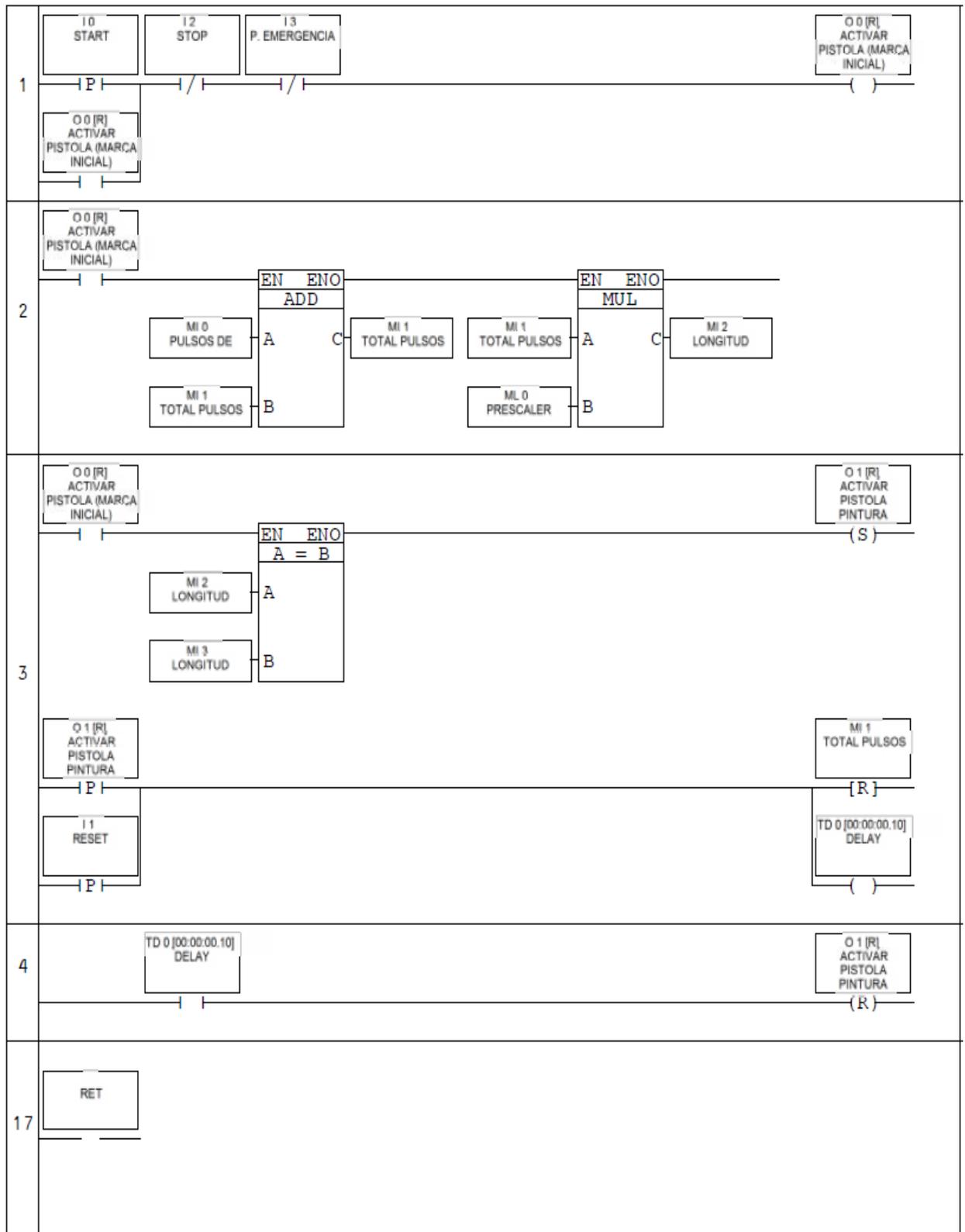
CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR	CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR
<div style="text-align: center;">  </div> <p>CONTROLES Y COMPONENTES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Interruptor de presión automático de encendido/apagado 2. Indicador de presión del tanque de aire 3. Indicador de presión de salida 4. Acople de aire 5. Regulador de presión 6. Válvula de liberación de seguridad 7. Válvula para purgar el tanque de aire 8. Protector térmico de sobrecarga 9. Filtro de toma de aire 10. Mango de transporte 11. Cable eléctrico 12. Marco y tanque de aire <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	<p>1. INTERRUPTOR DE PRESION AUTOMATICO DE ENCENDIDO/APAGADO "ON/OFF": El compresor esta equipado con un interruptor de presión automático de encendido/apagado "on/off". El compresor únicamente trabajara cuando el interruptor esta en la posición encendido/automático "ON/AUTO". Una vez que el tanque ha alcanzado la presión deseada preestablecida (presión de "corte máxima"), la bomba del motor se apagará automáticamente. Mientras que el interruptor se encuentre en la posición encendido/automático "ON/AUTO", la bomba del motor automáticamente se apaga una vez que la presión del tanque caiga por debajo la presión mínima preestablecida (presión de "corte mínima").</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>⚠ ADVERTENCIA No deje el compresor desatendido mientras el interruptor de energía se encuentra en la posición encendido/automático "on/auto".</p> </div> <p>2. INDICADOR DE PRESION DEL TANQUE DE AIRE: El indicador de presión del tanque provee lecturas de la presión del aire dentro del tanque del compresor.</p> <p>3. INDICADOR DE PRESION DE SALIDA: El indicador de presión de salida provee lecturas de la presión de aire en el lado del regulador de salida. Esta presión esta controlada por el regulador de presión y siempre es menor que o igual a la presión al interior del tanque.</p> <p>4. ACOPLE DE AIRE: El acople de aire viene preinstalado en las roscas 1/4" NPT (H) estandar en el multiple de presión. Utilice cinta PTFE para sellar las roscas a fin de garantizar una conexión hermética cuando reemplace el acople de conexión rápida.</p> <p>5. REGULADOR DE PRESION: El regulador le permite seleccionar la cantidad de presión de aire que sale por la manguera de aire hacia las herramientas y accesorios. Gire la perilla del regulador de presión en sentido de las manecillas del reloj para incrementar la descarga de presión y en sentido contrario para disminuir la descarga de presión. Por favor revise los requerimientos de entrada de aire para sus herramientas para asegurar el nivel de presión apropiado.</p> <p>6. VÁLVULA DE LIBERACIÓN DE SEGURIDAD: Este compresor esta equipado con una válvula de liberación de seguridad que esta diseñada para prevenir fallas en el sistema, al liberar presión del sistema cuando la presión de aire alcanza un nivel predeterminado. La válvula de liberación de seguridad esta preestablecida por el fabricante. NO INTENTE modificar o quitar la válvula de liberación de seguridad.</p>

ANEXO N° 25 DIAGRAMA ELÉCTRICO



Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Noviembre 2016

ANEXO N° 26 LÓGICA DEL PROGRAMA EN EL PLC VISION 120



Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Noviembre 201

ANEXO N° 29
MUESTREO DE RODANTES DE 1ER CORTE GRUPO 5 Y 6 – MES DE DICIEMBRE

<table border="1"> <tr> <td>GRUPO</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>LT195</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° de datos a observar</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>N° de datos Observados</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos según especificación</td> </tr> <tr> <td>LONG. 1ER CORTE:</td> <td>90.00</td> </tr> <tr> <td>LONG. 2DO CORTE:</td> <td>77.00</td> </tr> <tr> <td>KILOS / PULGADA</td> <td>0.06</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dato Obtenidos</td> </tr> <tr> <td>Longitud Promedio Observada</td> <td>90.04</td> </tr> <tr> <td>Diferencia Promedio</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>Longitud máxima observada</td> <td>90.50</td> </tr> <tr> <td>Longitud mínima observada</td> <td>89.50</td> </tr> <tr> <td>Peso devuelto/ Rodante observado</td> <td>0.80</td> </tr> </table>	GRUPO	5	LT195		N° de datos a observar	22	N° de datos Observados	30	Datos según especificación		LONG. 1ER CORTE:	90.00	LONG. 2DO CORTE:	77.00	KILOS / PULGADA	0.06	Dato Obtenidos		Longitud Promedio Observada	90.04	Diferencia Promedio	0.04	Longitud máxima observada	90.50	Longitud mínima observada	89.50	Peso devuelto/ Rodante observado	0.80	<p>Longitudes observadas de rodantes de 1er corte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90.10</td><td>89.81</td><td>89.67</td><td>89.92</td><td>90.16</td><td>90.20</td><td>90.18</td><td>90.10</td><td>90.38</td><td>89.95</td><td>90.27</td><td>90.39</td><td>90.50</td><td>89.82</td><td>89.86</td> </tr> <tr> <td>90.39</td><td>90.30</td><td>89.73</td><td>89.52</td><td>89.57</td><td>90.29</td><td>89.67</td><td>90.20</td><td>89.82</td><td>89.97</td><td>90.29</td><td>90.10</td><td>90.28</td><td>90.25</td><td>89.50</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Diferencias Observadas en 1er corte (Longitud observada - Longitud según especificación)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.10</td><td>-0.19</td><td>-0.33</td><td>-0.08</td><td>0.16</td><td>0.20</td><td>0.18</td><td>0.10</td><td>0.38</td><td>-0.05</td><td>0.27</td><td>0.39</td><td>0.50</td><td>-0.18</td><td>-0.14</td> </tr> <tr> <td>0.39</td><td>0.30</td><td>-0.27</td><td>-0.48</td><td>-0.43</td><td>0.29</td><td>-0.33</td><td>0.20</td><td>-0.18</td><td>-0.03</td><td>0.29</td><td>0.10</td><td>0.28</td><td>0.25</td><td>-0.50</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	90.10	89.81	89.67	89.92	90.16	90.20	90.18	90.10	90.38	89.95	90.27	90.39	90.50	89.82	89.86	90.39	90.30	89.73	89.52	89.57	90.29	89.67	90.20	89.82	89.97	90.29	90.10	90.28	90.25	89.50																																																																																																																																								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0.10	-0.19	-0.33	-0.08	0.16	0.20	0.18	0.10	0.38	-0.05	0.27	0.39	0.50	-0.18	-0.14	0.39	0.30	-0.27	-0.48	-0.43	0.29	-0.33	0.20	-0.18	-0.03	0.29	0.10	0.28	0.25	-0.50																																																																																																																																							
	GRUPO	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LT195																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	N° de datos a observar	22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	N° de datos Observados	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Datos según especificación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	LONG. 1ER CORTE:	90.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LONG. 2DO CORTE:	77.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	KILOS / PULGADA	0.06																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Dato Obtenidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud Promedio Observada	90.04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Diferencia Promedio	0.04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud máxima observada	90.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud mínima observada	89.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Peso devuelto/ Rodante observado	0.80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
90.10	89.81	89.67	89.92	90.16	90.20	90.18	90.10	90.38	89.95	90.27	90.39	90.50	89.82	89.86																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
90.39	90.30	89.73	89.52	89.57	90.29	89.67	90.20	89.82	89.97	90.29	90.10	90.28	90.25	89.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.10	-0.19	-0.33	-0.08	0.16	0.20	0.18	0.10	0.38	-0.05	0.27	0.39	0.50	-0.18	-0.14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.39	0.30	-0.27	-0.48	-0.43	0.29	-0.33	0.20	-0.18	-0.03	0.29	0.10	0.28	0.25	-0.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <td>GRUPO</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>LT245</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° de datos a observar</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>N° de datos Observados</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos según especificación</td> </tr> <tr> <td>LONG. 1ER CORTE:</td> <td>96.25</td> </tr> <tr> <td>LONG. 2DO CORTE:</td> <td>86.25</td> </tr> <tr> <td>KILOS / PULGADA</td> <td>0.09</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dato Obtenidos</td> </tr> <tr> <td>Longitud Promedio Observada</td> <td>96.20</td> </tr> <tr> <td>Diferencia Promedio</td> <td>-0.05</td> </tr> <tr> <td>Longitud máxima observada</td> <td>96.50</td> </tr> <tr> <td>Longitud mínima observada</td> <td>95.80</td> </tr> <tr> <td>Peso devuelto/ Rodante observado</td> <td>0.91</td> </tr> </table>	GRUPO	6	LT245		N° de datos a observar	10	N° de datos Observados	21	Datos según especificación		LONG. 1ER CORTE:	96.25	LONG. 2DO CORTE:	86.25	KILOS / PULGADA	0.09	Dato Obtenidos		Longitud Promedio Observada	96.20	Diferencia Promedio	-0.05	Longitud máxima observada	96.50	Longitud mínima observada	95.80	Peso devuelto/ Rodante observado	0.91	<p>Longitudes observadas de rodantes de 1er corte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>95.77</td><td>96.47</td><td>95.87</td><td>96.32</td><td>96.25</td><td>96.48</td><td>96.15</td><td>96.47</td><td>96.24</td><td>96.48</td><td>96.31</td><td>96.46</td><td>96.37</td><td>96.34</td><td>96.48</td> </tr> <tr> <td>96</td><td>95.91</td><td>95.79</td><td>95.97</td><td>95.83</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Diferencias Observadas en 1er corte (Longitud observada - Longitud según especificación)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-0.48</td><td>0.22</td><td>-0.38</td><td>0.07</td><td>0.00</td><td>0.23</td><td>-0.10</td><td>0.22</td><td>-0.01</td><td>0.23</td><td>0.06</td><td>0.21</td><td>0.12</td><td>0.09</td><td>0.23</td> </tr> <tr> <td>-0.25</td><td>-0.34</td><td>-0.46</td><td>-0.28</td><td>-0.42</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	95.77	96.47	95.87	96.32	96.25	96.48	96.15	96.47	96.24	96.48	96.31	96.46	96.37	96.34	96.48	96	95.91	95.79	95.97	95.83																																																																																																																																																		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	-0.48	0.22	-0.38	0.07	0.00	0.23	-0.10	0.22	-0.01	0.23	0.06	0.21	0.12	0.09	0.23	-0.25	-0.34	-0.46	-0.28	-0.42																																																																																																																																																	
	GRUPO	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LT245																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	N° de datos a observar	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	N° de datos Observados	21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Datos según especificación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	LONG. 1ER CORTE:	96.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LONG. 2DO CORTE:	86.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	KILOS / PULGADA	0.09																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Dato Obtenidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud Promedio Observada	96.20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Diferencia Promedio	-0.05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud máxima observada	96.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud mínima observada	95.80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Peso devuelto/ Rodante observado	0.91																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
95.77	96.47	95.87	96.32	96.25	96.48	96.15	96.47	96.24	96.48	96.31	96.46	96.37	96.34	96.48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
96	95.91	95.79	95.97	95.83																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
-0.48	0.22	-0.38	0.07	0.00	0.23	-0.10	0.22	-0.01	0.23	0.06	0.21	0.12	0.09	0.23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
-0.25	-0.34	-0.46	-0.28	-0.42																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 32
MUESTREO DE COSTADOS DE 1ER CORTE GRUPO 5 Y 6 – MES DE DICIEMBRE

