

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del tutor

Santiago de Cali, Agosto 2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Santiago de Cali, Agosto 2016

DEDICATORIA

A Nuestros Padres: Socorro, Alberto, Mary y Sebastián, por apoyarnos siempre, gracias por su compañía, amor y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por iluminar día a día nuestro camino, por permitirnos llegar hasta este punto, por colocar en nuestro camino personas de luz que nos enseñan cada día algo nuevo, agradecemos a nuestros Padres por su constante apoyo, su amor, su dedicación y la compañía que nos brindan siempre, gracias a ustedes todo es posible; a nuestros Docentes por darnos los pilares que fundamentaron nuestra profesión, no les fallaremos, a nuestro director el Ingeniero Oscar Rubiano. PhD, quien nos guio para la construcción de este documento, y a nuestros compañeros y amigos Jennifer y Gilbert, muchas gracias por ser nuestros cómplices en esta carrera.

RESUMEN

Este trabajo representa el funcionamiento de una cadena de suministro de la industria Metalmecánica para una empresa productora de partes y repuestos para motocicletas ubicada en la ciudad de Pradera Valle del Cauca, donde se presentan grandes desperdicios, lo que afecta los tiempos de entrega, nivel de servicio, y nivel de cumplimiento de despacho.

Inicialmente se recopilan datos e información dentro de la empresa, luego se realizará una matriz producto – proceso para seleccionar la familia de productos, a continuación un análisis ABC bi - criterio para seleccionar el cliente, y con una matriz ponderada se selecciona el proveedor, se utilizan herramientas como SIPOC Y VOC (la voz del cliente) para la construcción de una caracterización completa de cada componente (eslabón) de la cadena de suministro.

Una vez se cuente con las tres empresas que interactúan se realiza un análisis global con el Macro Value Stream Mapping para identificar las actividades que agregan valor al producto y finalmente se plantean escenarios donde se aplican herramientas Lean para mejorar el flujo, tanto al interior de cada eslabón como en la interacción entre los eslabones, para validación y análisis se construye un modelo de simulación para evaluar los escenarios y el impacto en los indicadores de desempeño establecidos.

**PROPUESTA DE APLICACIÓN Y SIMULACIÓN PARA LA MEJORA DE LOS
FLUJOS DE UNA CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR METALMECÁNICO
UTILIZANDO LA HERRAMIENTA MACRO VALUE STREAM MAPPING**

**ELIANA ALMAGRO ESCOBAR. CÓDIGO 201052816
ANDREA FERNANDA DÍAZ HERNÁNDEZ. CÓDIGO 201052817**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA INDUSTRIAL
PALMIRA
2016**

**PROPUESTA DE APLICACIÓN Y SIMULACIÓN PARA LA MEJORA DE LOS
FLUJOS DE UNA CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR METALMECÁNICO
UTILIZANDO LA HERRAMIENTA MACRO VALUE STREAM MAPPING**

**ELIANA ALMAGRO ESCOBAR. CÓDIGO 201052816
ANDREA FERNANDA DÍAZ HERNÁNDEZ. CÓDIGO 201052817**

TRABAJO DE GRADO

**DIRECTOR
OSCAR RUBIANO OVALLE
PHD DOCTOR EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA INDUSTRIAL
PALMIRA
2016**

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	17
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
2. OBJETIVOS	26
2.1.OBJETIVO GENERAL.....	26
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	26
3. MARCO REFERENCIAL	27
3.1. LEAN MANUFACTURING	27
3.1.1. Conceptos y Generalidades.	27
3.1.2. Aplicación del concepto lean.....	27
3.2. LEAN THINKING Y LEAN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....	27
3.2.1. Herramientas de aplicación lean para Manufacturing.....	28
3.2.2. Value stream mapping	28
3.2.2.1 Metodología aplicada.....	28
3.2.3. Macro value stream mapping.....	30
3.2.4. Sipoc.....	31
3.2.5. VOC (Voice of the Customer).....	31
3.3. METODOLOGIA DETALLADA MACRO VSM.....	30
3.4. PROPUESTA DE SIMULACIÓN.....	32
3.4.1. Software de simulación ProModel -componente Process Simulator.....	32
3.4.2. Simulación del Macro Value Stream Mapping.....	32
4. PRINCIPIOS Y HERRAMIENTAS LEAN	32
4.1. HERRAMIENTAS DE PRODUCCIÓN AJUSTADA, LEAN MANUFACTURING.....	32
4.2. LAS 5S	33
4.3. POKA-YOKE	34
4.4. ESTANDARIZACIÓN.....	34
4.5. CÉLULA DE TRABAJO	34
4.6. KANBAN.....	35
4.7. KAIZEN	35
4.8. SIX SIGMA	35
5. DEFINICIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	36
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	36

5.1.1. RESEÑA HISTÓRICA DE INDUSTRIAS COLREMO LTDA	36
5.2. VISIÓN	37
5.3. MISIÓN.....	37
5.4. POLÍTICAS DE CALIDAD.....	37
5.5. VALORES.....	38
5.6. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	38
5.7.PRODUCTOS.....	35
5.8. LÍNEA DE COMERCIALIZACIÓN	39
5.9. MERCADO	39
5.10. SIPOC	40
6. ESLABON UNO DE LA MACROCADENA INDUSTRIAS COLREMO LTDA.....	40
6.1. MEDICIÓN Y SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	40
6.2. VOZ DEL CLIENTE (VOC)	40
6.3. RESULTADO Y ANÁLISIS	41
6.4. DIAGRAMA DE ÁRBOL VOZ DEL CLIENTE.....	43
6.5. IDENTIFICACIÓN DE LA FAMILIA DE PRODUCTOS	46
6.6. CLASIFICACIÓN ABC PARA FAMILIAS PRODUCIDAS POR INDUSTRIAS COLREMO LTDA.	47
6.7. MATRIZ PRODUCTO-PROCESO	49
6.8. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	50
6.9. MAPEO DE LA CADENA DE VALOR (VSM) INDUSTRIAS COLREMO LTDA.....	52
6.10. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	54
6.10.1. Takt time	55
6.10.2. Tipos de despilfarros.....	56
6.10.3. Distribución en planta.....	57
6.10.4. Capacidad de Proceso	57
7. ESLABÓN DOS DE LA MACROCADENA (CLIENTE).....	60
7.1. DESCRIPCIÓN DEL CLIENTE	60
7.2. MISIÓN:.....	62
7.3. VISIÓN:	62
7.4. OBJETIVO:.....	62
7.5. MAPEO DE LA CADENA DE VALOR (VSM) CLIENTE.	63
7.6. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL CLIENTE	64
8. ESLABÓN TRES DE LA MACROCADENA (PROVEEDOR)	64
8.1. DESCRIPCIÓN DEL PROVEEDOR	64

8.2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROVEEDOR.....	65
8.3. MAPEO DE LA CADENA DE VALOR ACTUAL (VSM) PROVEEDOR	66
9. MACROCADENA	69
9.1. MAPEO (MVSM) MACRO VALUE STREAM MAPPING	69
9.2. ACCIONES FÍSICAS PARA LA FABRICACIÓN DE UN EJE.....	69
9.3. LÍNEA DE TIEMPO.....	71
9.4. MVSM CADENA DE SUMINISTRO DE EJES - ANÁLISIS	71
9.5. ESCENARIOS PARA LA MEJORA DE LA MACRO CADENA.....	73
9.5.1. OPORTUNIDADES DE MEJORA	74
9.6. ESTADO FUTURO	75
9.7. VSM DEL ESTADO FUTURO INDUSTRIAS COLREMO LTDA.	76
9.8. CONSTRUCCIÓN MODELO DE SIMULACIÓN	82
9.8.1. Process Simulator.....	82
9.8.2. Descripción del proceso de simulación	82
9.9. VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN	84
10. INDICADORES DE DESEMPEÑO	86
11. ANÁLISIS Y RESULTADOS	87
11.1. RESULTADO Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO UNO.....	91
12. CONCLUSIONES.....	97
13. BIBLIOGRAFIA.....	99
14. ANEXOS	105

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de pedido actual Industrias Colremo Ltda.	20
Figura 2. Gráfica indicador de cumplimiento de despacho año 2014	21
Figura 3. Gráfica indicador de nivel de servicio año 2014	22
Figura 4. Gráfica indicador de devoluciones año 2014	23
Figura 5. Metodología para la construcción del VSM	29
Figura 6. Simbología VSM	30
Figura 7. VOC resultados pregunta 1	41
Figura 8. VOC resultados pregunta 2	41
Figura 9. VOC resultados pregunta 3	42
Figura 10. VOC resultados pregunta 4	42
Figura 11 VOC resultados pregunta 5	43
Figura 12. Diagrama de Árbol Voz del Cliente para almacenes de repuestos para motos	45
Figura 13 Línea de fabricación Colremo LTDA	46
Figura 14. Geometría de una Motocicleta	50
Figura 15. Esquema de componentes de un Kit de Tijera	51
Figura 16. Flujograma proceso de fabricación de Ejes	51
Figura 17. Iconos representacion gráfica visio 2010	52
Figura 18. Mapeo actual VSM Colremo Ltda.	53
Figura 19. Tiempos de ciclo vs el takt time	56
Figura 20. Diagrama de Recorrido	59
Figura 21 Mapeo de la cadena de valor (VSM) cliente	63
Figura 22. Mapeo de la cadena de valor actual (VSM) proveedor	66
Figura 23 Ciclo de pedido Aceros Industriales S.A	68
Figura 24. Línea de tiempo	71
Figura 25. MVSM Cadena de suministro de ejes	72
Figura 26 . VSM estado futuro COLREMO LTDA	78
Figura 27. Propuesta Nueva distribución en planta Industrias Colremo Ltda	79
Figura 28. MVSM Escenario 2.	80
Figura 29. Propiedades por actividad –Process Simulator	83
Figura 30. Simulación MVSM	84

Figura 31. Simulación del Escenario uno industrias COLREMO LTDA	85
Figura 32. Resultado numérico luego de la simulación empresa COLREMO LTDA.....	87
Figura 33. Gráfico de tiempo simulación eslabón uno Colremo Ltda.....	90
Figura 34. Gráficos de Capacidad por Actividad o Proceso (1, 2, 3,4)	91
Figura 35. Gráficos de Capacidad por Actividad o Proceso (5, 6,7)	92
Figura 36. Gráfica % Utilización de los recursos en la Simulación	93
Figura 37. Resultados de la Capacidad individual de las actividades.....	94
Figura 38. Gráfica simulación mapeo extendido unidades vs tiempo	96
Figura 39. Resultado numérico luego de la simulación empresa escenario uno	97
Figura 40. Gráfico de tiempo de ciclo vs takt time estado actual	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. SIPOC área Metalmecánica Industrias Colremo Ltda.	40
Tabla 2. Siglas Diagrama de Árbol VOC.....	44
Tabla 3. Clasificación ABC	48
Tabla 4. Matriz producto-proceso COLREMO LTDA.....	49
Tabla 5. Datos obtenidos situación actual Industrias Colremo Ltda.	54
Tabla 6. Capacidades Procesos en unidades	57
Tabla 7. Matriz ABC bi-criterio selección de cliente	60
Tabla 8. Reclasificación Bi- Criterio.	61
Tabla 9. Matriz de criterios para la selección del proveedor.....	64
Tabla 10. Acciones Físicas requeridas para la fabricación de un eje a lo largo de la cadena de suministro.....	70
Tabla 11. Descripción escenario uno	73
Tabla 12. Descripción escenario dos	74
Tabla 13. Indicadores de Desempeño	86
Tabla 14. Comparación de indicadores dentro de los escenarios	87
Tabla 15. Resultados simulación Colremo VSM (Routing).....	88
Tabla 16 Resultados simulación Colremo VSM (Activities)	89
Tabla 17. Resultados simulación Macro cadena (MVSM)-Routing.....	95
Tabla 18. Tiempo de ciclo vs takt time estado actual	97

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta VOC- COLREMO LTDA.....	105
Anexo 2 Población para determinar VOC	106

GLOSARIO

ARRIVAL (llegada): propiedad que permite identificar la entidad o actividad como llegada.

ENTIDADES FICTICIAS O LOCACIONES FICTICIAS: como buffer que son las que acumulan en cada proceso de acuerdo a las cantidades que se ejecutan

FIFO: (primero en entrar, primero en salir), se refiere a que el material que primero es almacenado, es el primero que debe ser consumido.

LOGIC- BUILDER LOGIC (CONSTRUCTOR LÓGICO): es una propiedad que añade lógica básica al modelo para el uso de recursos y aumentar o disminuir la variable WIP.

MRP: Planeación de requerimientos de materiales.

MVSM: Macro Value Stream Mapping.

NVA: identificación de actividades que no agregan valor.

PROCESS SIMULATOR: complemento Microsoft® Visio®, Mapas de Cadena de Valor, y Diagramas de Flujo

ROUTING (ENRUTAMIENTO): propiedad de conexión a cada entidad o proceso que define la ruta en este caso del producto (eje).

ROUTING O ARRIVAL: ejecuta un bloque de encaminamiento para la entidad de procesamiento (Caso en particular –eje).

SISTEMA PULL:(Jalar), sistema de producción en que se repone lo que se sabe que se vendió, este sistema se activa con información clara sobre la demanda, en éste sistema se produce en lotes pequeños.

SISTEMA PUSH: (empujar) sistema de producción en que se fabrica lo que se cree que se va a vender, la información que activa la fabricación son los pronósticos y se asocia con los sistemas MRP. Se caracteriza por altos niveles de inventarios y grandes lotes de producción.

STORAGE: permiten acumular o almacenar de manera permanente en los diferentes procesos, a éste se le asigna la cantidad específica).

SUPERMECADO: Son espacios asignados para mantener un stock controlado de unidades cerca a los procesos que lo requieren.

VA: identificación de actividades que agregan valor

VMS: Value stream mapping

VOC: voz del cliente

WIP: Material en proceso

INTRODUCCIÓN

Como parte de su estrategia de operaciones las empresas buscan conocer y entender el flujo de información y de materiales necesarios para que el producto o servicio logre llegar al cliente en el tiempo establecido, con la calidad requerida y con el menor costo posible. En este proceso es necesario identificar aquellas actividades y pasos que no agregan valor desde el punto de vista del cliente, para tomar las medidas necesarias que permitan mejorar el proceso productivo y mejorar la forma en que interactúan los eslabones a lo largo de toda la cadena de suministro, impactando por ejemplo, el desempeño en el transporte de materiales, la planeación y programación de la producción¹, el procesamiento de la información, la gestión de los inventarios, etc., que impactan el flujo de valor a los clientes finales.

Lean Thinking es una filosofía que busca optimizar procesos, eliminar desperdicios y con ello reducir el número de actividades que no generan valor para el cliente a lo largo de una cadena de abastecimiento. Esta filosofía contiene un abanico de herramientas que permite aparte de reducir desperdicios, sincronizar operaciones entre el proveedor, productor y cliente². La herramienta Lean Supply Chain es la aplicación de Lean Thinking en una cadena de suministro y con ello se busca optimizar los procesos de fabricación mediante la eliminación de despilfarros como residuos y pasos que no aporten valor. Entre los primeros pasos de la aplicación de la filosofía Lean, está el conocimiento de la cadena de valor, donde se usa la herramienta Value Stream Mapping (VSM). El VSM permite representar la cadena de valor objeto de estudio, con el fin de visualizar y medir el desempeño de los procesos, analizarlos, e identificar oportunidades de mejoramiento basadas en la ganancia de flujo. La fortaleza de esta herramienta es destacar la interacción entre los flujos de información y los flujos físicos³. El objetivo de la presente investigación es la construcción de un Macro Value Stream Mapping donde inicialmente se identificará la familia de productos a analizar, productos clase A, seguidamente se realizará en mapeo de la situación actual identificando los inventarios entre operaciones, flujo de material e información, una vez realizado en el Macro Value Stream Mapping se deben identificar los procesos cuellos de botella, desperdicios de productos y recursos, posteriormente se plantearán alternativas de solución y finalmente se simularán los posibles escenarios de mejora teniendo como referencia el impacto en los indicadores definidos.

¹ NASAB, H. Hosseini, et al. Finding a probabilistic approach to analyze lean manufacturing. Journal of Cleaner Production, 2012, vol. 29, no Complete, p. 73-81.

² JONES, Daniel T.; WOMACK, James P. Seeing the whole: Mapping the extended value stream. Lean Enterprise Institute, 2002

³ Ibid, p. 9.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La cadena de suministros involucra todo el proceso productivo desde el inicio en el proveedor hasta que llega al cliente, que satisface su necesidad haciendo uso de un bien o un servicio. Los proveedores, fabricantes y consumidores cada vez están más relacionados según el nivel de la demanda que hace referencia a la cantidad de productos demandados, durante todo este ciclo, se llevan a cabo procesos logísticos: intercambios de materiales, de información, entre otros⁴.

Los flujos de la cadena de suministros dependen de los proveedores y de las solicitudes de los clientes para el cumplimiento en la entrega de los pedidos la cual va ligada a los costos y al nivel de servicio requerido. Subbakrishna (2002)⁵ encontró que el punto débil de la cadena de suministros se centra en el número de transferencias de mercancías entre fabricante y cliente, estas pueden ser actividades o flujos de información, lo que concierne a las demoras en las entregas del producto terminado o a reducción en el número de las cantidades solicitadas.

Mercados diversos y cada vez más cambiantes es a lo que se enfrentan las empresas, con clientes que buscan pagar menos por productos de calidad que satisfagan sus necesidades con diferentes opciones, por esta razón, se crea la necesidad de estudiar herramientas como el Macro Value Stream Mapping que permita analizar la cadena de suministro e identificar oportunidades de mejora que lleven a las empresas a mejorar sus flujos logrando ser más competitivas, eficientes, mejorar su productividad, sin sacrificar la calidad de sus productos y sin afectar la satisfacción de las necesidades de sus clientes⁶. La presente investigación se abordará en el sector metalmecánico, que en Colombia ha sido uno de los sectores económicos más afectados por la firma de los tratados de libre comercio, los cuales han dado paso a importaciones de productos de países como Chile, El Salvador, Guatemala, México y en los últimos años China, que cuentan con sistemas productivos más eficientes y que les permiten ofrecer, asumiendo gastos logísticos mejores precios que los nacionales, este aspecto refleja para este sector la necesidad urgente de ser más competitivos en sus procesos y mejorar sus capacidades de producción⁷.

La empresa seleccionada se dedica a la fabricación de partes y repuestos para motocicletas, con cerca de mil referencias en su lista de producción, atiende clientes tanto a nivel nacional como internacional. Actualmente los tiempos de entrega oscilan entre 10 y 15 días, que se describe en la Figura 1 ciclo de pedido actual Colremo Ltda. Este ciclo

⁴ BALLOU, Ronald Logística de los negocios y la cadena de suministros. En: Logística: Administración de la cadena de suministro. 5 ed Pearson Educación, 2004 p 5.

⁵ MARTHA, J. s. subbakrishna.(2002),“targeting a just-in-case supply Chain for the inevitable Next Disaster,”. Supply Chain Management Review, no 9-10.

⁶ BALLOU.Op.cit., p. 7.

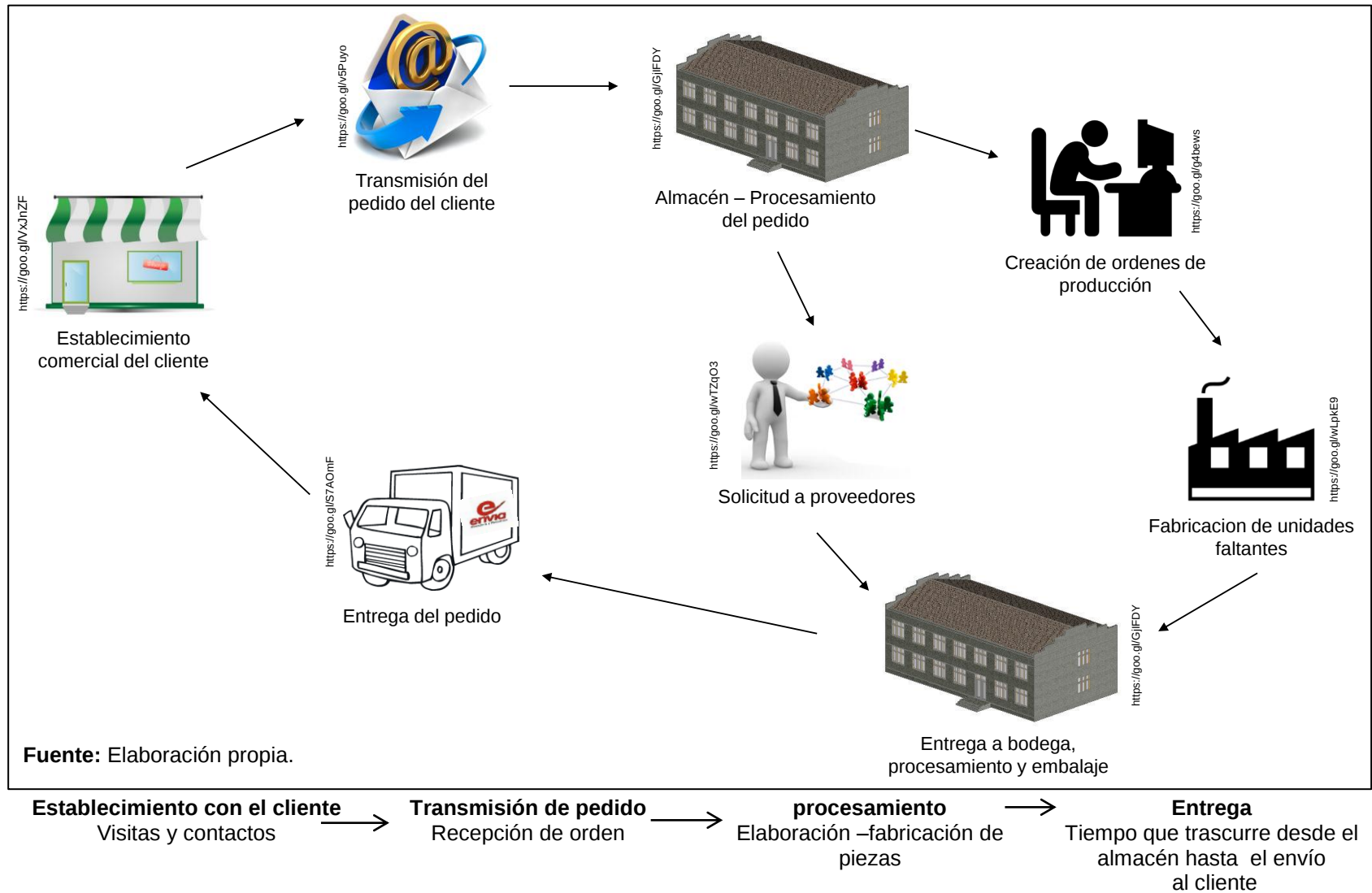
⁷ ARCHILA Andrés. Situacion actual de la industria Metalmecanica ante los TLC. En: Metal Actual. Noviembre 2011 no.18, p. 12.

inicia con la visita al establecimiento del minorista por parte del asesor comercial, quien entrega la lista de productos y precios, herramienta que utiliza el cliente para crear un boceto de su pedido, una vez que el cliente establece sus necesidades el asesor comercial organiza el pedido (lo digita) y lo envía a la empresa por correo electrónico o por fax. Al llegar a la empresa se imprimen y son revisados por la coordinadora logística quien separa los productos que son comercializados y los que se fabrican dentro de la empresa para determinar las unidades faltantes y entregar este listado a la planta donde inicia el proceso de fabricación, por directrices de la empresa las ordenes de producción de la planta son iniciadas los días lunes y finalizadas los días viernes, es decir las ordenes de producción de esta semana corresponden a pedidos tomados hace una semana y se despacharan la semana que sigue. Una vez finalizada la orden de producción se entrega a la bodega donde realizan el proceso de embalaje y acondicionamiento para su despacho, que se hace a través de la transportadora Envía Colvanes.

Para seguimiento y control de las actividades y procedimientos la empresa cuenta con indicadores que muestran cuantitativamente los de servicio, satisfacción del cliente y entregas a tiempo, la figura 1, figura 2 , figura 3 y figura 4 muestran el comportamiento del indicador durante el año 2014, respectivamente, esto identifica el bajo nivel y la reducción periódica de estos lo que representan en gran medida, el incremento en los costos y la reducción en el número de clientes, teniendo en cuenta que la competencia directa de la empresa tiene tiempos de entrega inferior a 5 días hábiles⁸.

⁸ IMBRA Repuestos [en línea] (2012).citado [octubre2014].Disponible En internet: <<https://www.youtube.com/watch?v=waYfFalc1c>>

Figura 1. Ciclo de pedido actual Industrias Colremo Ltda.

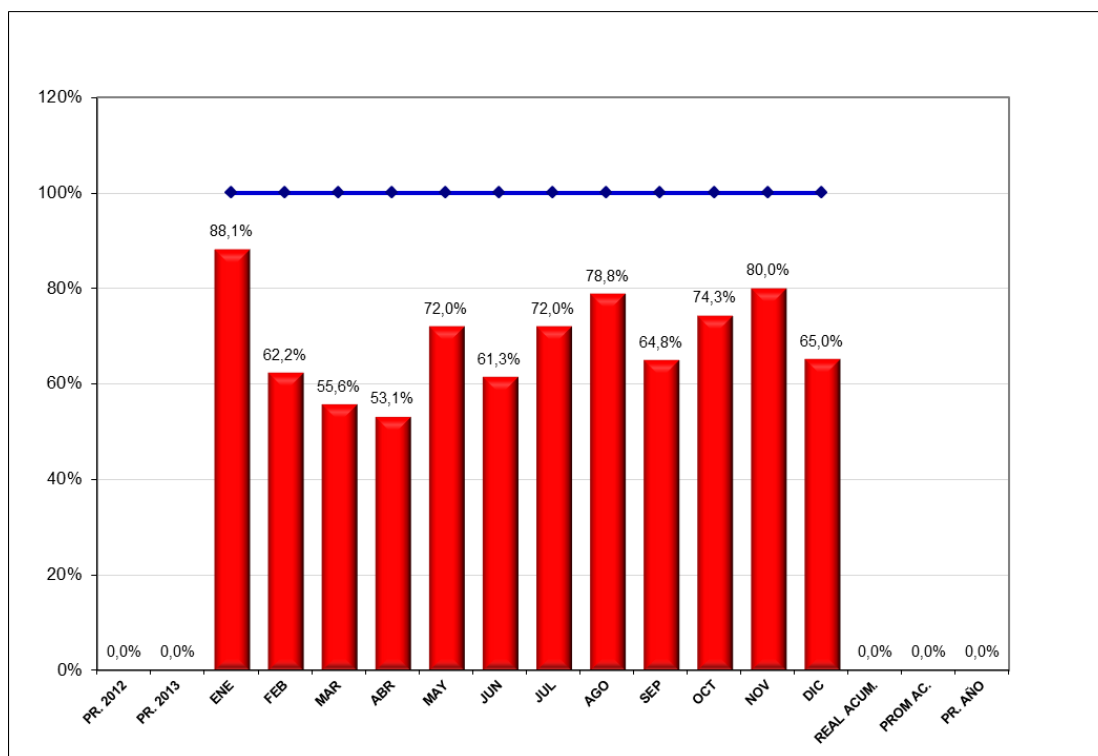


Como medida de control y verificación en el cumplimiento y satisfacción del cliente con relación a la solicitud y recepción del pedido se han establecido indicadores dentro de la cadena de suministros que permiten cuantificar y evaluar a lo largo del tiempo el cumplimiento de los pedidos:

Indicador	Fórmula
Nivel cumplimiento despacho	$\frac{\text{Número de despachos a tiempo}}{\text{número total despachos}}$
Nivel de servicio	$\frac{\text{Despachos entregados perfectos}}{\text{total de despachos}}$
Devoluciones	$\frac{\text{Número de devoluciones}}{\text{total de entregas}}$

De acuerdo con estos indicadores del año 2014 se obtiene:

Figura 2. Gráfica indicador de cumplimiento de despacho año 2014



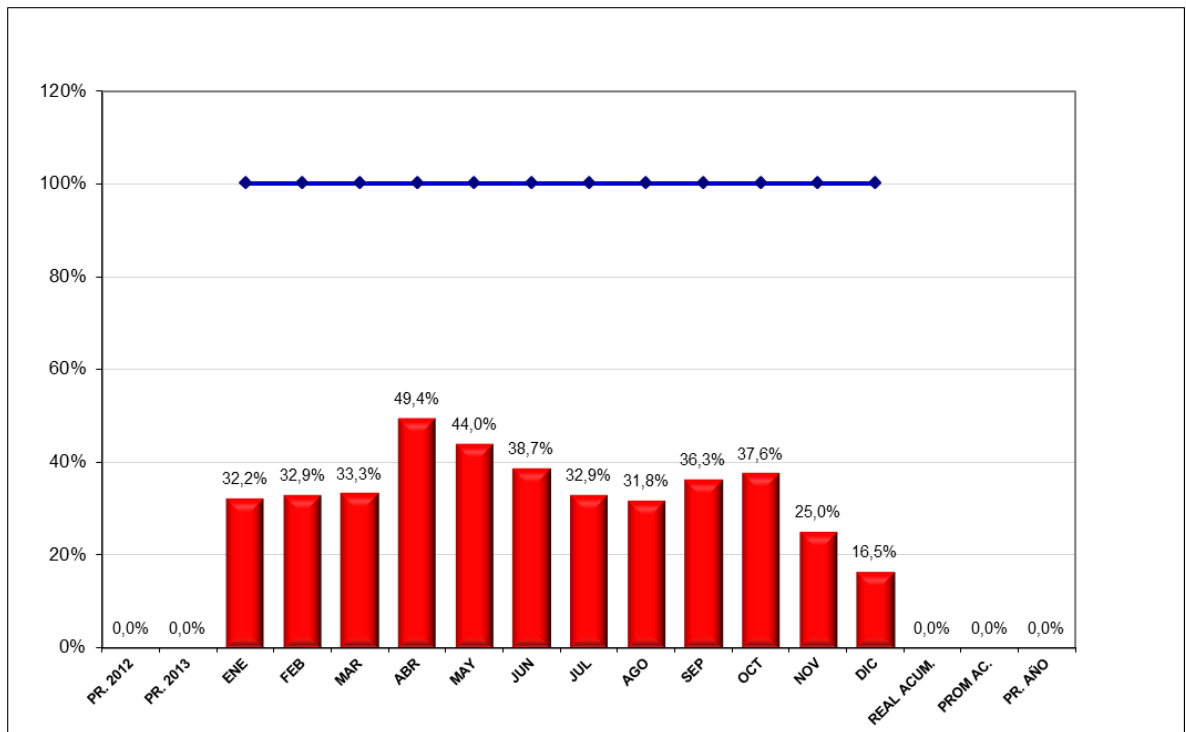
INDICADOR: Nivel cumplimiento despacho

Fuente: seguimiento objetivos logística Colremo Ltda.

