



Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL
SISTEMA-DRB SEGÚN LA TEORÍA DE
RESTRICCIONES (TOC), EN EL PROCESO DE
ACABADO DE LA EMPRESA CURTIDURÍA
TUNGURAHUA S.A”

ALEX DARWIN ARBOLEDA CHERES

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

Riobamba – Ecuador

2011

EspochFacultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVOdicie mbre 1, de 2011

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ALEX DARWIN ARBOLEDA CHERES

Titulada:

“PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA -DBR SEGÚN LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC), EN EL PROCESO DE ACABADO DE LA EMPRESA CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A.”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. J. Eduardo Villota Moscoso.**DELEGADO DECANO FAC. MECÁNICA****PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. V. Marcelino Fuertes**Alarcón.****DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Carlos Santillán Mariño.

ASESOR DE TESIS

Espoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ALEX DARWIN ARBOLEDA CHERES

TÍTULO DE LA TESIS: “PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA-DBR SEGÚN LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC), EN EL PROCESO DE ACABADO DE LA EMPRESA CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A.”

Fecha de Examinación: 01 de Diciembre de 2011.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. J. EDUARDO VILLOTA M. (Presidente Trib. Defensa)			
ING. V. MARCELINO FUERTES A. (Director de Tesis)			
ING. CARLOS SANTILLÁN M. (Asesor)			

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. J. Eduardo Villota M .
f) Presidente del Tribunal

CERTIFICACIÓN

Ing. VICTOR MARCELINO FUERTES, Ing. CARLOS SANTILLÁN en su orden Director y Asesor del Tribunal de Tesis de Grado desarrollado por el señor Egresado

ALEX DARWIN ARBOLEDA CHERES.

CERTIFICAN

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Industrial, Carrera INGENIERIA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón.

Ing. Carlos Santillán Mariño

DIRECTOR DE TESIS

ASESOR DE TESIS

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Alex Darwin Arboleda Cheres

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud al DIOS de Gloria, que me ha permitido llegar hasta esta etapa de mi vida, para poder disfrutar junto a mis seres queridos la meta alcanzada.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

A los ingenieros Marcelino Fuertes y Carlos Santillán, quienes me brindaron su apoyo y conocimientos, para culminar con éxito el presente proyecto.

Alex Darwin Arboleda Cheres

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres y hermanos, quienes permanecieron a mi lado a lo largo de mi educación superior, que aún cuando el proceso se tornó difícil, nunca dejaron de darme el apoyo y fortaleza que necesitaba. ¡Lo logramos juntos!

Alex Darwin Arboleda Cheres

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. GENERALIDADES	
1.1 Introducción...	1
1.2 Justificación...	2
1.3 Objetivos...	3
1.3.1 Objetivo General...	3
1.3.2 Objetivos específicos...	3
1.4 Planteamiento de problema...	4
1.5 Metodología aplicada...	5
2. MARCO CONCEPTUAL	6
2.1 Origen de la Teoría de Restricciones (TOC)...	6
2.2 Aspectos relevantes sobre teoría de restricciones...	8
2.2.1 La meta del sistema...	8
2.2.2 Restricciones de un Sistema...	10
2.2.3 Recurso cuello de botella...	11
2.2.4 Recurso no cuello de botella...	12
2.2.5 Recurso con capacidad restringida...	12
2.3 Metodología según la teoría de restricciones TOC...	13
2.3.1 IDENTIFICAR la(s) Restricción(es) del Sistema...	13
2.3.2 Decidir como EXPLOTAR la(s) Restricción(es)...	14
2.3.3 SUBORDINAR todo a la decisión anterior...	15
2.3.4 ELEVAR la(s) restricción(es) del Sistema...	15
2.4 Manufactura Sincronizada...	16
2.4.1 Aspectos relevantes sobre la Manufactura Sincronizada...	16
2.4.2 Sistema Tambor, Cuerda, Amortiguador (S-DBR)...	16
2.4.2.1 La Programación con DBR...	18
2.4.3 Tipos de amortiguadores...	20
3. SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA	21
3.1 Generalidades de la empresa...	21
3.2 Productos que fabrica...	22
3.2.1 Clasificación de los Productos...	23
3.3 Descripción del proceso productivo...	24
3.3.1 Generalidades...	24
3.3.2 Proceso Para Lograr el Curtido Cuero...	28
3.4 Planificación y control de la producción...	38