<table border="1"> <tr> <td>GRUPO</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1200 X 20 - 18 PUKARA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° de datos a observar</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>N° de datos Observados</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos según especificación</td> </tr> <tr> <td>LONG. 1ER CORTE:</td> <td>93.50</td> </tr> <tr> <td>LONG. 2DO CORTE:</td> <td>83.50</td> </tr> <tr> <td>KILOS / PULGADA</td> <td>0.053</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dato Obtenidos</td> </tr> <tr> <td>Longitud Promedio Observada</td> <td>93.43</td> </tr> <tr> <td>Diferencia Promedio</td> <td>-0.07</td> </tr> <tr> <td>Longitud máxima observada</td> <td>93.99</td> </tr> <tr> <td>Longitud mínima observada</td> <td>93.03</td> </tr> <tr> <td>Peso devuelto/ costado observado</td> <td>0.53</td> </tr> </table>	GRUPO	5	1200 X 20 - 18 PUKARA		N° de datos a observar	35	N° de datos Observados	35	Datos según especificación		LONG. 1ER CORTE:	93.50	LONG. 2DO CORTE:	83.50	KILOS / PULGADA	0.053	Dato Obtenidos		Longitud Promedio Observada	93.43	Diferencia Promedio	-0.07	Longitud máxima observada	93.99	Longitud mínima observada	93.03	Peso devuelto/ costado observado	0.53	<p>Longitudes observadas de costados de 1er corte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>93.97</td><td>93.40</td><td>93.54</td><td>93.05</td><td>93.29</td><td>93.55</td><td>93.03</td><td>93.83</td><td>93.07</td><td>93.19</td><td>93.25</td><td>93.21</td><td>93.02</td><td>93.27</td><td>93.79</td> </tr> <tr> <td>93.03</td><td>93.10</td><td>93.86</td><td>93.82</td><td>93.03</td><td>93.15</td><td>93.86</td><td>93.91</td><td>93.58</td><td>93.78</td><td>93.25</td><td>93.99</td><td>93.21</td><td>93.73</td><td>93.50</td> </tr> <tr> <td>93.83</td><td>93.21</td><td>93.65</td><td>93.05</td><td>93.27</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Diferencias Observadas en 1er corte (Longitud observada - Longitud según especificación)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.47</td><td>-0.10</td><td>0.04</td><td>-0.45</td><td>-0.21</td><td>0.05</td><td>-0.47</td><td>0.33</td><td>-0.43</td><td>-0.31</td><td>-0.25</td><td>-0.29</td><td>-0.48</td><td>-0.23</td><td>0.29</td> </tr> <tr> <td>-0.47</td><td>-0.40</td><td>0.36</td><td>0.32</td><td>-0.47</td><td>-0.35</td><td>0.36</td><td>0.41</td><td>0.08</td><td>0.28</td><td>-0.25</td><td>0.49</td><td>-0.29</td><td>0.23</td><td>0.00</td> </tr> <tr> <td>0.33</td><td>-0.29</td><td>0.15</td><td>-0.45</td><td>-0.23</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	93.97	93.40	93.54	93.05	93.29	93.55	93.03	93.83	93.07	93.19	93.25	93.21	93.02	93.27	93.79	93.03	93.10	93.86	93.82	93.03	93.15	93.86	93.91	93.58	93.78	93.25	93.99	93.21	93.73	93.50	93.83	93.21	93.65	93.05	93.27																																																																																																																																			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0.47	-0.10	0.04	-0.45	-0.21	0.05	-0.47	0.33	-0.43	-0.31	-0.25	-0.29	-0.48	-0.23	0.29	-0.47	-0.40	0.36	0.32	-0.47	-0.35	0.36	0.41	0.08	0.28	-0.25	0.49	-0.29	0.23	0.00	0.33	-0.29	0.15	-0.45	-0.23																																																																																																																																		
	GRUPO	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	1200 X 20 - 18 PUKARA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	N° de datos a observar	35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	N° de datos Observados	35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Datos según especificación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	LONG. 1ER CORTE:	93.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LONG. 2DO CORTE:	83.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	KILOS / PULGADA	0.053																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Dato Obtenidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud Promedio Observada	93.43																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Diferencia Promedio	-0.07																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud máxima observada	93.99																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud mínima observada	93.03																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Peso devuelto/ costado observado	0.53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
93.97	93.40	93.54	93.05	93.29	93.55	93.03	93.83	93.07	93.19	93.25	93.21	93.02	93.27	93.79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
93.03	93.10	93.86	93.82	93.03	93.15	93.86	93.91	93.58	93.78	93.25	93.99	93.21	93.73	93.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
93.83	93.21	93.65	93.05	93.27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.47	-0.10	0.04	-0.45	-0.21	0.05	-0.47	0.33	-0.43	-0.31	-0.25	-0.29	-0.48	-0.23	0.29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
-0.47	-0.40	0.36	0.32	-0.47	-0.35	0.36	0.41	0.08	0.28	-0.25	0.49	-0.29	0.23	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.33	-0.29	0.15	-0.45	-0.23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <td>GRUPO</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° de datos a observar</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>N° de datos Observados</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos según especificación</td> </tr> <tr> <td>LONG. 1ER CORTE:</td> <td>102.94</td> </tr> <tr> <td>LONG. 2DO CORTE:</td> <td>92.94</td> </tr> <tr> <td>KILOS / PULGADA</td> <td>0.143</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dato Obtenidos</td> </tr> <tr> <td>Longitud Promedio Observada</td> <td>103.12</td> </tr> <tr> <td>Diferencia Promedio</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>Longitud máxima observada</td> <td>103.30</td> </tr> <tr> <td>Longitud mínima observada</td> <td>102.93</td> </tr> <tr> <td>Peso devuelto/ costado observado</td> <td>1.45</td> </tr> </table>	GRUPO	6	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS		N° de datos a observar	5	N° de datos Observados	8	Datos según especificación		LONG. 1ER CORTE:	102.94	LONG. 2DO CORTE:	92.94	KILOS / PULGADA	0.143	Dato Obtenidos		Longitud Promedio Observada	103.12	Diferencia Promedio	0.18	Longitud máxima observada	103.30	Longitud mínima observada	102.93	Peso devuelto/ costado observado	1.45	<p>Longitudes observadas de costados de 1er corte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>103.07</td><td>103.04</td><td>103.16</td><td>102.93</td><td>103.15</td><td>103.10</td><td>103.30</td><td>103.21</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Diferencias Observadas en 1er corte (Longitud observada - Longitud según especificación)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.13</td><td>0.10</td><td>0.22</td><td>-0.01</td><td>0.21</td><td>0.16</td><td>0.36</td><td>0.27</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	103.07	103.04	103.16	102.93	103.15	103.10	103.30	103.21																																																																																																																																																														1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0.13	0.10	0.22	-0.01	0.21	0.16	0.36	0.27																																																																																																																																																													
	GRUPO	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	N° de datos a observar	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	N° de datos Observados	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Datos según especificación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	LONG. 1ER CORTE:	102.94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LONG. 2DO CORTE:	92.94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	KILOS / PULGADA	0.143																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Dato Obtenidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud Promedio Observada	103.12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Diferencia Promedio	0.18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud máxima observada	103.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Longitud mínima observada	102.93																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Peso devuelto/ costado observado	1.45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
103.07	103.04	103.16	102.93	103.15	103.10	103.30	103.21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.13	0.10	0.22	-0.01	0.21	0.16	0.36	0.27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS:

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PHVA PARA REDUCIR EL
COMPUESTO DE CAUCHO A REPROCESAR EN LA EMPRESA LIMA
CAUCHO S.A.”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

Michael Jerry Lizana Loayza

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**LIMA-PERÚ
AÑO 2018**

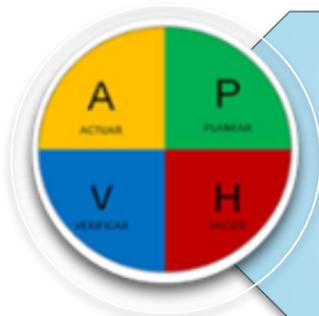
INTRODUCCIÓN



Lima Caucho S.A., empresa de fabricación de neumáticos para el sector automotriz y otros productos derivados del caucho, como muchas organizaciones, busca mejorar sus procesos y la calidad de sus productos logrando ser más eficiente y competitivo.



Y uno de los grandes problemas que se observan en las diferentes etapas del proceso de producción, es el reproceso de materiales, por lo que esta investigación busca reducirlo.



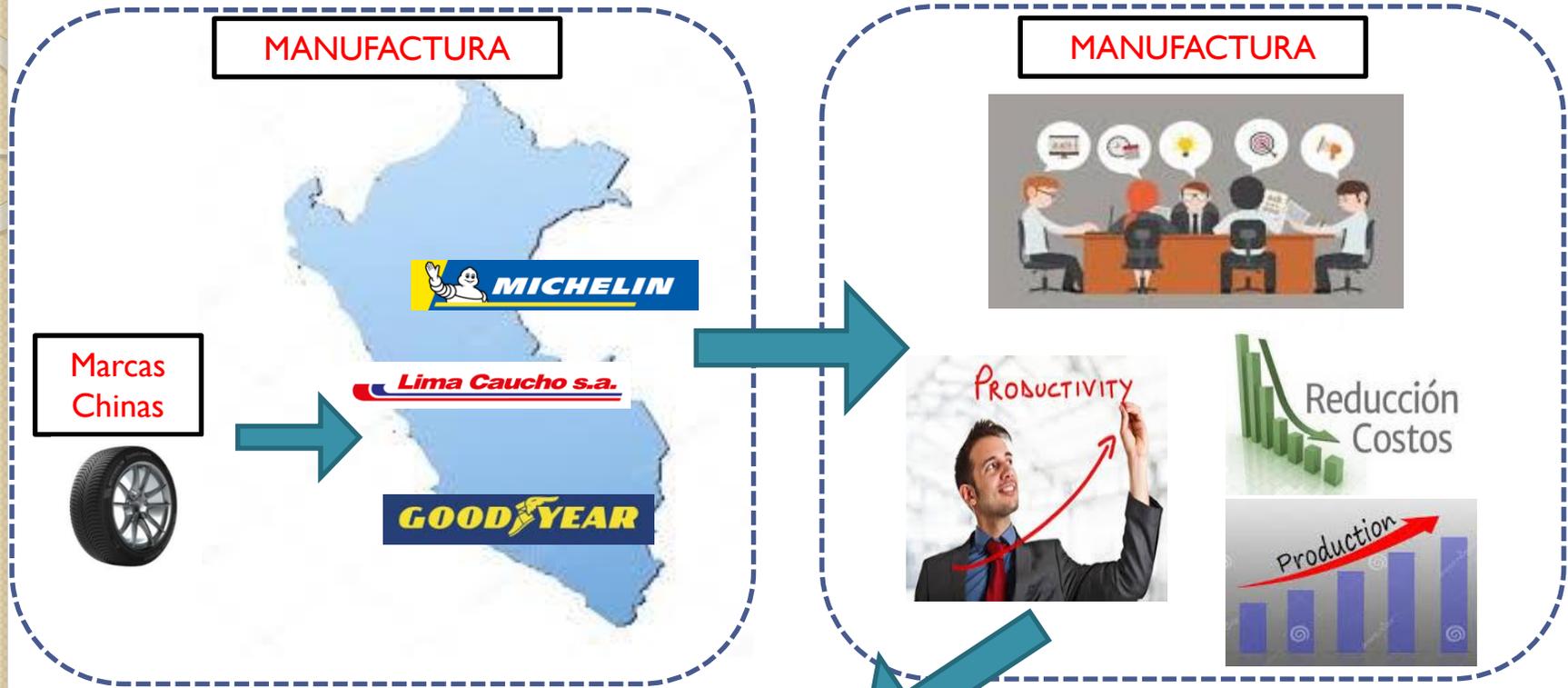
La aplicación de “La metodología PHVA” nos ayudará identificar y priorizar los problemas críticos, analizar sus causas, buscar y evaluar posibles contramedidas e implementar soluciones las cuales llevarán a la empresa reducir sus costos de reproceso, aumentar la productividad y promover la mejora continua.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA



PROYECTOS DE REDUCCIÓN DE COSTOS



FORMULACIÓN DEL PROBLEMA, OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS GENERAL

Formulación del Problema.

¿La aplicación de “La metodología PHVA” permitirá reducir el compuesto de caucho a reprocesar del proceso productivo?

Objetivo de la Investigación.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo aplicar “La metodología PHVA” para reducir el compuesto de caucho a reprocesar generado en la producción de neumáticos en la empresa LIMA CAUCHO S.A.

Hipótesis General.

H₁: La aplicación de “La metodología PHVA” permitirá reducir el compuesto de caucho a reprocesar del proceso productivo en la empresa Lima Caucho S.A.

H₂: La aplicación de “La metodología PHVA” no permitirá reducir el compuesto de caucho a reprocesar del proceso productivo en la empresa Lima Caucho S.A.

VARIABLES E INDICADORES

Variable Independiente:

La aplicación de “La metodología PHVA”.

INDICADOR	ÍNDICE
Nivel de avance de la aplicación “La metodología PHVA”	$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ de pasos aplicados}}{4 \text{ Pasos}}$

Variable Dependiente:

kilos promedio mensual del compuesto de caucho reprocesado y del costo promedio mensual (S/.) que genera.

INDICADOR	ÍNDICE
% de variación de los kilos promedio mensual de material a reprocesar	$\frac{\Delta \text{ Kg mes}}{\text{Kg promedio mes antes de PHVA}}$
% de variación del costo promedio mensual (S/.) del material a reprocesar	$\frac{\Delta \text{ Costo mes}}{\text{Costo promedio mes antes de PHVA}}$



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En trabajos anteriores se encontró aplicación de herramientas similares a esta investigación adaptándolos a la problemática en el contexto en que se encuentren. Entre estos trabajos se encontró:

Trab 1

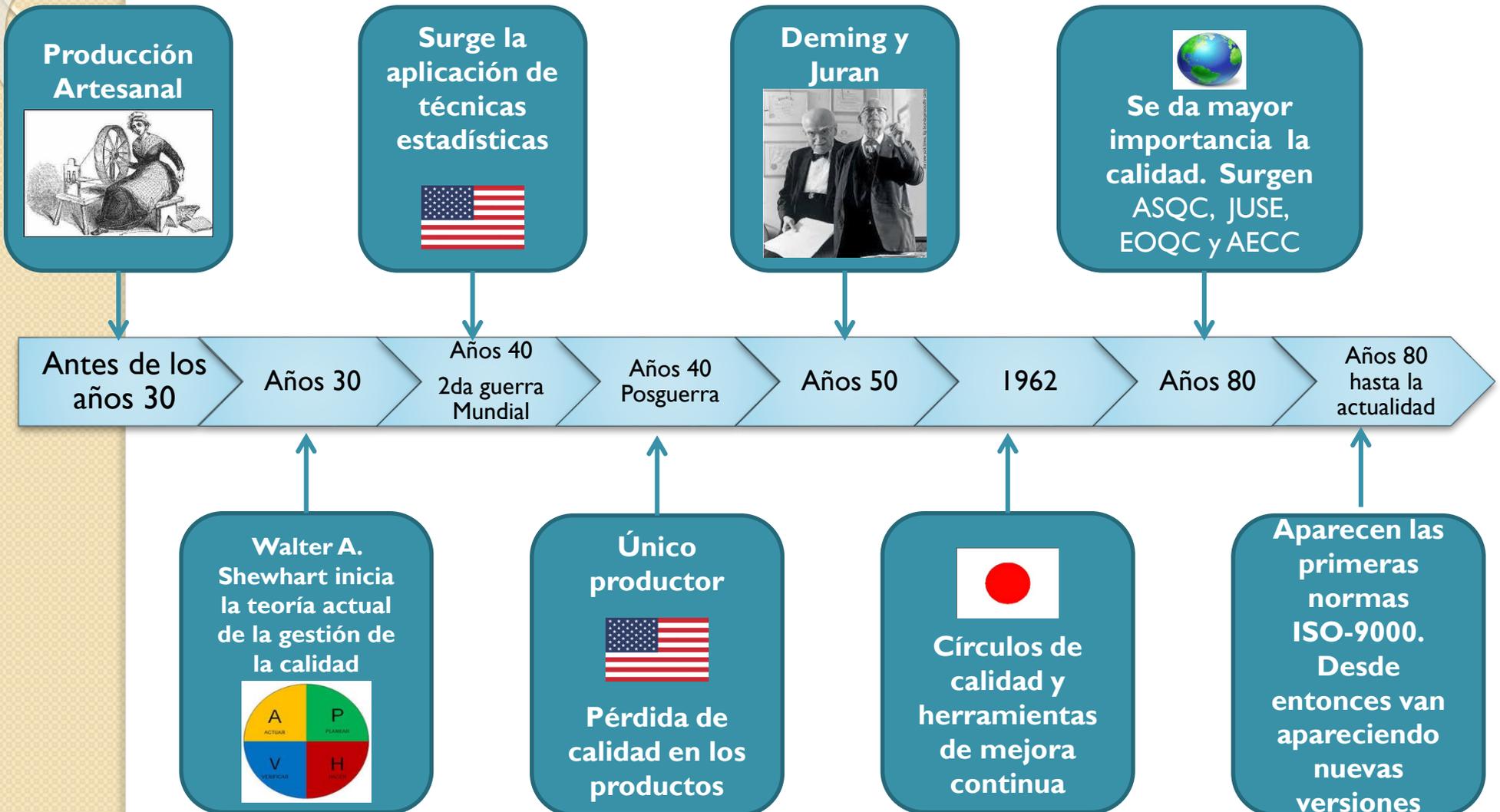
- “APLICACIÓN DE LAS 7 HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD A TRAVÉS DEL CICLO DE MEJORA CONTINUA DE DEMING EN LA SECCIÓN DE HILANDERÍA EN LA FÁBRICA PASAMANERÍA S.A.” realizado por Sergio Andrés Sánchez Racines en la Universidad de Cuenca - Ecuador en el año 2013.