**Estos indicadores son calculados por meses (periodicidad) llevando un registro y control por año.*

En la Figura 2, se observa un comportamiento en el nivel de despacho que mantiene un promedio superior al 50% durante el año 2014 sin embargo está muy lejos de la meta propuesta para la empresa que es de 100% para cada mes; estas irregularidades pueden deberse al manejo del inventario, al flujo de información de las ordenes de producción y al desarrollo del proceso productivo.

Figura 3 .Gráfica indicador de nivel de servicio año 2014



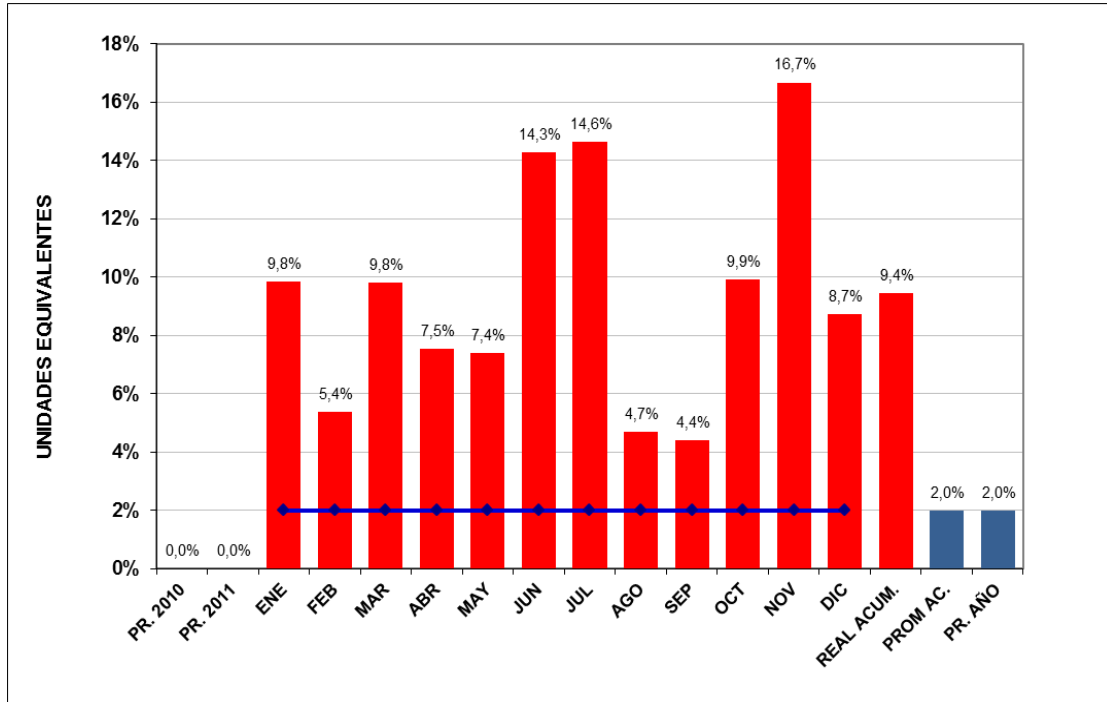
INDICADOR: Nivel de Servicio

Fuente: seguimiento objetivos logística Colremo Ltda.

La Figura 3, representa el cumplimiento o nivel de servicio siendo muy bajo comparado con la meta propuesta que es del 100% lo que indica que no todos los pedidos son despachados o llegan a cliente de manera oportuna y en las condiciones inicialmente establecidas lo que puede conllevar a la inconformidad o insatisfacción del cliente.

El indicador Nivel de servicio se obtiene dividiendo los despachos entregados perfectos que se refiere a los despachos que cumplen con los requisitos del cliente en número de unidades, es decir unidades completas solicitadas sobre el total de despachos, este indicador es de periodicidad mensual.

Figura 4. Gráfica indicador de devoluciones año 2014



INDICADOR: Devoluciones

Fuente: seguimiento objetivos logística Colremo Ltda.

La figura 4, representa el nivel de devoluciones hechas por parte de los clientes durante el año 2014 observando un nivel significativamente alto y muy alejado de la meta propuesta por la dirección de la empresa que es de un 2%, estas devoluciones pueden ocasionar aumento en los costos de envío y reducción en el número de clientes importantes para la empresa.

Toda esta información es muy representativa para la empresa teniendo en cuenta el amplio mercado y la cantidad de competidores de acuerdo a estadísticas generadas por el RUNT (Registro Único Nacional Tributario), a febrero 10 de 2014, Colombia cuenta con un parque automotor de 10.3 millones, de los cuales 5.546.039 corresponde a motocicletas, la estadística agrega que el 91% de las motocicletas matriculadas durante el año 2013 son de cilindraje 180 o menor, segmento de mercado al que apunta la empresa en estudio desde hace 29 años⁹.

⁹ Registro único Nacional de Transito [En línea] 2009. [Citado en: 09 de 11 de 2014.] Disponible en internet: < http://www.runt.com.co/portel/libreria/php/p_estadisticas.php.>

Sin embargo, es un segmento de mercado que cuenta con competencia no solo de fabricación nacional, sino también proveniente de países como China, Japón, India, Corea, Taiwán, quienes han ingresado al país a través de comercializadoras que realizan importaciones de repuestos para motocicletas¹⁰, lo que genera la necesidad de encontrar herramientas que permitan potencializar las actividades que generan valor dentro de su cadena de suministro y eliminar aquellas que generan desperdicios de tiempos, materiales, ya que son estas las que se convierten en mayores tiempos que se traducen en tiempos de entrega más lentos, ocasionando precios más altos, pérdida de competitividad y credibilidad en el mercado.

Considerando lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo puede el uso de la herramienta Macro Value Stream Mapping y la simulación contribuir a la ganancia de flujo de una cadena de abastecimiento del sector metalmecánico?

¹⁰PEREZ VELASQUEZ, Jorge Eduardo. Proceso de evaluación del Mercado de las motocicletas y sus repuestos en Colombia. 2013.

1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las dificultades que infieren en el valor agregado de los procesos, generan que los parámetros que permiten abarcar las expectativas del cliente se afecten de manera negativa entre estos están precios, calidad del producto y tiempos de entrega que pueden hacer que los clientes prefieran otras opciones de compra que ofrecen unos tiempos inferiores a lo cumplido por la empresa, desde el análisis de estos impactos se busca la necesidad de identificar las situaciones donde se presentan limitaciones para el flujo de los procesos en el sector metalmecánico (caso COLREMO LTDA).

Para realizarlo se decidió analizar no solo a la empresa manufacturera sino hacerlo desde el proveedor hasta el cliente final, lo que hace que el impacto y la identificación sea de manera global entre cada eslabón de la cadena de suministro, lo que se busca es generar aspectos positivos como: disminución de tiempos de espera, movimientos innecesarios (transporte y desplazamiento), sobreproducción y exceso de inventarios.

La herramienta seleccionada dentro de la filosofía LEAN MANUFACTURING, es Macro-Value Stream Mapping, realizando tres mapeos de forma individual correspondientes a proveedor-empresa-cliente y al obtener la información de cada uno se logra construir el mapeo extendido.

El impacto de éste proyecto, abarca dentro de su implementación final que las empresas del sector metalmecánico en las que se comparten muchos procesos y similitudes con la empresa seleccionada, identifiquen y logren ganancia de flujo y disminución en todas las actividades que no agregan valor desde el punto de vista del cliente, el objetivo principal del mapeo extendido MVSM es que abarca toda la cadena; un trabajo en conjunto y no individual como ocurre en el VSM.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta de aplicación y simulación del Macro Value Stream Mapping para una cadena de suministro productora de ejes para motocicletas que permita mejorar los flujos y el nivel de impacto en los indicadores de desempeño operativo seleccionados.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir la cadena de suministro y los eslabones mediante herramientas de caracterización y mapeo en la cadena de abastecimiento seleccionada.
- Definir indicadores de desempeño operativo para la cadena de suministro seleccionada.
- Proponer escenarios de mejora para la cadena de suministro seleccionada mediante factores identificados en la caracterización inicial.
- Evaluar los escenarios de las mejores propuestas mediante un modelo de simulación.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing es una herramienta encargada del mejoramiento continuo y que reduce el tiempo desde el momento en que el cliente realiza una orden hasta que el producto o servicio es recibido, esto se logra por medio de la eliminación de desperdicios o actividades que no adicionan valor al proceso productivo, así lo que se espera es un aumento en la productividad de las organizaciones y una reducción en los costos incrementando su rentabilidad¹¹.

3.1.1. Conceptos y Generalidades. Los inicios de la metodología lean fueron en la industria automotriz en los años 50, concretamente en TPS - Toyota Production System se comenzaron a desarrollar herramientas para mejorar el sistema productivo lo que permitió que Toyota se convirtiera en uno de los fabricantes de automóviles más importantes¹². El objetivo principal de la implementación de Lean es un cambio cultural, un compromiso por parte de la gerencia y que por medio de las herramientas se busque no solo oportunidades de mejora sino que generen un cambio estructural en el sistema productivo, dentro del uso de estas herramientas se opta por abarcar cada caso en particular y para su aplicación se establece un diagnóstico, indicadores de seguimiento y generadores de impacto que permitan la verificación¹³.

3.1.2. Aplicación del concepto lean El término Lean ha sido aplicado a entornos diferentes al de la fabricación, así por ejemplo, se han desarrollado investigaciones en torno a Lean Logistic, Lean Construcción, Lean Service, Lean Supply Chain Management, Lean office, entre otras, que difieren una de otras por el entorno en el que están enfocadas pero que se asemejan en el conjunto de herramientas empleadas¹⁴.

3.2. LEAN THINKING Y LEAN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Lean Thinking es definido como un conjunto de herramientas que buscan obtener ganancia de flujo, teniendo en cuenta problemas de calidad y buscar la opción de eliminar cualquier desperdicio en la cadena de abastecimiento que generan aumento en los recursos sin crear ningún valor¹⁵.

¹¹ JONES, Daniel T.; WOMACK, James P. Seeing the whole: Mapping the extended value stream. Lean Enterprise Institute, 2002.

¹² RAJADELL, Manuel; SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Editorial Díaz de Santos SA España. ISBN-10# 8479789670/ISBN-13, 2010, vol. 249322087.

¹³ JONES.Op.cit., p. 10.

¹⁴ TEJEDA, Anne. Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Ciencia y sociedad, 2011, vol. 36, no 2, p. 276-310

¹⁵ YOUSRI, T. A., et al. Lean thinking: Can it improve the outcome of fracture neck of femur patients in a district general hospital. Injury, 2011, vol. 42, no 11, p. 1234-1237.

Lean Supply Chain Management es la aplicación de las herramientas Lean a lo largo de una cadena de abastecimiento, que permite enfocar mejoras a las actividades que se desarrollan entre proveedores, productores y clientes. En el entorno competitivo, muchas empresas se han dado cuenta que mediante la transferencia de sus costos, ya sea, aguas arriba o aguas abajo, en realidad no están aumentando su competitividad ya que al final son absorbidos por el consumidor¹⁶, en este punto es donde Lean Supply Chain Management como herramienta permite aplicar los conceptos de la filosofía lean a lo largo de toda la cadena de suministro¹⁷.

3.2.1. Herramientas de aplicación lean para Manufacturing. Las herramientas de aplicación de Lean Supply Chain management corresponde a todas las herramientas de Lean Manufacturing extendidas más allá de la planta de producción, es decir a lo largo de la cadena de abastecimiento. Algunas de las herramientas más sobresalientes de esta son: Kanban System, Value Stream mapping. Los retos para las empresas y las industrias de fabricación son cada vez mayores estos van desde la calidad, cumplimiento de entregas hasta el aumento en las utilidades, lo que buscan las herramientas es aportar técnicas para el análisis de la cadena productiva que brinde con más facilidad la identificación de las oportunidades de mejora¹⁸.

3.2.2. Value stream mapping. El Value Stream Mapping (VSM) es una herramienta de lean manufacturing muy utilizada para la visualización y proporcionar una análisis y un rediseño de la cadena de valor de la organización, para este se utilizan símbolos y flechas como forma de indicar y mostrar el flujo de inventario en relación a la información necesaria para producir o fabricar el producto o servicio que se entrega al cliente; este flujo también permite observar donde se produce el desperdicio y obtener una evaluación más detallada de todo el proceso de fabricación; permitiendo crear escenarios futuros e identificar los tiempos necesarios para producir una pieza o un producto, los tiempos de ciclo, tiempos de cambio y las actividades innecesarias, etc.¹⁹

Lo que permite el desarrollo de estrategias de implementación para hacer que el estado futuro propuesto pueda ser aplicado de forma efectiva, entre los elementos claves para el mapeo está el cliente y sus necesidades, pasos del proceso, inventario el tiempo takt que es el tiempo de procesamiento de un producto que esta sintonizado con el ritmo de la demanda del cliente, la información y los flujos físicos²⁰.

¹⁶ DAUD, AZMAN. A Study on Lean Supply Chain Implementation in Malaysia's Electrical and Electronics Industry: Practices and Performances. 2010. Tesis Doctoral. USM.

¹⁷ LAMMING, Richard. Squaring lean supply with supply chain management. International Journal of Operations & Production Management, 1996, vol. 16, no 2, p. 183-196.

¹⁸ HAEFNER, Benjamin, et al. Quality Value Stream Mapping. Procedia CIRP, 2014, vol. 17, p. 254-259.

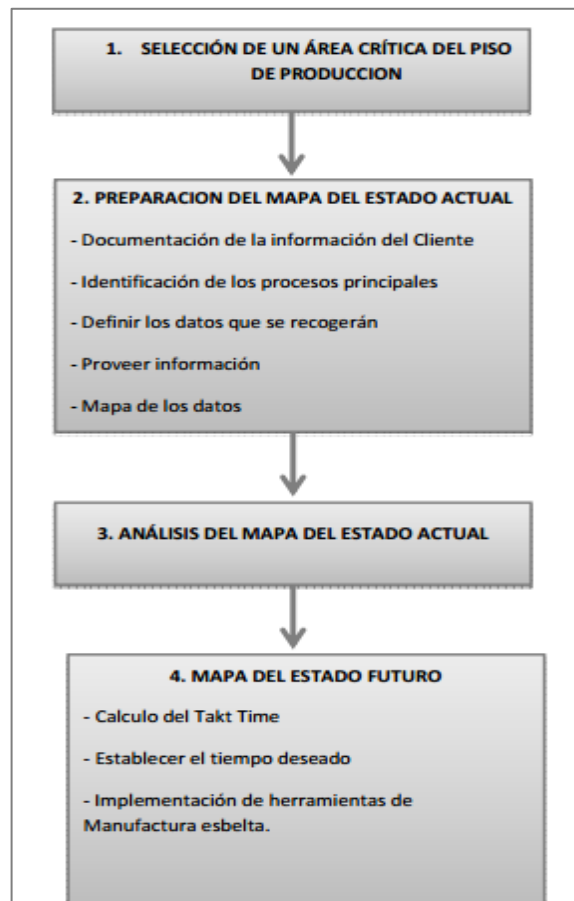
¹⁹ VENKATARAMAN, K., et al. Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. Procedia Materials Science, 2014, vol. 6, p. 1187-1196.

²⁰ JONES, Daniel T.; WOMACK, James P. Seeing the whole: Mapping the extended value stream. Lean Enterprise Institute, 2002.

3.2.2.1 Metodología aplicada

Dentro de la aplicación de la metodología de VSM, se encontró poca información relacionada con la construcción del Macro Value Stream Mapping o mapeo extendido para empresas manufactureras o productoras, para la realización se utilizó la metodología del libro *Seeing the Whole*²¹, luego de la selección del caso empresa, de la familia de productos del cliente y del proveedor, la aplicación del VOC se hizo la caracterización de forma individual para cada eslabón y se recopiló la información suministrada por cada empresa para realizar los tres mapeos, una vez realizados y teniendo los resultados de los parámetros requeridos de tiempos (VA, NVA) se realiza el mapeo extendido correspondiente a el MVSM, y se tiene la ventaja de visualizar en conjunto y no individual como ocurre con el VMS.

Figura 5 Metodología para la construcción del VSM



Fuente: VENDAN, S. P.; SAKTHIDHASAN, K. Reduction of wastages in motor manufacturing industry. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 2010.

²¹ JONES, Daniel T.; WOMACK, James P. *Seeing the whole: Mapping the extended value stream*. Lean Enterprise Institute, 2002.

Figura 6. Simbología VSM



Fuente: engineeringhelps's blog. *engineeringhelps's blog*. [En línea] [Citado el: 2015 de 01 de 05.] <https://goo.gl/KtTBb7>.

3.2.3. Macro value stream Mapping. El macro value stream Mapping (MVSM) es una herramienta que permite una perspectiva más amplia del mapeo, que ayuda a visualizar los pasos del proceso y de los tiempos muertos generados, observando en conjunto el sistema productivo y permitiendo enfocarse en la maximización del flujo global y no en funciones, departamentos o actividades individuales²².

La estructura y técnica para su construcción está basada principalmente en la elección de la familia de productos, el mapeo del estado inicial donde se involucran el flujo de materiales y la información respectiva, luego el mapeo de la situación futura y por último la definición y el planteamiento de un plan de acción y/o de trabajo a realizar²³.

²² FONTANINI, P. S.; PICCHI, Flavio A. Value stream macro mapping—a case study of aluminum windows for construction supply chain. En Twelfth Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 12). 2004. p. 576-587.

²³ SERRANO LASA, Ibon, et al. Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos. Universitat de Girona, 2007.

Sin mejorar la cadena de valor extendida, una organización de proveedores estarán fabricando en masa, lo que implica que los sistemas pull de estas organizaciones no han establecido con sus proveedores verdaderos sistemas de comunicación. En lugar de ello, los proveedores siguen produciendo en grandes lotes y acumulando enormes cantidades de inventario, y este costo se transmite a sus clientes.

El enfoque que la mayoría de las empresas tienen es "presionar" a sus proveedores al exigir precios más bajos; Sin embargo, es importante tener en cuenta que alguien tiene que pagar por la caída en el precio. Esto conduce generalmente a una menor calidad y demoras en el tiempo de entrega; a veces lleva a que los proveedores vayan a la quiebra, aunque no es el interés del cliente. En su lugar, mediante la mejora de la cadena de valor extendida, tanto proveedores pequeños serán fortalecidos y cada uno de los participantes en la cadena de valor se beneficiará²⁴

3.2.4 Sipoc El SIPOC es un diagrama que permite entender el proceso, conocer el nombre del proveedor, la materia prima o material, el proceso para su transformación, la salida o producto a obtener y el cliente, el Sipoc representa el flujo de actividades de una forma visual y sencilla por el desglose de sus siglas Supplier (Proveedor), Input (Entrada), Process (Proceso), Output (Salida), Customer (cliente)²⁵.

3.2.5 VOC (Voice of the Customer) –Voz del Cliente, es una herramienta de investigación cuyo objetivo es recopilar información del cliente y con ello destacar aquellos atributos que tendrán mayor incidencia para la satisfacción del cliente, cuando de oportunidades de mejora se trata.

3.3 METODOLOGIA MACRO VSM

La metodología empleada para el desarrollo de este documento se divide en cuatro etapas, la primera etapa consiste en la descripción y caracterización de las tres empresas que formaran el Macro VSM, para ello se utilizaran herramientas de diagnostico como el SIPOC, Flujo grama de proceso, matriz producto proceso hasta obtener el VSM actual de cada empresa. La segunda etapa esta dedicada a establecer indicadores de desempeño operativo para evaluar la situación actual y medir el impacto de escenarios propuestos, la tercera etapa consistirá en describir escenarios con oportunidades de mejora que generen impacto sobre los indicadores planteados y concluye con la propuesta de un modelo de Simulacion donde se seleccionara un escenario futuro.

²⁴ DOLCEMASCOLO, Darren. *Improving the extended value stream: lean for the entire supply chain*. CRC Press, 2006.

²⁵ Asociación española de calidad [en línea] (2015).Citado en [25 de 10 de 2015] .Disponible en <<http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>>

3.4. PROPUESTA DE SIMULACIÓN

Una técnica experimental que permite validar metodologías propuestas, mediante la comprensión de cómo opera un sistema actual o modelado es la simulación con ella se pueda facilitar el estudio del sistema de interés y analizar situaciones o propuestas planteadas para darse cuenta de cómo podría responder en ciertos casos.

Para validar las alternativas de solución propuestas en la presente investigación se considera necesario utilizar un software que permita realizar un análisis comparativo de las propuestas para elegir la opción que se ajuste a las necesidades planteadas²⁶.

3.4.1. Software de simulación ProModel - componente Process Simulator ProModel es un simulador que permite representar cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística manejo de materiales etc. Utiliza plataforma de Windows®, tiene la combinación perfecta entre facilidad de uso y flexibilidad de aplicaciones complejas. Una vez optimizado el modelo este puede ser utilizado para encontrar los valores claves de los parámetros del modelo, lo que ayuda en la aplicación de lean a encontrar los posibles escenarios que permitan una ganancia de flujo de forma rápida y confiable²⁷.

3.4.2. Simulación del macro value stream mapping. Realizando la simulación del proceso actual y la simulación de las alternativas propuestas, es posible realizar un análisis comparativo, que permita medir el impacto generado por cada alternativa sobre los indicadores de desempeño propuestos para la cadena de suministro en estudio. Para este caso se empleará como Software de simulación ProModel, sin embargo existen otras alternativas como Simio, Process Simulator Simulart, entre otros²⁸.

4. PRINCIPIOS Y HERRAMIENTAS LEAN

4.1 HERRAMIENTAS DE PRODUCCIÓN AJUSTADA, LEAN MANUFACTURING

Existen herramientas para la aplicación de lean Manufacturing en la cadena de suministro, pueden ser usadas en diferentes áreas según sea la situación de la empresa. Cada una tiene características que van desde la facilidad de uso, tiempo de implementación, costo, e impacto generado, a continuación se enumeran y describen dichas herramientas:

²⁶ Simulación dinámica de procesos mediante eventos discretos [en línea] (2012). Citado en [20 de 11 del 2014]. Disponible en: < <http://www.simio-simulacion.es> >

²⁷ ProModel [en línea] (2003). Citado en [09 de 11 del 2014]. Disponible en: < <http://www.promodel.com.mx/promodel.php> >

²⁸ Simulación dinámica de procesos mediante eventos discretos [en línea] (2012). Citado en [20 de 11 del 2014]. Disponible en: < <http://www.simio-simulacion.es> >

4.2 LAS 5S

Es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo. Por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas, equipos y productividad ²⁹

Son principios Japoneses cuyos nombres comienzan por S:

-SEIRI: (seleccionar) se trata de organizar todo, separar lo que sirve de lo que no sirve y clasificar eso último.

- SEITON: (Organizar) consiste en organizar los elementos que se seleccionaron como los que sirven de tal forma que sea fácil encontrarlos, en las estaciones de trabajo facilita el acceso a los elementos de mayor uso.

-SEISO: (Limpiar) realizar la limpieza inicial con el fin de que el operador se identifique con su puesto de trabajo y con las máquinas de su entorno. Así se logrará limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal forma que no haya polvo, salpicaduras o virutas.

-SEIKETSU: (mantener la limpieza) se debe estandarizar las tareas, con procedimientos claramente definidos, fáciles de identificar por los trabajadores, en donde cada quien sepa que hacer y en qué momento.

-SHITSUKE: (sostener la disciplina y seguir mejorando) se debe estandarizar las tareas, y mantenerlos definidos, que sean posibles de identificar por los trabajadores.

²⁹ SACRISTÁN, Francisco Rey. Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo. FC Editorial, 2005.

4.3 POKA-YOKE

"Es una técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés Shingeo Shingo alrededor del año 1960, que significa "a prueba de errores".³⁰ La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar eliminando los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.³¹

4.4 ESTANDARIZACIÓN

La estandarización es la herramienta que permite definir un criterio óptimo y único en la ejecución de una determinada tarea u operación.³²

4.5 CÉLULA DE TRABAJO

Una célula de trabajo es la agrupación de varias máquinas, operaciones o personas organizadas en la secuencia del proceso, su implementación promueve el flujo de una pieza a través de la agrupación para completar un producto o una secuencia importante de la producción³³.

"La célula de manufactura es la combinación más efectiva de operaciones manuales y mecánicas para aumentar el valor añadido y reducir desperdicios"³⁴. Estas permiten flujo de producción continuo, generalmente el equipo de talento humano que se ubica en esta área son operarios polivalentes, capacitados para operar diferentes maquinas, de esta forma permite el mejoramiento del proceso, la disminución de materiales en proceso, disminución de tiempos de fabricación y facilitan el control visual.

Existen diferentes criterios para agrupar o conformar células de manufactura con el objetivo de evaluar el funcionamiento, los mas representativos se refieren a la rentabilidad unitaria por maquina, costos y semejanza de procesos³⁵.

³⁰ RUIZ, Carlos A.; VELÁSQUEZ, Sebastián. Poka-Yoke luminoso para la preparación de kits en la línea de ensamble de motores de RENAULT-Sofasa. 2012.

³¹ Poka Yoke. [En línea], citado en [03 de 2015]. Disponible en:

<[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/pokayo ke/default5.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/pokayo%20ke/default5.asp)>

³² CDI-LEAN. *CDI-LEAN*. [En línea] (2012). citado en [03 de 2015]. Disponible en <<http://www.cdiconsultoria.es/estandarizacion-de-procesos-de-produccion-valencia>>

³³ ORREGO CHANSI, Wilson. Notas diplomado integración logística y mejoramiento de proceso, Universidad Nacional Palmira Abril 2014.

³⁴ Lean 101 Fundamentos básicos. [En línea], citado en [06 de 2016]. Disponible en:

<[goo.gl/ZpdWH 7](http://goo.gl/ZpdWH7)>

³⁵ CORDOVA BARRIOS, Víctor M, *Estudio para la implementación de una celda de manufactura en la industria metalmecánica*, Maestría en ciencias, Instituto Politécnico Nacional. Mexico, 2007.

4.6 KANBAN

Se denomina kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés kankan, aunque pueden ser otro tipo de señales), que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores, y estos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica, y estos con la línea de montaje final.³⁶

4.7 KAIZEN

Kaizen significa “cambio para mejorar” esta filosofía de dirección implica un cambio de cultura que permita evolucionar hacia mejores prácticas es decir mejora continua³⁷.

4.8 SIX SIGMA

Estrategia de mejora continua que busca encontrar la causa de los errores y demoras en los diferentes procesos de una organización, esta estrategia cuenta con diferentes metodologías que se emplean dependiendo el fin que se busca alcanzar, tiene como objeto principal lograr mejorar la calidad de los procesos hasta un nivel seis sigma, es decir 3.4 defectos por millón de oportunidades.³⁸

³⁶ RAJADELL, Manuel; SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Editorial Díaz de Santos SA España. ISBN-10# 8479789670/ISBN-13, 2010, vol. 249322087.

³⁷ RAJADELL, Manuel; SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Editorial Díaz de Santos SA España. ISBN-10# 8479789670/ISBN-13, 2010, vol. 249322087.

³⁸ GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. Control estadístico de calidad y seis sigma/. Humberto Gutiérrez pulido, coautor Román de la Vara Salazar. 2004.

5. DEFINICIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



5.1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE INDUSTRIAS COLREMO LTDA

Fundada por el señor JAIRO DAVILA GONZALEZ, por una solicitud expresa de realizar unas pruebas en fundición de aluminio para elaborar un carril o grips de acelerador para motocicleta y tomando como punto de partida que se logró mejorar la calidad comparado con el patrón original en su aplicación técnica, comenzó su comercialización.

Ese primer producto le dio origen a la posibilidad de que el fundador iniciara una nueva actividad industrial y comercial. Es entonces donde hace su aparición “COLREMO” (COLOMBIANA DE REPUESTOS PARA MOTOS), en Junio de 1985, en el municipio de Pradera, departamento del Valle del Cauca.

En respuesta al tesón y esfuerzo que se le imprimió a la pequeña empresa, poco a poco fueron creciendo en el mercado nacional e internacional. Se diseñaron y se incorporaron más productos, como las tapas y emblemas en aluminio, luego los ejes de rueda y kits de tijera, los cuales comenzaron a comercializarse en los almacenes de repuestos para motocicletas de Cali y demás ciudades del departamento del Valle.