3.4.1	Planificación.	38
3.4.2	Control de la Producción.	39
3.5	Proceso de acabado superficial.	40
3.5.1	Generalidades.	40
3.5.2	Centros de Trabajo para el Acabado Superficial.	43
3.6	Recurso cuello de botella.	47
3.7	Determinación de la capacidad de producción por centro de trabajo.	49
3.7.1	Centro de Lijas.	50
3.7.2	Centro de Vacío.	50
3.7.3	Centro de Roller.	51
3.7.4	Centro de Plancha Hidráulica.	53
3.7.5	Centro de Plancha Continua.	54
3.7.6	Centro de Pigmentado.	55
3.7.7	Resumen de la Capacidad Según los Centros de Trabajo.	55
4.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA TOC.	
4.1	Identificación de la restricción.	56
4.2	Explotación de la restricción.	57
4.2.1	Determinación del Tiempo Tipo.	57
4.2.1.1	Toma de Tiempos.	57
4.2.1.1.1	Estudio de Velocidades.	62
1		
4.2.1.1.1.1	Análisis del Tendido de las Bandas.	63
2		
4.2.1.1.1.1.1	Estandarización del Método de Tendido.	70
3		
4.2.1.1.1.1.1.1	Análisis del Tipo de Bandas.	72
4		
4.2.1.1.1.1.1.1.1	Determinación del Tiempo Tipo para el Tendido.	73
5		
4.2.1.2	Diagrama Hombre-Máquina.	79
4.2.2	Optimización del cuello de botella.	80
4.2.2.1	Análisis de Tiempos a Disminuir y Eliminar.	80
4.2.2.2	Optimización de la Continuidad en Tareas de 1º Grado.	84
4.3	Subordinar todo a la restricción.	93
4.3.1	Subordinación del Talento Humano.	93
4.3.2	Diseño de Procedimientos.	95
4.4	Elevar la restricción.	99
4.5	Evaluación y resultados.	10
		2
4.5.1	Datos Estandarizados Antes de la Metodología TOC.	10
		2
4.5.2	Análisis de Tiempo 1º Semana Después de la Metodología TOC.	10
		4

4.5.2.1	Promedio diario de Pasadas por cada Turno.	10
		4
4.5.2.2	Número de Pasadas Diarias por Turno.	10
		6
4.5.2.3	Numero de Pasadas Semanales por Turno.	10
		6
4.5.2.4	Comportamiento Semana.	10
		7
4.5.3	Satisfacción del Cliente.	10
		9
4.5.3.1	Productividad del Sistema.	10
		9
5.	ESTUDIO DEL TIEMPO DEL CICLO (CT).	
5.1	Análisis dimensional de las bandas.	11
		0
5.2	Determinación del tiempo del ciclo.	11
		0
5.2.1	Toma de Tiempos.	11
		2
5.2.1.1	Diagrama de Análisis del Proceso para cada Puesto.	11
		4
5.2.1.2	Análisis de Tiempos en el Centro de Roller.	11
		4
5.2.1.3	Análisis de Tiempos en el Centro de Plancha Hidráulica.	11
		5
5.2.1.4	Análisis de Tiempos en el Centro de Plancha Continua.	11
		6
5.2.1.5	Análisis de Tiempo en el Centro de Lija.	11
		7
5.2.1.6	Análisis de Tiempo en el Centro de Vacío.	11
		7
5.2.2	Valoración del CT.	11
		8
5.2.2.1	Diagrama de Análisis del Proceso de la Línea Colegial.	11
		9
5.2.2.2	Resumen del Diagrama de Análisis del Proceso.	12
		0
5.2.2.3	Tiempo de Ciclo Nominal para el Proceso de Acabado.	12
		1
5.2.2.4	Tiempo de Ciclo Promedio para el Proceso de Acabado.	12
		1
5.3	Análisis de subordinar todo a la restricción.	12
		1
5.3.1	Análisis del Centro de Plancha Hidráulica.	12
		3