Trab 2

- “APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL PROCESO DE MEZCLA DE EMPAQUES DE CAUCHO PARA TUBERÍA EN LA EMPRESA ETERNA S.A” realizado por Lizette Catalina Zamudio Piñeros y Julián Camilo Hernández en la Pontificia Universidad Javariana - Bogota en el año 2004.

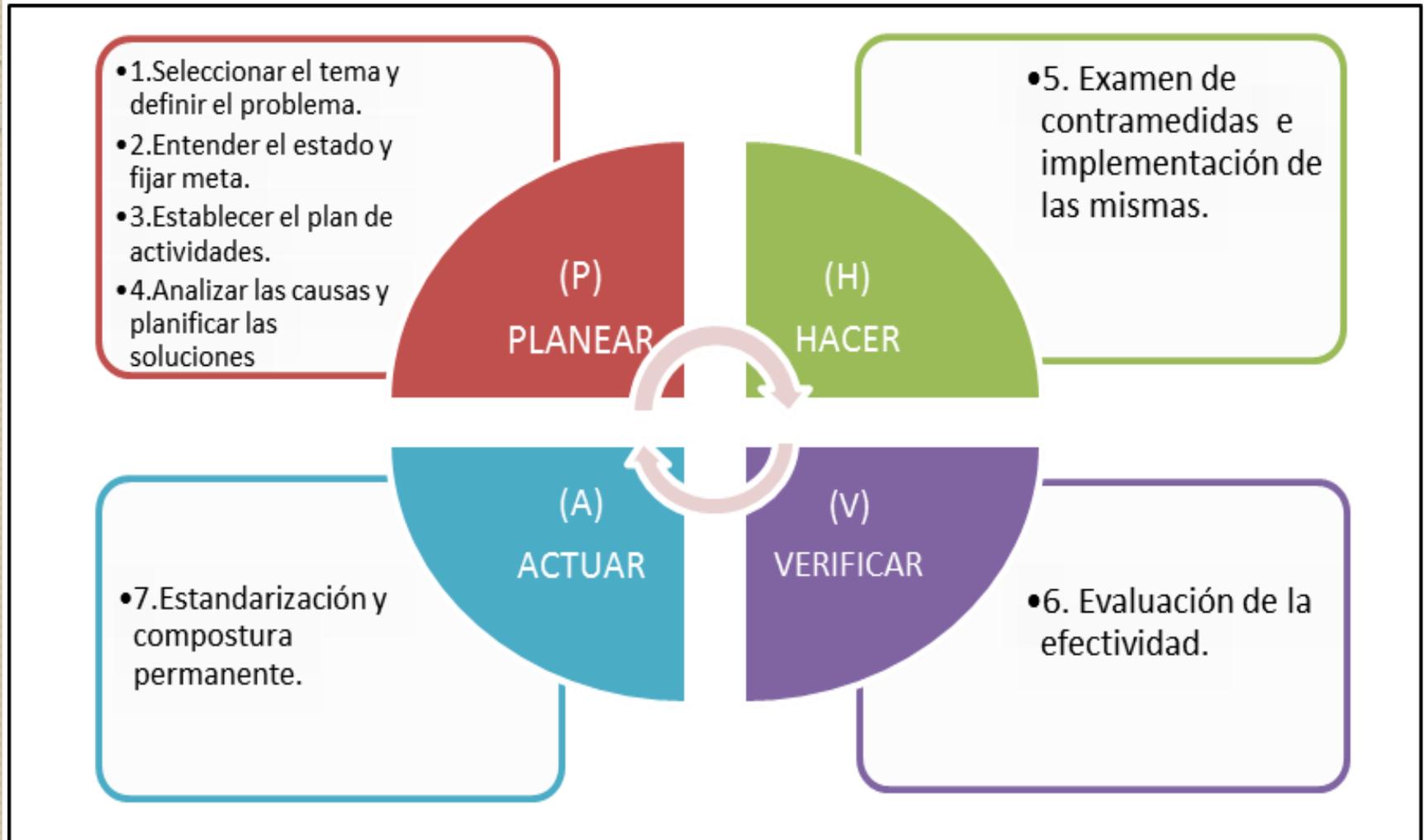
MARCO HISTÓRICO

Historia de la Gestión de Calidad



MARCO CONCEPTUAL

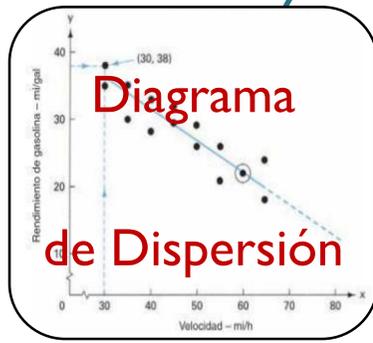
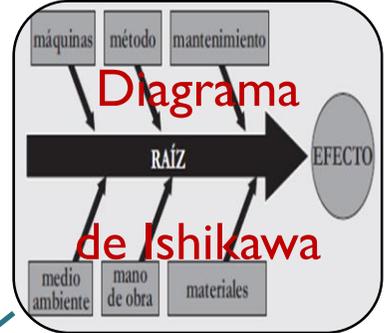
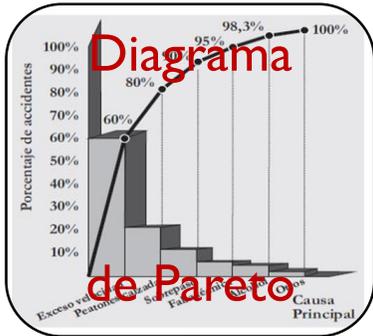
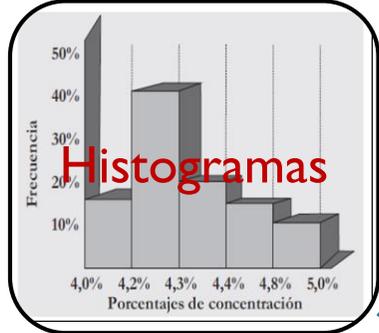
CICLO PHVA Y LA RUTA DE LA CALIDAD



Fuente: Elaboración Propia

MARCO CONCEPTUAL

Las 7 herramientas de la calidad



HOJA DE COMPROBACIÓN

Producto: Bicicleta - 32 Fecha: 23-ene

Etapas: Inspección final Identificación: Pintura

Ctd. inspeccionada: 217 Inspector/Operador: Alicia Morales

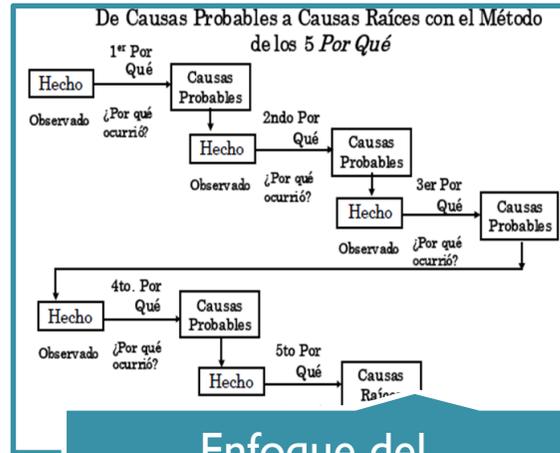
Tipo de no conformidad	Registro	Total
Ampolla		21
Poca aspersión		38
Gotas		22
Mucha aspersión		11
Salpicaduras		8
Corrimientos		47
Otras		12
Cantidad		159
No conformes		113

Hojas de Verificación

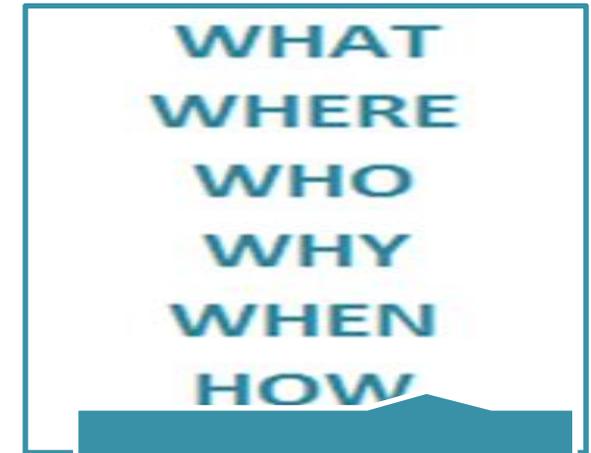
Otras Herramientas:



Lluvia de ideas



Enfoque del Por qué – Por qué



Las 5W 1H

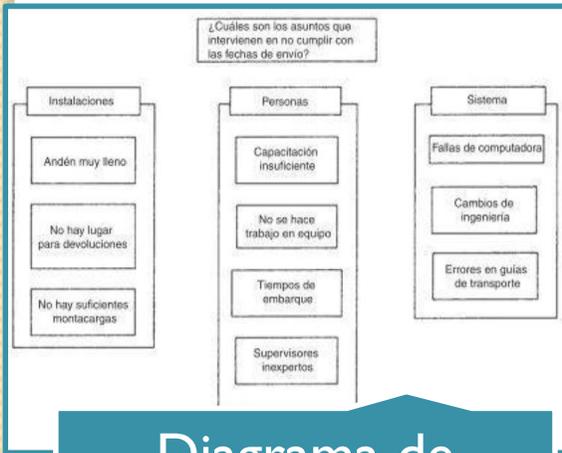


Diagrama de Afinidad



Diagrama de Interrelaciones

OPCIONES	CRITERIOS				TOTAL
	IMPLEMEN- TACIÓN RÁPIDA	ACEPTACIÓN POR LOS USUARIOS	TECNOLOGÍA DISPONIBLE	BAJO COSTO	
Capacitar operadores	13(2.10) = 27.3	15(1.50) = 22.5	11(0.45) = 5.0	13(0.35) = 4.6	59.4
Capacitar supervisores	12(2.10) = 25.2	11(1.50) = 16.5	12(0.45) = 5.4	8(0.35) = 2.8	49.9
Usar equipos de 3 personas	8(2.10) = 16.8	3(1.50) = 4.5	13(0.45) = 5.9	14(0.35) = 4.9	32.1
...
Comprar

Matriz de Priorización



CAPITULO III

LA EMPRESA

Lima Caucho S.A.

Planta de Lima Caucho



Fuente: Elaboración propia.

Llantas Lima Caucho



Fuente: Elaboración propia.

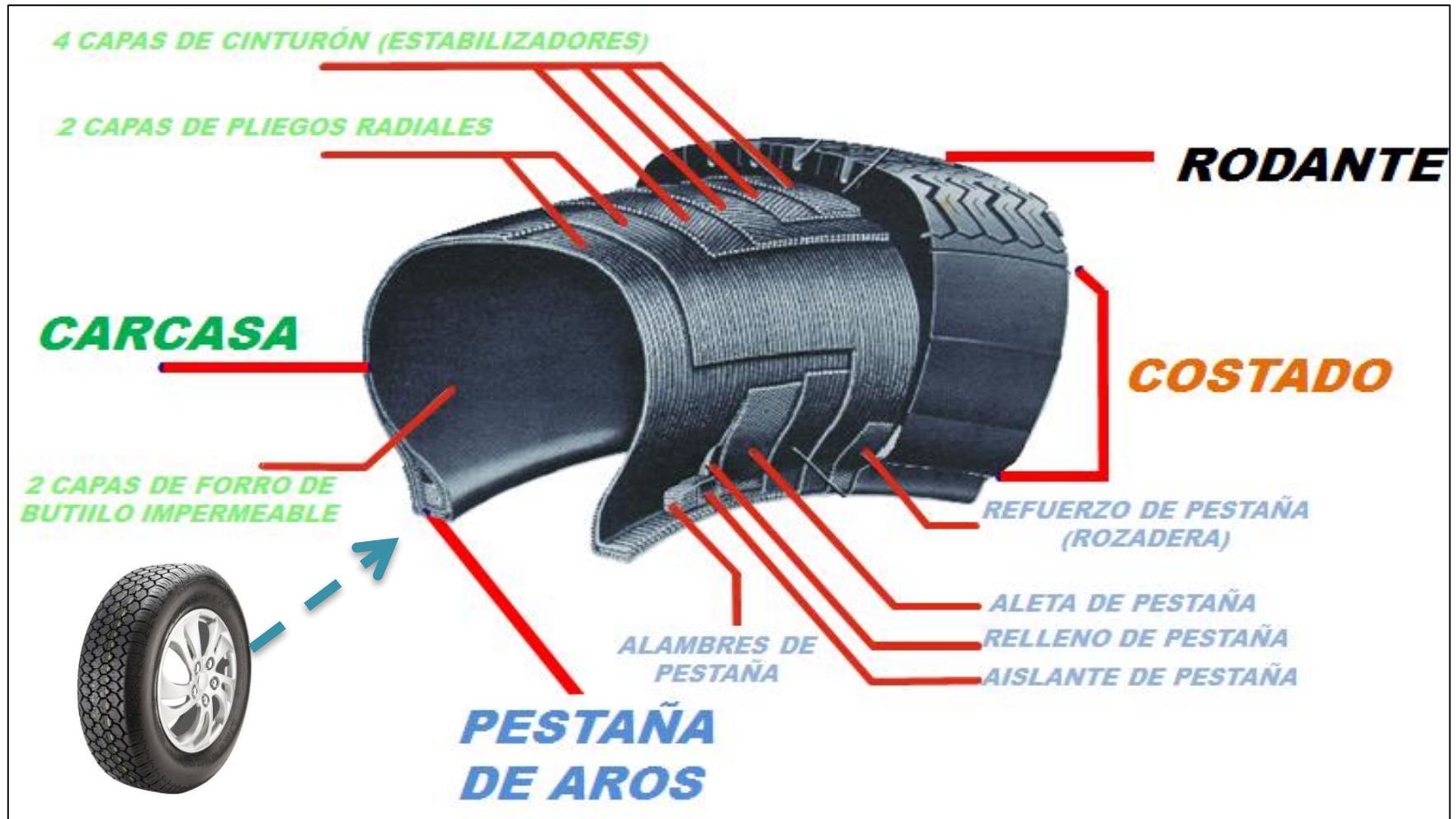
Motollantas y Mangueras Industriales



Fuente: Elaboración propia.