La persistencia y liderazgo del fundador, sumado a la exigente necesidad del mercado de nuevas alternativas que sustituyeran los repuestos importados, que llegaban al país con altos precios, hicieron que el área de diseño trabajara para engrosar la oferta comercial y de este modo la empresa fue expandiendo su mercado en otras ciudades del país, convirtiéndose en uno de los pioneros en la fabricación de repuestos para motocicletas en Colombia, permitiéndole al consumidor final tener otra opción de compra de óptima calidad que hasta ese momento no existía.

Su desarrollo sostenible y su amplia participación en el plano comercial le confirieron identidad e imagen, razones que le han servido para superar las fronteras nacionales. Fue así como a partir del año 2001, se dio inicio al proceso de exportación a países como: Venezuela, Costa Rica, Guatemala, Chile, Ecuador, República Dominicana, El Salvador y Panamá. La gestión se realizó en conjunto con el impulso y la ayuda de una Comercializadora Internacional líder en Colombia.

La infraestructura se fortaleció en las áreas: comercial, financiera, administrativa, productiva y de diseño, hasta convertirse en INDUSTRIAS COLREMO LTDA. Sociedad de la cual hacen parte los miembros de la familia.

El generoso apoyo encontrado en sus clientes, colaboradores y proveedores, los han consolidado como una organización con el complemento ideal de la experiencia y la juventud, apoyados en los conocimientos, el talento humano, los recursos tecnológicos y el reconocimiento por la calidad de sus productos.

En la actualidad la empresa cuenta con alrededor de 2000 referencias para diferentes marcas de motocicletas y continua con la labor de seguir evolucionando, pensando en el cliente como su razón de ser, en la estabilidad y bienestar del recurso humano que la integra, aportándole fuerza y dinamismo a la economía, estimulándola y participando activamente en la construcción y desarrollo del país.

5.2 VISIÓN

Ser una empresa líder en la fabricación y comercialización de repuestos y accesorios para motos, con una adecuada tecnología que nos permita innovar y afianzar la calidad de nuestros productos, con menor tiempo de entrega, con mejor variedad de productos, con el reconocimiento de la marca en todas las zonas del territorio nacional e incursionando a más países.

5.3 MISIÓN

INDUSTRIAS COLREMO LTDA., es una empresa productora y comercializadora de repuestos y accesorios para motos, con un sistema productivo integrado altamente eficiente y eficaz dedicada a satisfacer las necesidades y expectativas de clientes nacionales e internacionales, con productos especializados para garantizar rentabilidad a sus accionistas, somos honestos y leales, tenemos conciencia y deseos de superación, contribuimos en la conservación del medio ambiente, en el bienestar y desarrollo de sus colaboradores y con la comunidad en general.

5.4 POLÍTICAS DE CALIDAD

En industrias COLREMO LTDA., tienen el compromiso de proporcionar a nuestros clientes la mejor respuesta en: Atención oportuna y consistente, productos a la altura de sus demandas con la mejor calidad, generando satisfacción y confianza. Siempre con un enfoque dirigido al mejoramiento continuo y el control a cada uno de sus procesos.

5.5 VALORES

La ética profesional y comercial, la honestidad, el cumplimiento, la creatividad, la perseverancia, la eficiencia, el respeto y la responsabilidad que hacen parte de los valores corporativos, están apuntando siempre hacia la excelencia y son el resultado de la cultura organizacional.

5.6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Industrias Colremo Ltda, está ubicada en el municipio de Pradera, al suroccidente del departamento del Valle del Cauca.

5.7 PRODUCTOS

La empresa maneja dos líneas de productos, una línea de fabricación y una línea de comercialización.

Línea de Fabricación:

Productos derivados de la fundición de aluminio y bronce.

- Tapas para motocicleta
- Carriles o guías de acelerador
- Bujes para tijera y campana de motocicleta
- Servicio de fundición de piezas especiales

Productos procesados mecánicamente

- Kits de tijera para motocicleta
- Ejes y pasadores para diferentes usos en la motocicleta
- Espárragos
- Bujes traseros, delanteros y portasproket

Productos metalmecánicos

- Gatos centrales y laterales
- Parales
- Bases de reposapiés
- Cajas de batería
- Aletas de soporte
- Parrillas

Productos Vulcanizados

- Cauchos de araña
- Correas para caja de batería

- Bujes Encauchetados

Productos a base de poliuretano

- Espumas de filtro de aire

5.8 LÍNEA DE COMERCIALIZACIÓN

- Inyección plástica (Lentes de stop y de direccional para motocicletas, colepatos, portaplacas, carriles de acelerador, entre otros)
- Partes eléctricas (reguladores y rectificadores de corriente para motocicleta)

5.9 MERCADO

El mercado nacional se ha dividido en seis zonas para un mejor trabajo en la realización de las visitas comerciales, que se hacen por un periodo de rotación de 60 días, así:

- Costa Atlántica
- Boyacá y Santander
- Antioquia
- Bogotá y Llanos orientales
- Eje Cafetero, Tolima, Huila y Caquetá.
- Valle del cauca y Cauca

La fuerza de ventas está compuesta por cuatro asesores comerciales y un director comercial, quienes tienen la responsabilidad de ejecutar las tareas pertinentes a las rutas, como visitar los clientes, llevar muestras de nuevos productos desarrollados por la empresa, tomar los pedidos, entre otras.

El mercado de clientes está conformado por: almacenes de repuestos y distribuidores zonales de cada región, adicionalmente se atiende un mercado internacional, que se encuentra conformado por importadores en los siguientes países:

- Venezuela, con dos clientes a quienes se les despacha mercancías en forma directa o por medio de una comercializadora internacional.
- Costa Rica, Guatemala, El salvador, Honduras, República Dominicana, Panamá y Ecuador, se atienden por intermedio de una comercializadora internacional (CI JAPAN).

En este último caso La empresa tiene la responsabilidad de entrevistarse directamente con cada cliente del exterior vía electrónica y en algunas ocasiones en encuentros de negocios que se realizan en la ciudad de Bogotá o Medellín.

5.10 SIPOC

Tabla 1. SIPOC área Metalmecánica Industrias Colremo Ltda.

SIPOC INDUSTRIAS COLREMO LTDA.				
PROVEEDORES	MATERIA PRIMA E INSUMOS	PROCESOS	PRODUCTOS	CLIENTES
	METALMECÁNICA			
Aceros Industriales Centro Aceros	Varilla de Acero 1020 y 12L14		Ejes para ruedas	MOTOLANDIA
	10 mm	Cortar	Kits de tijera	MOTOJAPONESA
	12 mm	Perforar	Bujes de acero y bronce	SOLOMOTOS
	14 mm	Cilindrar	Pasadores de gato	SERVIMOTOS GUADALAJARA
	15 mm	Estampar	Media lunas	AUTOMOTOS DE COLOMBIA
	17 mm	Repujar	Bujes separadores	BETOMOTOS
	Varilla de Hierro	Estampar	Espárragos	MOTO STOCK J.C
		Dar medida		MOTOS HONDA
		Roscar		YAMAHONDA
		Maquinar		MUNDO HONDA
		Rimar		NIPONMOTOS
		Galvanizar		MOTOS Y MOTOS EL PAISA
				MOTOPLACER
				ASEMOTOS
				SOTSMOTOS
				CHIQUMOTOS
				JESSI MOTOS
				ACCESORIOS MOTOS LA 28
				BICICLETERIA PRADERA
				JUAN DE DIOS CORRALES

Fuente: Elaboración propia basada en la información suministrada por la empresa.

6. ESLABON UNO DE LA MACROCADENA INDUSTRIAS COLREMO LTDA.

6.1 MEDICIÓN Y SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

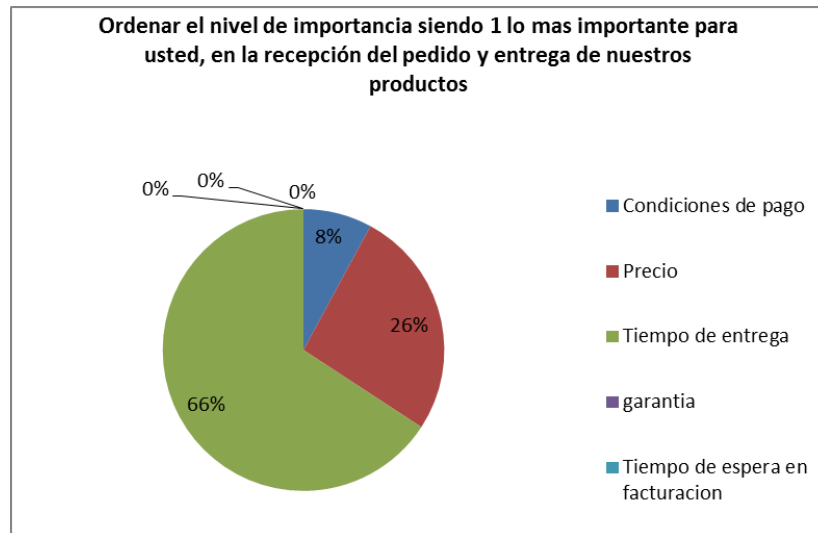
La siguiente etapa es la recolección de información y medición de la situación actual en cuanto a satisfacción de los clientes, conocer qué tan satisfechos se encuentran, qué expectativas tienen frente a los productos, servicios y tiempos de entrega.

6.2 VOZ DEL CLIENTE (VOC)

Se realizó una encuesta diseñada con el equipo de trabajo de la empresa, que consta de siete preguntas, cuantitativas y cualitativas con el objetivo de conocer la satisfacción de sus clientes, sus necesidades y un posterior análisis, se desarrolló una muestra representativa con un porcentaje de confiabilidad de 95% y un error de 0.05%, dado que la empresa cuenta con 480 clientes a nivel nacional. Ver **Anexo 1 y Anexo 2.**

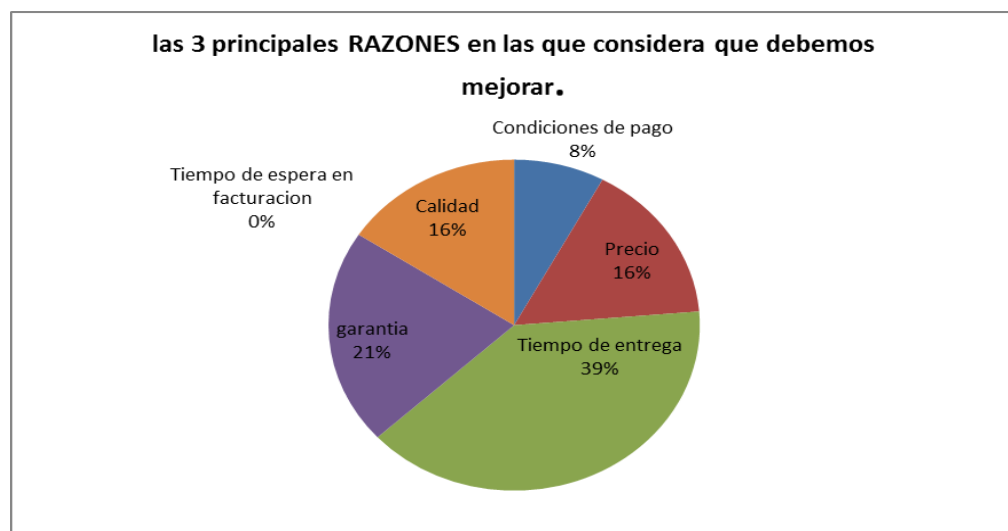
6.3 RESULTADO Y ANÁLISIS

Figura 7. VOC resultados pregunta 1



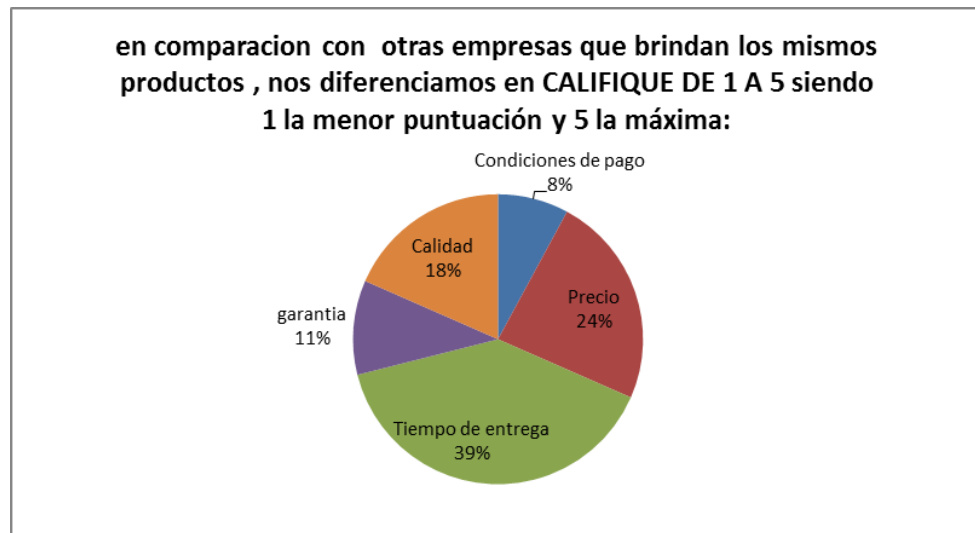
El 66% de los clientes encuestados considera que el tiempo de entrega es uno de los niveles de mayor importancia durante la recepción y entrega del pedido en la empresa, seguido por un 26% de los clientes que considera que el precio tiene una relevancia importante.

Figura 8. VOC resultados pregunta 2



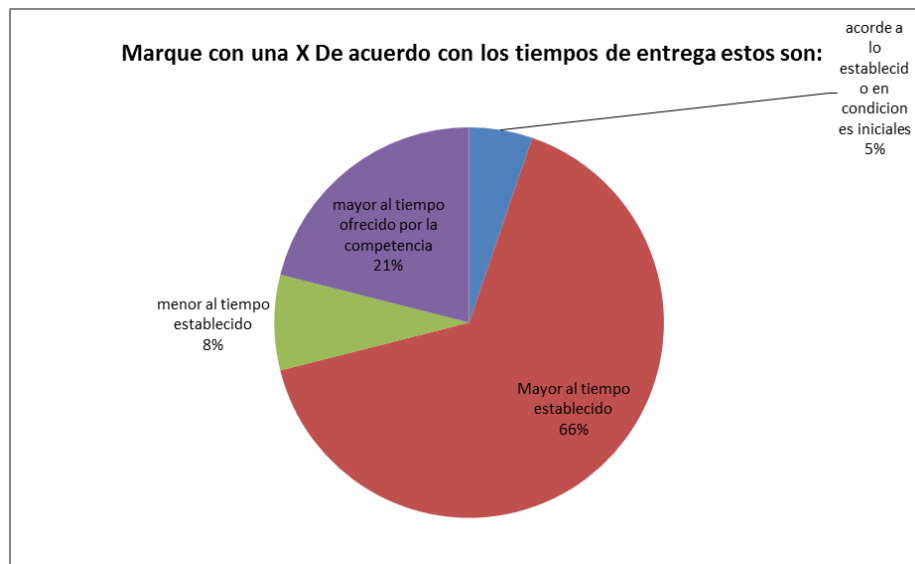
El 39% de los clientes considera que se debe mejorar en el tiempo de entrega, seguido por la garantía con 21%, y la calidad con el 16%.

Figura 9. VOC resultados pregunta 3



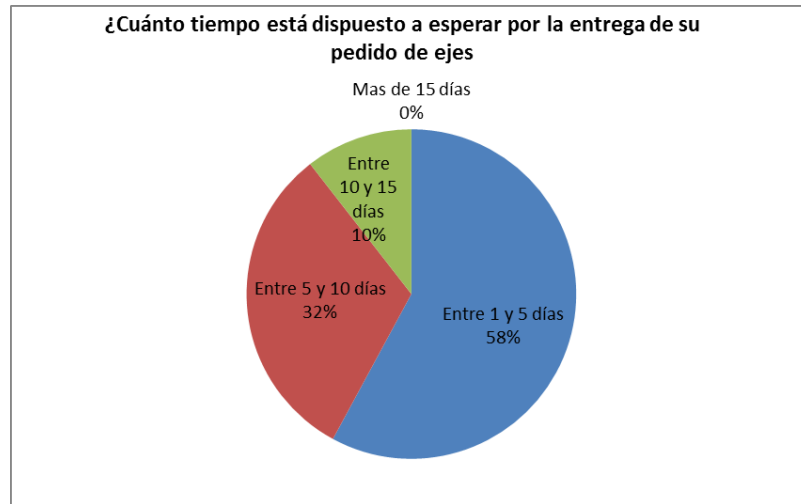
El 39% de los clientes, para una puntuación de 5 como la más importante considera que el tiempo de entrega nos diferencia en forma desfavorable en comparación con Imbra repuestos y Japan, seguido por un 24% en el precio y un 18% en la calidad de los productos.

Figura 10. VOC resultados pregunta 4



El 66% de los clientes encuestados considera que el tiempo en el que recibió su pedido estuvo por fuera del tiempo estipulado, el 21% considera que mayor al tiempo ofrecido por la competencia, solo un 5% dice que se entregó dentro de las condiciones iniciales establecidas.

Figura 11 VOC resultados pregunta 5



El 58% de los encuestados está dispuesto a esperar entre 1 y 5 días para la entrega de su pedido de ejes, mientras el 32% está dispuesto a esperar entre 5 y 10 días, seguido el 10% entre 10 y 15 días.

6.4 DIAGRAMA DE ÁRBOL VOZ DEL CLIENTE

El diagrama de árbol para la construcción del VOC permite de acuerdo a una necesidad directa del cliente en este caso un eje para motocicleta, la generación de un análisis de elementos relacionados con dicha necesidad para generar mejoras.

El diagrama consta de una estructura conformada por Siete Columnas: Cliente-Necesidad - Impulsor – Elementos de la componente de Valor – Valores Críticos – Indicadores y Fórmula.

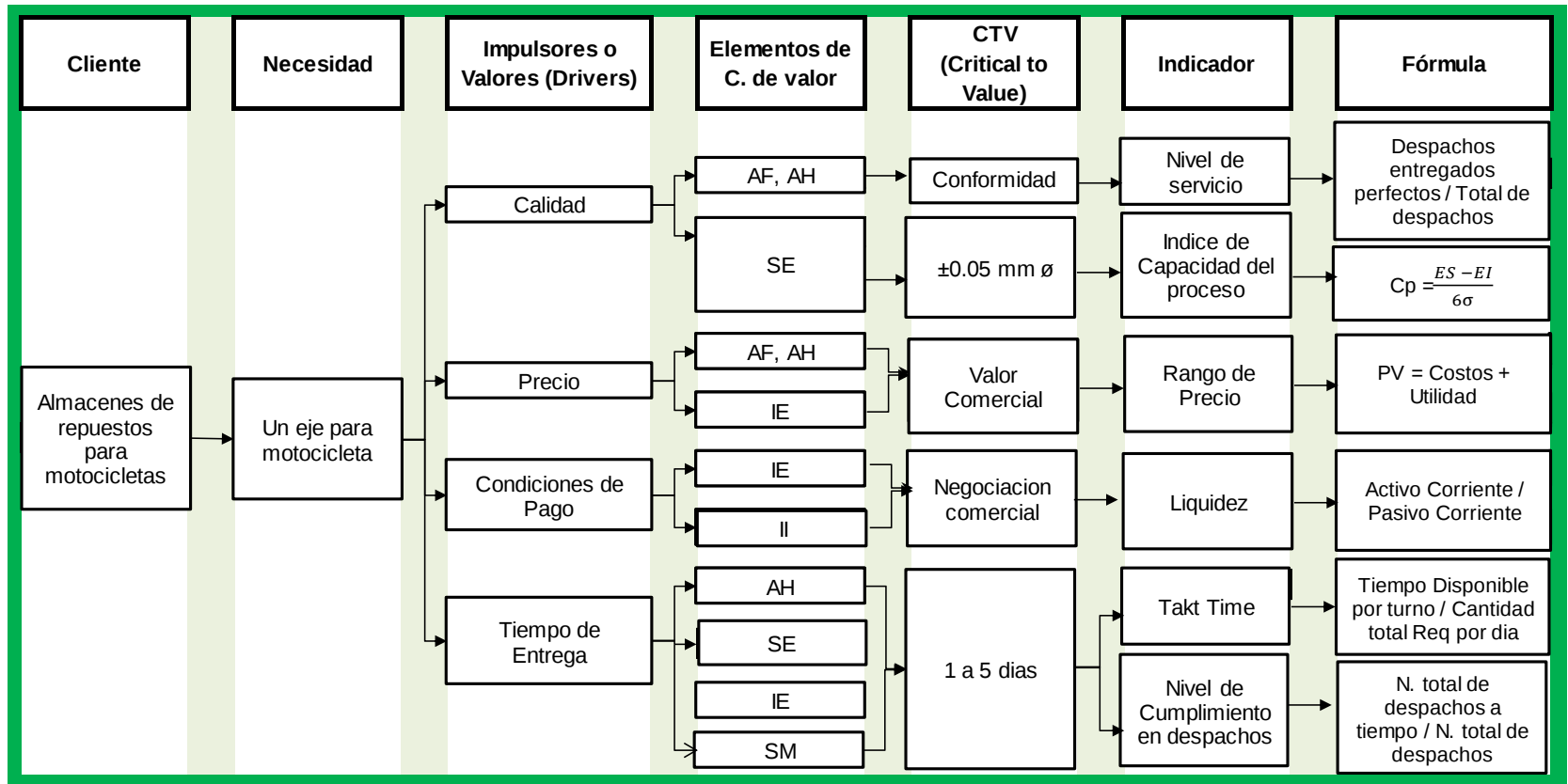
El Impulsor o Driver se refiere a los direccionadores que hacen referencia a lo que dice el cliente, los Elementos de Valor, son la clasificación de cada impulsor, VALORES CRITICOS, se refiere al valor crítico según sea necesario.

Tabla 2. Siglas Diagrama de Árbol VOC

SIGLA	SIGNIFICADO
AF	Agente Físico (Software o Hardware)
AH	Agente Humano
IE	Instalación y Entorno
SE	Secuencia
II	Insumos Físicos e Información
TE	Tecnología
SM	Sistemas de Medición

Fuente: preparado por Oscar Rubiano Ovalle, Diagrama de árbol para establecer la “voz del cliente”

Figura 12. Diagrama de Árbol Voz del Cliente para almacenes de repuestos para motos



Fuente: Elaboración propia basado Rubiano Ovalle et al., 2010

6.5 IDENTIFICACIÓN DE LA FAMILIA DE PRODUCTOS

Criterio de identificación	Macro familias de Productos	Ejemplo
1.- Tipo de Producto	Cada familia la conforman productos del mismo tipo o función.	Motores y Generadores Consulta Externa y Quirúrgica, etc.
2.- Mercado	Geográfico, o tipo de cliente: Final, Distribuidor, otro.	PEMEX, COPETROL, PETROVEN, etc. UE, USA, Sudamérica, etc.
3.- Clientes	Familia de Productos que se venden a uno o varios clientes.	Una familia para dos clientes dominantes, el resto de productos constituyen una 3ª familia
4.- Grado de Contacto con el Cliente	Agrupar productos por el grado de influencia del cliente en el producto Final.	Todos los productos agrupados en una familia, Todos los productos fabricados bajo pedido en otra, etc.
5.- Volumen de Venta	Agrupar productos con similar Volumen de ventas.	Alto volumen, bajo volumen. Venta Directa, Por catalogo y Corporativo
6.- Patrones de Pedido	Agrupar productos en base a los diferentes patrones de recibir pedidos	Series largas y repetitivas por un lado, series cortas e irregulares por otra.
7.- Base Competitiva	Agrupar productos en base a sus Argumentos de venta.	Bajo costo y rápida entrega, por otro los de productos personalizados.
8.- Tipo de Proceso	Productos con similares Procesos en la misma familia	Todos los que requieren montaje por un lado, todos los que no requieren montaje por otro.
9.- Características de Productos	Productos con similares características físicas o materias primas	Grandes contra pequeños, ligeros contra pesados, etc.

Fuente: Hyer, Nancy, and Urban Wemmerlov. Reorganizing the factory: Competing through cellular manufacturing. Productivity Press, 2002.

Se recomienda aplicar la regla de Pareto: 20% de los tipos de proceso manejan el 80 % de los productos; 20% de los clientes consumen el 80% de un producto, o un concepto similar) para cuando el número de criterios y posibles familias es alto. Con lo cual nos permite tener una mejor visualización de la familia más conveniente a emplear en nuestro mapeo.

Industrias Colremo Ltda, en su planta de producción fábrica 28 familias de productos.

Figura 13 Línea de fabricación Colremo LTDA

	Aluminio	- Tapas para motocicleta - Carriles o guías de acelerador - Rines - Portaplaca - Calapiés
---	----------	---

	Metalmecánica	- Kits de tijera - Ejes - Pasadores de gato - Bujes en Acero - Bujes de Bronce - Espárragos
	Metalistería	- Gatos centrales y laterales - Aletas de soporte - Bases De reposapiés delanteros y traseros - Cajas de batería - Portaplacas - Parales laterales y originales - Templacadenas
	Vulcanizado	- Bujes Encauchetados - Correas para Cajas de baterías - Caucho Araña
	Espumas	-Espumas para filtro de aire

6.6 CLASIFICACIÓN ABC PARA FAMILIAS PRODUCIDAS POR INDUSTRIAS COLREMO LTDA.

Con la información obtenida de la base de datos de la empresa correspondiente a las ventas generadas para el año 2014 se realizó una clasificación ABC para las familias producidas en las instalaciones de la empresa, se puede observar en la tabla 3, que el 21.4% de las familias de productos, generan el 76.2% de los ingresos de la empresa, que son los Kit de tijera, los ejes, los bujes de bronce, las patas laterales reforzadas, las bases de reposapiés delanteros y los gatos. Los productos que generan el mayor ingreso y que se cataloga como estrella para la gerencia son los kit de tijera. Un kit de tijera es el ensamble de tres productos, este se encuentra conformado por un (1) eje, un (1) buje de Hierro y dos (2) bujes, pueden ser de Bronce, encauchetados y plásticos, sin embargo el producto base para su ensamble es el eje, lo que significa que al sumar las ventas por kit de tijera, más las ventas por ejes como repuesto de forma individual se obtiene que el producto que genera mayor ingreso a la empresa son los ejes para motocicletas, por esta razón en adelante el producto a analizar será éste.

Tabla 3. Clasificación ABC

LINEA	LINEA FABRICACION - VENTAS	VENTAS REGISTRADAS ENERO - SEPTIEMBRE	PORCENTAJE REPRESENTATIVO DEL TOTAL DE VENTAS	PORCENTAJE ACUMULATIVO DEL TOTAL DE VENTAS	PORCENTAJE ACUMULATIVO DEL TOTAL DE ARTICULOS	CLASIFICACION ABC
1	KIT DE TIJERA	\$ 257.527.634,00	37,1%	37,1%	3,6%	A
2	EJES	\$ 71.934.677,00	10,4%	47,5%	7,1%	A
3	B. BRONCE	\$ 68.899.060,00	9,9%	57,4%	10,7%	A
4	PATAS LATERALES REFORZADAS	\$ 50.845.570,00	7,3%	64,7%	14,3%	A
5	BASES REPOSAPIES DELANTERO	\$ 43.221.040,00	6,2%	71,0%	17,9%	A
6	GATOS	\$ 36.463.220,00	5,3%	76,2%	21,4%	A
7	ELEMENTOS FILTRO DE AIRE	\$ 28.386.425,00	4,1%	80,3%	25,0%	B
8	CAUCHOS DE ARAÑA	\$ 21.551.810,00	3,1%	83,4%	28,6%	B
9	PASADORES DE GATO	\$ 14.530.860,00	2,1%	85,5%	32,1%	B
10	PORTAPLACA	\$ 14.341.010,00	2,1%	87,6%	35,7%	B
11	RINES	\$ 13.812.140,00	2,0%	89,6%	39,3%	B
12	BUJES PORTASPROCKET	\$ 11.107.732,00	1,6%	91,2%	42,9%	B
13	TEMPLACADENA	\$ 9.820.680,00	1,4%	92,6%	46,4%	B
14	TAPAS	\$ 9.034.142,00	1,3%	93,9%	50,0%	B
15	SEPARADORES DE BALINERA	\$ 6.429.880,00	0,9%	94,8%	53,6%	C
16	CALAPIES GRAFILADOS	\$ 5.549.400,00	0,8%	95,6%	57,1%	C
17	PARRILLAS	\$ 5.300.820,00	0,8%	96,4%	60,7%	C
18	SEPARADORES DE RUEDA	\$ 4.333.980,00	0,6%	97,0%	64,3%	C
19	ESPARRAGOS	\$ 4.332.718,00	0,6%	97,6%	67,9%	C
20	BASES TRASERAS Y AEREAS	\$ 2.949.880,00	0,4%	98,0%	71,4%	C
21	CORREA CAJA DE BATERIA	\$ 2.872.750,00	0,4%	98,5%	75,0%	C
22	CAJAS	\$ 2.619.970,00	0,4%	98,8%	78,6%	C
23	MEDIALUNA	\$ 2.484.914,00	0,4%	99,2%	82,1%	C
24	BUJES ENCAUCHETADOS	\$ 2.255.020,00	0,3%	99,5%	85,7%	C
25	TORNILLOS PARA LATERAL	\$ 1.154.760,00	0,2%	99,7%	89,3%	C
26	CARRILES	\$ 961.715,00	0,1%	99,8%	92,9%	C
27	ALETAS SOP. MOFLER	\$ 800.550,00	0,1%	99,9%	96,4%	C
28	BUJES SINTETICOS	\$ 446.150,00	0,1%	100,0%	100,0%	C
	TOTAL	\$ 693.968.507,00	100%			

Fuente: Elaboración Propia

6.7 MATRIZ PRODUCTO-PROCESO

El primer análisis a realizar para nuestra familia de producto seleccionado es la matriz producto-proceso que nos permite visualizar aquellas familias de producto que cuentan con procesos similares, en este caso se puede evidenciar una vez más que los procesos para realizar un kit de tijera son similares a los de los ejes para motocicleta, es decir, intervienen las mismas maquinas en la transformación de estos productos.