5.3.2	Análisis del Centro de Plancha Continua.....	12
		4
5.4	Amortiguadores.....	12
		4
6.	PROCESO DE MEJORAMIENTO CONTINUO SEGÚN TOC.	
6.1	Hipótesis.....	12
		5
6.2	Mejoramiento Continuo según metodología TOC.....	12
		5
6.3	La Naturaleza de la restricción.....	12
		5
6.4	Sistema -Tambor, Cuerda, Amortiguador (SDBR).....	12
		6
6.4.1	Tambor.....	12
		6
6.4.2	Cuerda.....	12
		7
6.4.3	Amortiguador.....	12
		8
6.5	Programación y Liberación de Materiales.....	13
		0
6.6	Propuesta Sistema Tambor, Cuerda, Amortiguador.....	13
		3
6.6.1	Gestión basada en amortiguadores.....	13
		3
6.6.2	Planificación y Control de la Producción.....	13
		8
6.6.3	Consideraciones finales y futuras.....	14
		0
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
7.1	Conclusiones.....	14
		4
7.2	Recomendaciones.....	14
		9
	BIBLIOGRAFIA	
	LINKOGRAFIA	
	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS.

<u>TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
3.2 (a)	22
3.5.1 (a)	42
3.5.1 (b)	43
3.6 (a)	48
3.6 (b)	48
3.7.7	55
4.1 (a)	56
4.1 (b)	56
4.2.1.1 (a)	57
4.2.1.1 (b)	58
4.2.1.1 (c)	59
4.2.1.1 (d)	60
4.2.1.1 (e)	61
4.2.1.1.1 (a)	
4.2.1.1.2 (a)	65
4.2.1.1.2 (b)	66
4.2.1.1.2 (c)	67
4.2.1.1.2 (d)	68
4.2.1.1.2 (c)	69
4.2.1.1.2 (d)	70
4.2.1.1.4 (a)	72
4.2.1.1.4 (b)	72
4.2.1.1.4 (c)	72
4.2.1.1.5 (a)	74
4.2.1.1.5 (b)	74
4.2.1.1.5 (c)	75
4.2.1.1.5 (d)	76
4.2.1.1.5 (e)	76
4.2.1.1.5 (f)	77
4.2.1.1.5 (g)	77
4.2.1.1.5 (h)	77
4.2.1.2 (a)	79
4.2.1.2 (b)	80
4.2.2.1 (a)	82
4.2.2.2 (a)	87
4.2.2.2 (b)	88
4.2.2.2 (c)	89
4.2.2.2 (d)	91
4.2.2.2 (e)	92
4.2.2.2 (f)	93
4.3.2 (a)	95
4.3.2 (b)	96

4.3.2 (c)	ACTIVIDADES PARA EL OPERARIO DEL CENTRO DE PLANCHADO	97
4.3.2 (d)	ACTIVIDADES PARA EL OPERARIO DE LA ROLLER 2	97
4.3.2 (e)	ACTIVIDADES PARA EL ASISTENTE DEL LABORATORIO DE PINTURA	98
4.3.2 (f)	ACTIVIDADES PARA EL TÉCNICO DE COLORES.	98
4.5.1	TIEMPOS ESTÁNDARES EN EL CENTRO DE PIGMENTADO	103
4.5.2.1 (a)	ANÁLISIS DE TIEMPOS LUEGO DE LA METODOLOGÍA TOC.	104
4.5.2.1 (b)	TIEMPOS DE TAREAS DE 1º GRADO EN EL CENTRO DE PIGMENTADO	105
4.5.2.1 (c)	DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE DEMORAS EN EL CENTRO DE PIGMENTADO	105
4.5.2.2 (a)	PRODUCTIVIDAD POR TURNO EN EL CENTRO DE PIGMENTADO	106
4.5.2.3 (a)	PRODUCTIVIDAD DIARIA POR TURNO CON LA METODOLOGÍA TOC.	106
4.5.2.3 (b)	PRODUCTIVIDAD SEMANAL CON LA METODOLOGÍA TOC.	107
4.5.2.4 (a)	PRODUCTIVIDAD SEMANAL EN 2 TURNOS, CON LA METODOLOGÍA TOC.	107
4.5.3 (b)	SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.	109
5.1	LONGITUDES DE LAS BANDAS.	110
5.2	PRODUCTOS QUE MÁS SE FABRICAN.	111
5.2.1 (a)	HOJA DE RUTA PARA LA PRODUCCIÓN DE SAN MARINO	112
5.2.1.1	DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA	114
5.2.1.2 (a)	TIEMPOS PARA LA ROLLER	114
5.2.1.3 (a)	TIEMPOS DE PLANCHA HIDRÁULICA	116
5.2.1.4 (a)	TIEMPOS PARA PLANCHA CONTINUA	116
5.2.1.5 (a)	TIEMPOS PARA LA LIJA	117
5.2.1.6 (a)	TIEMPOS PARA EL VACÍO	117
5.2.2 (a)	TIEMPOS DE OPERACIÓN POR CENTRO DE TRABAJO EN LA SECCIÓN DE ACABADO	118
5.2.2.1 (a)	DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO, PARA UN LOTE DE 120 BANDAS SAN MARINO	120
5.2.2.2 (a)	RESULTADO DEL DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO	120
5.2.2.3 (a)	VALORACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO (CT) NOMINAL - LOTE DE 120 BANDAS.	121
5.2.2.4 (a)	VALORACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO CT REAL, PARA UN LOTE DE 120 BANDAS.	121
5.3 (a)	RESULTADO DE SUBORDINAR TODO A LA RESTRICCIÓN.	122
5.3 (b)	CENTROS IMPLICADOS DIRECTAMENTE EN LA SUBORDINACIÓN	123
6.4.2 (a)	TABULACIÓN DE LAS RESPECTIVAS CUERDAS Y SUB CUERDAS.	127
6.4.3 (a)	TAREAS DE 1º GRADO CUANDO SE PROCESA CON DIFERENTE MEZCLA.	128
6.4.3 (b)	TAREAS DE 1º GRADO CUANDO SE PROCESA CON DIFERENTE MEZCLA.	129
6.4.3 (c)	TIEMPO DE CALIBRACIÓN ENTRE LOTES.	129
6.4.3 (d)	TAMAÑO DEL BUFFER	130
6.6.1 (a)	VALORACIÓN DE LOS AMORTIGUADORES	138
6.6.2 (a)	PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	139