Estructura de una llanta de Lima Caucho

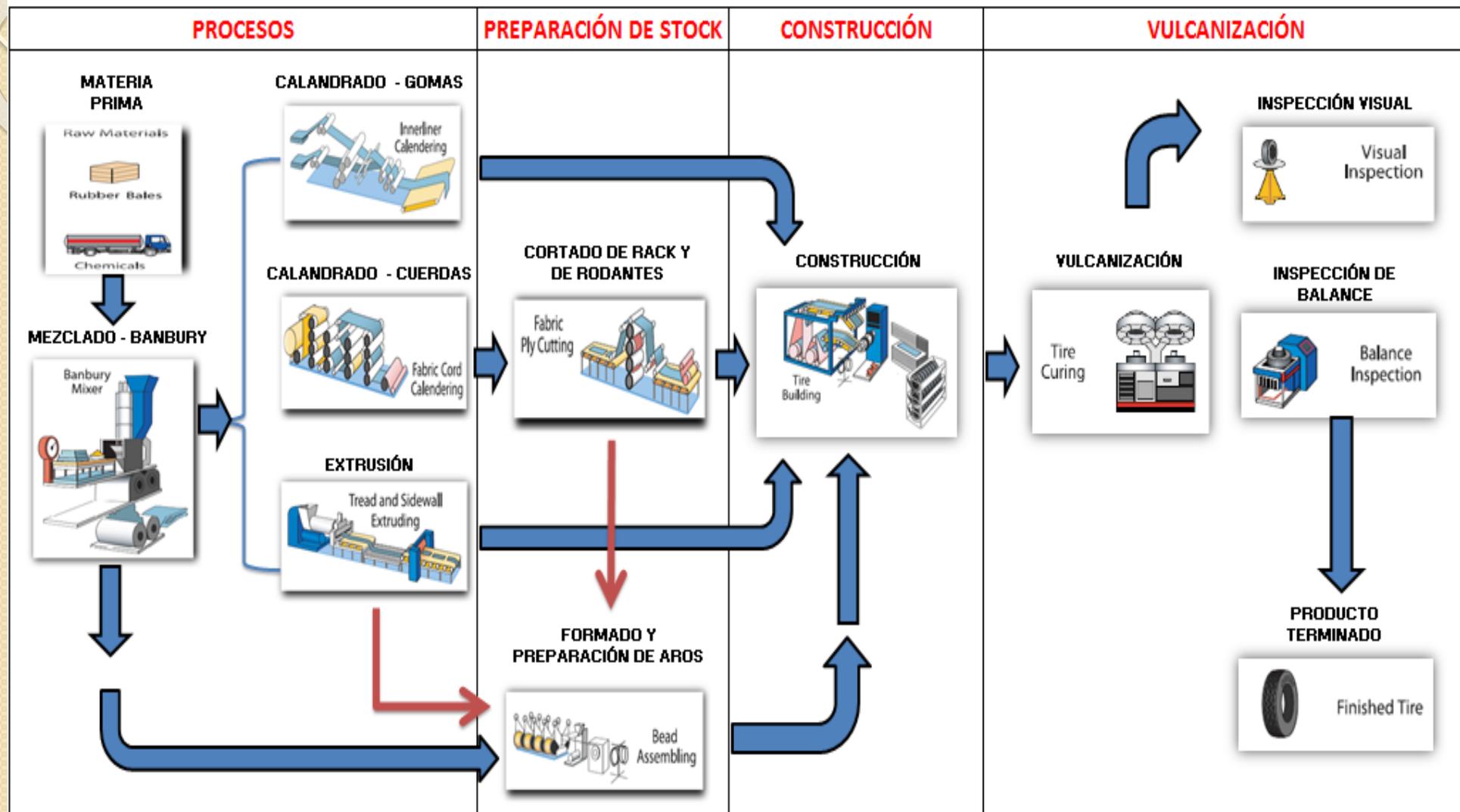
Estructura de una llanta radial



Fuente: Dpto. de Desarrollo de Producto – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

Proceso de fabricación de los neumáticos en Lima Caucho

Proceso de Fabricación de llantas



Fuente: Dpto. de Desarrollo de Producto – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016



CAPITULO IV
APLICACIÓN DEL CICLO PHVA POR MEDIO DE
LA RUTA DE LA CALIDAD

P HVA: PLANEAR

PASO I: Seleccionar el tema y definir el problema

Para la selección del problema emplearemos la Matriz de Priorización. Previamente estableceremos los criterios y los pesos que les corresponden.

Pesos establecidos por criterio

CRITERIO	Supervisor de Producción	Ing. Industrial	Ing. Mantenimiento	Ing. Calidad	Técnico de Desarrollo	Total
Inversión para resolverlo.	0.25	0.20	0.35	0.30	0.30	1.40
Implementación rápida de solución.	0.30	0.15	0.20	0.15	0.25	1.05
Beneficios a obtener tras su solución.	0.20	0.40	0.20	0.30	0.25	1.35
Impacto en los procesos.	0.25	0.25	0.25	0.25	0.20	1.20
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

PASO I: Seleccionar el tema y definir el problema

Posteriormente se establece los niveles de consideración y/o importancia que cada una de las opciones representa por cada criterio.

Inversión para resolverlo (C1), Implementación rápida de solución (C2), Beneficios a obtener tras su solución (C3) e impacto en los procesos (C4).

Niveles de consideración y/o importancia de los problemas por criterio

OPCIONES	Supervisor de Producción				Ing. Industrial				Ing. Mantenimiento				Ing. Calidad				Técnico de Desarrollo				PROMEDIO			
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
Compuesto de caucho defectuosos	4	1	2	3	3	2	3	3	4	4	3	2	4	1	2	2	3	2	2	2	4	2	2	2
Material reprocesado en la mezcladora Banbury	3	3	3	4	2	4	4	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Rollos envejecidos de forro, rellenos y tiras de goma	1	4	3	1	2	3	2	2	2	4	1	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2
Alto índice de labor indirecta en las máquinas extrusoras	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1

Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

PASO I: Seleccionar el tema y definir el problema

Se procede a elaborar la matriz de priorización en donde se calculó el producto de los pesos por criterio con el nivel de importancia y/o consideración.

Matriz de Priorización – Problemas del área de Procesos.

OPCIONES	Inversión para resolverlo.	Implementación rápida de solución.	Beneficios a obtener tras su solución.	Impacto en los procesos.	TOTAL
Compuesto de caucho defectuosos	5.04	2.1	3.24	2.88	13.26
Material reprocesado en la mezcladora Banbury	3.64	3.36	4.59	4.08	15.67
Rollos envejecidos de forro, rellenos y tiras de goma	2.52	3.57	2.7	2.4	11.19
Alto índice de labor indirecta en las máquinas extrusoras	1.96	2.1	1.89	1.68	7.63

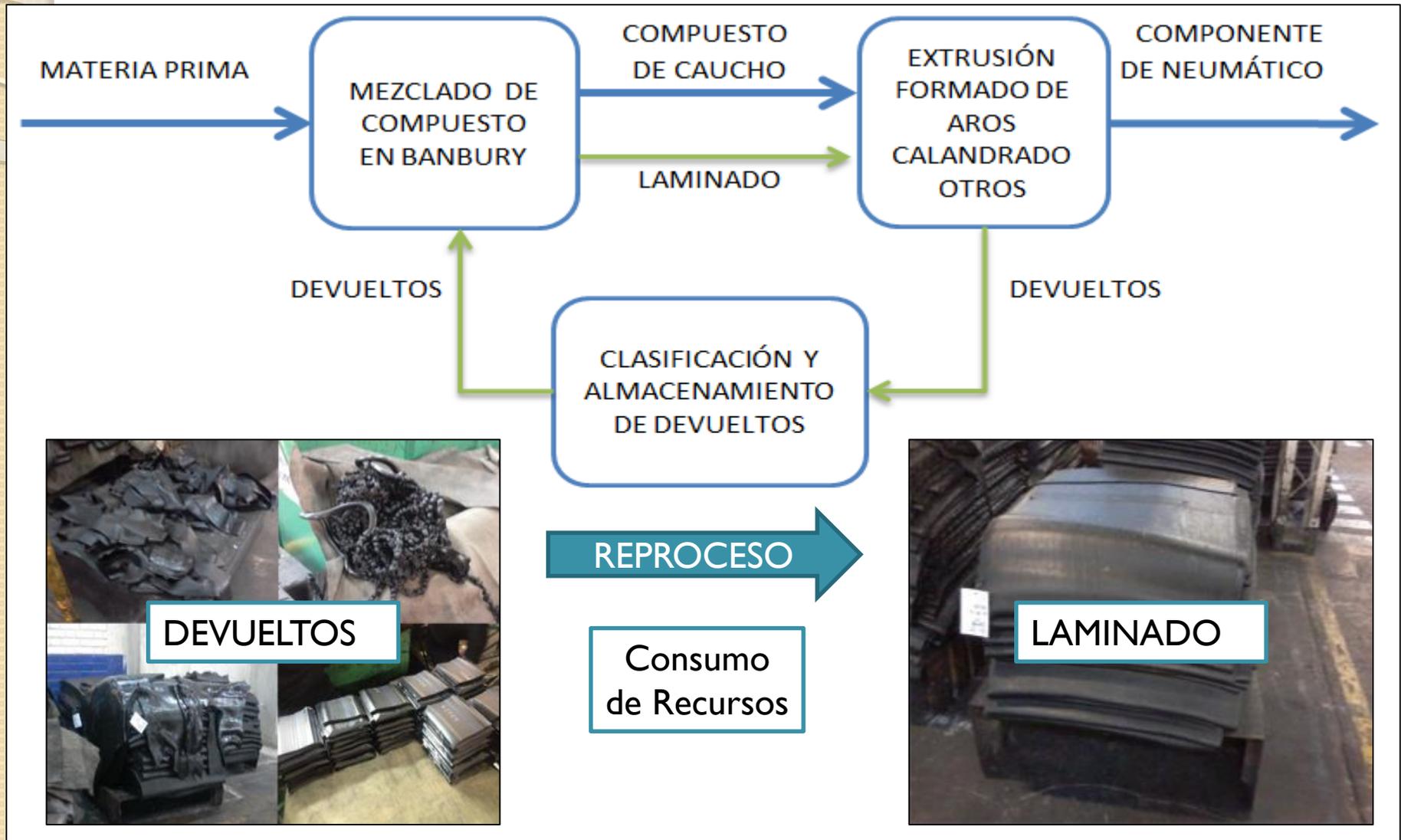
Fuente: Área de Manufactura – Lima Caucho S.A., Septiembre 2016

Como podemos observar los resultados nos indican que debemos darle prioridad a la opción de “Material reprocesado en la mezcladora Banbury”.

PASO 2: Entender el estado y fijar meta

Descripción del problema seleccionado

Esquema del flujo de material reprocesado



PASO 2: Entender el estado y fijar meta

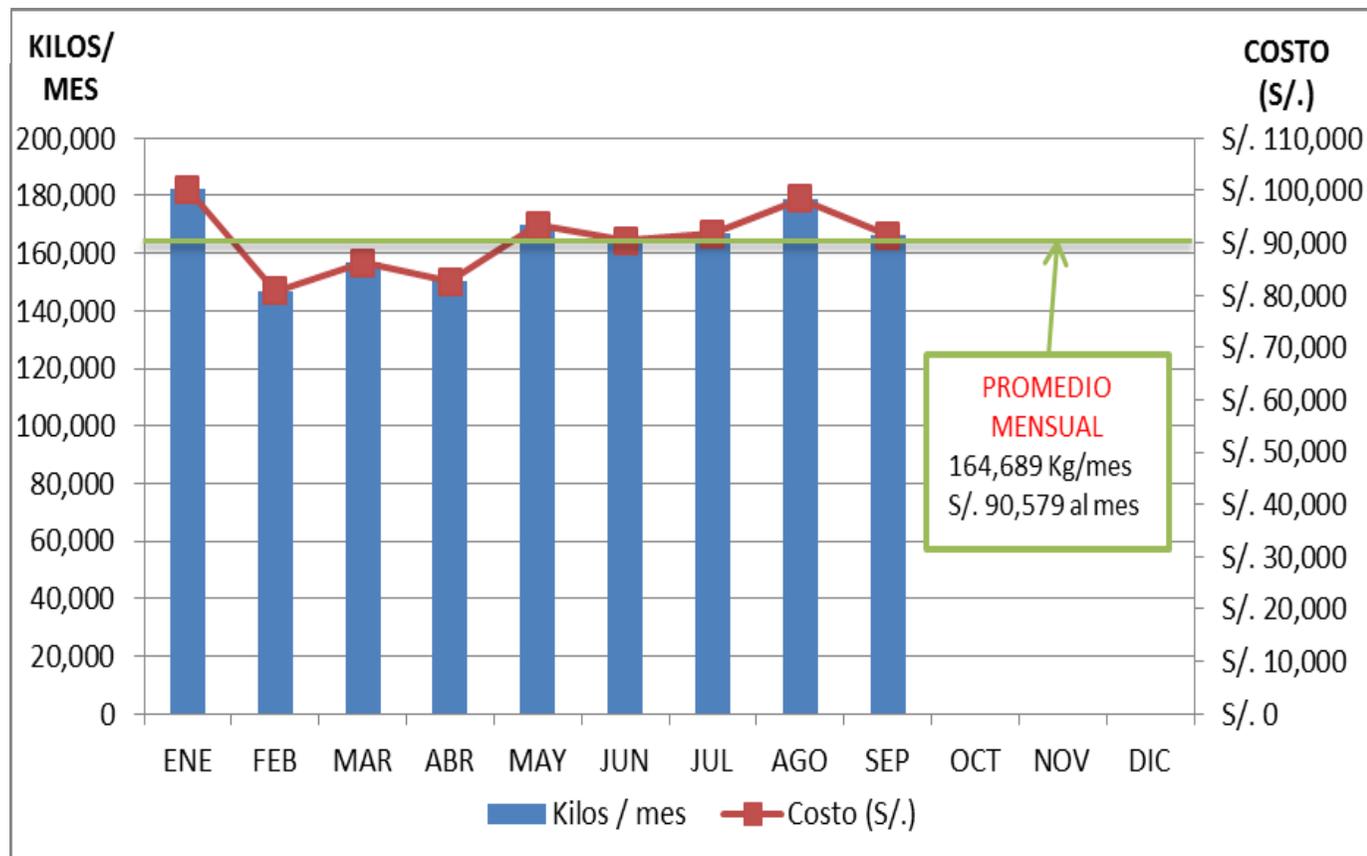
Descripción del problema seleccionado

Kilos mensuales de Laminados

MES	Kilos / mes	Costo (S/.)
ENE	182,200	S/. 100,210
FEB	147,000	S/. 80,850
MAR	156,800	S/. 86,240
ABR	150,000	S/. 82,500
MAY	169,800	S/. 93,390
JUN	164,400	S/. 90,420
JUL	166,800	S/. 91,740
AGO	179,000	S/. 98,450
SEP	166,200	S/. 91,410