Tabla 4. Matriz producto-proceso COLREMO LTDA

PRODUCTO	PROCESO / MAQUINA																			
	Corta r	Estamp ar	Cortar 2	Maquin ar	Rosc ar	Cilindr ar	Galvaniz ar	Corta r	Puli r	Troquel ar	Dobla r	Doblar 2	Solda r	Pinta r	Corta r	Pega r	Fundi r	Puli r	Arma r	Empac ar
KIT DE TIJERA	x	X	X	X	x	x	x												x	x
EJES	x	X	X	X	x	x	x													x
PATAS LATERALES REFORZADAS								x	x	x	x	x	X	x						x
BASES REPOSAPIES DELANTERO			X						x	x		x	X	x						x
GATOS								x	x	x	x		X	x						x
ELEMENTOS FILTRO DE AIRE															x	x				x
CAUCHOS DE ARAÑA										x									x	x
PASADORES DE GATO	x	X				x	x													x
PORTAPLACA			X							x	x			x					x	x
RINES																	x	X	x	x
BUJES PORTASPROCK ET	x			X	x		x													x
TEMPLACADENA								x	x			x	X	x					x	x

Fuente: Elaboración Propia

6.8 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Los ejes son piezas fabricados en aceros finos al carbon como SAE 1020 Y 1045, que permiten guiar el movimiento de las ruedas. Las motocicletas emplean dentro de su funcionamiento dos ejes, uno situado en la rueda delantera en posición vertical sobre el cual gira la rueda, y otro situado sobre la rueda trasera.

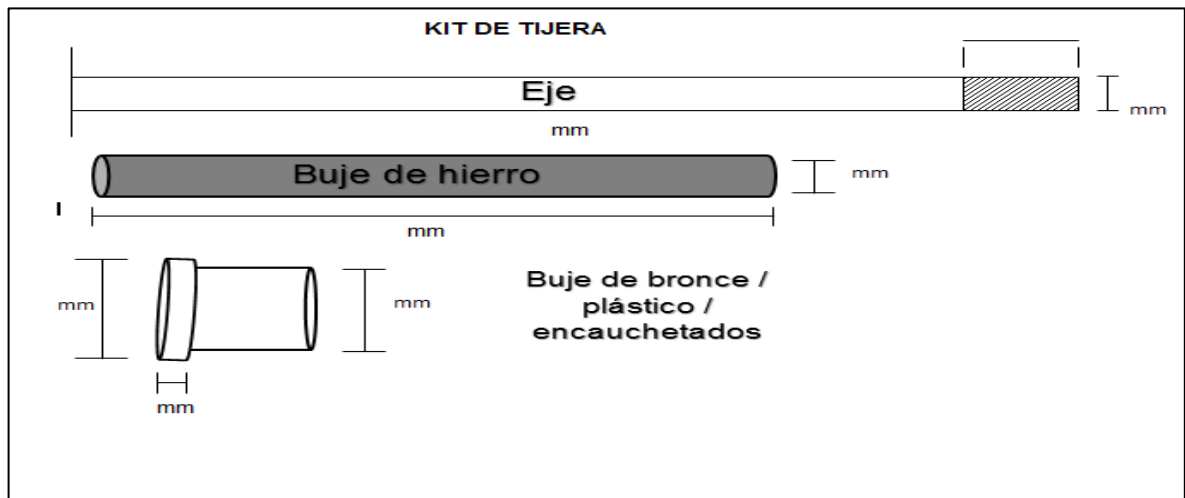
Figura 14. Geometría de una Motocicleta



Fuente: Continental. *Continental*. [En línea] 01 de 08 de 2014. [Citado el: 03 de 05 de 2015.] <http://goo.gl/lwzrd3>.

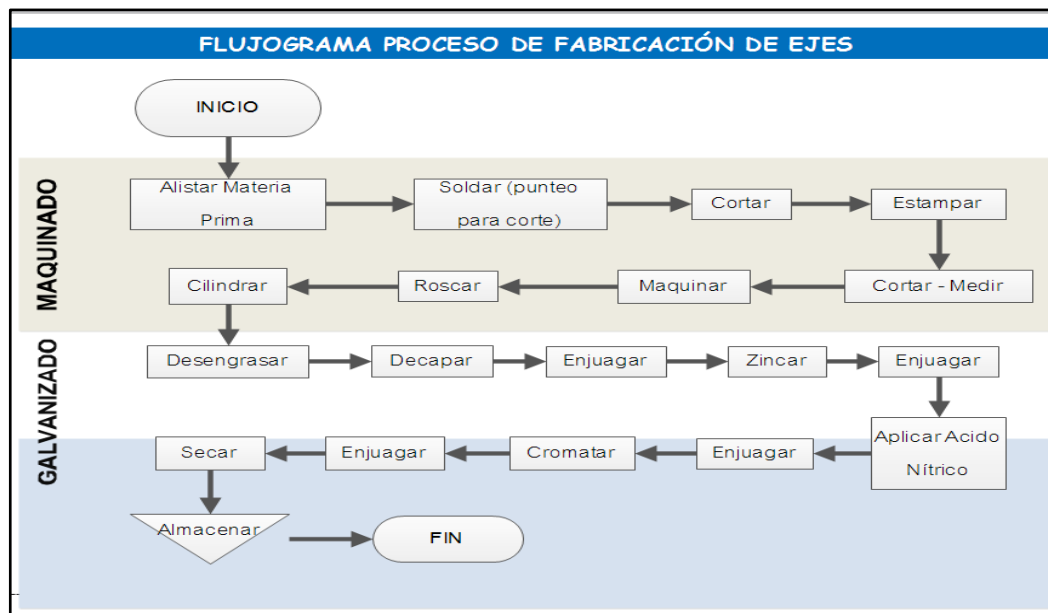
El eje que se encuentra en la rueda delantera forma parte de la horquilla o tijera de la motocicleta, con lo cual se conecta la rueda con la dirección y el chasis, además de que le da un mejor manejo a la motocicleta, también juega un papel muy importante en la estabilidad cuando gira y frena. Es en la horquilla donde se sitúa el kit de tijera, conformado por un eje, un buje de hierro y dos bujes que pueden ser de diferentes materiales: bronce, caucho o plástico.

Figura 15. Esquema de componentes de un Kit de Tijera



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 16. Flujograma proceso de fabricación de Ejes

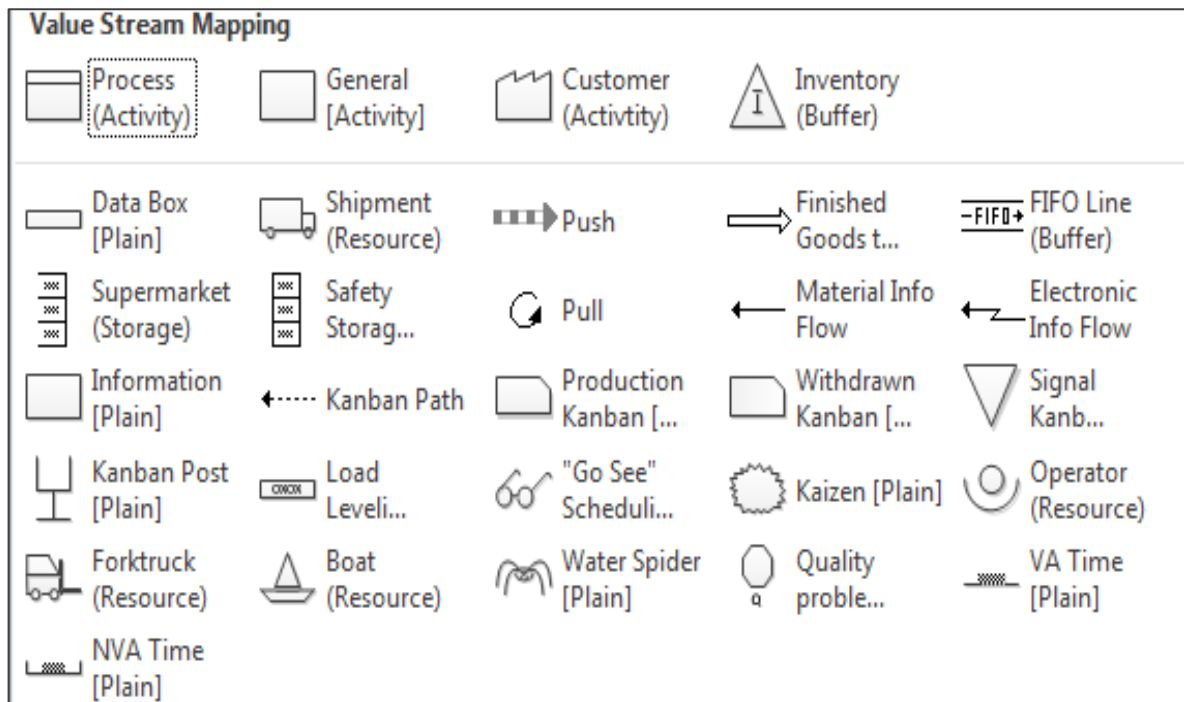


Fuente: Elaboración Propia.

El proceso productivo del eje en Industrias COLREMO inicia con el alistamiento y corte del material empleado (barras de acero 1020 o 1045) y finaliza una vez pasa por el proceso de galvanizado para darle un acabado brillante al producto y evitar futura corrosión.

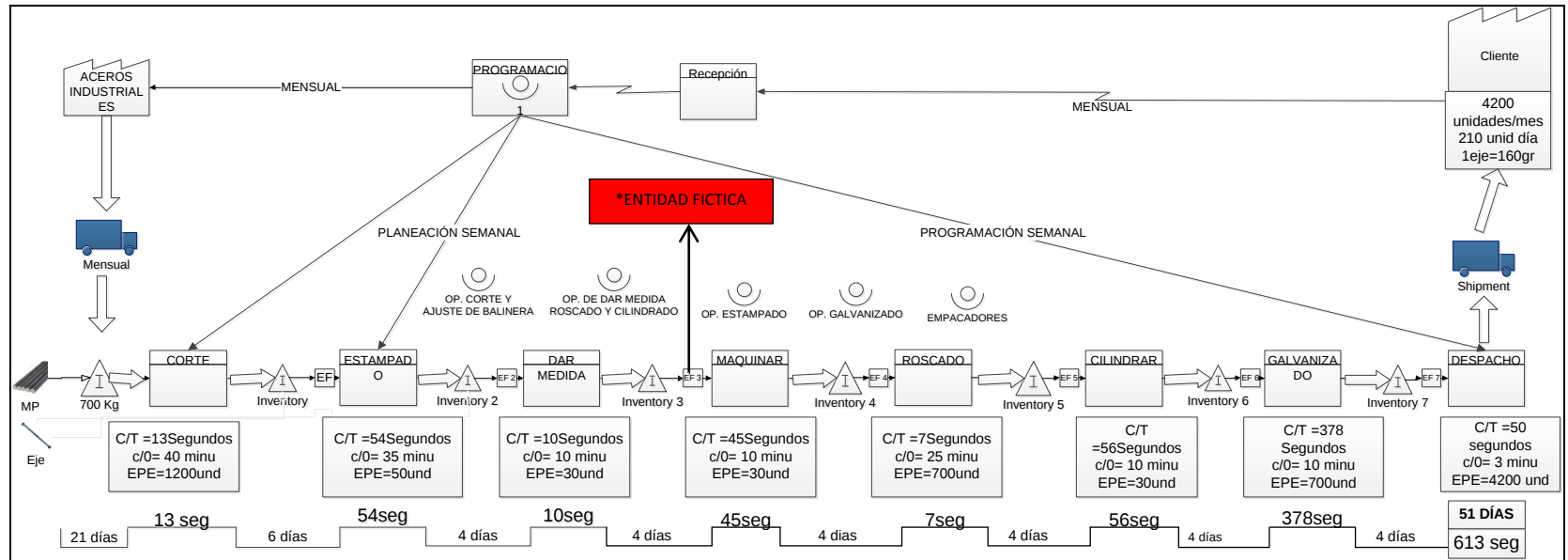
6.9 MAPEO DE LA CADENA DE VALOR (VSM) INDUSTRIAS COLREMO LTDA.

Figura 17. ICONOS REPRESENTACION GRÁFICA VISIO 2010



Fuente: Microsoft visio Drawing 1.9 Mb (1.9.57.4150 bytes).Process simulator

Figura 18. Mapeo actual VSM Colremo Ltda.



*Entidad ficticia o locaciones ficticias: Las entidades ficticias como buffer que son las que acumulan en cada proceso de acuerdo a las cantidades que se ejecutan.

Fuente: Elaboración propia -Process Simulator

6.10 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para la construcción del VSM de Industrias Colremo Ltda se identificó como proveedor la empresa Aceros Industriales y como cliente a la empresa Motos y motos el paisa de la ciudad de Cali.

Se obtuvo la siguiente información disponible para su construcción:

Tabla 5. Datos obtenidos situación actual Industrias Colremo Ltda.

PROCESO	CORTE	ESTAMPADO	DAR MEDIDA	MAQUINADO	ROSCADO	CILINDRADO	GALVANIZADO	DESPACHO
TIEMPO DE CICLO C/T	13 Seg.	54 Seg.	10 Seg.	45 Seg.	7 Seg.	56 Seg.	378 Seg.	50 Seg.
TIEMPO DE CAMBIO C/O	40 Min.	35 Min.	10 Min.	10 Min.	25 Min.	10 Min.	10 Min.	3 Min.
TAMAÑO DE LOTE - EPE	1200 Und.	50 Und.	30 Und.	30 Und.	30 Und.	30 Und.	700 Und.	30 Und.
No. OPERARIOS	1	1	1			1	1	4
TIEMPO DISPONIBLE	510 Min.	490 Min.	510 Min.	510 Min.	510 Min.	510 Min.	510 Min.	510 Min.

Fuente: Elaboración Propia

La fabricación de los ejes para motocicletas implica los siguientes procesos: corte, estampado, dar medida, maquinado, roscado, cilindrado y galvanizado, como lo muestra el flujo grama de proceso, figura 16.

Se cuenta con un inventario de seguridad de materia prima de 700 kg aproximadamente, ya que la política actual de la empresa es realizar órdenes de compra de acero mensuales, esto equivale a 20.83 días de inventario dado que un eje pesa 160 gramos aproximadamente.

Requerimientos del cliente:

4200 unid/Mensuales lo que equivale a 210 unidades por día.

Tiempo de trabajo disponible = 8.5 horas

Industrias Colremo trabaja 9 horas diarias, 5 días a la semana, pero cuentan con 30 minutos de descanso (10 minutos en la mañana, 10 Minutos en la tarde y 5 Minutos antes de terminar cada jornada) lo que quiere decir que cuenta con 8.5 horas disponibles que equivalen a 510 minutos por turno, esta empresa trabaja un solo turno por día; el proceso de estampado cuenta con 10 minutos adicionales antes de terminar cada jornada por la temperatura con la que trabajan los equipos de esta área.

El número de días de inventario para cada proceso o centro de trabajo es el resultado de dividir el nivel de inventario por el consumo o requerimiento diario de los clientes. En este caso por ejemplo para el proceso de corte se tiene un total de **1200** unidades cortadas y

1200 unidades / 210 unidades demandadas por el cliente da un total de 5.71 días de inventario.

Para el caso de estampado regularmente se cortan **1200 unidades** pero por políticas de la empresa se procesan aproximadamente el 80% de ellas en cada orden de producción es decir **960 unidades**, que al ser divididos por las unidades demandadas por el cliente se obtiene un inventario de 4.33 días, esta operación se realiza con las demás actividades, hasta completar la información que se muestra en el mapa de la empresa, teniendo en cuenta que desde el proceso de estampado hasta el proceso de galvanizado se comporta como un sistema Push. (“empujar”, como por ejemplo los MRP, que consisten en elaborar un programa de producción para cada proceso y es ésta la que “empuja” las operaciones siguientes³⁹. El 20% restante quedan almacenados como un inventario de seguridad del proceso de corte.

Como resultado del mapeo se obtiene un **Lead Time** (“tiempo de flujo que transcurre desde que se lanza una orden de producción hasta que el producto está en las condiciones para ser expedido”)⁴⁰, que se calcula a través de los días de inventario presentes en cada proceso al momento de tomar la información para determinar cuánto tarda una pieza o producto en ser producido y despachado al cliente, en este caso el **LT=51 días** lo que muestra un retraso de **3.4** veces el tiempo prometido al cliente para la entrega.

Y la empresa realmente requiere para la producción de una unidad **613 segundos**, tiempo en el que se agrega realmente valor (VA).

6.10.1 Takt time El takt time o ritmo de producción, hace referencia a la frecuencia en que se debe producir un producto para cumplir con las necesidades del cliente, se obtiene como resultado de dividir el tiempo de fabricación disponible sobre los requerimientos del cliente⁴¹.

$$\text{takt time COLREMO} = \frac{(8.5 \text{ Horas} * \text{turno}) * \left(60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}\right) * \left(1 \frac{\text{turno}}{\text{día}}\right)}{(210 \text{ unidades} * \text{día})}$$

Takt time ejes COLREMO = 2.43 Minutos / unidad

El resultado obtenido para la fabricación de ejes es de 2.43 Minutos por unidad, lo que quiere decir que cada 2.43 minutos la empresa debería estar despachando una unidad, Sin embargo el tiempo total de producción de un eje es de 10.21 minutos, de acuerdo con

³⁹ RAJADELL, Manuel; SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Editorial Díaz de Santos SA España. ISBN-10# 8479789670/ISBN-13, 2010, vol. 249322087.p.48

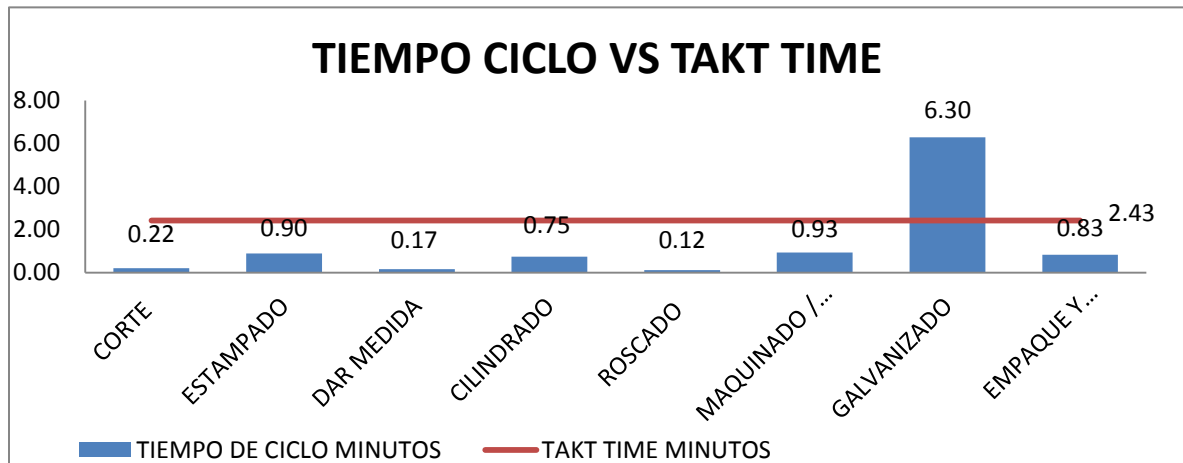
⁴⁰ Ibid., p.18

⁴¹ Ibid, p.15

esto se deben realizar mejoras al proceso productivo que permitan satisfacer el ritmo de demanda del cliente.

En la **Figura 19**, Tiempo de ciclo Vs Takt Time, se observa que la mayoría de procesos necesarios para obtener un eje se encuentran por debajo del takt time, excepto el proceso de galvanizado, con lo que podríamos identificar un primer proceso cuello de botella.

Figura 19. Tiempos de ciclo vs el Takt time



6.10.2 Tipos de despilfarros. En el VSM Actual de la empresa Industrias Colremo Ltda. Se pueden observar los siguientes despilfarros:

- Sobreproducción, el proceso de Corte produce 1200 unidades semanales, sin embargo el proceso de estampado demanda solo 960 unidades. La sobreproducción se refiere a producir más de lo necesario⁴², en este caso es un consumo de material para formar parte de un stock y es un desperdicio de tiempo, material y transporte.
- Transporte o movimientos innecesarios, se puede observar en la distancia que hay entre las máquinas necesarias para producir un eje, el recorrido total para obtener un eje actualmente es de 90 mt, la máquina de estampado se encuentra a 20 mt de la de corte, y la de dar medida se encuentra a 12 mt de la de estampado, estos desplazamientos son producto de una distribución no adecuada, que aumenta el tiempo de operación y disminuye la capacidad en los procesos al ser los operarios los encargados de suministrar sus actividades de materia prima y en la mayoría de casos de entregar a la estación siguiente.

⁴² RAJADELL, Op.cit., p 22

- Exceso de inventario, consecuencia de producir más unidades que las que el proceso siguiente requiere, y de tener mayor materia prima de la consumida.

6.10.3 Distribución en planta Industrias Colremo Ltda, cuenta con su propia planta de producción ubicada en el municipio de Pradera Valle, inicialmente contaban con máquinas artesanales con las que transformaban la materia prima hasta obtener sus productos terminados, sin embargo, su crecimiento en el mercado les ha permitido adquirir máquinas especializadas que han ubicado en pequeños espacios disponibles.

Su distribución actual muestra el despilfarro de transporte o movimientos y aumenta el tiempo necesario para obtener un producto. En la figura 19, diagrama de recorrido realizado para la fabricación de los ejes se puede observar los desplazamientos que debe hacer un eje antes de llegar al proceso de empaque, el recorrido total es de aproximadamente 90 metros, y la distancia que hay entre máquinas ocasiona que los operarios acumulen material antes de pasarlo a la siguiente operación.

6.10.4 Capacidad de Proceso La capacidad de una máquina hace referencia a la máxima cantidad de piezas que puede producir en un tiempo determinado, se obtiene como resultado de dividir el tiempo disponible sobre el tiempo de operación requerido⁴³.

$$\text{Capacidad de proceso} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo Operación requerido}}$$

Tabla 6. Capacidades Procesos en unidades

Proceso	Capacidad en unidades
Corte	806
Estampado	474
Dar medida	600
Cilindrado	660
Roscado	3728
Maquinado	304
Galvanizado	79*
Empaque	608

Fuente: Elaboración Propia

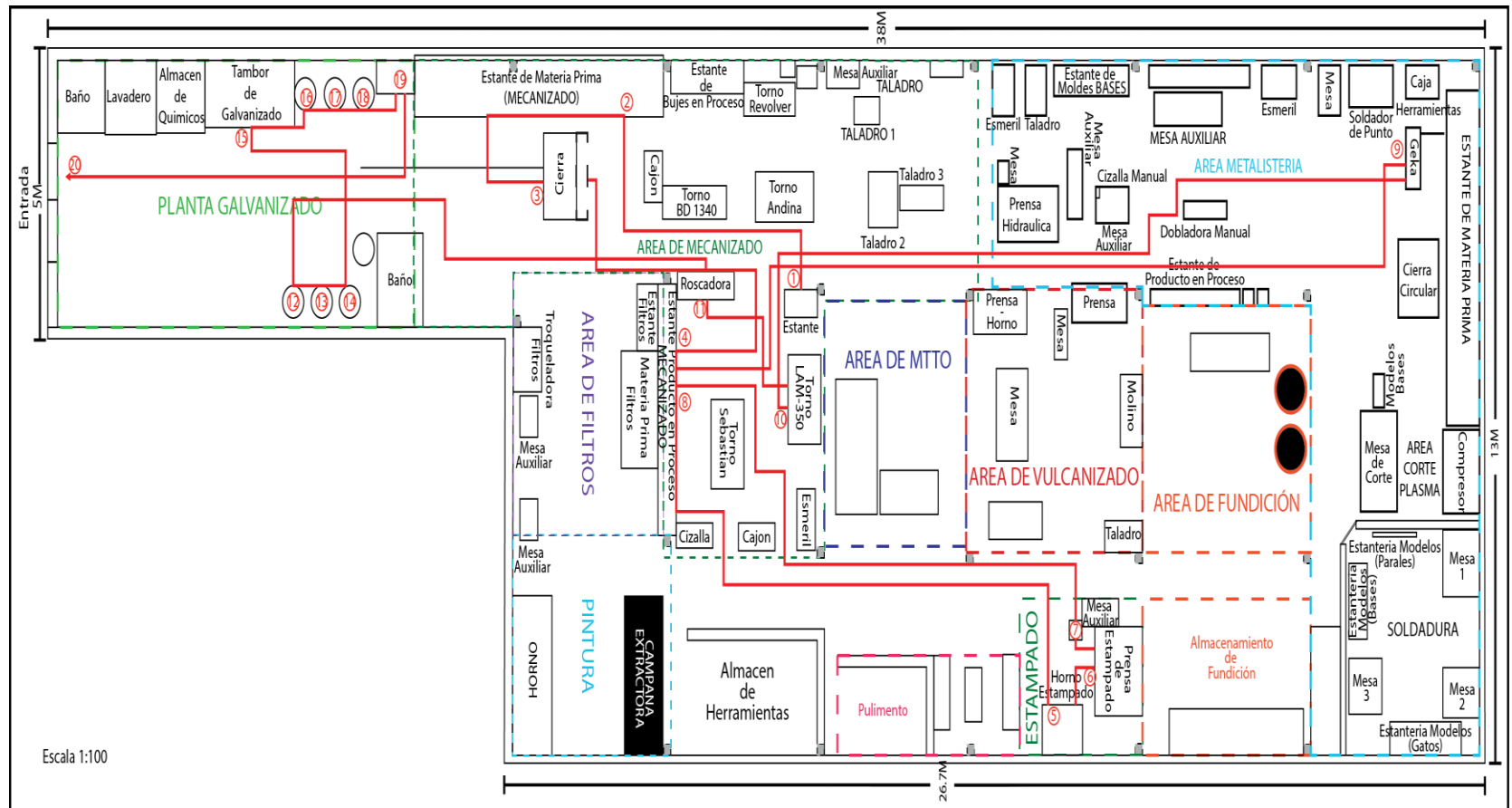
El tiempo de ciclo del proceso de Galvanizado es de 378 segundos, sin embargo se toma el mismo tiempo procesar una (1) unidad a procesar cincuenta (50) unidades que es la capacidad máxima de los contenedores donde se realizan las actividades necesarias para

⁴³ ORREGO, WILSON, Notas diplomado integración logística y mejoramiento de proceso, Universidad Nacional Palmira Abril 2014

el proceso de Galvanizado, es decir que la capacidad real en unidades del proceso de Galvanizado es de 3950 unidades, lo que dejaría como cuello de botella al proceso de Maquinado, que es capaz de producir 304 unidades por turno.

La demanda actual del cliente es de 4200 unidades por mes, con la velocidad actual al ritmo del cuello de botella indicaría que la empresa estaría cumpliendo con la demanda del cliente en 14 días, sin embargo, la promesa comercial de la empresa es entregar el pedido del cliente entre 8 a 10 días una vez se reciba la orden de compra lo que daría un retraso de 6 días y deja en evidencia la necesidad de identificar oportunidades de mejora que permitan aumentar la capacidad del proceso de fabricación de ejes, y mejorar los tiempos actuales de entrega.

Figura 20. Diagrama de Recorrido



Fuente Elaboración propia – Adobe Illustrator

7. ESLABÓN DOS DE LA MACROCADENA (CLIENTE)

7.1 DESCRIPCIÓN DEL CLIENTE

La empresa INDUSTRIAS COLREMO LTDA, cuenta con 429 clientes entre nacionales e internacionales, para la realización de este trabajo se tomaran los clientes que se encuentran ubicados en el Valle del Cauca, departamento en el cual se encuentra ubicada la empresa, y región que es considerada como el territorio local por su cercanía con las instalaciones de la planta de producción, y mediante un análisis ABC Bi-criterio se seleccionaron los clientes con mayor volumen de compra y mayor cantidad de ordenes por año, considerados criterios de importancia para el crecimiento económico de la empresa por parte de la gerencia.