LISTA DE FIGURA.

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
2.3.1 (a) Interdependencia en los Sistema	13
2.3.1 (b) Conflicto Raíz.	14
2.4.2 Modelo del Sistema DBR	18
3.2 (b) Forma Geométrica de una Banda.	22
3.3.1 (a) Zonas en que se Divide una Piel.	24
3.3.1 (b) Forma geométrica de una banda.	25
3.3.1 (c) Estructura de la Piel.	26
3.3.2 1 (a) Recepción de la Piel.	28
3.3.2 1 (b) Remojo de las Pielés.	29
3.3.2 2 (a) Pelambre de las Pielés.	30
3.3.2 3 (a) Descarnado de las Pielés.	31
3.3.2 4 (a) Depilado de las Pielés.	31
3.3.2 6 (a) Desencalado y Purga de las Pielés.	32
3.3.2 8 (a) Piquelado y Curtido de las Pielés.	33
3.3.2 9 (a) Escurrido de las Pielés.	34
3.3.2 10 (a) Rebajado de las Pielés.	34
3.3.2 11 (a) Recurtido de las Pielés... .. .	35
3.3.2 12 (a) Teñido y Engrase de las Pielés... .. .	35
3.3.2 13 (a) Desvenado de las Pielés.	36
3.3.2 14 (a) Secado de las Pielés.	36
3.3.2 15 (a) Ablandado de las Pielés.	37
3.3.2 17 (a) Terminado de las Pielés... .. .	37
3.3.2 18 (a) Almacenaje de los Productos.	38
3.5.1 (a) Sección Ribera y Curtido.	40
3.5.1 (b) Sección Teñido.	41
3.5.1 (c) Sección Cross.	41
3.5.1 (d) Sección Acabado.	42
3.5.2 (a) Operación de Vacío	44
3.5.2 (b) Operación en Lija	44
3.5.2 (c) Operación en Roller... .. .	45
3.5.2 (d) Operación en Plancha Continua.	45
3.5.2 (e) Operación en Plancha Hidráulica.	46
3.5.2 (f) Pigmentado de Bandas... .. .	46