Fuente: Dpto. PCP – Lima Caucho S.A.,
Octubre 2016

Producción y costos mensuales de Compuesto Laminado



Fuente: Dpto. PCP – Lima Caucho S.A., Octubre 2016

PASO 2: Entender el estado y fijar meta

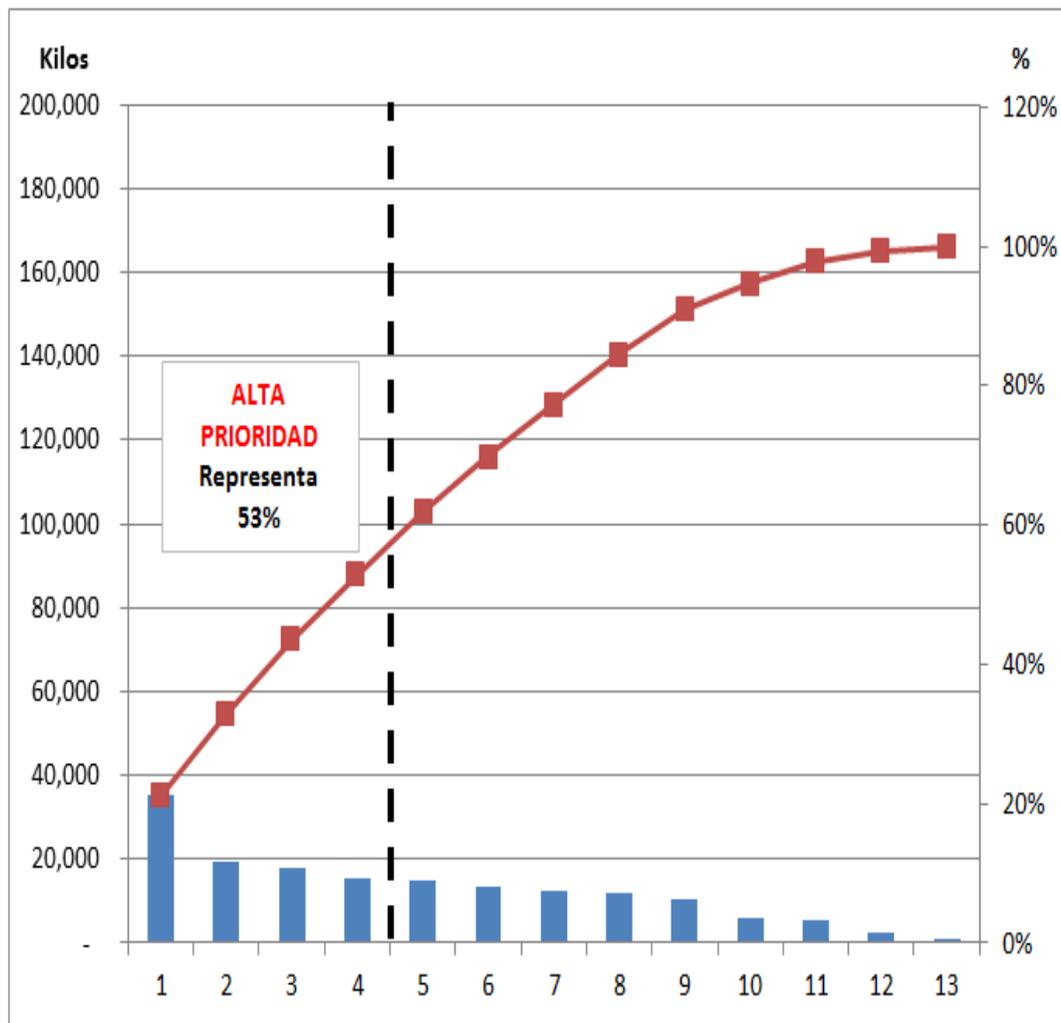
Priorizar el problema y establecer la meta

Kilos por tipo de devueltos generados en Octubre

N°	TIPO DE DEVUeltOS	KILOS - MES OCTUBRE	%	% Acumulado
1	Cortes de rodantes y costados.	35,176	21%	21%
2	Rodantes y costados con anchos fuera de especificación.	19,250	12%	33%
3	Rodantes y costados con perfil inadecuado.	18,150	11%	44%
4	Rodantes y costados livianos o pesados.	15,250	9%	53%
5	Rodantes y costados con presencia de grumos.	15,150	9%	62%
6	Reflujo por extrusión en formado de aros.	13,200	8%	70%
7	Material envejecido por sobrepasar tiempo de	12,350	7%	77%
8	Costados con rayaduras en superficie.	12,150	7%	85%
9	Sobrantes de stock de forros y gomas.	10,657	6%	91%
10	Reflujo por extrusión de rodantes y costados.	6,000	4%	95%
11	Sobrantes de stock de rodantes y costados.	5,250	3%	98%
12	Relleno de aros con dimensiones fuera de	2,520	2%	99%
13	Otros	1,070	1%	100%
TOTAL		166,173	100%	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica de Pareto de la generación por tipo de Devueltos



Fuente: Elaboración Propia

PASO 2: Entender el estado y fijar meta

Priorizar el problema y establecer la meta

Se estableció que los 4 primeros de los 13 tipos de devueltos ($4/13 = 31\%$) que representan el 53% de la cantidad total de kilos que serán objetivos para su posible eliminación o reducción.

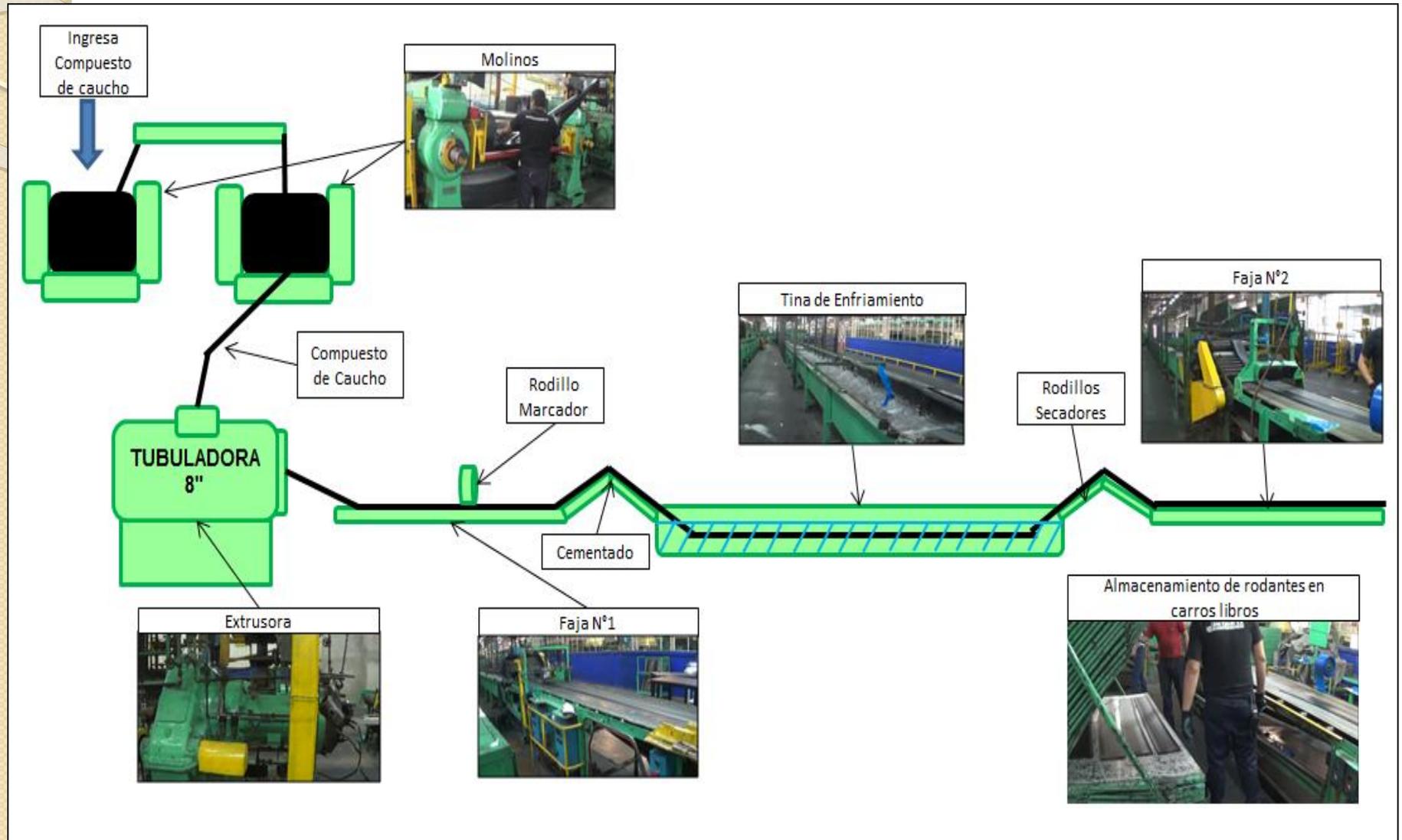
De los 4 tipos de devueltos seleccionados se observa que los cortes de rodantes y costados representan el 21% del total de los devueltos, siendo superior en 9% a más de los demás tipos.

Por tanto, se fijará como primer objetivo la siguiente meta:

“Reducir los devueltos de cortes de rodantes y costados en un 25% dentro de un periodo de 5 meses”

PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Área de Extrusión



PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Proceso de corte de los rodantes y costados producidos en la Tubuladora de 8''

Primer corte de rodantes y costados en máquina Tubuladora de 8''



Fuente: Elaboración Propia

CORTE FINAL: A MÁQUINA

CORTE INICIAL: MANUAL

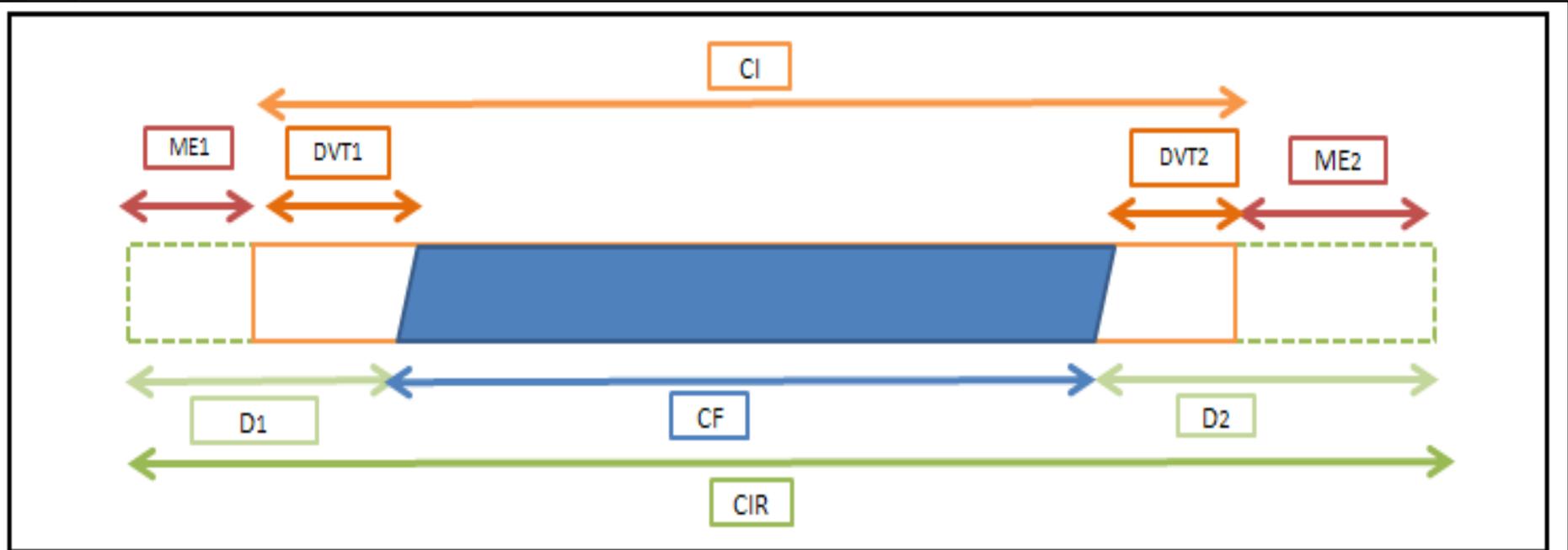
Segundo corte de rodantes y costados en máquina Cortadora de Rodantes



Fuente: Elaboración Propia

PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Esquema de corte de rodantes y costados

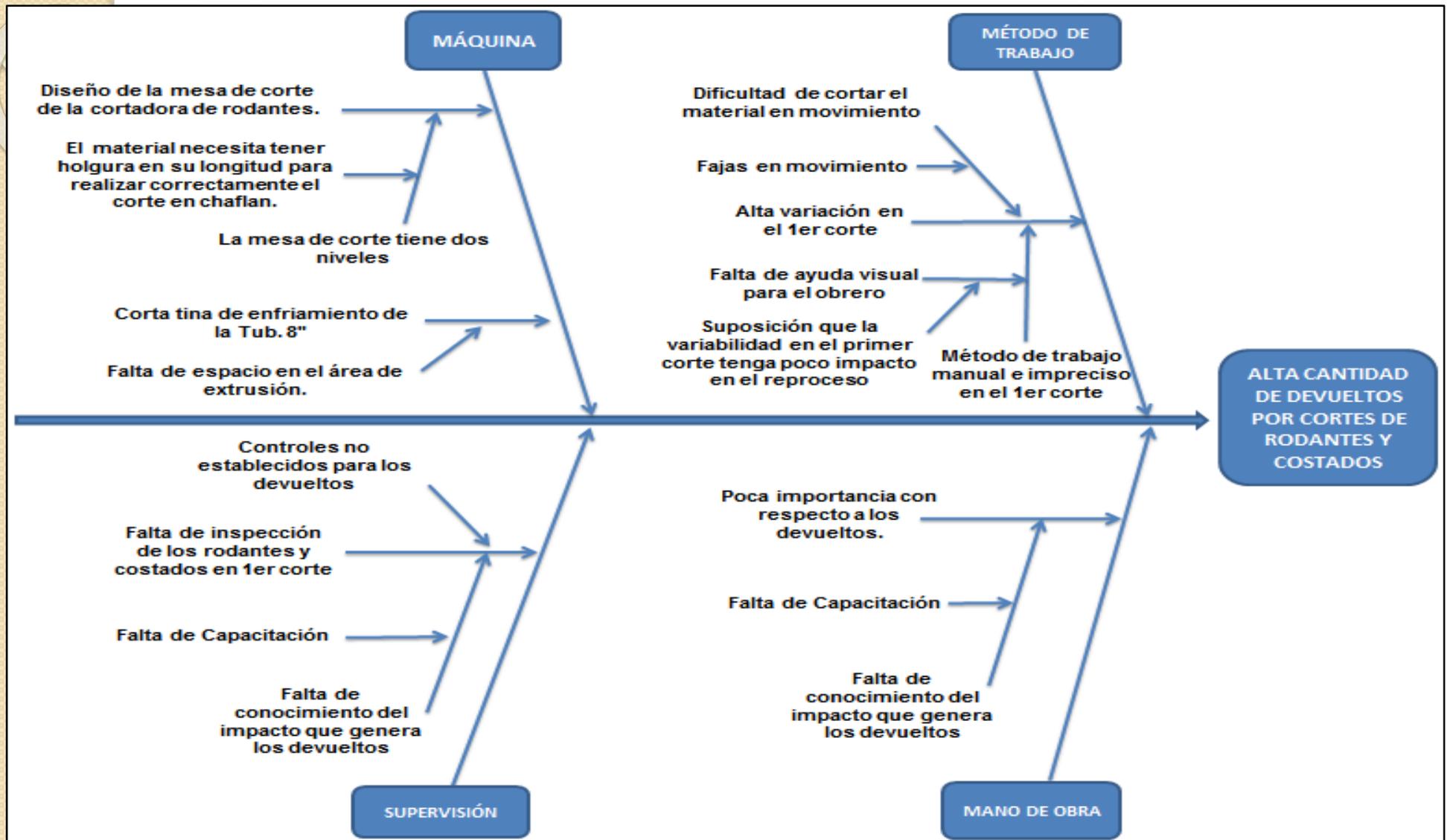


CIR	LONGITUD DE CORTE INICIAL (OBSERVADO)	CORTE INICIAL
CI	LONGITUD DE CORTE INICIAL (ESPECIFICACIÓN)	
ME1 + ME2	MATERIAL EXCEDENTE (CORTE INICIAL)	
CF	LONGITUD FINAL (ESPECIFICACIÓN)	CORTE FINAL
D1 + D2	MATERIAL DEVUELTO REAL (CORTE FINAL)	
DVT1 + DVT2	MATERIAL DEVUELTO TEORICO (CORTE FINAL)	

Fuente: Elaboración Propia

PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Diagrama de Ishikawa – Devueltos por cortes de rodantes y costados



PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Método de trabajo:

Tamaño de muestra para los rodantes



Fuente: Elaboración Propia

Cortes de rodantes



Fuente: Elaboración Propia

Actualmente no se tiene conocimiento de cuánto es el error con respecto a la longitud del material que se obtiene al realizar el 1er corte. Por tanto a continuación se procederá a calcularlo

PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Método de trabajo

Resultados del muestreo de medir la longitud de los rodantes en 1er corte

CUADRO RESUMEN	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6
Rango peso (kg)/Devuelto	[0.27-0.38]	[0.38-0.49]	[0.49-0.60]	[0.60-0.70]	[0.70-0.81]	[0.81-0.92]
Medida representativa	155SR13 AWARD	1502	1803	1804	LT195	LT245
1ER CORTE						
Longitud Promedio Observada (1)	77.39	77.13	80.62	82.31	95.33	102.29
Longitud Especificación (± 1 pulgada)	75.50	69.25	76.63	82.00	90.00	96.25
Diferencia Promedio	1.89	7.88	3.99	0.31	5.33	6.04
2DO CORTE						
Longitud especificación (2)	65.50	59.25	66.63	69.25	77.00	86.25
MATERIAL DEVUELTO/RODANTE						
Longitud devuelto / Rodante (1) - (2)	11.89	17.88	13.99	13.06	18.33	16.04
Peso devuelto/ Rodante observado	0.44	0.72	0.71	0.67	1.12	1.47
Peso Teórico devuelto/ Rodante	0.36	0.40	0.51	0.66	0.79	0.92
Exceso en Peso (kg)	0.08	0.32	0.20	0.01	0.33	0.55
Exceso en Peso (%)	21%	79%	40%	2%	42%	60%

Fuente: Elaboración Propia

PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Método de trabajo

Resultados del muestreo de medir los costados de 1er corte

CUADRO RESUMEN	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6
Rango peso (kg)/Devuelto	[0.130 - 0.203]	[0.203 - 0.276]	[0.276 - 0.349]	[0.349 - 0.422]	[0.422 - 0.530]	[1.000 - a más]
Medida representativa	900 X 20 - 14 TH-200	900 X 20 -14 EXTRA TD-440 LCSA	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440 LCSA	1200 X 20 - 18 TH-200	1200 X 20 - 18 PUKARA	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS
1ER CORTE						
Longitud Promedio Observada (1)	98.32	103.52	100.16	107.14	101.30	105.06
Longitud Especificación (±1 pulgada)	93.50	93.40	95.10	95.64	93.50	102.94
Diferencia Promedio (pulgadas)	4.82	10.12	5.06	11.51	7.80	2.13
2DO CORTE						
Longitud especificación (2)	83.50	83.40	85.10	85.64	83.50	92.94
MATERIAL DEVUELTO/RODANTE						
Longitud devuelto / Costado (1) - (2)	14.82	20.12	15.06	21.51	17.80	12.13
Peso devuelto/ Costado observado	0.30	0.47	0.49	0.80	0.94	2.67
Peso Teórico devuelto/ Costado	0.20	0.24	0.32	0.38	0.53	1.44
Exceso en Peso (kg)	0.10	0.23	0.16	0.42	0.41	1.24
Exceso en Peso (%)	48%	98%	51%	109%	78%	86%

Fuente: Elaboración Propia

PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Método de trabajo

Devueltos de rodantes reales VS Según especificación (teórico) – Mes Noviembre

Rango peso (kg)/Devuelto	Producción de (llantas) <> Rodantes NOVIEMBRE	DEVUELTO SEGÚN ESPECIFICACIÓN		DEVUELTO REAL		DIFERENCIA (EXCESO)	
		Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)
[0.27-0.38]	400	0.36	144.0	0.44	174.9	0.08	30.9
[0.38-0.49]	18390	0.40	7356.0	0.72	13191.8	0.32	5835.8
[0.49-0.60]	17030	0.51	8685.3	0.71	12118.4	0.20	3433.1
[0.60-0.70]	4300	0.66	2838.0	0.67	2896.0	0.01	58.0
[0.70-0.81]	2830	0.79	2235.7	1.12	3173.6	0.33	937.9
[0.81-0.92]	1140	0.92	1048.8	1.47	1672.9	0.55	624.1
	44090		22308		33227.7		10919.9

Fuente: Elaboración Propia

Devueltos de costados reales VS Según especificación (teórico) – Mes Noviembre

Rango peso (kg)/Devuelto	Producción de costados (llantas x2) - NOVIEMBRE	DEVUELTO SEGÚN ESPECIFICACIÓN		DEVUELTO REAL		DIFERENCIA (EXCESO)	
		Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)
[0.130 - 0.203]	476	0.20	95.2	0.30	141.1	0.10	45.9
[0.203 - 0.276]	448	0.24	107.5	0.47	212.6	0.23	105.1
[0.276 - 0.349]	2294	0.32	737.2	0.49	1113.5	0.16	376.3
[0.349 - 0.422]	920	0.38	353.2	0.80	738.5	0.42	385.3
[0.422 - 0.530]	454	0.53	240.6	0.94	428.2	0.41	187.6
[1.000 - a más]	60	1.44	86.1	2.67	160.4	1.24	74.3
	4652		1619.9		2794.3		1174.5

Fuente: Elaboración Propia

PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Método de trabajo

Cálculo de Kilos de exceso de devueltos por error en 1er corte

Devueltos de rodantes y costados	Kg/mes
Cantidad real según muestreo	36022.0
Cantidad teórica según especificaciones	23927.7
Exceso por error en 1er corte	12094.3

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los resultados en el mes de noviembre según muestreo se obtuvo 36,022 kg de devueltos en el mes de noviembre. Dentro de esta cantidad 12,064.3 kg, es decir el 34% aproximadamente proviene del error que hay al realizar el 1er corte.

PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Máquina

Tina de enfriamiento



Fuente: Elaboración Propia

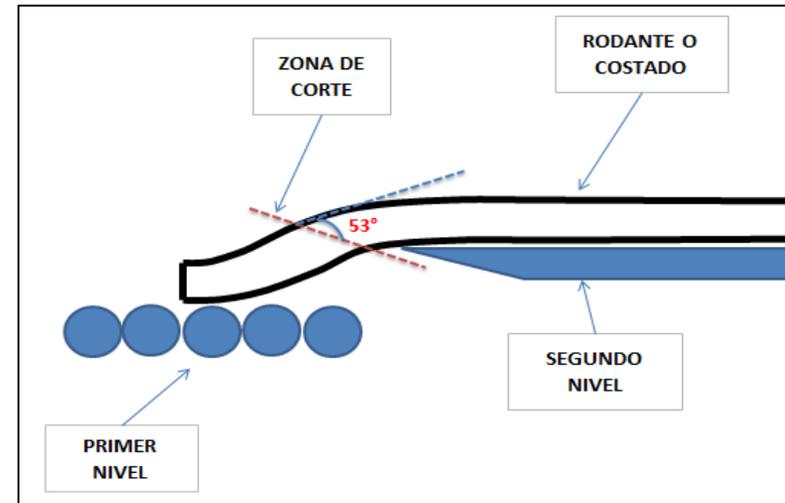
Mesa de corte de máquina Cortadora de Rodantes por error en 1er corte



Fuente: Elaboración Propia

Corta longitud de la tina de enfriamiento de la Tubuladora de 8

Esquema de corte en chaflán de rodantes y costados en máquina Cortadora de Rodantes



Fuente: Elaboración Propia

PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Mano de Obra y Supervisión



Mano de Obra



Sin controles



**Sin Indicadores
ni datos históricos**



Supervisor



**Poca importancia
por el personal**



PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

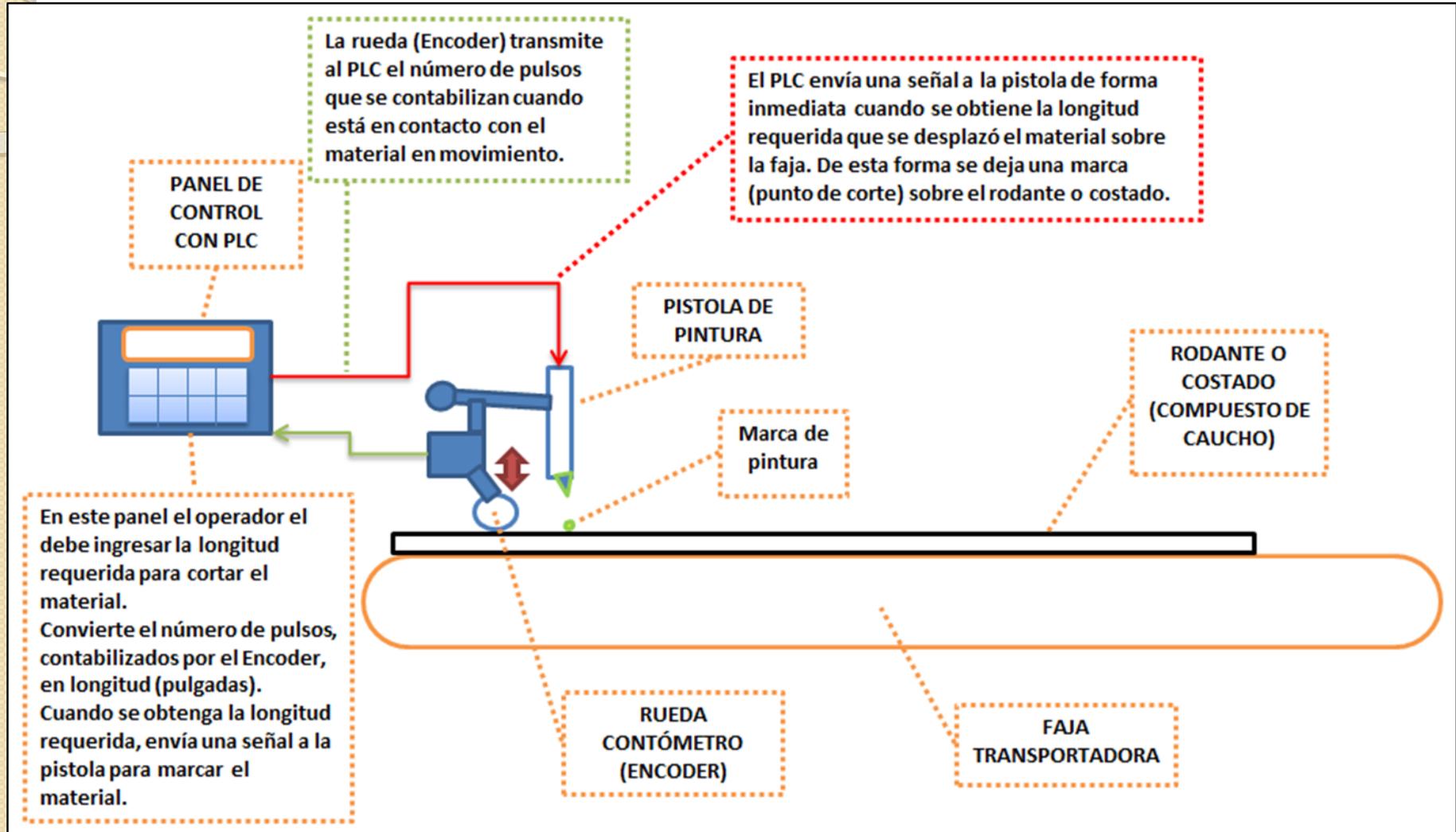
Propuestas de contramedidas y soluciones



TIPO	CAUSAS	EFECTOS	CONTRAMEDIDA O SOLUCIÓN
MÉTODO DE TRABAJO	Alta variación en el 1er corte por método de trabajo manual e impreciso.	Rodantes y costados con longitudes mayores a lo especificado en el 1er corte, exceso de material a recortar el cual genera mayor cantidad de devueltos.	Implementar un sistema que permita dar una ayuda visual al operario para que pueda realizar con precisión el 1er corte.
MÁQUINA	Corta tina de enfriamiento en la Tub. 8".	Rodantes y costados no salen lo suficientemente fríos, lo que hace que sus extremos aumenten ligeramente sus anchos, por lo que se requiere recortarlos.	Evaluar y analizar modificaciones de máquina sin comprometer la producción de los componentes que se elaboran. Este trabajo se deriva a un nuevo proyecto.
	Diseño de mesa de Cortadora de Rodantes.	Requiere que los rodantes y costados de 1er corte tengan una longitud mayor con respecto al 2do corte (10 pulgadas más aprox.) para poder obtener el corte correcto en chaflán en los extremos del material.	Rediseñar una nueva mesa de corte para reducir la diferencia de 10 pulgadas requeridas. Este trabajo se deriva a un nuevo proyecto.
MANO DE OBRA	Poca importancia con respecto a la generación de devueltos por falta de capacitación al personal operativo.	Descuido del personal obrero con las operaciones en el 1er corte, no se respetan las especificaciones en esta operación, generación de mayor cantidad de devueltos.	Realizar capacitaciones para dar conocimiento al personal operativo con respecto al impacto que genera los devueltos.
SUPERVISIÓN	Falta de controles e inspección de los costados y rodantes en 1er corte.	Desconocimiento de la cantidad que representa la generación de devueltos en esta zona y de los recursos que consume, poca supervisión al trabajo operativo dando lugar a mayor generación de devueltos.	Establecer controles e inspecciones periódicas a la cantidad de devueltos y a las operaciones que lo generan.

PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Esquema general del sistema de ayuda visual para la operación de 1er corte en 2da faja de Tubuladora de 8"



Fuente: Elaboración Propia

PASO 4: Analizar las causas y planificar las soluciones

Propuestas de contramedidas y soluciones

N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	NOVIEMBRE - 4TA SEMANA (21/11 al 30/11)									
			L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	
			21	22	23	24	25	26	28	29	30	
1	Diseño del sistema	Ing. Industrial y Ing. De Mantenimiento										
2	Compra de materiales	Ing. De Mantenimiento y Logística										
3	Mecanizado a tablero electrico	Ing. De Mantenimiento										
4	Programacion del PLC	Ing. De Mantenimiento										
5	Montaje de soportes del sistema	Ing. De Mantenimiento										
6	Montaje de componentes eléctricos	Ing. De Mantenimiento										
7	Ruteo eléctrico	Ing. De Mantenimiento										
8	Pruebas eléctricas del tablero	Ing. De Mantenimiento										
9	Pruebas de ensamble	Ing. De Mantenimiento										
10	Control de calidad	Ing. Industrial y Ing. De Mantenimiento										