Tabla 7. Matriz ABC bi-criterio selección de cliente

Numero	Cliente	# ORDENES EN EL AÑO	Valor Solicitado	Clasificación Bi-Criterio		
				Venta	Ordenes	Final
1	MOTOLANDIA	4	\$ 3.576.470	B	B	B
2	MOTOJAPONESA	4	\$ 2.597.745	B	B	B
3	SOLOMOTOS	5	\$ 4.406.132	B	B	B
4	MUNDO MOTOS	2	\$ 810.893	C	B	C
5	SERVIMOTOS GUADALAJARA	4	\$ 2.545.876	B	B	B
6	MANTENIMOTOS	2	\$ 1.203.525	B	B	B
7	AUTOMOTOS DE COLOMBIA	6	\$ 4.943.649	B	B	B
8	BETOMOTOS	5	\$ 4.578.609	B	B	B
9	FRANMOTOS	1	\$ 5.755.943	A	C	B
10	GABY MOTOS	2	\$ 2.250.125	B	B	B
11	GABY HONDA	3	\$ 1.754.590	B	B	B
12	MOTOMERCANTE	3	\$ 6.252.780	A	B	A
13	MOTOPACIFICO	2	\$ 4.692.621	B	B	B
14	MOTO REPUESTOS CALIMIO	2	\$ 2.286.380	B	B	B
15	MOTO REPUESTOS CARIBE	3	\$ 4.329.230	B	B	B
16	MOTO STOCK J.C	11	\$ 5.619.370	A	A	A
17	MOTO VELOZ	3	\$ 5.172.255	B	B	B
18	MOTOS HONDA	4	\$ 1.600.900	B	B	B
19	YAMAHONDA	5	\$ 1.617.210	B	B	B
20	MUNDO HONDA	4	\$ 1.979.886	B	B	B
21	NIPONMOTOS	4	\$ 1.535.223	B	B	B
22	MOTOS Y MOTOS EL PAISA	4	\$ 6.387.279	A	B	A
23	MOTOPLACER	9	\$ 4.480.281	B	B	B
24	ASEMOTOS CERRITO	2	\$ 1.800.788	B	B	B
25	MOTOJUNIOR	2	\$ 2.556.766	B	B	B
26	ASEMOTOS	5	\$ 1.501.637	B	B	B
27	FULLMOTOS DEL VALLE	3	\$ 1.234.273	B	B	B
28	SOTOSMOTOS	4	\$ 492.590	C	B	C
29	CHIQUMOTOS	7	\$ 4.659.600	B	B	B
30	TECNICENTRO HONDA	2	\$ 836.142	C	B	C
31	JESSI MOTOS	5	\$ 3.774.278	B	B	B
32	ACCESORIOS MOTOS LA 28	4	\$ 1.712.690	B	B	B
33	MAXIMOTOS	2	\$ 1.792.026	B	B	B
34	JERRY MOTOS	2	\$ 1.849.590	B	B	B
35	ALMACEN Y TALLER REMOTOS SAS	3	\$ 1.709.877	B	B	B
36	BIZMOTOS	2	\$ 566.082	C	B	C
37	MOTO NUÑEZ	2	\$ 393.350	C	B	C
38	RECTIFICADORA MERAMOTOS	2	\$ 470.050	C	B	C
39	BICIMOTOS DANNY	2	\$ 607.762	C	B	C
40	BICICLETERIA PRADERA	9	\$ 1.620.608	B	B	B
41	JUAN DE DIOS CORRALES	11	\$ 2.885.729	B	A	A

Fuente: Elaboración Propia

Existen tres categorías: AA, BB, CC, es decir que todos los elementos que se encuentren por fuera de esta clasificación pueden ser reclasificados sin otro estudio para las categorías AA, BB, CC. Para esto aquellos ítems ubicados en las categorías A-B y B-A se trasladan a A-A, los AC y C-A como B-B y B-C y C-B como C-C⁴⁴.

En la Tabla 8, se muestra la reclasificación para los clientes 12, 22, 41, 9, 4,28,30,36,37,38,39, de acuerdo a lo mencionado anteriormente, teniendo como resultado a los clientes Motos y motos el paisa, Moto Stock JC y Juan de Dios corrales en la categoría A.

Tabla 8. Reclasificación Bi- Criterio.

TABLA DE CLASIFICACION			
VENTAS	A	16 ↑	12,22 ←
	B	41	1,2,3,5,6,7,8,10,11, 13,14,15,17,18,19, 20,21,23,24,25,26, 27,29,31,32,33,34, 35,40 ↘
	C		4,28,30,36,37,38,39 ↻
	A	B	C

Con los resultados obtenidos en el VOC del cliente y el análisis ABC – bi criterio se seleccionó al Cliente Motos y Motos el Paisa, quien es un cliente tipo A por su volumen de compra y por el número de órdenes que realiza en el año, permitiendo para nuestra investigación realizar una representación del comportamiento de los clientes locales tipo A, para así revisar el flujo de información y material que sucede entre la empresa y el cliente y proponer oportunidades de mejora.

Motos y motos el paisa es un almacén ubicado en el centro de la capital del Valle del Cauca, donde se acercan los motociclistas a comprar sus repuestos, este almacén cuenta con más de 5 años de experiencia en el sector de las motocicletas, su misión y visión se encuentran relacionadas con las de Industrias Colremo Ltda.

⁴⁴ FLORES B. E., WHYBARK, D. C.. Implementing multiple criteria ABC analysis. En: Journal of Operations Management, vol.7no.1–21987.p 79–85

7.2 MISIÓN:

Motos y Motos el Paisa, ha sido creada para cubrir las necesidades de los motociclistas brindándole asesoría, calidad y buenos precios a nuestros clientes con productos importados y nacionales. Actualmente estamos innovando, para satisfacer día a día sus necesidades y requerimientos, en la gama de repuestos de todas las marcas del país y accesorios similares.

7.3 VISIÓN:

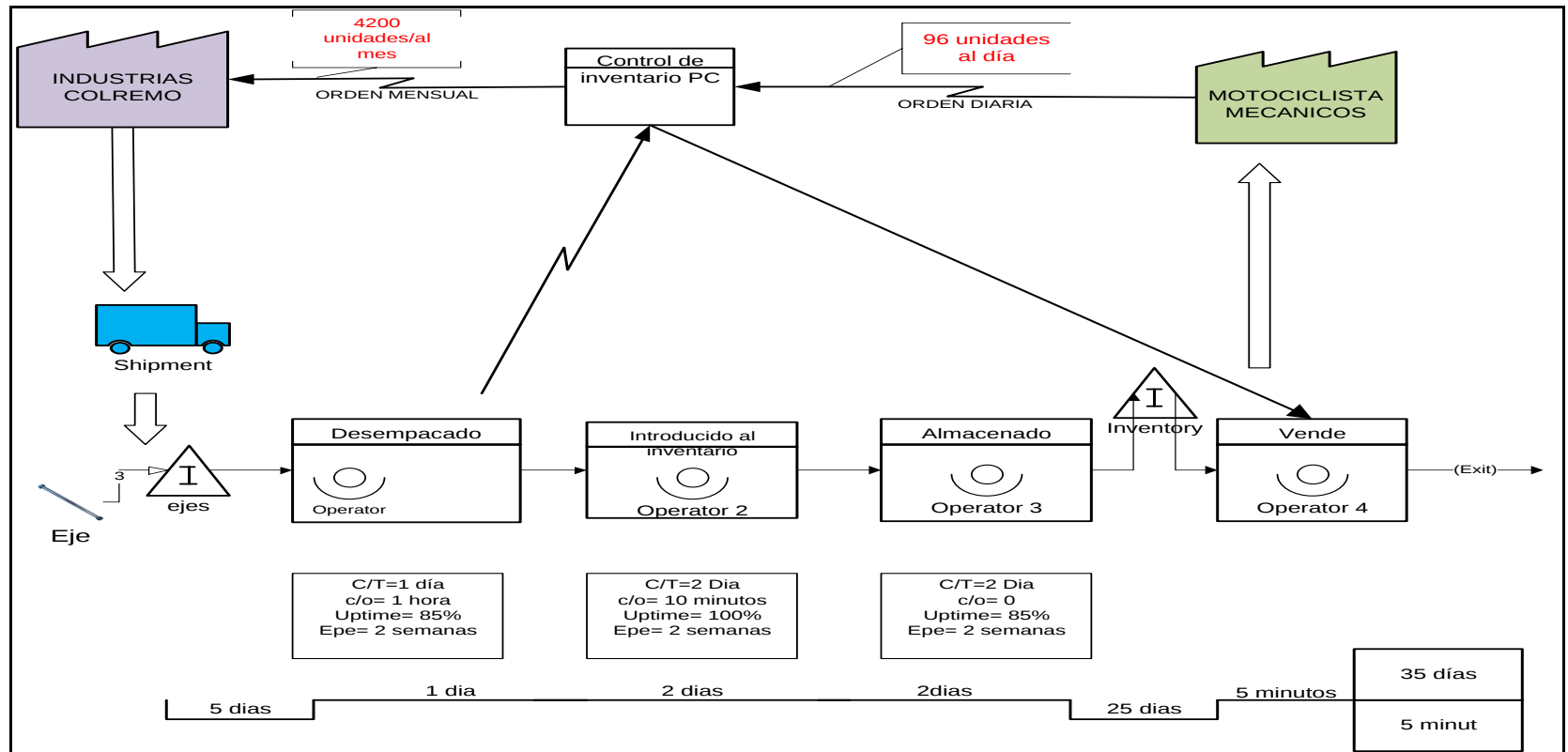
Ser reconocidos en el 2015 como el mejor Almacén en repuestos para motos en la ciudad de Cali, por los altos estándares de calidad, cumplimiento, seriedad y honestidad para con nuestros clientes, pensando siempre en el ámbito del desarrollo social y económico de nuestro país.

7.4 OBJETIVO:

Comercializar y distribuir productos de excelente calidad satisfaciendo cada necesidad, con los más altos estándares de calidad. Brindar una completa asesoría en los requerimientos de nuestros clientes y visitantes a través de una atención personalizada, superando las expectativas y necesidades.

7.5 MAPEO DE LA CADENA DE VALOR (VSM) CLIENTE.

Figura 21 Mapeo de la cadena de valor (VSM) cliente.



Fuente: Elaboración propia-visio 2010, Process simulator (complemento)

7.6 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL CLIENTE

Los clientes visitan diariamente el almacén solicitando repuestos de diferentes marcas y referencias, el almacén mantiene un inventario que bajo su criterio son los ejes de mayor demanda y teniendo en cuenta su capacidad de endeudamiento realiza solicitudes a sus proveedores.

Industrias Colremo Ltda provee desde hace más de cinco años ejes, pasadores de gato, bujes de bronce, kit de tijera , el asesor comercial visita el almacén en un periodo entre 30 y 45 días, los almacenistas para realizar el pedido revisan su inventario, y la demanda de los productos a solicitar durante el último mes, se informan de las nuevas referencias de motocicletas que se encuentran en circulación, (actualmente 700 mil motos circulan en el valle del Cauca 7 % de estos vehículos en todo el territorio nacional donde la cifra llega a los 5 millones)⁴⁵ con la ayuda de los mecánicos y de las promociones o beneficios que tiene la empresa para determinar las cantidades que van a solicitar. Una vez recibe su pedido es desempacado, revisado, introducido al inventario y almacenado para ser posteriormente vendido a sus clientes.

8. ESLABÓN TRES DE LA MACROCADENA (PROVEEDOR)

8.1 DESCRIPCIÓN DEL PROVEEDOR

Industrias COLREMO LTDA, actualmente cuenta con dos proveedores de materia prima empleada para la fabricación de ejes y kits de tijeras, estos proveedores se encuentran ubicados en la ciudad de Medellín y forman parte de la lista de proveedores de la empresa hace más de 10 años. Para la selección del proveedor a mapear se tuvo en cuenta los resultados de la calificación de proveedores de los últimos 3 años y con esta información se realizó una matriz de calificación por criterios, donde 1 es malo, 2 regular, y 3 bueno:

Tabla 9. Matriz de criterios para la selección del proveedor

PROVEEDOR	CIUDAD	CRITERIOS DE SELECCIÓN				
		FRECUENCIA DE COMPRA	ATENCION POST VENTA	ATENCION AL CLIENTE	CALIDAD DEL PRODUCTO	TIEMPO DE ENTREGA
Aceros Industriales S.A	Medellin	3	2	3	3	3
Centro Aceros Ltda.	Medellin	2	3	3	2	2

Fuente: Elaboración Propia

⁴⁵El Pais.com [En línea] 07 de 09 de 2015. [Citado el: 29 de 07 de 2016.] <<http://goo.gl/aq9nti>>

En los criterios no se tuvo en cuenta precio, ni ubicación ya que el precio de las dos empresas es el mismo y se encuentran localizadas en la misma ciudad. Cada uno de los criterios anteriores tiene un peso del 20%, obteniendo mayor calificación la empresa Aceros Industriales SA.

Aceros Industriales S.A: Es una empresa transformadora y comercializadora de aceros especiales, latones de alta maquinabilidad, tubería de cobre, alambres y flejes de cobre y latón. Fundada en la ciudad de Medellín en el año de 1977 por el Doctor German Sánchez Bernal. Actualmente se encuentra ubicada en Itagüí (Antioquia) donde opera la planta de producción, centro de servicios de corte y sala de ventas.

Su misión consiste en la transformación de barras, alambres calibrados y trefilados en aceros al carbono y latones de alta maquinabilidad, importan y comercializan productos terminados en estado bonificado, recocido, laminado en caliente o torneado, los principales sectores donde se enfocan sus clientes son: automotriz, eléctrico, elementos de fijación forjados y estampados, industria del gas, metalmecánico, minería, plantas de electrodeposición, procesos de deformación en frío y caliente, resortes y siderurgia. Cuenta con un sistema de distribución que está diseñado para ubicar los productos en el tiempo y lugar que sus clientes lo requieran, además de un sistema de gestión bajo la norma ISO 9001 en transformación y comercialización de materiales metálicos ferrosos y no ferrosos⁴⁶.

8.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROVEEDOR

Aceros Industriales es una empresa productora, una vez reciben un pedido del cliente, el asesor comercial revisa si el material se encuentra en PT (Producto terminado) o en MP (materia Prima) si se encuentra en PT él envía el pedido a bodega quien realiza el alistamiento del material para proceder con el despacho en un tiempo estimado de 24 horas y dar respuesta satisfactoria al cliente.

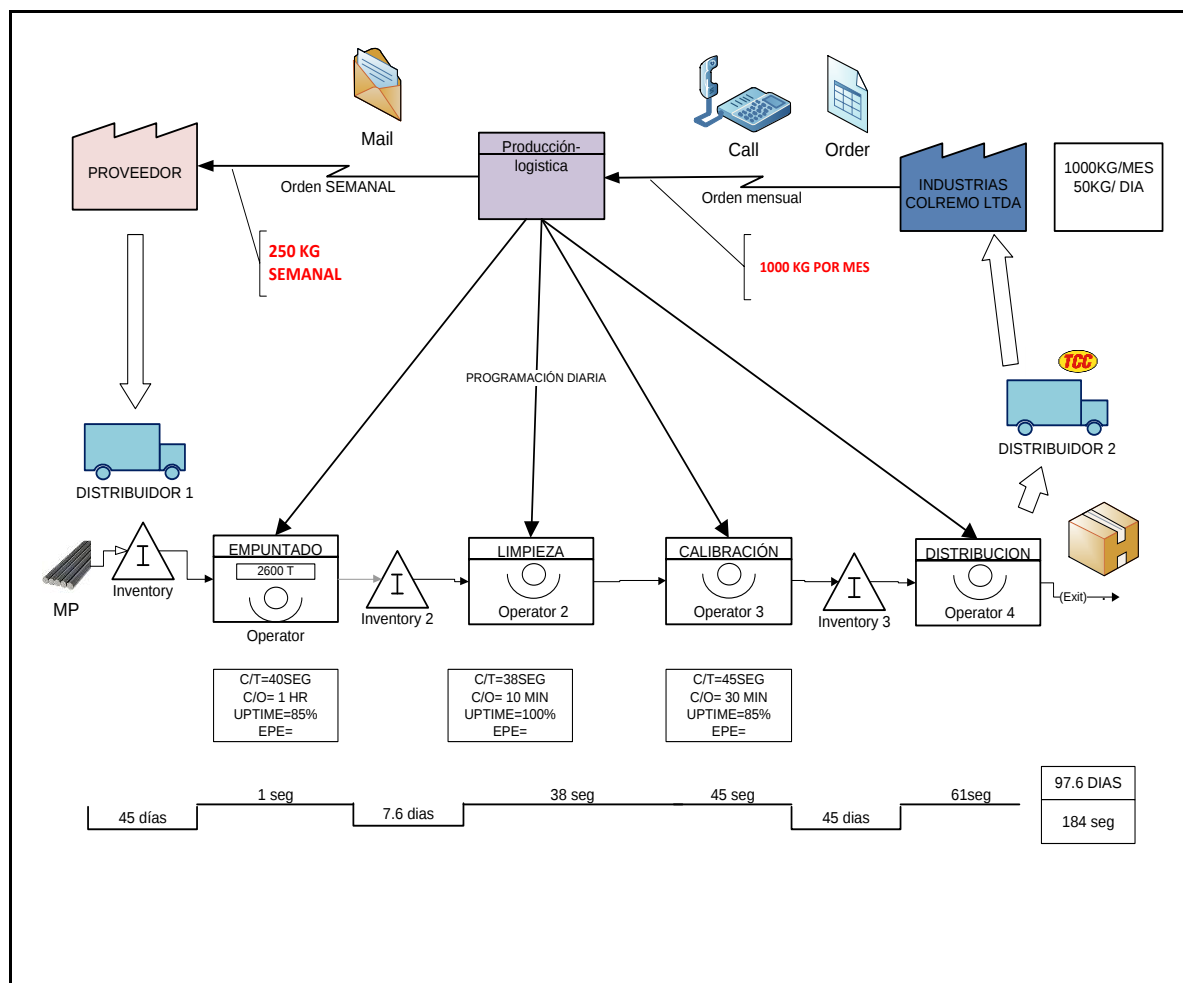
Si por el contrario la solicitud del cliente no se encuentra disponible en producto terminado pero se cuenta con materia prima para su procesamiento entonces el asesor envía el pedido al área de Logística y producción quienes lo revisan y le asignan una fecha en la que tienen el pedido listo para su despacho, es decir en PT, con esta información lo regresan al área de Ventas quienes asignan la fecha de despacho 24 horas después. Dado el caso que una vez recibida la orden del cliente no se cuente con materia prima para procesar su solicitud entonces logística envía la información al área de ventas con la fecha en la que la materia prima estaría disponible para ser procesada y despachada, esto con el objetivo que el área de ventas informe y comunique al cliente el tiempo aproximado que tomara el despacho del material solicitado.

⁴⁶Aceros Industriales En línea [marzo-2015] Citado el [06-08-2015] Disponible En:<<http://goo.gl/N5cn56>>

Los niveles de inventarios en Producto Terminado (PT) en días es de 45, aproximadamente 2600 toneladas, y en Materia Prima (MP) puede tener pequeñas variaciones mensuales de acuerdo al presupuesto pero normalmente es de 45 días. La materia prima que utiliza la empresa se conoce como alambazón, es decir, son rollos de alambre que oscilan entre los 10mm y 16 mm, que llegan a las instalaciones de la planta en presentaciones de 2 Toneladas, estos pasan por un registro de calidad para evaluar la resistencia y durabilidad del material recibido y después son almacenados en la bodega de la empresa, para posteriormente ser sometidos al proceso de transformación que consiste en empuntado, limpieza y calibración (trefilado), una vez terminado este proceso es trasladado a las bodegas donde es almacenado para su posterior distribución.

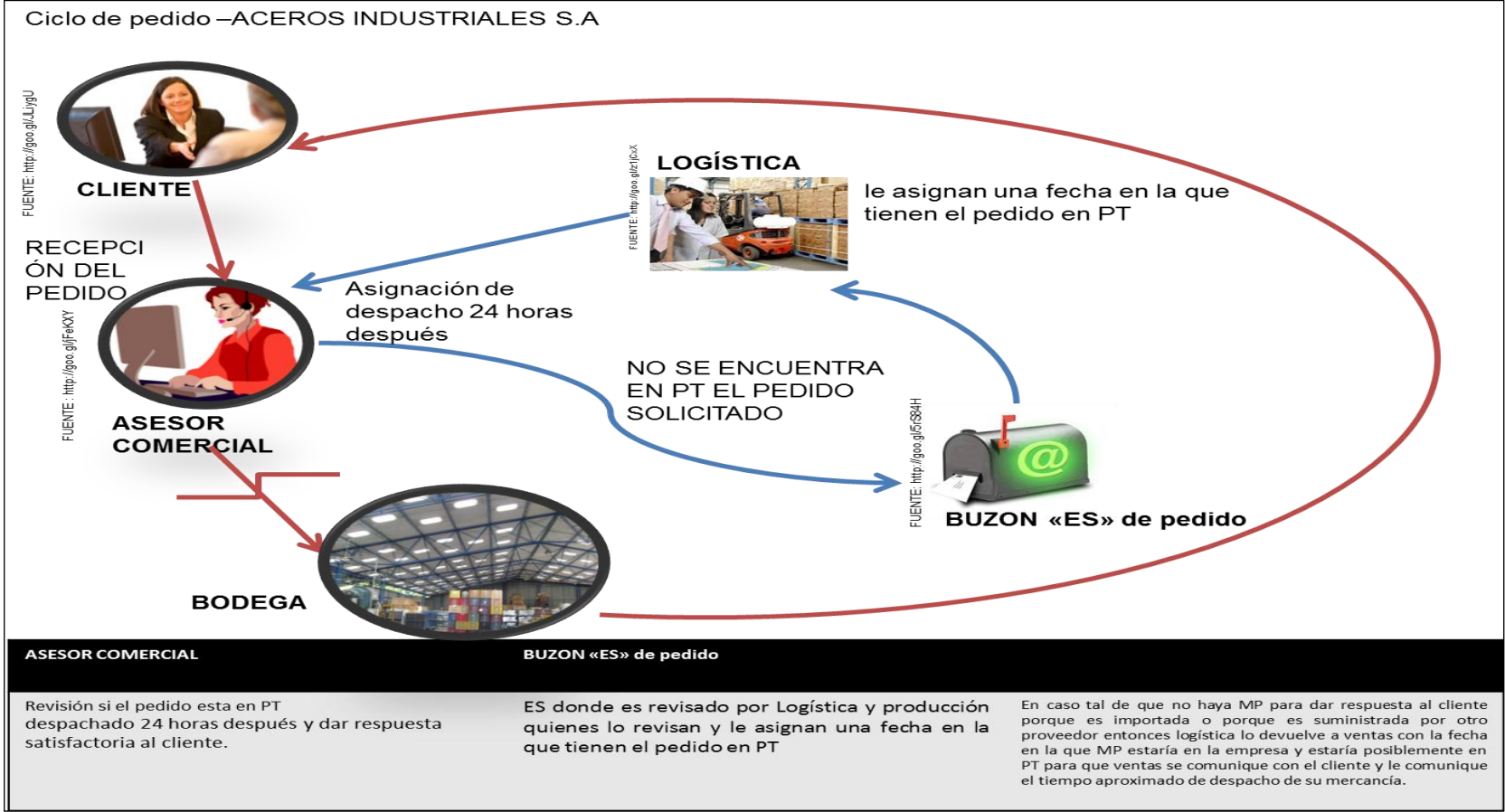
8.3 MAPEO DE LA CADENA DE VALOR ACTUAL (VSM) PROVEEDOR

Figura 22. Mapeo de la cadena de valor actual (VSM) proveedor



Fuente: Elaboración propia – Process Simulator

Figura 23 Ciclo de pedido Aceros Industriales S.A



9. MACROCADENA

9.1 MAPEO (MVSM) MACRO VALUE STREAM MAPPING

Hay tres razones claves para la creación del Macromapa de la cadena de valor, el primero se relaciona con el costo asociado a la compra de materiales a lo largo del proceso, el segundo los costos potenciales en las actividades aguas abajo que pueden negar cualquier ahorro de los costos internos realizados para mejorar los procesos de forma individual y la tercera es que a través de este tipo de mapas extendidos se puede identificar quien hace, que hace y donde lo hace para que la mejora planteada tenga un mayor efecto sobre toda la cadena de suministro⁴⁷.

Para la elaboración de este macro mapa se tomó como referencia el libro “Seeing the Whole” de Dan Jones y Jim Womack, y se unió en un solo mapa a la empresa Industrias Colremo Ltda ubicada en el municipio de Pradera Valle del Cauca, al proveedor Aceros Industriales ubicada en la ciudad de Medellín, Antioquia y al almacén Motos y Motos el paisa ubicada en la ciudad de Cali, Valle del Cauca quien tiene el contacto con los motociclistas con necesidad de comprar ejes para sus motocicletas, la distancia aproximada entre las tres empresas es de 468 km.

El macro VSM para la cadena de suministro de un eje para motocicleta, toma como punto de partida los VSM de estado actual de la empresa, el proveedor, y el cliente, y reúne toda la información en un solo mapa en el que se puede observar el flujo tanto de material como de información y con ello identificar oportunidades de mejora para toda la cadena. Una vez se cuente con un macro VSM se puede tener una visión holística del proceso al mirarlo como un todo para el desarrollo de una logística Integral.⁴⁸

9.2 ACCIONES FÍSICAS PARA LA FABRICACIÓN DE UN EJE

Las acciones físicas se refiere a todas aquellas actividades o procesos necesarios para obtener un eje, estas acciones inician con la importación del material por parte de la empresa Aceros Industriales, desde países como China y Turquía lo que les toma aproximadamente 35 días y finaliza cuando los vendedores del almacén Motos y motos el Paisa entregan un eje a un motociclista o un mecánico para ser utilizado como repuesto.

Las acciones físicas de la cadena de suministro analizada son 57, y toman 96 días en su realización, sin embargo solo 14 de ellas son acciones que agregan valor al producto y toman 2 horas, lo que indica que el tiempo de ciclo total de toda la cadena de suministro para la fabricación de ejes es de 78 días.

⁴⁷ CUDNEY, Elizabeth A.; FURTERER, Sandra; DIETRICH, Press, 2013.

⁴⁸ LOS SANTOS, Ignacio S. Logística y Marketing Para La Distribución Comercial. Esic Editorial, 2006.

Tabla 10. Acciones Físicas requeridas para la fabricación de un eje a lo largo de la cadena de suministro.

#	PASOS	V.A	TIEMPO TOTAL
Proveedor de Materia Prima: Aceros Industriales, Medellín - Antioquia			
1	Importacion de alambres de 2 Toneladas		35 días
2	Recepcion e inspeccion de materia Prima		1 día
3	Almacenamiento en bodega de MP para ser procesada		55 min.
4	Ingreso de informacion a sistema para que pueda ser consultada por los asesores		30 min.
5	Creacion de Orden de produccion de acuerdo a necesidad del cliente y para inventario		2 horas
6	Traslado de materia prima de bodega a Produccion		45 min.
7	Alistamiento de maquinaria proceso en linea		2 horas
8	Empuntando	1	40 seg
9	Limpieza	2	38 seg
10	Calibracion	3	45 seg.
11	Traslado de produccion a bodega de despacho		15 min.
12	Acumulacion de producto terminado para despacho		45 días
13	Despacho	4	1 hora
14	Transporte desde planta en Itagui hasta Pradera Valle		2 días
15	Recepcion e inspeccion de materia prima (Muestra Aleatoria con Calibrador)		10 min.
16	Ingreso y almacenamiento de Varillas de acero de 6 metros de longitud		2 horas
17	Digitacion de informacion en planilla de Ingreso de Materia Prima		30 min.
18	Creacion de Orden de produccion de acuerdo a necesidad del cliente y para inventario		60 min.
19	Alistamiento de materia prima para proceso de corte		40 min.
20	Corte a medida requerida por el cliente (eje entre 9 y 25 cm)	5	13 seg.
21	Acumulacion de piezas cortadas (1200 und)		4 horas
22	Almacenamiento en deposito de materia en proceso		15 min.
23	Traslado de deposito a Prensa Hidraulica para Estampado		5 min.
24	Alistamiento de prensa hidraulica para estampado tamaño de lote 50 unidades		35 min.
25	Estampar (unidad)	6	54 seg.
26	Acumulacion de piezas estampadas (500 und)		8 horas
27	Traslado de Prensa Hidraulica a deposito de materia en proceso		5 min.
28	Almacenamiento en deposito de materia en proceso		30 min.
29	Traslado de Estante de Materia en Proceso a maquina de corte Geka		3 min.
30	Alistamiento de maquina Geka para corte milimetrico		10 min.
31	Corte a medida milimetrica - Dar medida (und)	7	10 seg.
32	Acumulacion de piezas cortadas (30 und)		5 min.
33	Traslado de Maquina de Corte a Torno 1		2 min.
34	Alistamiento de Torno 1 para Maquinado		10 min.
35	Maquinado	8	45 seg.
36	Acumulacion de piezas Maquinadas (700 und)		8,5 horas
37	Traslado de Torno 1 a Roscadora		1 min.
38	Alistamiento de Roscadora		25 min.
39	Roscado	9	7 seg.
40	Acumulacion de piezas Roscadas		2 horas
41	Traslado de Roscadora a Torno 1, 2 o 3 dependiendo disponibilidad		2 min.
42	Alistamiento de Torno 1, 2 o 3 para Cilindrado		10 min.
43	Ajuste de Balinera - Cilindrado Longitudinal	10	56 seg.
44	Acumulacion de piezas cilindradas		11 horas
45	Traslado a planta de Galvanizado		5 min.
46	Inspeccion Aleatoria		2 min.
47	Galvanizado	11	378 seg.
48	Acumulacion de piezas Galvanizadas		1 hora
49	Traslado a almacen de producto terminado		10 min.
50	Clasificacion de ejes de acuerdo a referencia		2,5 horas
51	Empaquetado	12	50 seg.
52	Almacenamiento en bodega de Producto Terminado		1 hora
53	Embalaje con otros productos solicitados por el cliente		3 horas
54	Despacho al cliente	13	2 min.
55	Transporte desde planta en Pradera Valle - Almacen en Cali		2 días
56	Recepcion de Producto - Eje para Motocicleta		5 min.
57	Desempacado		1 días
58	Introduccion al inventario y etiquetado		2 días
59	Almacenamiento - separacion de otros productos		2 días
60	Venta al Publico y asesoria mecanica	14	5 min.