3.5.2 (g)	Operación en Zaranda.	47
3.6 (a)	Tiempos Muertos en el Cuello de Botella.	49
3.7.1	Diagrama del Centro de Lija.	50
3.7.2	Diagrama de Centro de Vacío.	51
3.7.3	Diagrama del Centro de Roller.	52
3.7.4	Diagrama de Planchas Hidráulicas.	53
3.7.5	Diagrama de Plancha Continua.	54
4.2.1.1.2	Tiempos Durante el Tendido de Bandas.	63
(a)		
4.2.1.1.2	Tiempos cuando $T1$ es igual a cero (0) y $T2 = T$	64
(b)		
4.2.1.1.2	Tiempos cuando $T2 > T$	66
(c)		
4.2.1.1.2	Tiempos cuando Si $T1 \overline{\text{tiende a}} T$ y $T2 \overline{\text{tiende a}} 0$	68
(d)		
4.2.1.1.3	Capacidad Dimensional de la Máquina.	71
(a)		
4.2.1.1.3	Forma Geométrica de la Banda.	71
(b)		
4.2.1.1.5	Tiempos del Tendido.	73
4.2.2.1 (a)	Continuidad de Tareas de 1º Grado.	83
4.2.2.1 (b)	Perturbación de la Continuidad de las Tareas de 1º Grado.	83
4.2.2.2 (a)	Sección de Almacenaje Temporal.	84
4.4.2.2 (b)	Transportes hacia la Sección de Almacenaje.	85
4.4.2.2 (c)	Diagrama Gantt - Transportes hacia la Sección de Almacenaje.	86
4.2.2.2 (d)	Caballote de Almacenamiento Temporal.	89
4.2.2.2 (e)	Diagrama Gantt para el cambio de coches en transportes tipo 1.	90
4.3.1 (a)	Subordinación del Talento Humano.	94
4.4 (a)	Dimensiones de la Máquina Pigmentadora.	100
4.4 (b)	Mejor Tendido de las Bandas.	101
4.4 (c)	Mejor Tendido de las Bandas.	101
4.5.1	Estándares del Centro de Pigmentado.	102
4.5.2.2 (a)	Desviación Estándar de Pasadas Por Turno.	104
4.5.2.3 (a)	Productividad de la 1ª Semana con la Metodología TOC.	106
4.4.3 (a)	Rendimiento Semanal del Centro de Pigmentado con la Metodología TOC.	107
4.4.3 (b)	Comportamiento Semanal del Centro de Pigmentado con la Metodología TOC.	108

5.2	Diagrama de Artículos en Porcentaje	108
5.2.1 (a)	Tiempos de Pigmentado	111
5.2.1.3 (a)	Tiempos para la Plancha Hidráulica.....	113
6.4.3 (a)	Entrada de los Lotes a la Zona de Almacenamiento con Diferente Mezcla.....	129
6.4.3 (b)	Entrada de los Lotes a la Zona de Almacenamiento con Igual Mezcla.....	130
6.5 (a)	Programación de las Cuerdas y Sub-Cuerdas.....	131
6.5 (b)	Líneas de Alimentación Hacia el Tambor.....	133
6.6.1 (a)	Producción Consecutiva de un Lote o Proyecto	134
6.6.1 (b)	Amortiguador de Alimentación.....	135
6.6.1 (c)	Amortiguador de Alimentación por Cada Sub-Cuerda.....	135
6.6.1 (d)	Amortiguador de Proyecto	136
6.6.2 (a)	Llegada de los Lotes a la Zona de Almacenaje	140
6.7 (a)	Utilización de la Restricción según Productos/Artículos.....	141
6.7 (b)	Prioridad de Fabricación en la Restricción	142
6.7 (c)	Numero de operaciones de la Restricción según Productos/Artículos.....	142

LISTA DE ABREVIACIONES

TOC	Theory Of Constraints.
S-DBR	Sistema Drum , Buffer, Rope.

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1A:** Determinación de los factores (R), (A), (L), para bandas Tipo A.
- ANEXO 1B:** Determinación de los factores (R), (A), (L), para bandas Tipo B.
- ANEXO 1B:** Determinación de los factores (R), (A), (L), para bandas Tipo C.
- ANEXO 2A:** Tiempos de Pigmentado para bandas tipo A.
- ANEXO 2B:** Tiempos de Pigmentado para bandas tipo B.
- ANEXO 2C:** Tiempos de Pigmentado para bandas tipo C.
- ANEXO 3A:** Determinación de los tiempos T.T en el Centro de Roller.
- ANEXO 3B:** Determinación de los tiempos T.T en el Centro de Plancha Hidráulica.
- ANEXO 3C:** Determinación de los tiempos T.T en el Centro de Plancha
- ANEXO 3D:** Continua.
- ANEXO 3E:** Determinación de los tiempos T.T en el Centro de Lija.
- Resumen de Tiempos.