Fuente: Elaboración Propia

P H V A: HACER

PASO 5: Examen de contramedidas y su implementación

Adquisición de los materiales

Lista y costos de los materiales para el sistema de ayuda visual

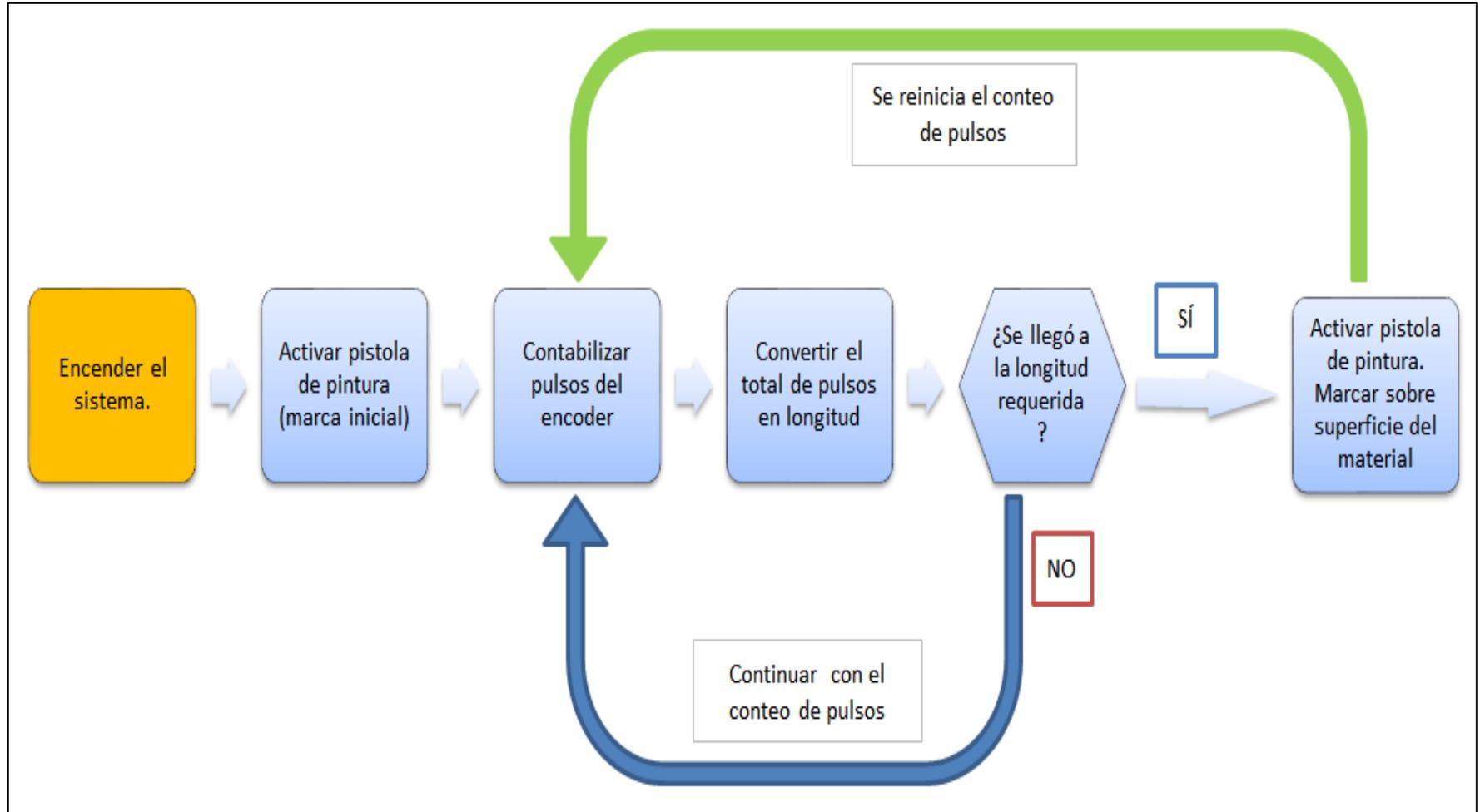
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	MARCA	COSTO (S/.)
1	1	PLC VISION 120	V120 – 22 – R1	OPLC	S/. 3,500.00
2	1	ENCODER	DBS60E – BHELO1024 / PART NUMB: 1080433	SICK	S/. 240.00
3	1	TABLERO ELECTRICO	NSYCRN43200	SCHNEIDER	S/. 120.00
4	1	PLACA DE MONTAJE	PLACA PARA TABLERO NSYMM43	SCHNEIDER	S/. 30.00
5	5	BORNERA	TIPO TORNILLO NSYTRV42	SCHNEIDER	S/. 10.00
6	1	INTERRUPTOR AUTOMATICO	MODELO IC60N – A9F74202	SCHNEIDER	S/. 230.00
7	1	RIEL DIN	MODELO NSYSR200BD	SCHNEIDER	S/. 5.50
8	3	PRENSAESTOPA	MODELO 83993	SCHNEIDER	S/. 1.50
9	1	FUENTE DE PODER	PHASEO ABL7RM24025	SCHNEIDER	S/. 350.00
10	1	RELE ENCHUFABLE	RXM4AB1BD	SCHNEIDER	S/. 315.00
11	1	BASE PARA RELE	RXZE2M114M	SCHNEIDER	S/. 32.00
12	1	CINTILLO	1 PAQUETE (50 UNIDADES)	--	S/. 5.00
13	1	CABLE DE CONEXION	1 ROLLO (100 METROS)	--	S/. 55.00
14	2	PULSADORES	-	SCHNEIDER	S/. 25.00
15	1	ACCESORIOS	TORNILLOS, CHAPA, ETIQUETAS	--	S/. 50.00
16	1	PISTOLA DE PULVERIZACION	--	NORDSON	S/. 350.00
17	1	COMPRESORA	2HP	KAWASAKI	S/. 1,200.00
18	Varios	FIERROS EN GENERAL PARA SOPORTE DEL SISTEMA	-	-	S/. 500.00
COSTO TOTAL					S/. 7,019.00

Fuente: Elaboración Propia

PASO 5: Examen de contramedidas y su implementación

Desarrollo de la programación PLC

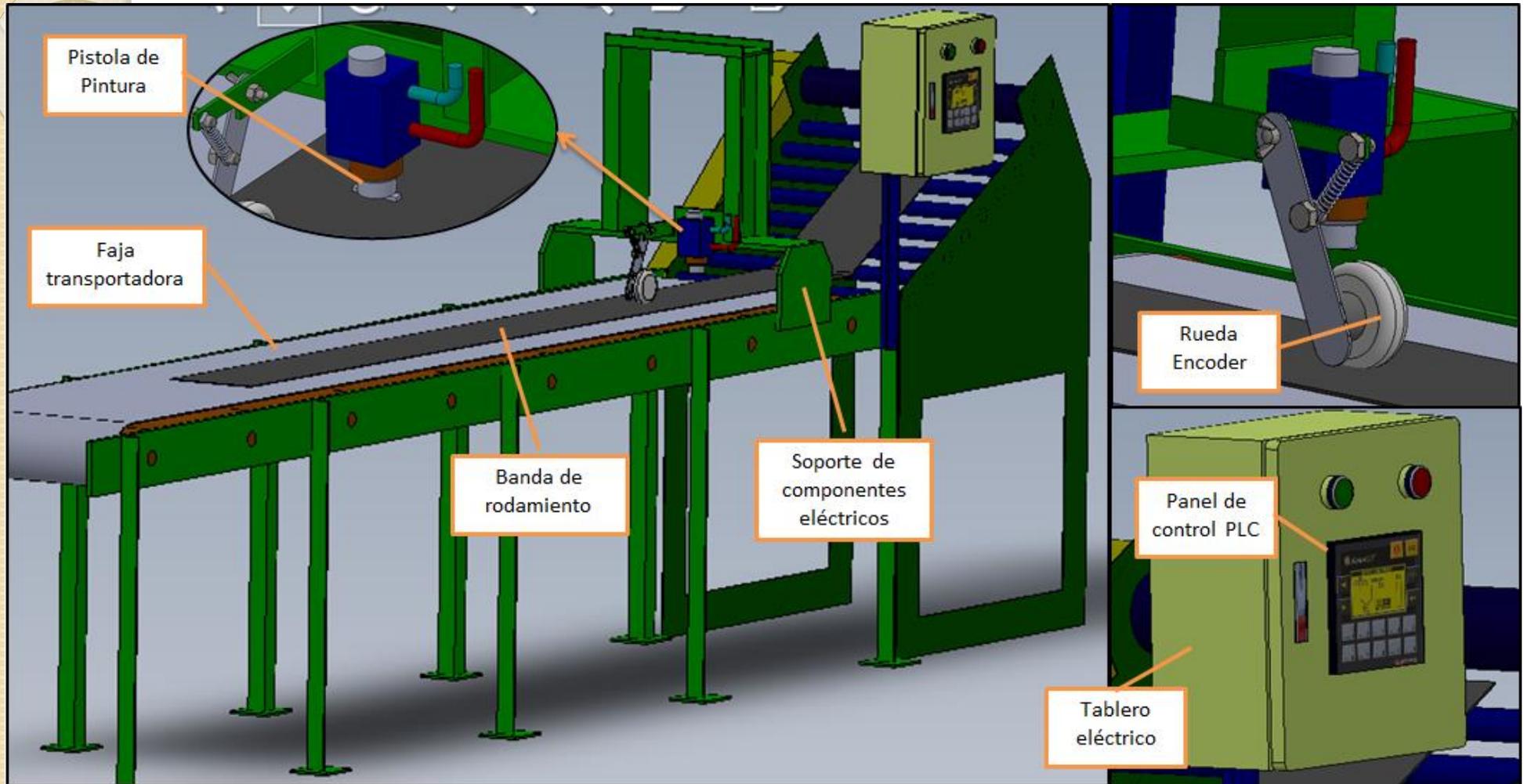
Diagrama de la lógica del funcionamiento del sistema de ayuda visual



Fuente: Elaboración Propia

PASO 5: Examen de contramedidas y su implementación

Sistema de Ayuda Visual para realizar el 1er corte de los rodantes y costados



Fuente: Elaboración Propia

PASO 5: Examen de contramedidas y su implementación

Procedimiento de trabajo con el Sistema de Ayuda Visual

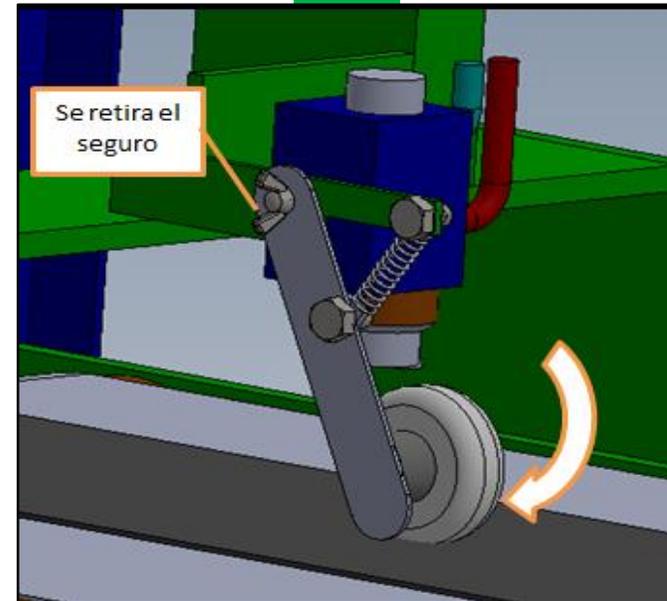
Paso 1: Antes de iniciar el encendido del sistema, se debe verificar que la calibración del material extruido haya terminado, y se debe verificar el buen estado de los componentes del sistema y que cuente con el nivel de pintura adecuado.

Interfaz del PLC



Fuente: Elaboración Propia

Rueda Encoder sobre material a cortar



Fuente: Elaboración Propia

Paso 2: Se debe ingresar en el PLC la longitud requerida del material a cortarse.

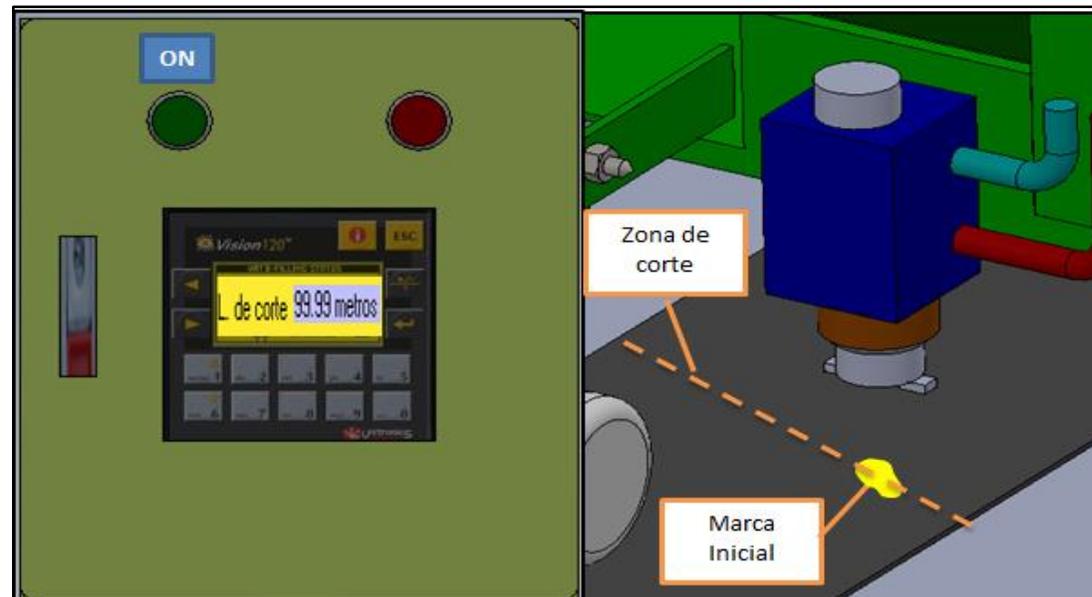
Paso 3: Se debe posicionar la rueda del encoder sobre el material extruido y en movimiento sobre la segunda faja de la Tubuladora de 8”.

PASO 5: Examen de contramedidas y su implementación

Procedimiento de trabajo con el Sistema de Ayuda Visual

Paso 4: Encender el sistema, presionando el botón ON. Automáticamente se accionará la pistola de pintura, dejando la marca inicial del material. El operario deberá cortar sobre la marca para obtener la punta inicial del rodante o costado.

Encendido del sistema y marca inicial de corte



Fuente: Elaboración Propia

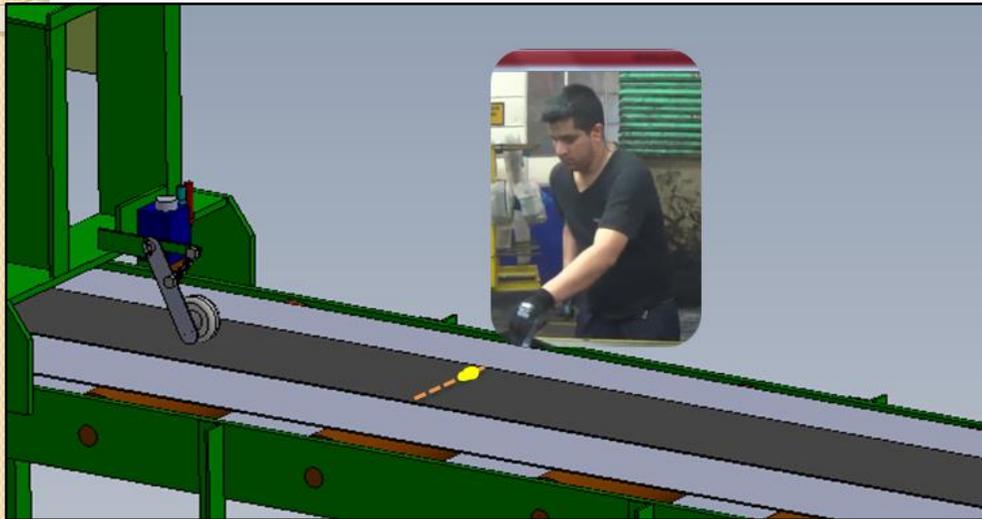
Paso 5: Verificar y vigilar el material durante la corrida. Esperar y prestar atención a la activación de la pistola de pintura para marcar el material.

PASO 5: Examen de contramedidas y su implementación

Procedimiento de trabajo con el Sistema de Ayuda Visual

Paso 6: Una vez que se activa la pistola y se haya dejado la marca sobre el material. El operario deberá cortar el rodante o costado exactamente sobre la marca.

Corte de material sobre la marca



Fuente: Elaboración Propia

Almacenamiento de rodantes o costados en carro libro



Fuente: Elaboración Propia

Paso 7: Con ayuda del segundo operario, almacenar el rodante o costado en el carro libro. Continuar nuevamente con el paso 5, 6 y 7 hasta terminar la cantidad de material requerido.

Paso 8: Una vez terminado de almacenar la cantidad de material requerido, se debe proceder a cambiar el selector del interruptor en OFF, para detener el conteo de Encoder, retirar la rueda y colocarlo en su posición de reposo.