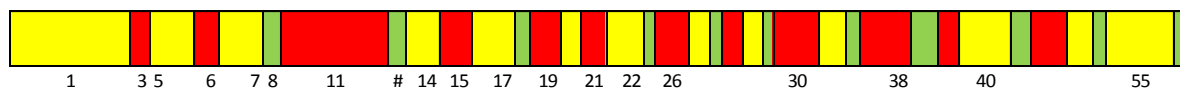
Fuente: Elaboración Propia

9.3 LÍNEA DE TIEMPO

La línea del tiempo muestra en rojo las actividades que realiza la empresa actualmente y no agregan valor (23), en verde las actividades que agregan valor (14) y en amarillo las actividades que no agregan valor pero que es necesario realizarlas (23), las primeras (rojas) son todas aquellas actividades que corresponden a mudas o desperdicios y pueden eliminarse mediante oportunidades de mejora, las segundas (verdes) son las actividades por las que el cliente está dispuesto a pagar y las terceras (amarillas) son actividades necesarias dentro de la organización pero que pueden llegar a ser menores.

En la cadena de suministro, industrias Colremo es el eslabón con mayor número de actividades que no agregan valor al cliente pero Aceros Industriales es quien tiene mayores tiempos que no agregan valor al tener un nivel tan alto de inventario de producto terminado y de materia prima.

Figura 24. Línea de tiempo



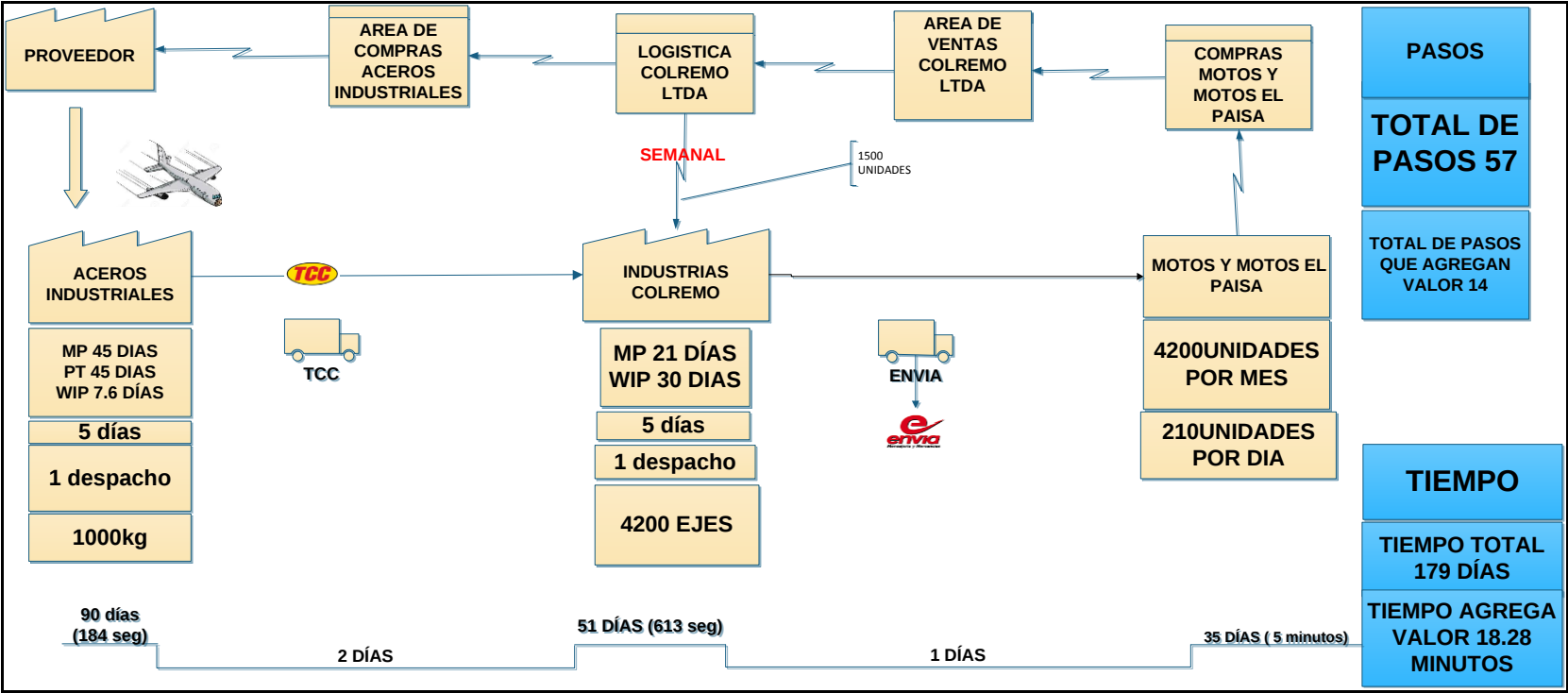
Fuente: Elaboración propia

9.4 MVSM CADENA DE SUMINISTRO DE EJES – ANÁLISIS

El macro VSM para la cadena de suministro de ejes muestra el flujo de información entre las tres empresas y el flujo de material entre las mismas, para el análisis de este mapa extendido se utilizaron los lineamientos de análisis EVSM propuestos.⁴⁹

⁴⁹ Notas de clase. GUSTAVO ALDOLFO GOMEZ PINEDA. 2014.

Figura 25. MVSM Cadena de suministro de ejes



Fuente: Elaboración propia – Process Simulator (Visio 2010)

9.5 ESCENARIOS PARA LA MEJORA DE LA MACRO CADENA

Para la identificación de los escenarios, se relacionaron los resultados obtenidos en la voz del cliente (VOC, en donde el tiempo de entrega es uno de los aspectos resaltados por los clientes, con las Mudras identificadas con los VSM actuales de cada empresa y el MVSM actual, con estas herramientas se identificaron oportunidades de mejora y se agruparon en dos escenarios, descritos a continuación.

Tabla 11. Descripción escenario uno

	OPORTUNIDAD DE MEJORA	TIPO DE MUDA	CAUSA	Lead time actual
Escenario 1 – Mejora Eslabón uno	Organizaciones de flujo continuo, con pequeños lotes de fabricación y nivelación de la producción utilizando Heijunka.	Sobreproducción	Flujo de producción no balanceado, programación inestable entre las tres empresas, y lotes de producción muy grandes.	179 días
	Construcción de células de manufactura al interior de la planta de industrias Colremo Ltda.	Transporte /desplazamiento – Movimientos Innecesarios	Inadecuada distribución en planta dentro de la empresa Industrias Colremo Ltda.	
	Identificación de cuellos de botella y aplicación de herramientas Lean como construcción de kanban al interior de las organizaciones.	Exceso de Inventarios	Aceros industriales cuenta con un inventario de producto terminado de aproximadamente 45 días de acero 1020, listo para ser entregado a sus clientes, Industrias Colremo cuenta con 700 kg de Materia prima (Acero 1020) para ser transformado en ejes, y Motos y Motos el paisa cuenta con 4050 unidades de ejes disponibles para dar respuesta oportuna a sus clientes.	

Tabla 12. Descripción escenario dos

Escenario 2 – Uso de tecnología de Gestión	OPORTUNIDAD DE MEJORA	TIPO DE MUDA	CAUSA	Lead time actual
	Mejorar el flujo de información para disminuir la incertidumbre de la demanda aguas abajo y aumentar la confiabilidad del sistema	Sobreproducción	Flujo de producción no balanceado, programación inestable entre las tres empresas.	184 días
	Integración de la comunicación y los lineamientos estratégicos.	Exceso de Inventarios	Ordenes de producción calculada por pronósticos de venta y no por conocimiento real del entorno y sus necesidades.	

9.5.1 OPORTUNIDADES DE MEJORA

Para la visualización de las oportunidades de mejora que se pueden observar desde el VSM actual, se tienen en cuenta algunas de las herramientas Lean consideradas al inicio de este documento, y la formulación de algunas preguntas⁵⁰ que permitieron identificar las siguientes mejoras.

Propuesta 1: Organización de flujo continuo, con producción “one piece flow”⁵¹ en este caso pequeños lotes, el objetivo principal es establecer una empresa enfocada en el producto y no en el proceso, reducir los inventarios entre procesos, y ajustar la producción según las necesidades de los clientes. Para ello se presenta una nueva distribución en planta, donde se buscan minimizar la distancia entre máquinas, creando puestos de trabajo conjuntos, sincronizados según el takt time, lo que llevará la reducción de inventario de producto en proceso entre máquinas y a una mayor flexibilidad. Para desarrollar un sistema pull⁵² se propone emplear señales kanban, que permitan regular y

⁵⁰ RAJADELL, OP, Cit, p 46

⁵¹ SEKINE, Kenichi. One-piece flow: cell design for transforming the production process. Productivity Press, 1992.

⁵² RAJADELL, OP, Cit, p 94

reducir el nivel de inventarios, buscando que en cada operación se produzca solo lo que el proceso siguiente requiere y así facilitar el flujo continuo.

Propuesta 2: Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar⁵³, Implementar la técnica 5S para el área de fabricación de ejes, el objetivo será la búsqueda de mejores niveles de rendimiento, aumentar el espacio disponible en cada estación de trabajo, disminuir los productos no conformes y disminuir las pérdidas de tiempo en cada operación.

9.6 ESTADO FUTURO

En el VSM futuro, se ilustra la situación a la que se quiere llegar para alcanzar el nivel más alto de eficiencia, con el menor número de despilfarros posible y tomando como punto de partida el VSM actual.

Número Teórico de Estaciones de trabajo necesarios⁵⁴ = $\frac{\text{Tiempo Total de ciclo}}{\text{Takt Time}}$

$$\text{Número Teórico de Estaciones} = \frac{10.21 \text{ Min/und}}{2.43 \text{ min/und}} = 4.2 \text{ Estaciones}$$

$$\text{Número de Tarjetas Kanban}^{55} N = \frac{(U \cdot T) \cdot (1 + P)}{C}$$

N= Numero de tarjetas o contenedores necesarios entre dos estaciones de trabajo.

U= Ritmo de uso de la estación de trabajo “cliente” medido en piezas o componentes hora.

T= Tiempo necesario para que una tarjeta o contenedor recorra todo un ciclo, es decir, abandone la estación de trabajo y regrese vacío, se vuelva a llenar y vuelva a salir lleno.

P= Coeficiente que mide la eficiencia del sistema. Puede ser entre 0 y 1, donde 0, es eficiencia perfecta y 1 ineficiencia pura.

C= Capacidad del contenedor estándar o número de unidades del kanban.

⁵³ RAJADELL, OP. Cit., p 48

⁵⁴ RAJADELL, OP, Cit., p 92

⁵⁵ RAJADELL, OP, Cit., p 109

Entre las estaciones de despacho y galvanizado se requieren un (1) contenedor, en este caso el proceso cliente es despacho ya que tiene un ritmo de producción de 72 ejes empacados por hora, cada contenedor que se desplaza desde galvanizado hasta allí tiene capacidad para 50 ejes, el tiempo necesario para que un contenedor recorra todo un ciclo es de 0.38 horas (5 minutos necesarios por cada transporte, 6.3 minutos para ser llenado, 2 minutos para ser vaciado), asumiendo que el sistema cuenta con una eficiencia del 0.25.

Entre la célula de manufactura (Dar medida – Cilindrado – Roscado) y estampado se requiere 1 contenedor, en este caso el proceso cliente es la célula de manufactura con un ritmo de producción de 58 ejes por hora, con contenedores con capacidad de 50 ejes, y tiempo de recorrido de ciclo de 0.07 horas, con eficiencia del 0.25.

Es decir que el sistema kanban a implementar en Industrias Colremo, es un sistema kanban de una sola tarjeta o kanban de túnel⁵⁶, el cual se caracteriza por controlar el flujo de material con mayor rigidez, suministrar información concreta entre estaciones, tener contenedores con capacidad estándar (50 ejes).

9.7 VSM DEL ESTADO FUTURO INDUSTRIAS COLREMO LTDA.

El VSM del estado Futuro de industrias Colremo Ltda, cuenta con 6 estaciones de trabajo, una de ellas una célula de manufactura entre los proceso de Dar medida – Cilindrado – Roscado, las cuales se agruparon en una nueva distribución en planta propuesta en forma de U, y bajo el criterio de semejanza de proceso, dado que las tres operaciones eran realizadas por el mismo operario se construyó una célula para facilitar el flujo entre operaciones y disminuir la fatiga del operario. El VSM futuro cuenta con tres supermercados, uno a la entrada del proceso de corte, con señal kanban que puede ser enviada al proveedor para su reposición, un segundo supermercado entre el proceso de estampado y la célula de manufactura propuesta, y un tercero a la entrada del proceso de despachos entre galvanizado y despachos. La reducción del LT que se logra con este VSM futuro que abarca las dos oportunidades de mejora mencionadas para la empresa es del 70% aproximadamente, al reducir de un LT de 51 días a uno de 15 días, mucho más cercano a lo que espera el cliente.

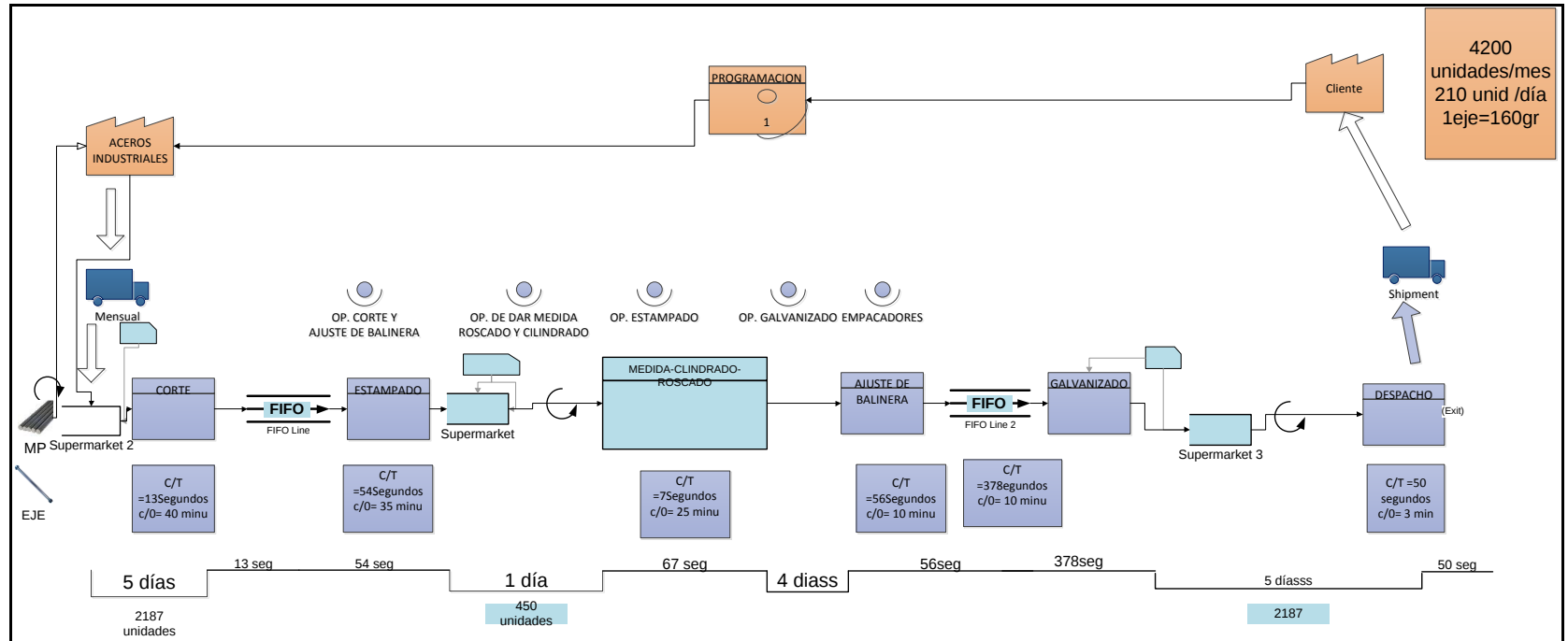
El supermercado que se encuentra entre el proceso de corte y el proveedor, tiene una capacidad de 350 kg (2187 ejes), que en días de inventario con la capacidad actual de los procesos es equivalente a 5 días; el proveedor tiene como tiempo de reposición tres días (dos de transporte y uno para procesar el pedido, es decir que la señal o punto de reorden de este kanban es cuando se han consumido 135 kg (850 ejes), y que la cantidad a reponer es de 350 kg.

En el caso del supermercado entre el proceso de Galvanizado y despacho es también de 5 días pero en este caso el punto de reorden es de un día, dado que el tiempo de

⁵⁶ CABRERA RAFAEL, *paso, paso a.; variantes, principales. Kanban–tarjetas de instrucción.*

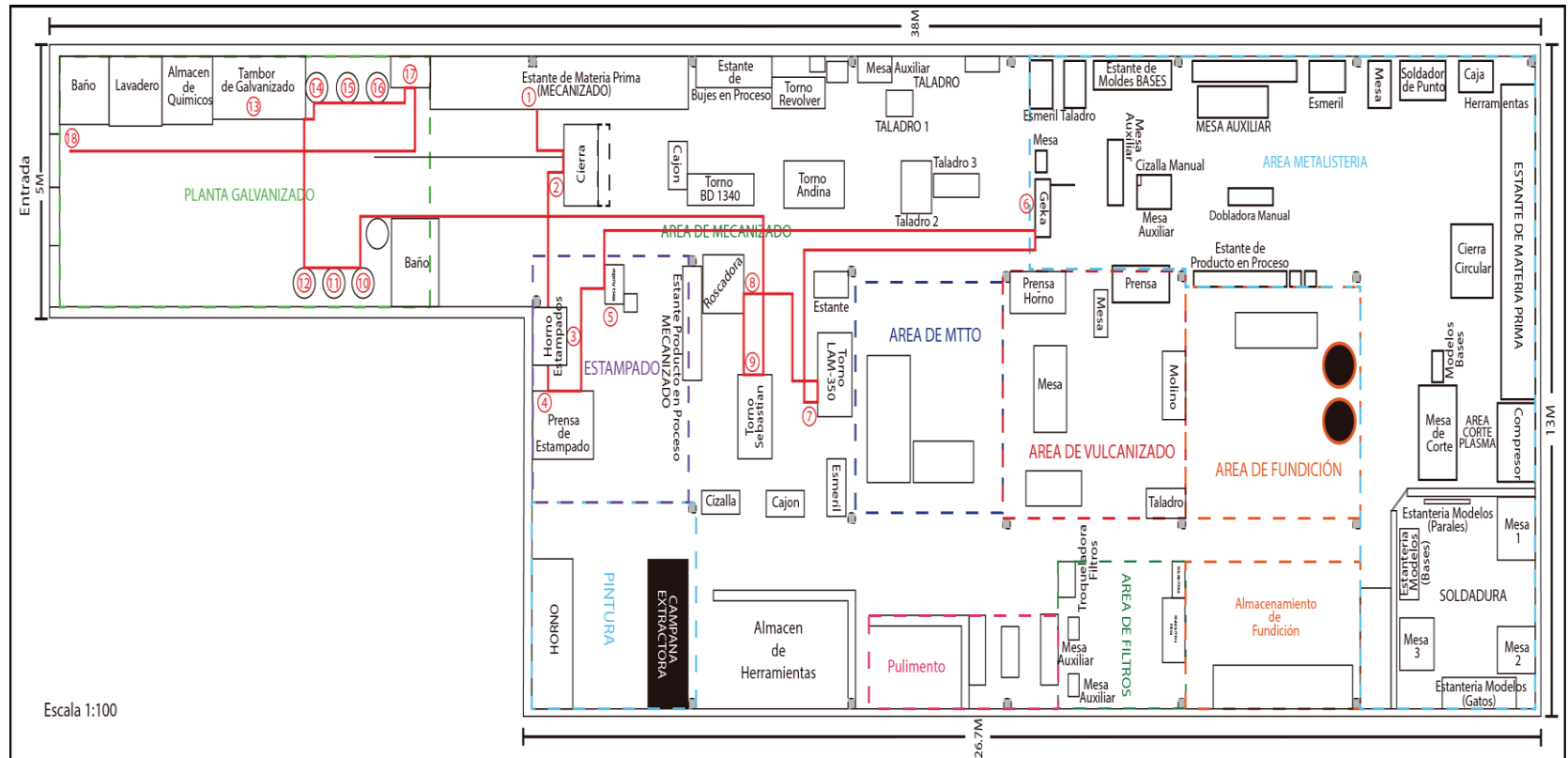
reposición del proceso de Galvanizado es de 13.3 minutos para un contenedor de 50 unidades.

Figura 26 . VSM estado futuro COLREMO LTDA



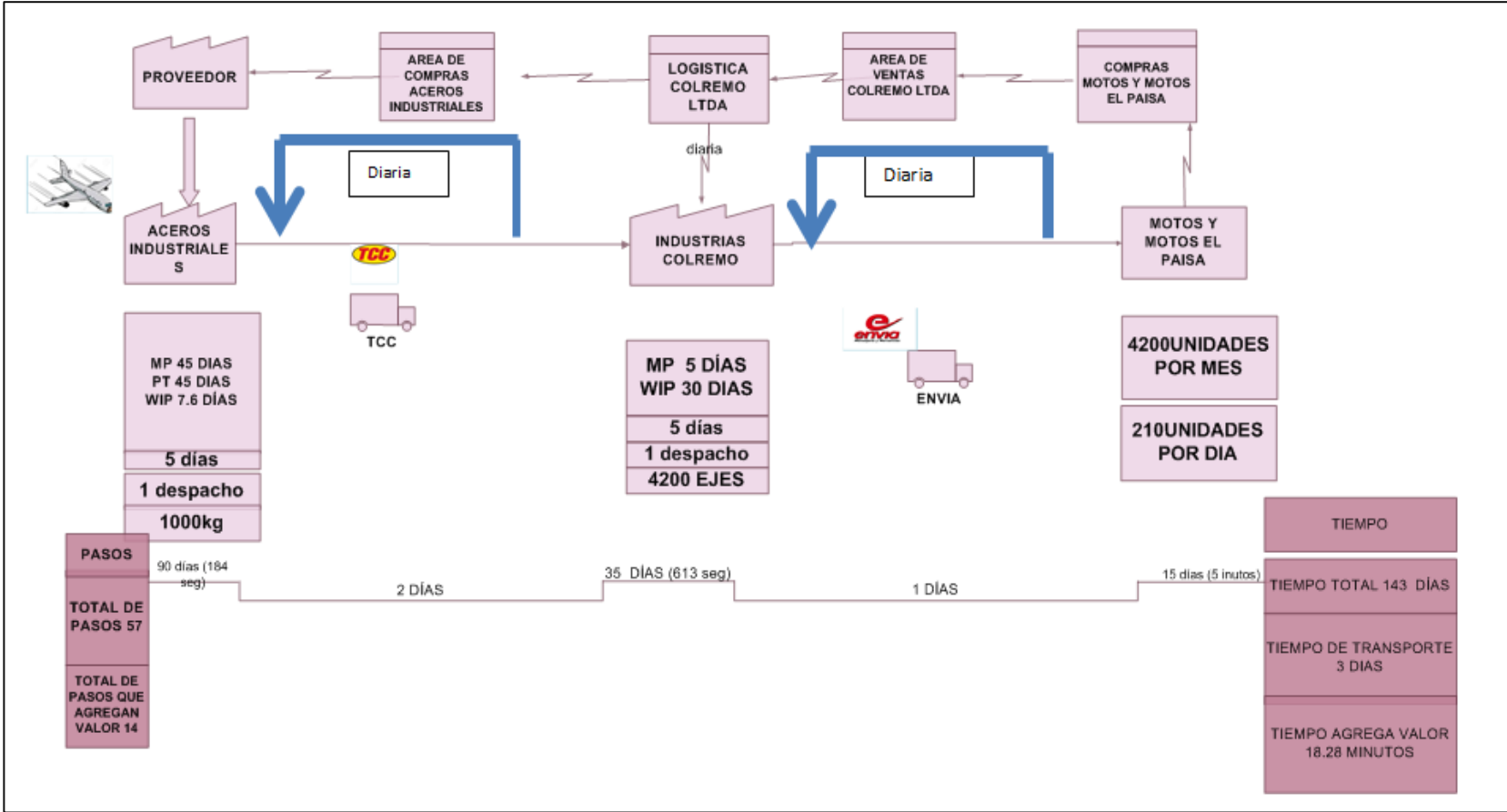
Fuente: Elaboración Propia –Process Simulator (aplicado dentro de la empresa productora).

Figura 27. Propuesta Nueva distribución en planta Industrias Colremo Ltda



Fuente: Elaboración propia- Adobe Illustrator

Figura 28. MVSM Escenario 2.



Fuente: Elaboración Propia (visio 2010)

El escenario 1, se plantea para reducir el mayor número de Mudas observadas en el MVSM dentro de uno de los eslabones de la cadena de abastecimiento, y es al interior de la empresa Industrias Colremo Ltda. Para reducir tres desperdicios identificados (sobreproducción, Transportes Innecesarios y Exceso de Inventario) se plantean tres oportunidades de mejora: organización de flujo continuo mediante pequeños lotes controlados, la construcción de células de manufactura y la creación de supermercados y empleo de la herramienta Kanban. Con estas tres mejoras propuestas se alcanza una reducción del Lead Time de **31.28%** al pasar de 179 días a 123 días. En este escenario se toma como punto de partida el VSM futuro propuesto de Industrias Colremo Ltda. **Figura 26**, propone reducir el inventario de MP de 21 días a solo 5 días y trabajar de la mano del proveedor realizando solicitudes quincenales en lugar de mensuales como se realiza actualmente, con esto Colremo puede seguir obteniendo el beneficio que ofrece Aceros Industriales de flete gratis para compras superiores a \$1.000.000, realizando órdenes de 350 Kg de acero 1020, a su vez esta última tendría una mayor certeza de la demanda de material de uno de sus clientes y puede disminuir su inventario de producto terminado de 45 días a 35 días y no afectar su nivel de servicio actual. Por otra parte, la empresa cliente (Motos y motos el paisa) podría realizar ordenes quincenales en lugar de mensuales como lo realiza actualmente y con esto disminuir su inventario de 25 días a 15 días.

El escenario 2, propone la implementación de tecnología de información entre las tres empresas (intercambio electrónico de información), el objetivo es mejorar el flujo de información entre Aceros Industriales S.A, Industrias Colremo Ltda. y Motos y motos el Paisa y crear un lenguaje común entre los tres; dado que la comunicación actual ocurre con una frecuencia baja durante el mes (1 sola vez), al tener muy baja información mantienen sus niveles de inventario basándose en pronósticos e históricos. Con un sistema de comunicación entre los tres eslabones, sus niveles de inventarios disminuyen y su programación de producción estaría basada en datos reales, es decir se integrarían las ventas y la planificación de cada eslabón y trabajarían con información real del mercado, en este escenario se plantea eliminar dos mudas de toda la cadena de suministro: la sobreproducción y el exceso de inventario, al eliminar estos desperdicios el Lead time disminuye en un **42.45%** ya que pasaría de 179 días a 103 días, el flujo de información aumentaría de mensual a diario, Aceros industriales disminuiría su inventario de producto terminado de 45 días a tener solo 5 días, Industrias Colremo disminuiría su inventario de Materia Prima de 21 días a 5 días, y el cliente Motos y Motos el paisa disminuiría su inventario de ejes de 25 días a 10 días, en un proceso inicial que a medida que se vaya ajustando pueda llegar a cero inventarios como lo propone la implementación de la filosofía Lean.

9.8 CONSTRUCCIÓN MODELO DE SIMULACIÓN

“Mediante el modelo de simulación se logró representar la macrocadena de Industrias Colremo Ltda. Para ello se realizó la definición del objetivo, el alcance y los requerimientos del modelo, posteriormente el análisis de los datos, su construcción y validación

9.8.1 Process Simulator Simula fácilmente diagramas de flujo de Microsoft® Visio®, Mapas de Cadena de Valor, y Diagramas de Flujo. Process Simulator instala un “plug in” de Visio, permitiendo la creación automática de modelos de simulación. Es una herramienta simple, predictivo, de mejora de productividad”.

“Process Simulator cuenta con lógica y elementos precargados para representar los Kanban’s o Supermercados que se utilizan en los sistemas Justo a Tiempo. Permite definir un punto de re-orden, un tamaño de lote a entregar, el tiempo de surtido, y si el gatillo o señal de kanban va a ser por un nivel (existencias) o por frecuencia, es decir, rellenar hasta un nivel, cada cierto tiempo. Se ilustra también el proceso de ensamble. Todo dentro de Visio”⁵⁷

9.8.2 Descripción del proceso de simulación

Se realizó un mapeo inicial en Visio que se ajustara a la realidad de la Macrocadena, de esta manera se logró un diseño más preciso.

El tiempo de corrida del modelo de simulación fue de una semana de trabajo y se realizaron además 180 horas **correspondientes una semana de trabajo, introducidos dentro del mapeo inicial para simular los inventarios correspondientes a la realidad**

La representación es un **modelo determinístico** donde los parámetros de tiempo, inventarios, recursos, no varían al azar, es una simulación de tipo discreta en el cual el estado de las variables cambian instantáneamente.

Para la simulación de la macrocadena que consta de (5) actividades por parte del proveedor y (8) actividades por parte del Colremo Ltda; a las cuales dentro de las propiedades se les asigno el tiempo de operación, el recurso

⁵⁷ Promodel Simulator. *promodel Simulator*. [En línea] 214. [Citado el: 2016 de 06 de 03.] http://www.promodel.com.mx/process_simulator.php.