RESUMEN

Se ha realizado el Proyecto Para la Implementación del Sistema-DBR Según la Teoría de Restricciones (TOC), en el Proceso de Acabado de la Empresa Curtiduría Tungurahua S.A., con la finalidad de reducir, tiempos de entrega de los pedidos y tiempos de ciclo (C.T), mediante el aumento de la productividad del sistema.

La Theory Of Constraints (TOC), considerada como un proceso de mejoramiento continuo, se realiza en los siguientes pasos; Identificar la restricción del sistema; Decidir como explotar la restricción, Subordinar todo a la decisión anterior y Elevar la restricción.

Bajo esta metodología se identificó una restricción tangible, en el Centro de Pigmentado con una eficiencia del 61,5%, y otra restricción intangible denominada planificación y control de la producción.

Con la TOC, la eficiencia en el Centro de Pigmentado, paso del 61,5 % al 80,73 %, y la productividad del sistema de 6,62 pedidos/turno a 10,56 pedidos/turno, esto se logro al subordinar el talento humano y las maquinas, mediante el cumplimiento de tareas específicas descritas en hojas de actividades.

Con estos resultados, la TOC, recomienda al sistema (Drum Buffer Rope), como el método más apropiado para planificar y controlar la producción, requiriendo así, determinar el valor de las respectivas cuerdas y amortiguadores.

Y habiendo obtenido dichos valores, hacer posible la elaboración del Plan Maestro de producción en el Centro de Pigmentado, con el control de Cuerdas, que evitara el inventario desmedido, y la Gestión de Amortiguadores, con el fin de proteger que el Centro de Pigmentado incurra en tiempos muertos.

ABSTRACT

Drum Buffer Rope (DBR) System Implementation Project, according to the Theory of Constraints (TOG).

To investigate and implement in The Tungurahua Tannery Company S.A the TOC as a new version of production. To reduce time (CI), delivery time, increase the production because of these problems the system is inefficient.

The objective of this study is: To determine the constraints and variables of the system.

The approach used in this research was: To identify the constraint, To decide how to exploit the constraint, To subordinate the constraint, and to increase the constraint.

The results were, the efficiency improvement from 61.5% to 80,73%, productivity improvement from 6,2 orders/shift to 10,56 orders/shift. It is concluded to carry out the planning according to the TOC and DBR.

Key words: Drum Buffer Rope, Theory of Constraints, tannery

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES.

1.1 Introducción.

En los años 70 y 80 la Industria del Calzado está en auge, que se incrementa en la actualidad con la restricción de las importaciones en este rubro. Con este antecedente, Curtiduría Tungurahua logró satisfacer las necesidades de la mayoría de estos fabricantes e incrementa su producción para satisfacer la demanda.

En los últimos 10 años la empresa ha logrado renovar su infraestructura acorde a las necesidades y recursos, que le han permitido liderar en la actividad de curtidos por su diversidad y apoyo directo al productor del calzado con asistencia técnica especializada, procurando renovar tendencias, colores y productos acorde al cambio de época.

En la actualidad ha consolidado un grupo de clientes importantes de las más prestigiadas industrias, empresas, pequeñas fábricas y artesanos de calzado del país.

Sin embargo, el medio industrial altamente exigente y competitivo forja la necesidad de mejorar su producción y disminuir tiempos de fechas de entrega de productos y ha considerado inaplazable la necesidad de implementar nueva maquinaria en la sección de Acabados, que generarían variaciones en el proceso, método y tiempos de producción.

1.2 Justificación.

El método de producción empleado en el proceso de acabado de bandas de cuero, genera ciertas pérdidas de tiempo por no existir un método adecuado ni un control estándar de tiempo según el número de bandas o lotes por entregar.

La falta de optimización del talento humano en el proceso productivo por el método inadecuado empleado, hace que exista demasiados tiempos muertos que reducen la capacidad de producción de la Empresa con el riesgo de afectar su competitividad.

Siendo la sección de acabado, el área en la que se afina la calidad de los acabados superficiales de las bandas de cuero, el mejoramiento continuo se torna indispensable en la aplicación de la teoría de restricciones (TOC), para poder solucionar problemas de incumplimiento por atrasos en los tiempos de entrega de sus productos.

Este proyecto pretende determinar la situación en la que se encuentra la implementación de la teoría de restricciones (TOC) e impulsar el mismo, que empieza con la gestión emprendida en el lapso de las práctica pre-profesionales.