PHVA: VERIFICAR

PASO 6: Evaluación de la efectividad

Comparativo del antes y después de implementar las contramedidas - Rodantes

GRUPO	MEDIDA REPRESENTATIVA	Error Promedio en longitud (in) / rodante		Exceso en peso (kg) / rodante	
		ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
1	155SR13 AWARD	1.89	0.05	0.08	0.01
2	1502	7.88	0.00	0.32	0.00
3	1803	3.99	0.04	0.20	0.01
4	1804	0.31	0.02	0.01	0.00
5	LT195	5.33	0.04	0.33	0.01
6	LT245	6.04	-0.05	0.55	-0.01
	PROMEDIO / RODANTE	4.24	0.02	0.25	0.00

Fuente: Elaboración Propia

Comparativo del antes y después de implementar las contramedidas - Costados

GRUPO	MEDIDA REPRESENTATIVA	Error Promedio en longitud (in) / costado		Exceso en peso (kg) / costado	
		ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
1	900 X 20 - 14 TH-200	4.82	0.03	0.10	0.01
2	900 X 20 -14 EXTRA TD-440 LCSA	10.12	0.35	0.23	0.00
3	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440 LCSA	5.06	-0.35	0.16	-0.01
4	1200 X 20 - 18 TH-200	11.51	0.20	0.42	-0.01
5	1200 X 20 - 18 PUKARA	7.80	-0.07	0.41	0.00
6	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS	2.13	0.18	1.24	0.01
	PROMEDIO / COSTADO	6.90	0.06	0.43	0.00

Fuente: Elaboración Propia

PASO 6: Evaluación de la efectividad

Devueltos reales de rodantes VS Según especificación (teórico) – Mes Diciembre

Rango peso (kg)/Devuelto	Medida Representativa	Producción de (llantas) <> Rodantes DICIEMBRE	DEVUELTO SEGÚN ESPECIFICACIÓN		DEVUELTO REAL		DIFERENCIA (EXCESO)	
			Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / rodante	Devuelto mensual (kg)
[0.27-0.38]	155SR13 THE AWARD C.EXTRA	400	0.36	144.0	0.37	147.8	0.01	3.8
[0.38-0.49]	155/70R12 RADIAL T70	18690	0.40	7476.0	0.40	7473.6	0.0	-2.4
[0.49-0.60]	185/70R13 RADIAL T70	17940	0.51	9149.4	0.52	9244.5	0.01	95.1
[0.60-0.70]	185/70R14 RADIAL T70	4100	0.66	2706.0	0.66	2698.4	0.00	-7.6
[0.70-0.81]	LT195R15 8PR SUPER COMBI	2630	0.79	2077.7	0.80	2098.5	0.01	20.8
[0.81-0.92]	LT245/75R16 SPORT M/T	1140	0.92	1048.8	0.91	1037.6	-0.01	-11.2
		44900		22602		22700.6		98.7

Fuente: Elaboración Propia

Devueltos reales de costados VS Según especificación (teórico) – Mes Diciembre

Rango peso (kg)/Devuelto	Medida representativa	Producción de costados (llantas x2) - DICIEMBRE	DEVUELTO SEGÚN ESPECIFICACIÓN		DEVUELTO REAL		DIFERENCIA (EXCESO)	
			Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)	Peso devuelto (kg) / costado	Devuelto mensual (kg)
[0.130 - 0.203]	900 X 20 - 14 TH-200	470	0.20	94.0	0.20	93.5	0.01	3.0
[0.203 - 0.276]	900 X 20 - 14 EXTRA TD-440 LCSA	456	0.24	109.4	0.24	109.5	0.00	0.0
[0.276 - 0.349]	1100 X 20 - 16 EXTRA TD-440 LCS	2290	0.32	735.9	0.31	719.1	-0.01	-16.9
[0.349 - 0.422]	1200 X 20 - 18 TH-200	834	0.38	320.2	0.39	325.6	-0.01	-7.0
[0.422 - 0.530]	1200 X 20 - 18 PUKARA	460	0.53	243.8	0.53	244.4	0.00	0.6
[1.000 - a más]	1200 X 24 - 20 SUPER ROCK UMS	70	1.44	100.5	1.45	101.4	0.01	0.9
		4580		1603.8		1593.5		-19.3

Fuente: Elaboración Propia

PASO 6: Evaluación de la efectividad

Resultados de la reducción de los devueltos por cortes de rodantes y costados

Devueltos de rodantes y costados	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Reducción y/o ahorro	% de reducción
Cantidad real según muestreo (kg)	36022.0	24294.0	↓ 11727.9	↓ 32.6%
Cantidad teórica según especificaciones (kg)	23927.7	24205.7	-	-
Exceso por error en 1er corte (kg)	12094.3	88.3	↓ 12006.0	↓ 99.3%
Costo por error en 1er corte (S/.)	S/. 6,651.9	S/. 48.6	↓ S/. 6,603.3	↓ 99.3%

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al objetivo establecido en el paso n°2, se estableció reducir en un 25% los devueltos por cortes de rodantes y costados en un periodo de 5 meses. De acuerdo a los resultados de la solución implementada en el mes de diciembre para reducir el material a reprocesar, se disminuyó en un 32.6% (11,727.9 kg de devueltos x S/. 0.55 = S/. 6,450.4) con respecto al mes anterior.

Hubo una reducción del 99.3% del exceso de kilos de devueltos generados por el error y la alta variación en la longitud de los rodantes y costados del 1er corte.

PASO 6: Evaluación de la efectividad

Evaluación Económica del Proyecto

Costos del proyecto del Sistema de Ayuda Visual

TIPO	DESCRIPCION	COSTO (S/.)
MATERIALES	COSTO POR MATERIALES (Ver detalle en la Tabla n°25)	S/. 7,019.00
	COSTO POR MANGUERA NEUMÁTICA	S/. 50.00
	COSTO POR MANGUERA PARA PINTURA	S/. 70.00
	COSTO POR PINTURA PARA RESANE	S/. 150.00
	SUBTOTAL	S/. 7,289.00
MANO DE OBRA	COSTO POR TRABAJO DE SOLDADURA	S/. 350.00
	COSTO POR TRABAJO DE MONTAJE	S/. 180.00
	COSTO POR INGENIERO PARA DISEÑO DE TABLERO	S/. 500.00
	COSTO POR SUPERVISIÓN DE INGENIERO	S/. 300.00
	COSTO POR OPERARIO ELÉCTRICO PARA ENSAMBLE DEL TABLERO	S/. 200.00
	COSTO POR PROGRAMACIÓN DEL PLC	S/. 300.00
	COSTO POR PROGRAMACIÓN DE COMPONENTES	S/. 250.00
SUBTOTAL	S/. 2,080.00	
OTROS	COSTO POR ACCESORIOS DE PROTECCION Y LIMPIEZA	S/. 300.00
	COSTO POR TRANSPORTE	S/. 200.00
	SUBTOTAL	S/. 500.00
TOTAL		S/. 9,869.00

Fuente: Elaboración Propia

PASO 6: Evaluación de la efectividad

Evaluación Económica del Proyecto

Costos mensuales por los kilos de exceso de devueltos de rodantes y costados

Descripción	Costo/ kilo	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Proyección de Kilos de exceso de devueltos de rodantes (KG)	-	10919.9	11129.5	11064.8	11194.9	11105.7
Proyección de Kilos de exceso de devueltos de costados (KG)	-	1174.5	1153.9	1117.1	1112.3	1090.4
Costo por reprocesar material de rodantes	S/. 0.55	S/. 6,005.9	S/. 6,121.2	S/. 6,085.6	S/. 6,157.2	S/. 6,108.2
Costo por reprocesar material de Costados	S/. 0.55	S/. 646.0	S/. 634.7	S/. 614.4	S/. 611.8	S/. 599.7
Total		S/. 6,651.9	S/. 6,755.9	S/. 6,700.0	S/. 6,769.0	S/. 6,707.9

Fuente: Elaboración propia

Flujo de caja del proyecto

Descripción	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Ahorro por implementar Sistema de Ayuda Visual (Reducción al 99.3%)	0	S/. 6,708.6	S/. 6,653.1	S/. 6,721.6	S/. 6,660.9
Inversión por el Sistema de Ayuda Visual	S/. -9,869.0	-	-	-	-
Flujo de Caja Económico	S/. -9,869.0	S/. 6,708.6	S/. 6,653.1	S/. 6,721.6	S/. 6,660.9
Flujo Acumulado	S/. -9,869.0	S/. -3,160	S/. 3,493	S/. 10,214	S/. 16,875

Fuente: Elaboración propia

PASO 6: Evaluación de la efectividad

Evaluación Económica del Proyecto

Indicadores económicos

Indicador	Valor	Obs
Tasa de descuento (mensual)	0.58%	Tasa Anual 7.16% del Sector Rubber& Tires (Cost of capital - Global) obtenido de http://www.damodaran.com
VAN	S/ 36,231.51	VAN > 0, se considera que el proyecto es viable.
TIR	56%	Es mayor que la tasa de descuento, por tanto se considera que el proyecto es viable.
Beneficio / Costo	3.67	B/C > 1, lo cual indica que las mejoras son económicamente viables.
Periodo de recuperación (meses)	1.5	La recuperación de la inversión se da en 1.5 meses (Enero).

Fuente: Elaboración propia

Una vez hallado que los indicadores económicos del proyecto son favorables, con esto concluimos que su desarrollo resulta viable y trae los beneficios esperados.

PASO 7: Estandarización y permanencia

Plan de actividades para estandarizar y establecer los controles de las contramedidas implementadas.

¿POR QUÉ?	¿QUÉ?	¿QUIÉN?	¿DÓNDE?	¿CUÁNDO?	¿CÓMO?
OBJETIVO	PUNTO	RESPONSABLE	LUGAR	PERIODO	MÉTODO
Estandarizar los cambios implementados en la operación de 1er corte	Elaborar la especificación de trabajo y el SOP (Procedimiento estándar de operaciones).	Ing. Industrial	Oficina de Manufactura Tubuladora de 8"	Enero 2017	Elaborar la especificación de trabajo de las nuevas operaciones en el 1er corte en la tubuladora de 8" empleando la ayuda visual. Hacer conocer y publicar el SOP en zona de trabajo.
	Verificar el tiempo estándar de la operación en 1er corte con la ayuda visual.	Ing. Industrial	Tubuladora de 8"	Enero 2017	Verificar si los tiempos de operación se mantienen. En caso contrario se debe calcular un nuevo tiempo estándar y oficializar esta modificación.
	Dar capacitaciones al personal obrero sobre la generación de devueltos.	Ing. Industrial Producción	Sala de capacitaciones	Enero 2017	Se deberá dar conocimientos sobre el estatus de la generación de devueltos. Dar conocer su importancia y continuar en concientizar a los obreros con respecto a la reducción del reproceso de los materiales.
Establecer controles	Controlar la variación de la longitud del 1er corte.	Ing. De Calidad	Tubuladora de 8"	A partir de Enero 2017	Los inspectores de calidad se encargarán de escoger aleatoriamente los rodantes o costados para medir sus longitudes y verificar que se encuentren dentro de lo especificado.
	Llevar control mensual de los devueltos generados en planta.	Ing. Industrial Producción	Oficina de Manufactura Planta	A partir de Enero 2017	El supervisor de producción deberá pesar y llevar un registro diario de los kilos de devueltos generados. Ing. Industrial deberá realizar el análisis respectivos y elaborar los reportes e indicadores.
	Verificar el correcto funcionamiento del Sistema de Ayuda Visual.	Producción Ing. De Mantenimiento	Tubuladora de 8"	A partir de Enero 2017	El supervisor de producción debe informar cualquier anomalía que pueda presentar el Sistema de Ayuda Visual. Ing. De Mantenimiento deberá verificar el buen estado de los equipos y resolver cualquier desperfecto o falla.



CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Prueba de hipótesis

Variable independiente

La aplicación de “La metodología PHVA”.

$$\frac{\text{Nº de pasos aplicados}}{4 \text{ pasos}} = \frac{4 \text{ pasos aplicados}}{4 \text{ pasos}} = \textit{Concluido}$$

Variable dependiente

Cantidad de kilos mensuales de material reprocesado y del costo mensual (S/.) que éste genera.

% Variación de los kilos promedio mensual de material a reprocesar

$$\frac{\Delta \text{ Kg mes}}{\text{Kg promedio mes antes de PHVA}} = \frac{-11,727.9 \text{ kg}}{164,689 \text{ kg}} = -7.1\%$$

% de variación del costo promedio mensual (S/.) del material a reprocesar

$$\frac{\Delta \text{ costo mes}}{\text{Costo promedio mes antes de PHVA}} = \frac{-S/.6,450.4}{S/.90,579} = -7.1\%$$

Contrastación de la hipótesis

Hipótesis nula:

La aplicación de “La metodología PHVA” no permitirá reducir el material a reprocesar del proceso productivo en la empresa Lima Caucho S.A.

Hipótesis de la investigación:

La aplicación de “La metodología PHVA” permitirá reducir el material a reprocesar del proceso productivo en la empresa Lima Caucho S.A.

Como hemos podido observar, los resultados obtenidos después de aplicar la metodología PHVA se logró reducir la cantidad de kilos de devueltos generados por error y la alta variación en el 1er corte de los rodantes y costados, por tanto se disminuyó la cantidad de kilos de material (compuesto de caucho) a reprocesar y por ende se obtuvo una reducción con respecto a los costos que genera el elaborar el compuesto de caucho laminado.

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se acepta la hipótesis de la investigación (H1), con la aplicación de la metodología PHVA se logró reducir los devueltos por cortes de rodantes y costados en un 32.6%, y por tanto también se disminuyó los kilos promedio mensual de reproceso de materiales (compuesto de caucho laminado) en un 7.1%.
- Después de implementar un sistema de ayuda visual para mejorar la precisión de la operación del 1er corte, se logró reducir este exceso de devueltos en un 99.3%, logrando un ahorro de S/.6,603 al mes aproximadamente, que anualmente asciende a S/.79,240.
- Según los resultados obtenidos del muestreo del mes de octubre, se determinó que el tipo de devuelto más crítico viene a ser por cortes de rodantes y costados, lo cuales representan el 21% del total generado en el mes.
- Según el muestreo realizado en el mes de noviembre, el exceso de material devuelto por cortes de rodantes y costados asciende a 12,094kg, cantidad que representa el 34% del total generado de este tipo de material a reprocesar.

Recomendaciones

- Se recomienda continuar con los controles y estandarizaciones establecidas en el paso n°7, para asegurar la permanencia de las contramedidas implementadas.
- Se debe derivar como nuevo proyecto la posibilidad de rediseñar la mesa de corte de la máquina Cortadora de Rodantes y poder reducir la diferencia de la longitud de material que se obtiene entre el 1er y 2do corte.
- Se debe involucrar más al personal operativo de planta mediante capacitaciones periódicas, para lograr mayor alcance y conocimientos sobre cualquier problema abordado para poder solucionarlo.
- Se debe continuar con el ciclo de mejora continua en la reducción de los materiales a reprocesar, abarcando los tipos de devueltos que le siguen en importancia analizado en esta investigación.

ANEXOS

Título : APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PHVA PARA REDUCIR EL COMPUESTO DE CAUCHO A REPROCESAR EN LA EMPRESA LIMA CAUCHO S.A.

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INDICES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<i>Problema Principal</i>	<i>Objetivo General</i>	<i>Hipótesis General</i>						
¿La aplicación de "La metodología PHVA" permitirá reducir el compuesto de caucho a reprocesar del proceso productivo?	Este proyecto de investigación tiene como objetivo aplicar "La metodología PHVA" para reducir el compuesto de caucho a reprocesar generado en la producción de neumáticos en la empresa LIMA CAUCHO S.A.	La aplicación de "La metodología PHVA" permitirá reducir el compuesto de caucho a reprocesar del proceso productivo en la empresa Lima Caucho S.A.	Variables independiente es:	Nivel de avance de la aplicación "La metodología PHVA"	$\frac{N^{\circ} \text{ de pasos aplicados}}{4 \text{ Pasos}}$	Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de investigación: Descriptiva Correlativa Diseño de la investigación: No experimental	La técnica que se utiliza es la observación directa, recolección de datos y análisis de estos, uso de recursos tecnológicos para el desarrollo del proyecto.	Se empleó medios tecnológicos como las computadoras e internet, manuales, libros, instrumentos de medición, balanzas, guinchas, etc.
			Variables dependiente es:					
			Kilos promedio mensual del compuesto de caucho reprocesado y del costo promedio mensual (S/.) que genera.	% de variación del costo promedio mensual (S/.) del material a reprocesar	$\frac{\Delta \text{ Kg mes}}{\text{Kg promedio mes antes de PHVA}}$ $\frac{\Delta \text{ Costo mes}}{\text{Costo promedio mes antes de PHVA}}$			



GRACIAS