Figura 29. Propiedades por actividad –Process Simulator

ACTIVITY: CORTE

General

Time: 0.65 seconds

Resource: (None) Priority: 0

☐ Keep

Capacity

Activity: 1

In Buffer: 0

Out Buffer: 1500

Availability

100

Other

Hourly Cost: 0 ☒ Collect Stats

Calendar... (None) Logic... (None)

Batching... After only

Activity Multi Entity Setup Downtimes Notes

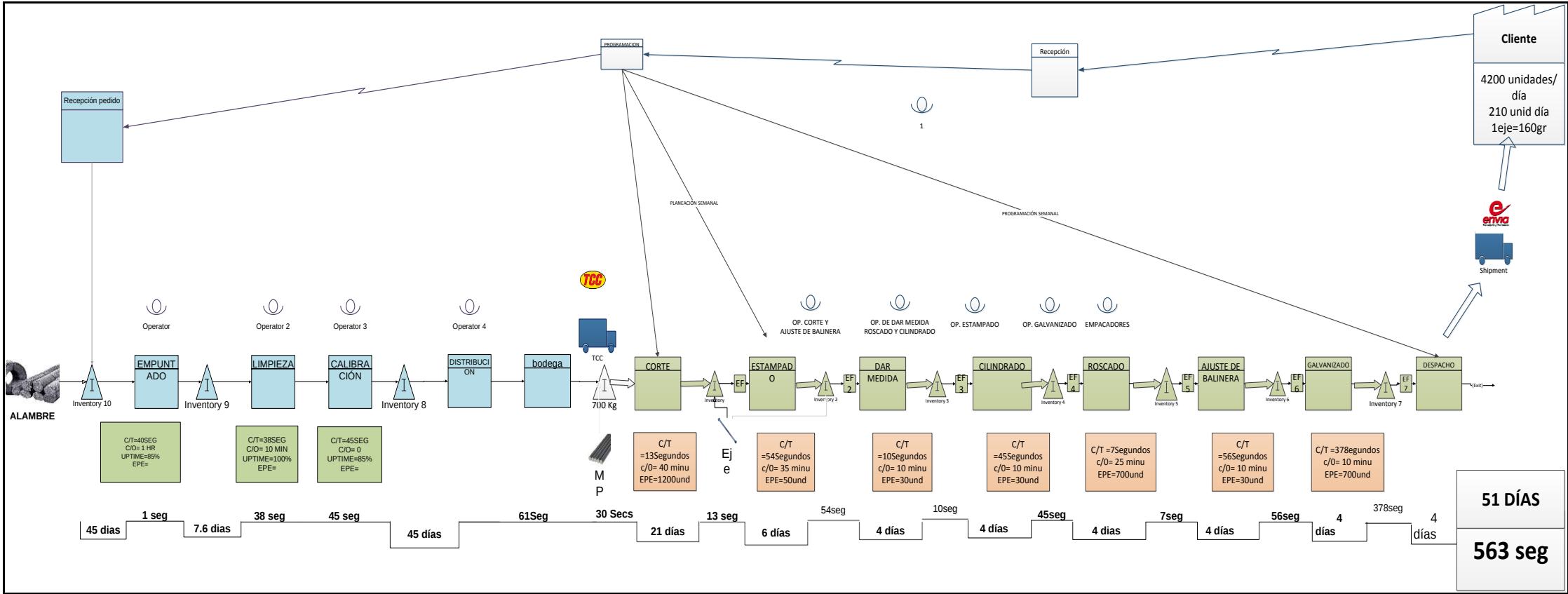
Fuente: Autor Process simulator

El primer paso en el uso de Process simulator es crear un modelo de simulación. Esto se logra mediante la adición de actividades, entidades, y recursos a la disposición Visio y

- Se agregaron los inventarios de forma Storage (que permiten acumular o almacenar de manera permanente en los diferentes procesos, a éste se le asigna la cantidad específica)
- Las entidades ficticias como buffer que son las que acumulan en cada proceso de acuerdo a las cantidades que se ejecutan, en esta simulación específica para el mapeo extendido tienen una capacidad de 900, con rotación entre los procesos de cada 30 unidades.

9.9 VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

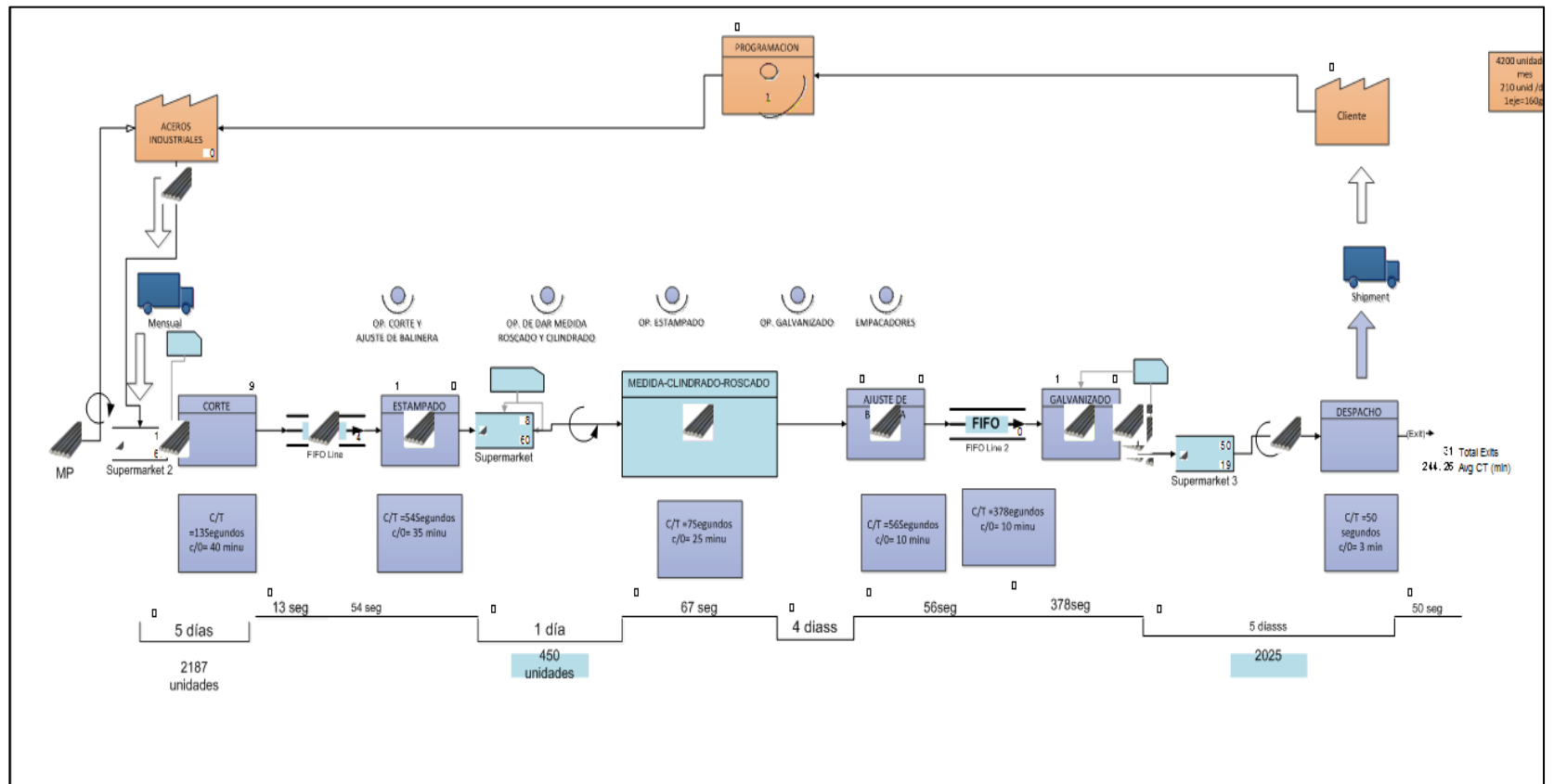
Figura 30. Simulación MVSM



Fuente: Elaboración Propia-Process Simulator

La **figura 29**. Representa gráficamente la simulación realizada en Process Simulator, en donde se integran las actividades desde el proveedor hasta el despacho al cliente.

Figura 31. Simulación del Escenario uno industrias COLREMO LTDA



10. INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para realizar el análisis de los resultados del modelo actual, se toma como base los siguientes indicadores de desempeño:

Tabla 13. Indicadores de Desempeño

INDICADOR	DEFINICIÓN	FORMULA	ESTADO ACTUAL
TAKT TIME	El takt time o ritmo de producción, hace referencia a la frecuencia en que se debe producir un producto para cumplir con las necesidades del cliente	$\frac{\text{Tiempo disponible por turno/cantidad requerida}}{\text{total}}$	2.43 Minutos / unidad
NIVEL CUMPLIMIENTO DESPACHO	Permite cuantificar (%) el nivel de cumplimiento en la entrega de los pedidos a los clientes	$\frac{\text{Número de despachos a tiempo/}}{\text{número total despachos}}$	61%
NIVEL DE SERVICIO	Permite cuantificar (%) del nivel de servicio, a la percepción del cliente.	$\frac{\text{Despachos entregados perfectos/}}{\text{total de despachos}}$	33%
DISTANCIA RECORRIDA	Metros recorridos por los operarios en el desarrollo de sus actividades	Distancia total recorrida para la fabricación de un eje.	90 mt
PRODUCTIVIDAD	Empleo eficaz y eficiente de los recursos disponibles (humanos, técnicos, materiales) en la producción de bienes y servicios.	$\frac{\text{Piezas producidas/número de operarios}}{\text{de operarios}}$	3.08 horas / hombre

11. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Tabla 14. Comparación de indicadores dentro de los escenarios

INDICADOR	ESTADO ACTUAL	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2
TAKT TIME	2,43 Minutos / Unidad	2,43 Minutos / Unidad	2,43 Minutos / Unidad
NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE DESPACHO	61%	95%	99%
NIVEL DE SERVICIO	33%	75%	85%
DISTANCIA RECORRIDA	90 Mt	25 Mt	90 Mt
PRODUCTIVIDAD	18.75 unidades /horas hombre	82.56 unidades /horas hombre	35 unidades / horas hombre

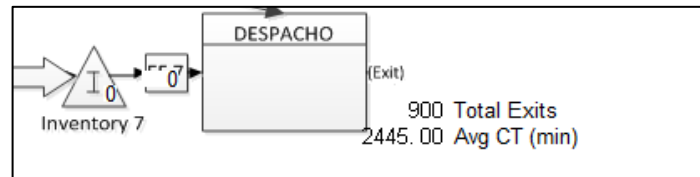


Figura 32. Resultado numérico luego de la simulación empresa COLREMO LTDA

Luego de correr el modelo de simulación basado en a situación actual de la Empresa, correspondiente en tiempo estimado a una semana laboral nos arroja **900 unidades**, en **2445 minutos** lo que coincide con los datos brindados por la empresa y con los resultados en los tiempos de entrega esto demuestra que no logra cumplir con la demanda.

Tabla 15. Resultados simulación Colremo VSM (Routing)

From	To	Move Time	(Resource)			(Builder Logic)	Type	(New Name)	Percent
			Name	Priority	Keep				
Recepción	PROGRAMACION	1 min					Percentage		100
PROGRAMACION	ACEROS INDUSTRIALES	1 min					Percentage		100
ESTAMPADO	Inventory 2	1 min	OP. ESTAMPADO	0			Percentage		100
DAR MEDIDA	Inventory 3	20 sec	OP. DE DAR MEDIDA_ROSCADO Y CILINDRADO	0			Percentage		100
MAQUINAR	Inventory 4	15 sec	OP. DE DAR MEDIDA_ROSCADO Y CILINDRADO	0			Percentage		100
ROSCADO	Inventory 5	15 sec	OP. DE DAR MEDIDA_ROSCADO Y CILINDRADO	0		Dec (NUM1, 900)	Percentage		100
CILINDRAR	Inventory 6	15 sec	OP. CORTE Y _AJUSTE DE BALINERA	0			Percentage		100
GALVANIZADO	Inventory 7	10 sec	OP. GALVANIZADO	0			Percentage		100
DESPACHO	<Exit>	1 min					Percentage		100
700 Kg	CORTE	10 sec	OP. CORTE Y _AJUSTE DE BALINERA	0			Percentage		100
Inventory	EF	0 sec	OP. ESTAMPADO	0			Percentage		100
Inventory 2	EF 2	0 sec					Percentage		100
Inventory 3	EF 3	0 sec	OP. DE DAR MEDIDA_ROSCADO Y CILINDRADO	0			Percentage		100
Inventory 4	EF 4	0 sec	OP. DE DAR MEDIDA_ROSCADO Y CILINDRADO	0			Percentage		100
Inventory 5	EF 5	0 sec	OP. CORTE Y _AJUSTE DE BALINERA	0			Percentage		100
Inventory 6	EF 6	0 sec	OP. GALVANIZADO	0			Percentage		100
Inventory 7	EF 7	0 sec	EMPACADORES	0			Percentage		100
EF	ESTAMPADO	1 min	OP. ESTAMPADO	0			Percentage		100
EF 2	DAR MEDIDA	20 sec	OP. DE DAR MEDIDA_ROSCADO Y CILINDRADO	0			Percentage		100
EF 3	MAQUINAR	10 sec	OP. DE DAR MEDIDA_ROSCADO Y CILINDRADO	0			Percentage		100
EF 4	ROSCADO	10 sec	OP. DE DAR MEDIDA_ROSCADO Y CILINDRADO	0			Percentage		100
EF 5	CILINDRAR	10 sec	OP. CORTE Y _AJUSTE DE BALINERA	0			Percentage		100
EF 6	GALVANIZADO	12 sec	OP. GALVANIZADO	0			Percentage		100
EF 7	DESPACHO	12 sec	EMPACADORES	0			Percentage		100
CORTE	Inventory	25 sec	OP. CORTE Y _AJUSTE DE BALINERA	0			Create		

Fuente: propia Process simulator

La **Tabla 14**, representa los resultados obtenidos para cada routing⁵⁸ en la simulación de Colremo Ltda (empresa productora), de su situación actual, aquí se observa el origen y destino (llegada) de materia prima inicialmente y de la varilla en su proceso de transformación, indica también el tiempo de cada actividad por proceso, el recurso utilizado y prioridad solo de ser necesaria que para nuestro caso es de valor 0 (cero) por otro lado en el en Builder Logic⁵⁹ define las unidades límite a

⁵⁸ propiedad de conexión entre cada entidad o proceso que define la ruta en este caso del producto (eje), (glosario, pág. 15)

⁵⁹ Logic- Builder Logic (constructor lógico): es una propiedad que añade lógica básica al modelo para el uso de recursos y aumentar o disminuir la variable WIP

acumular, esto nos ayuda a que el modelo de manera lógica comparta los recursos en éste caso será el mismo operario que realice tres actividades en entidades o procesos diferentes, hasta completar 900 unidades en lotes de 30. Para finalmente un lead time de 51 días en el estado actual.

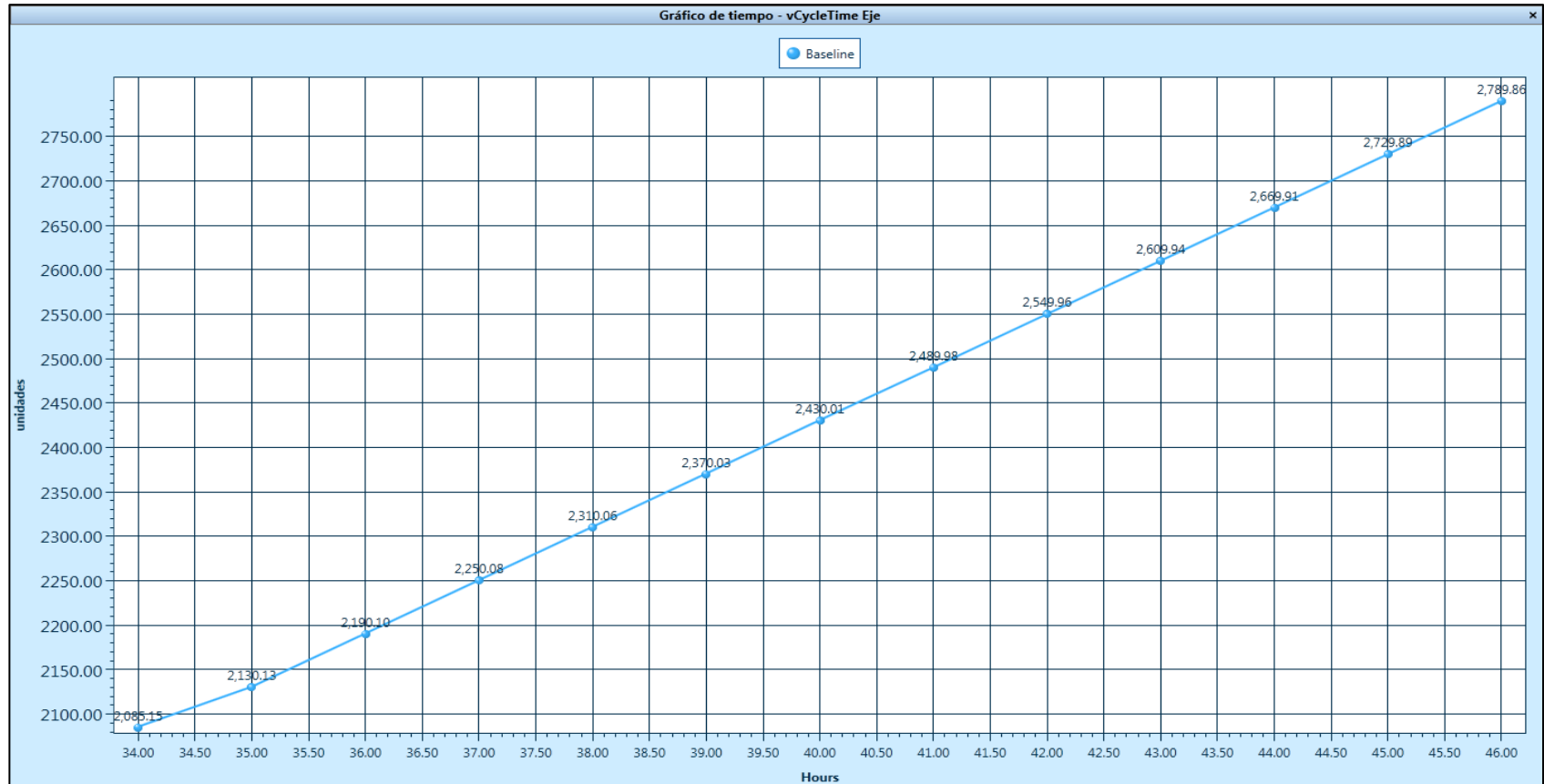
Tabla 16 Resultados simulación Colremo VSM (Activities)

Capacity		Time	(Resource)			(Builder Logic)	Availability		(Batching)				Hourly Cost	Collect Stats
Activity	Buffut Buff		Name	priority	Keep		Percent	blend	Interrupt	Before	Size	After		
1 999		0 3 min					100							0 Yes
1 999		0 3 min					100							0 Yes
1 999		0 T(3, 5, 10) min					100							0 Yes
1 999		0 10 sec					100							0 Yes
1 999		0 20 min					100							0 Yes
1 1		50 54 sec	OP. ESTAMPADO	0			100			Unbatch		Batch	50	0 Yes
1 0		1500 0.65 sec	OP. CORTE Y _AJUSTE DE BALINERA	0			100					Batch	1200	0 Yes
1 1		30 10 sec	OP. DE DAR MEDIDA_ROSCADO Y CILINDRADO	0		Inc (NUM1)E(NUM1 <= 901)CUse C Wait Until (NUM1 = 2)E	100			Unbatch		Batch	30	0 Yes
1 910		900 45 sec	OP. DE DAR MEDIDA_ROSCADO Y CILINDRADO	0			100			Unbatch		Batch	900	0 Yes
1 1		900 7 sec	OP. DE DAR MEDIDA_ROSCADO Y CILINDRADO	0			100			Unbatch		Batch	900	0 Yes
1 30		30 56 sec	OP. CORTE Y _AJUSTE DE BALINERA	0			100			Unbatch		Batch	30	0 Yes
1 900		900 7.56 sec	OP. GALVANIZADO	0			100			Unbatch		Batch	900	0 Yes
1 900		0 50 sec	EMPACADORES	0			100			Unbatch				0 Yes

Fuente: propia Process simulator

La **Tabla 15**, representa los resultados obtenidos para cada actividad dada dentro de las propiedades de la simulación de Colremo Ltda y sus principales características, entre ellas están el tiempo, la actividad que para la situación actual es de 1, el recurso utilizado, en el Builder Logic la fórmula condicional ingresada en la propiedad del recurso (OP. DE DAR MEDIDA, ROSCADO Y CILINDRADO), por ser recurso compartido y las condiciones de (batching)

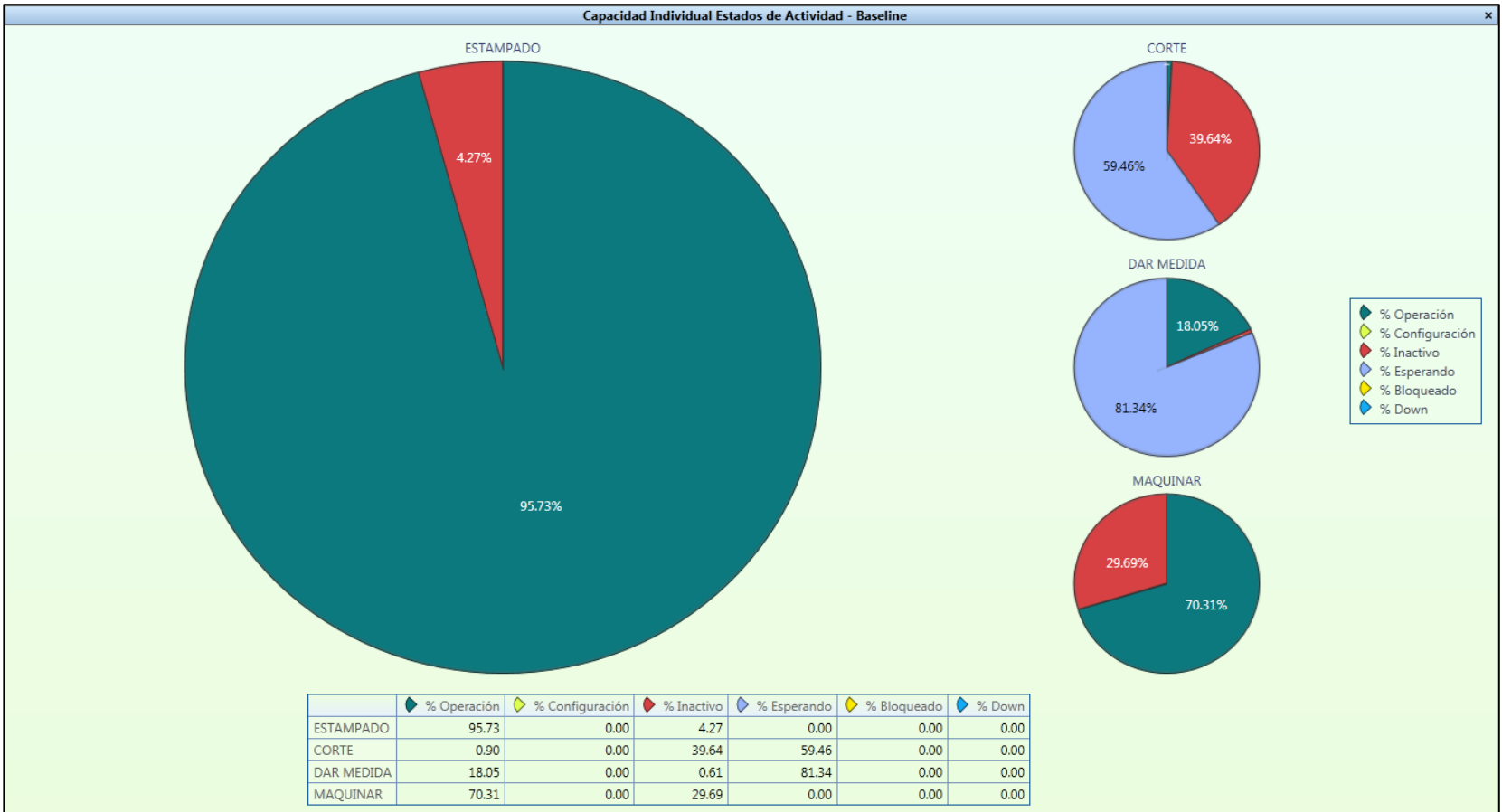
Figura 33. Gráfico de tiempo simulación eslabón uno Colremo Ltda.



Fuente: Elaboración propia-Process Simulator.

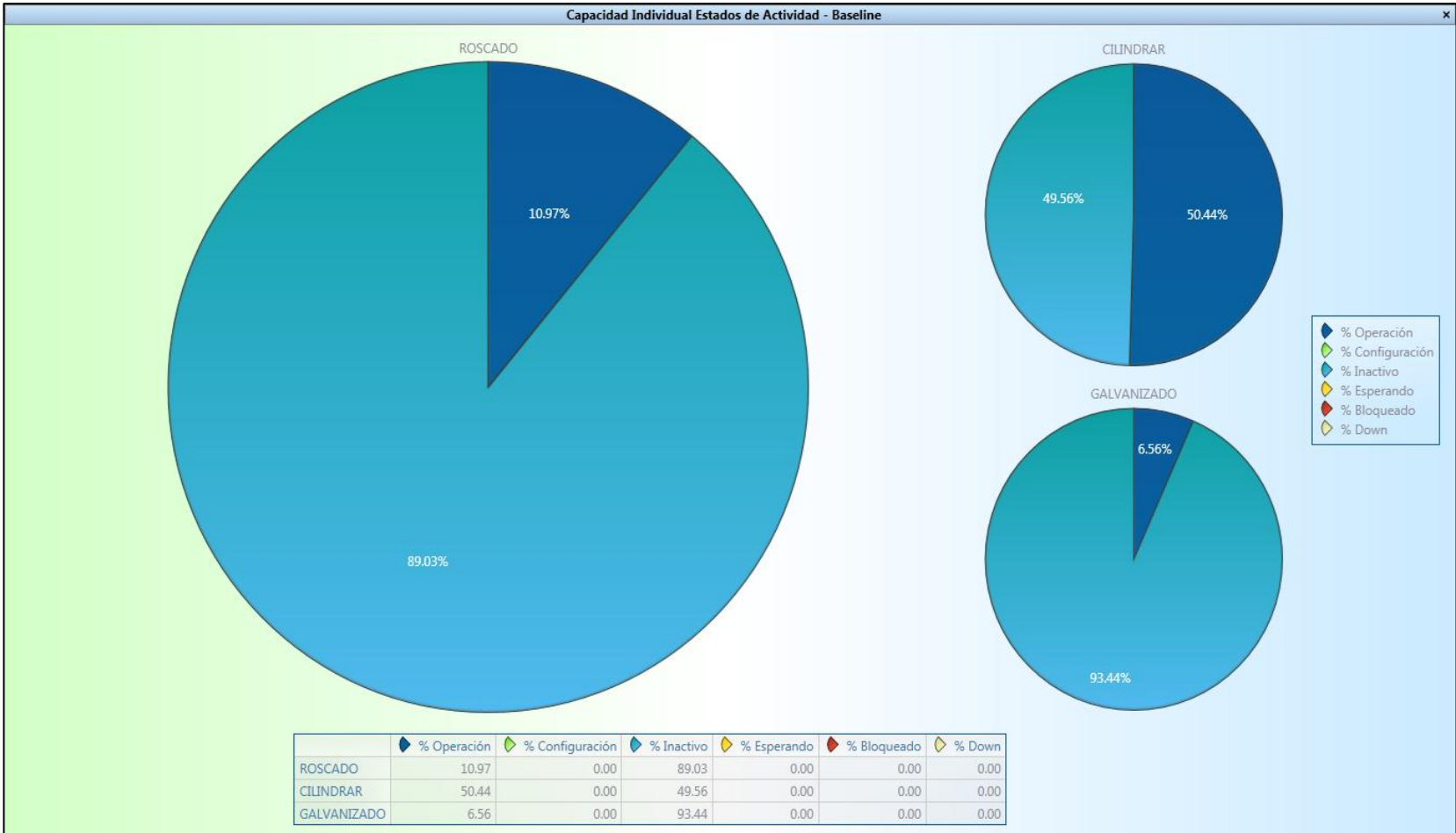
La **Figura 32**, Representa el tiempo de la simulación vs las unidades producidas para este modelo el tiempo es de 46 horas que equivalen a una semana de labores para un total de 2789 unidades, lo que comprueba que en el estado actual la empresa no logra cumplir con la demanda del cliente y que el resultado es acorde con los datos e información proporcionada por la empresa.

Figura 34. Gráficos de Capacidad por Actividad o Proceso (1, 2, 3,4)



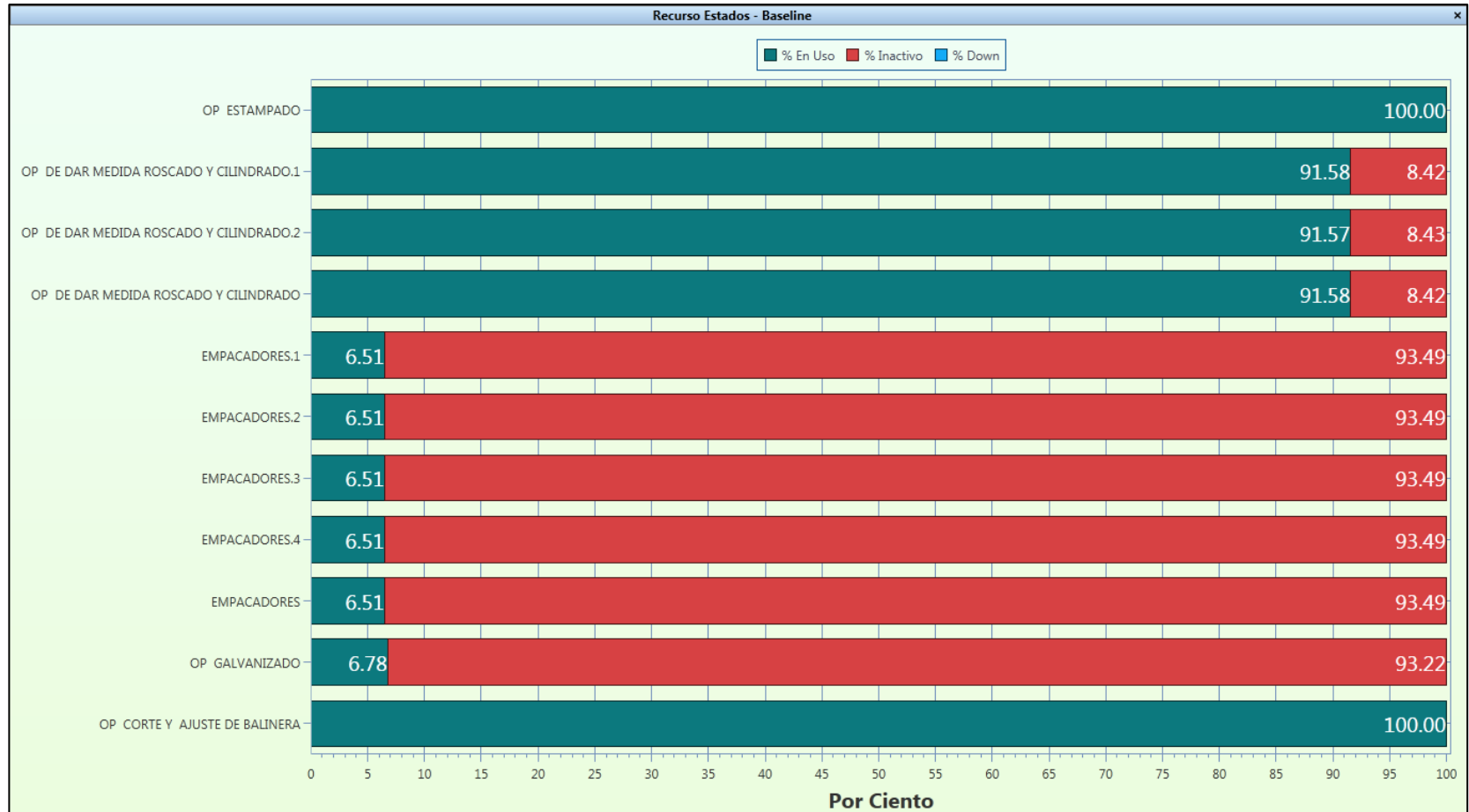
La **figura 33**. Representa los gráficos de la capacidad de cada actividad durante las 46 horas de simulación descritos en % de operación, %inactivo,% esperando los cuales son los más representativos. Procesos ESTAMPADO, CORTE, DAR MEDIDA Y MAQUINAR, para corte y maquinado específicamente se identificaron tiempos de espera innecesarios, donde se identifican pasos que no generan valor ni ganancia de flujo al proceso.

Figura 35. Gráficos de Capacidad por Actividad o Proceso (5, 6,7)



La **figura 34**. Representa los gráficos de la capacidad de cada actividad durante las 46 horas de simulación descritos en % de operación, %inactivo,% esperando los cuales son los más representativos. Procesos ROSCADO, CILINDRAR Y GALVANIZADO

Figura 36. Grafica % Utilización de los recursos en la Simulación



La **Figura 36.** Muestra gráficamente el % de utilización durante la simulación, donde process simulator calcula durante el tiempo establecido el porcentaje de inactividad y el porcentaje en uso para cada recurso.

Figura 37. Resultados de la Capacidad individual de las actividades



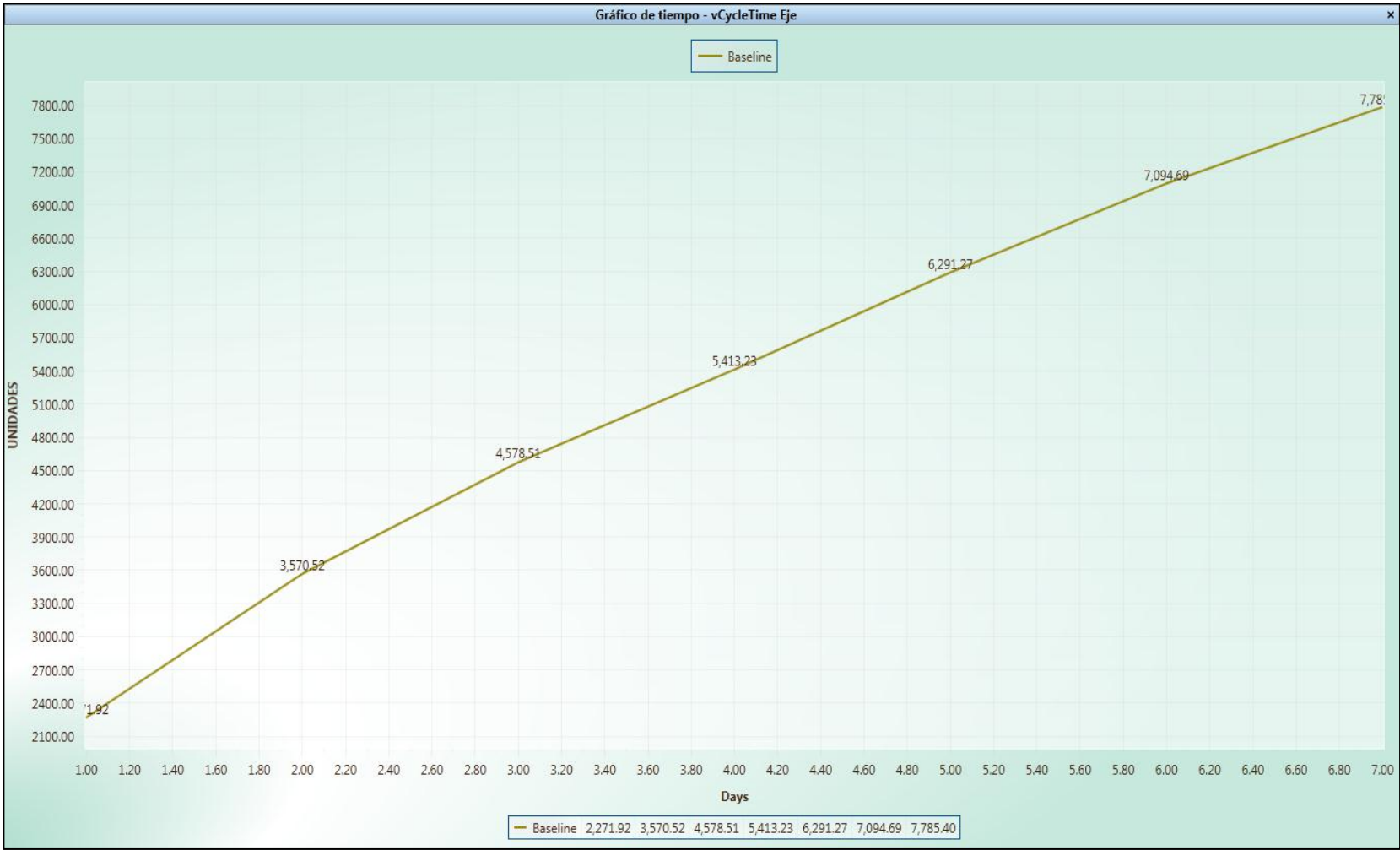
La **Figura 36**. Muestra gráficamente el % de utilización durante la simulación, donde process simulator calcula durante el tiempo establecido el porcentaje de inactividad y el porcentaje en uso para cada actividad.

Tabla 17. Resultados simulación Macro cadena (MVSM)-Routing

From	To	Move Time	(Resource)			(Builder Logic)	Type	(New Name)	Percent
			Name	Priority	Keep				
Recepción	PROGRAMACION	1 min					Percentage		100
PROGRAMACION	Recepción pedido	1 min					Percentage		100
ESTAMPADO	Inventory 2	1 min	Sheet.80	0			Percentage		100
DAR MEDIDA	Inventory 3	20 sec	Sheet.83	0			Percentage		100
CILINDRADO	Inventory 4	15 sec	Sheet.83	0			Percentage		100
ROSCADO	Inventory 5	15 sec	Sheet.83	0		Dec (NUM1, 900	Percentage		100
AJUSTE DE BALINERA	Inventory 6	15 sec	Sheet.20	0			Percentage		100
GALVANIZADO	Inventory 7	10 sec	Sheet.94	0			Percentage		100
DESPACHO	<Exit>	1 min					Percentage		100
DISTRIBUCION	bodega	1 min					Percentage		100
CALIBRACIÓN	Inventory 8	1 min					Percentage	MP	100
LIMPIEZA	CALIBRACIÓN	1 min					Percentage		100
EMPUNTADO	Inventory 9	1 min					Percentage		100
700 Kg	CORTE	10 sec	Sheet.20	0			Percentage		100
Inventory	EF	0 sec	Sheet.80	0			Percentage		100
Inventory 2	EF 2	0 sec					Percentage		100
Inventory 3	EF 3	0 sec	Sheet.83	0			Percentage		100
Inventory 4	EF 4	0 sec	Sheet.83	0			Percentage		100
Inventory 5	EF 5	0 sec	Sheet.20	0			Percentage		100
Inventory 6	EF 6	0 sec	Sheet.94	0			Percentage		100
Inventory 7	EF 7	0 sec	Sheet.98	0			Percentage		100
EF	ESTAMPADO	1 min	Sheet.80	0			Percentage		100
EF 2	DAR MEDIDA	20 sec	Sheet.83	0			Percentage		100
EF 3	CILINDRADO	10 sec	Sheet.83	0			Percentage		100
EF 4	ROSCADO	10 sec	Sheet.83	0			Percentage		100
EF 5	AJUSTE DE BALINERA	10 sec	Sheet.20	0			Percentage		100
EF 6	GALVANIZADO	12 sec	Sheet.94	0			Percentage		100
EF 7	DESPACHO	12 sec	Sheet.98	0			Percentage		100
Inventory 8	DISTRIBUCION	1 min					Percentage		100
Inventory 9	LIMPIEZA	1 min					Percentage		100
Inventory 10	EMPUNTADO	1 min					Percentage		100
bodega	700 Kg	1 min					Percentage		100
CORTE	Inventory	25 sec	OP. CORTE Y _AJUSTE DE BALINERA	0			Create		

Fuente. Elaboración propia –Process Simulator.

Figura 38.Grafica simulación mapeo extendido unidades vs tiempo



La **Figura 37**. Describe las unidades vs el tiempo, del mapeo extendido obtiene un total de 7800 unidades en 7 días

11.1 RESULTADO Y ANÁLISIS ESCENARIO UNO

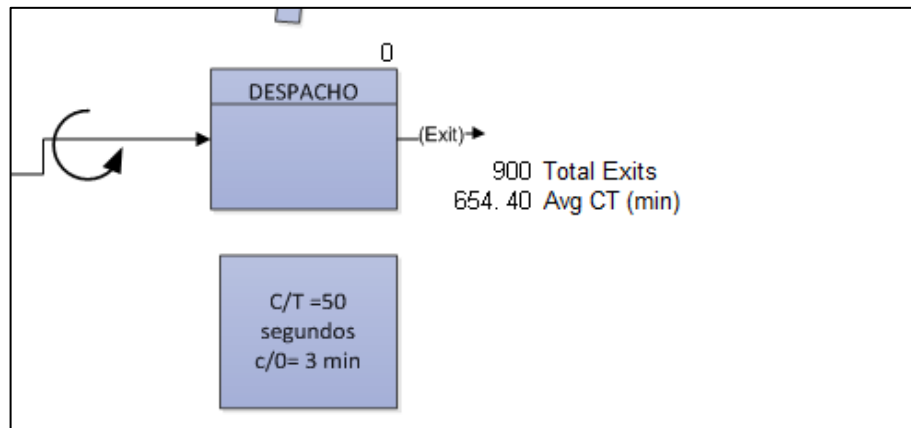


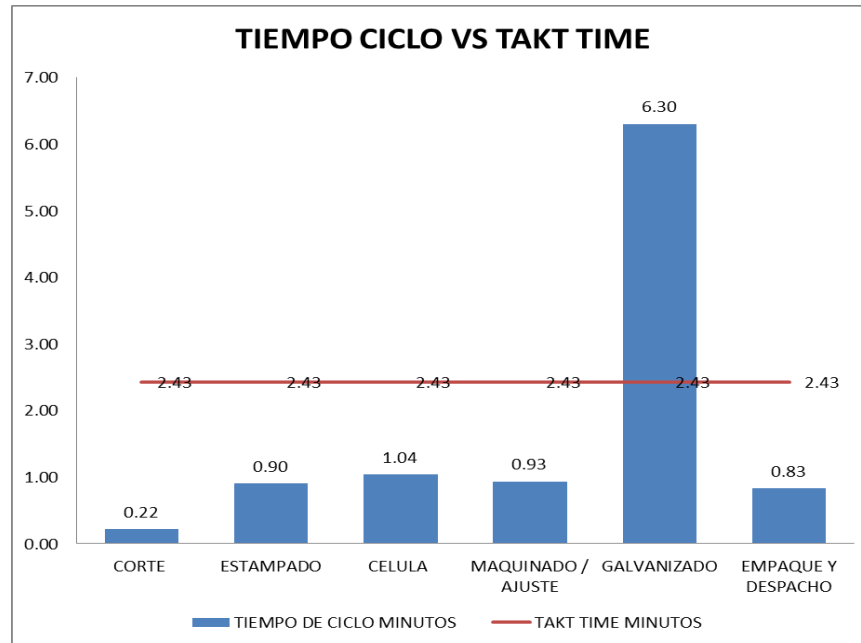
Figura 39. Resultado numérico luego de la simulación empresa escenario uno

Luego de realizar la simulación se obtiene que para 900 unidades (ejes), requiere solo 654 minutos equivalente a 11 horas de trabajo, lo que muestra un aumento en la capacidad con los cambios propuestos en el escenario uno (1) y una disminución del tiempo de entrega. En este escenario el Lead time de Industrias Colremo disminuye de 51 días a 15 días, es decir disminuye un 70.58% para este solo eslabón, la simulación muestra una reducción de 77.08% al pasar de producir 900 unidades en 48 horas a fabricarlas en 11 horas.

Tabla 18. Tiempo de ciclo vs takt time estado actual

PROCESO	TIEMPO DE CICLO MINUTOS	TAKT TIME MINUTOS
CORTE	0.22	2.43
ESTAMPADO	0.90	2.43
CELULA	1.04	2.43
MAQUINADO / AJUSTE	0.93	2.43
GALVANIZADO	6.30	2.43
EMPAQUE Y DESPACHO	0.83	2.43

Figura 40. Gráfico de tiempo de ciclo vs Takt time estado actual



En la **Figura 40**, se observa la gráfica tiempo de ciclo vs Takt time para la empresa industrias Colremo Ltda con la implementación de la mejora seleccionada en la que se construye una célula de manufactura, esta figura actualiza la información expuesta en la **Figura 17**, la mayoría de procesos necesarios para obtener un eje se encuentran por debajo del Takt time. Entre la célula de manufactura construida (Dar medida – Cilindrado – Roscado) y estampado se requiere 1 contenedor, en este caso el proceso cliente es la célula de manufactura con un ritmo de producción de 58 ejes por hora, utilizando contenedores con capacidad de 50 ejes y tiempo de recorrido de ciclo de 0.07 horas, con eficiencia del 0.25

12. CONCLUSIONES

- La aplicación del Macro Value Stream Mapping y la simulación contribuye a mejorar los flujos de información y material de la cadena de suministro productora de ejes para motocicleta, ya que a través del MVSM se pudo tener una visión global e identificar aquellos desperdicios que con herramientas Lean adecuadas se convirtieron en oportunidades de mejora de operaciones conjuntas, lo cual impactó positivamente los indicadores de desempeño, información que se validó con la ayuda de la herramienta de simulación seleccionada.
- La cadena de suministro productora de ejes para motocicleta cuenta con tres eslabones: el primero se encarga de producir el acero necesario, el segundo transforma las barras de acero en ejes para motocicletas y el tercero se encarga de la distribución al usuario final, es decir los motociclistas, la unión de estas tres empresas forman una cadena de abastecimiento que al ser gestionada en conjunto y con visión holística permite aumentar su competitividad y nivel de servicio.
- Entre las herramientas seleccionadas para la caracterización de los eslabones de la Cadena de Suministro se encontraron el SIPOC con la cual se identificó la relación entre proveedor, empresa y cliente; y la VOC (voz de cliente) permitió identificar la necesidad de mejores tiempos de entrega, calidad, precio y condiciones de pago. Por lo cual se presentan mejoras en los indicadores del estado futuro de la cadena de suministro, obteniendo tiempos de producción más cortos eliminando la mayor cantidad de mudas que no agregan valor establecidos principalmente en la empresa fabricante de ejes, donde se planteó el escenario uno el cual resultó ser el más viable de aplicar a corto plazo comprometiendo solo recursos de una sola empresa, pero que benefician los otros dos eslabones.
- Dentro del resultado obtenido en el escenario uno propuesto se evidenciaron problemas para definir el número de kanban sin embargo es importante resaltar que este es un método de prueba y error que debe ir siendo ajustado con el tiempo de acuerdo a las necesidades del proceso como lo menciona Rajadell en su libro la Evidencia de una necesidad.
- La herramienta de simulación Process Simulator utilizada permitió conocer el estado actual para validar y analizar los resultados de indicadores como lo son, lead time, takt time, nivel de servicios y tiempos de entregas, capacidad y utilización dentro de las actividades y/o procesos que intervienen en la macro cadena.
- La metodología empleada en el desarrollo de este documento siguió los lineamientos propuestos por James Womack y Dan Jones en su libro "Seeing the whole" y fue complementada con conceptos adquiridos en las aulas de clase para aportar mayores fundamentos en la descripción, desarrollo y propuestas planteadas. Esta metodología

puede estandarizarse para plantear propuestas de aplicación de herramientas Lean en diferentes Cadenas de suministro, ya que permite identificar oportunidades de mejora una vez se identifican aquellas actividades que no agregan valor.

- Futuras investigaciones podrían evaluar un escenario adicional que ubique las tres empresas en un solo lugar y que lleve a cero los 468 km de desplazamiento que existen actualmente. Otra alternativa es realizar un análisis diferente para la selección de la familia de productos a estudiar como el Modelo Mixto de flujo de Valor que propone K.J Duggan para empresas con gran cantidad de productos y con cadena de valor compartida.

13. BIBLIOGRAFIA

Aceros Industriales En línea [marzo-2015] Citado el [06-08-2015] Disponible En:<<http://goo.gl/N5cn56>>

ARCHILA Andrés. Situacion actual de la industria Metalmeccanica ante los TLC. En: Metal Actual. Abril 2014 no.18, p. 58.

Asociación española de calidad [en línea] (2015).Citado en [25 de 10 de 2015] Disponible en <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>.

BALLOU, Ronald Logística de los negocios y la cadena de suministros. En: Logística: Administración de la cadena de suministro. 5 ed Pearson Educación, 2004 p 5.

BARCIA, K.; DE LOOR, C. Metodología para mejorar un proceso de ensamble aplicando el mapeo de la cadena de valor (VSM). Revista Tecnológica-ESPOL, 2013, vol. 20, no 1.

CABRERA RAFAEL, *paso, paso a.; variantes, principales. Kanban–tarjetas de instrucción*.

CDI-LEAN. *CDI-LEAN*. [En línea] (2012). Citado el [03 de 2015]. Disponible en <<http://www.cdiconsultoria.es/estandarizacion-de-procesos-de-produccion-valencia>>

Continental. *Continental*. [En línea] 01 de 08 de 2014. Citado el [03 de 05 de 2015.] <<http://goo.gl/lwzrd3>>.

CORDOVA BARRIOS, Víctor M, Estudio para la implementación de una celda de manufactura en la industria metalmeccánica, Maestría en ciencias, Instituto Politécnico Nacional. Mexico, 2007.

CUDNEY, Elizabeth A.; FURTERER, Sandra; DIETRICH, David (ed.). *Lean Systems: Applications and Case Studies in Manufacturing, Service, and Healthcare*. CRC Press, 2013.

DAUD, AZMAN. A Study on Lean Supply Chain Implementation in Malaysia's Electrical and Electronics Industry: Practices and Performances. 2010. Tesis Doctoral. USM.

DICKSON, Eric W., et al. Application of lean manufacturing techniques in the emergency department. *The Journal of emergency medicine*, 2009, vol. 37, no 2, p. 177-182.

DOMINGO, Rosario, et al. Materials flow improvement in a lean assembly line: a case study. *Assembly Automation*, 2007, vol. 27, no 2, p. 141-147.

DOLCEMASCOLO, Darren. *Improving the extended value stream: lean for the entire supply chain*. CRC Press, 2006.

El Pais.com [En línea] 07 de 09 de 2015. [Citado el: 29 de 07 de 2016.] <http://goo.gl/aq9nti>

FLORES B. E., WHYBARK, D. C.. Implementing multiple criteria ABC analysis. En: *Journal of Operations Management*, vol.7no.1–21987.p 79–85

FONTANINI, P. S.; PICCHI, Flavio A. Value stream macro mapping—a case study of aluminum windows for construction supply chain. En Twelfth Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 12). 2004. p. 576-587.

GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. Control estadístico de calidad y seis sigma/. Humberto Gutiérrez pulido, coautor Román de la Vara Salazar. 2004

HAEFNER, Benjamin, et al. Quality Value Stream Mapping. Procedia CIRP, 2014, vol. 17, p. 254-259.

Hyer, Nancy, and Urban Wemmerlov. Reorganizing the factory: Competing through cellular manufacturing. Productivity Press, 2002.

IMBRA Repuestos [en línea] (2012).citado [octubre2014].Disponible En internet: <<https://www.youtube.com/watch?v=waYfFalc1c>>

J NAIM M.M & BEERY.D Ben NAYLOR, "Leagility: integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain," vol. 1, 1999.

JONES, Daniel T.; WOMACK, James P. Seeing the whole: Mapping the extended value stream. Lean Enterprise Institute, 2002.

LAMMING, Richard. Squaring lean supply with supply chain management. International Journal of Operations & Production Management, 1996, vol. 16, no 2, p. 183-196.

LEAN 101 Fundamentos básicos. [En línea], citado en[06 de2016].Disponible en: <goo.gl/ZpdWH7>

LOS SANTOS, Ignacio S. Logística y Marketing Para La Distribución Comercial. Esic Editorial, 2006.

MARTHA, J. s. subbakrishna.(2002),“targeting a just-in-case supply Chain for the inevitable Next Disaster,”. Supply Chain Management Review, no 9-10.

NASAB, H. Hosseini, et al. Finding a probabilistic approach to analyze lean manufacturing. Journal of Cleaner Production, 2012, vol. 29, no Complete, p. 73-81.

Notas de clase. GUSTAVO ALDOLFO GOMEZ PINEDA. 2014.

ORREGO, WILSON, Notas diplomado integración logística y mejoramiento de proceso, Universidad Nacional Palmira Abril 2014

OVALLE, Oscar Rubiano; HOYOS, Bernardo González; RINCÓN, Camilo Andrés Micán. Mapeo de cadenas de valor: Aplicación a un caso de servicios de salud. Revista Universidad EAFIT, 2012, vol. 46, no 158, p. 82-96.

PEREZ VELASQUEZ, Jorge Eduardo. Proceso de evaluación del Mercado de las motocicletas y sus repuestos en Colombia. 2013.

Poka Yoke. [En línea], citado en [03 de 2015]. Disponible en:
<[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/pokayo ke/default5.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/pokayo%20yoke/default5.asp)>

ProModel [en línea] (2003). Citado en [09 de 11 del 2014]. Disponible en:
<<http://www.promodel.com.mx/promodel.php>>

R. WOLNIAK and B. SKOTNICKA-ZASADZIEN, "The use of value stream mapping to introduction of organizational innovation in industry. Metalurgija," vol. 53, no. 4, 2014.

RAJADELL, Manuel; SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Editorial Díaz de Santos SA España. ISBN-10# 8479789670/ISBN-13, 2010, vol. 249322087.

Registro único Nacional de Tránsito [En línea] 2009. [Citado en: 09 de 11 de 2014.] Disponible en internet: <http://www.runt.com.co/portel/libreria/php/p_estadisticas.php>

RUIZ, Carlos A.; VELÁSQUEZ, Sebastián. Poka-Yoke luminoso para la preparación de kits en la línea de ensamble de motores de RENAULT-Sofasa. 2012.

SACRISTÁN, Francisco Rey. Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo. FC Editorial, 2005.

SCHWARZ, Patric, et al. Lean processes for optimizing OR capacity utilization: prospective analysis before and after implementation of value stream mapping (VSM). Langenbeck's Archives of Surgery, 2011, vol. 396, no 7, p. 1047-1053.

SERRANO LASA, Ibon, et al. Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos. Universitat de Girona, 2007.

SEKINE, Kenichi. One-piece flow: cell design for transforming the production process. Productivity Press, 1992

Simulación dinámica de procesos mediante eventos discretos [en línea] (2012). Citado en [20 de 11 del 2014]. Disponible en: <<http://www.simio-simulacion.es>>

TEJEDA, Anne. Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Ciencia y sociedad, 2011, vol. 36, no 2, p. 276-310.

VENDAN, S.P.; SAKTHIDHASAN, K. Reduction of wastages in motor manufacturing industry. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, 2010.

VENKATARAMAN, K., et al. Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. Procedia Materials Science, 2014, vol. 6, p. 1187-1196.

YOUSRI, T. A., et al. Lean thinking: Can it improve the outcome of fracture neck of femur patients in a district general hospital. Injury, 2011, vol. 42, no 11, p. 1234-1237.

YU, Haitao, et al. Development of lean model for house construction using value stream mapping. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2009, vol. 135, no 8, p. 782-790

14. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta VOC- COLREMO LTDA

VOC COLREMO LTDA

Nombre del Cliente: _____
Documento de Identidad _____

Frecuencia de la realización de pedidos : _____ Tipos de productos _____

1. Ordenar el nivel de importancia siendo 1 lo mas importante para usted, en la recepción del pedido y entrega de nuestros productos

	Característica	Nivel Importancia
1	Condiciones de pago	
2	Precio	
3	Tiempo de entrega	
4	garantía	
5	Tiempo de espera en facturación	
6	Calidad	
7	Otro, ¿Cual?	

2. Marque con una X las 3 principales RAZONES en las que considera que debemos mejorar.

	Marque con una X	¿Por qué?
Condiciones de pago		
Precio		
Tiempo de entrega		
garantía		
Tiempo de espera en facturación		
Calidad		
Otro, ¿Cual?		
OBSERVACIONES		

3. en comparacion con otras empresas que brindan los mismos productos , nos diferenciamos en CALIFIQUE DE 1 A 5 siendo 1 la menor puntuación y 5 la máxima:

COLREMO LTDA.		IMBRA REPUESTOS	
Características de nuestro servicio	marque con una X	Características de nuestro servicio	marque con una X
Condiciones de pago		Condiciones de pago	
Precio		Precio	
Tiempo de entrega		Tiempo de entrega	
garantía		garantía	
Tiempo de espera en facturación		Tiempo de espera en facturación	
Calidad		Calidad	
Otro, ¿Cual?		Otro, ¿Cual?	

4. Marque con una X De acuerdo con los tiempos de entrega estos son:

acorde a lo establecido en condiciones iniciales	
Mayor al tiempo establecido	
menor al tiempo establecido	
mayor al tiempo ofrecido por la competencia	
Otro, ¿Cual?	

5. ¿Cuánto tiempo está dispuesto a esperar por la entrega de su pedido de ejes? (Marque con X un rango de días).

Condición	Tiempo de espera
Entre 1 y 5 días	
Entre 5 y 10 días	
Entre 10 y 15 días	
Mas de 15 días	
¿otro cual?	

6. Marque con una X dentro de la calidad se exigen unos niveles de tolerancia para los ejes según su criterio son:

<0.05 mm	
>=0.05 mm	
sin especificaciones	

observaciones:

7. ¿Cuál ha sido la(s) mayor(es) dificultad que ha tenido en la atención y entrega de sus pedidos?

8. ¿Qué nos sugiere mejorar para que COLREMO LTDA, sea un excelente proveedor para sus productos ?

Anexo 2 Población para determinar VOC

	Confianza	Confianza	Confianza
	90%	95%	99%
1. Población finita: fórmula: $n = \frac{PQZ^2N}{(E^2(N - 1)) + (Z^2PQ)}$	36	38	38
n=tamaño de la muestra	36	38	38
P=Probabilidad de éxito	90%	90%	95%
Q= 1 – P (probabilidad de fracaso)	10%	10%	5%
N=Total de la población	42	42	42
Z ² =Veces del	1,645	1,960	2,576
E ² =Error	3%	3%	3%

Nivel de Confianza del 90%

Z=1,645

Nivel de Confianza del 95%

Z=1,96

Nivel de Confianza del 97%

Z=2,24

Nivel de Confianza del 99%

Z=2,576