Optimista y desafiando al futuro, "CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A." prepara una gran inversión en maquinaria de alta tecnología para la sección de acabados y de este modo poder hacer frente a la demanda actual y proyectada; por lo que, se justifica el proyecto para la implementación del sistema DBR.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General.

Elaborar el proyecto para la implementación del *sistema-DBR* según la Teoría de restricciones (TOC), en el proceso de acabado de la empresa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Realizar el diagnóstico de la empresa, para determinar las variables y restricciones en el proceso de producción.
- Determinar los movimientos que optimicen el proceso de acabado de bandas de cuero basados en la aplicación de la teoría de restricciones (TOC).
- Elaborar el análisis y control de tiempos para determinar el tiempo del ciclo de los artículos.
- Diseñar la propuesta a emplearse en el control y planificación de la producción en base al sistema DBR.

1.4 Planteamiento del Problema.

La industria del curtido altamente exigente busca en “CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A.” productos con la más alta calidad del cuero, acabado superficial y entregas de pedidos cortos.

Productos de buena calidad y elevados acabados superficiales son entre otras las principales características que han posicionado a ésta empresa como la pionera a nivel nacional, sin embargo la falta de eficiencia a la hora de entregar pedidos generan reclamos por parte de los clientes quienes, dando paso a que dicha situación desemboque en la pérdida de pedidos, clientes y finalmente cediendo el sitio que ha logrado obtener como pionera en la industria curtidora. Por esta razón, los directivos de la empresa permiten el análisis del proceso productivo con el fin de buscar nuevas alternativas de producción, así como el análisis necesario para la adquisición de nueva maquinaria, para de este modo alcanzar tiempos de entrega más cortos ratificando así un servicio basado en la confiabilidad de productos de buena calidad del cuero y acabados superficial en un tiempo razonable.

¿Cómo lograr entregas de productos a tiempo a la vez que se aumenta la producción sin disminuir la calidad del cuero, el acabado superficial, y sin aumentar los costos de operación?

1.5 Metodología Aplicada.

En la búsqueda de mejores resultados Curtiduría Tungurahua S.A., encuentra en la teoría de restricciones (TOC), la manera de alcanzar sus objetivos corporativos.

La teoría de restricciones (TOC), filosofía creada por el Dr. Eliyahu M. Goldratt a principios de los 80, actualmente aplicada en muchas industrias manufactureras, es una metodología basada en identificación, explotación, elevación y subordinación de restricciones.

Una vez elevada la tasa de producción al máximo de una restricción física, esta debe ser acompañada mediante una adecuada programación de producción tal es el sistema tambor, amortiguador, cuerda (DBR), pretendiendo de este modo alcanzar la máxima productividad del recurso(s) cuello(s) de botella.

C A P Í T U L O II.

2. MARCO CONCEPTUAL.

2.1 Origen de la Teoría de Restricciones (TOC).

El Dr. Eliyahu Goldratt es educador, escritor, científico, filósofo y líder comercial. Pero él es, por encima de todo, un pensador. El Dr. Goldratt exhorta a su público para examinar y reimponer sus prácticas comerciales con una visión fresca y nueva. Eliyahu Goldratt se interesó por los negocios a principios de los '70, cuando un pariente le solicitó que le ayudara a mejorar la producción de su pequeña empresa de pollos.

Goldratt, junto a su hermano, desarrolló un revolucionario algoritmo de programación de la producción que posibilitó un incremento de producción superior al 40% sin necesidad de nuevos recursos. La cobranza pasó a ser más lenta que las compras de materiales y la empresa quebró. A partir de ese hecho el Dr. Goldratt volvió a trabajar a la universidad.

A finales de los '70, los hermanos Goldratt fundaron Creative Output, empresa que desarrolló un software para la programación y control de la producción basado en el algoritmo ya mencionado. El crecimiento de esta empresa fue espectacular, siendo sus principales clientes Grumman, Sikorsky y General Motors. Ya desde esa época General Motors usa la TOC.

La experiencia demostró al Dr. Goldratt que su revolucionario método exigía mucho más que la implementación de un nuevo software.

Exigía cambiar la mayor parte de las políticas y criterios de decisión que aún existen en las empresas.

El Dr. Goldratt es el creador de la TOC (Theory Of Constraints), la Teoría de Restricciones. Desde 1975 ha trabajado continuamente en las reglas, conceptos y herramientas para un verdadero proceso de mejora continua.

Él es el autor de "LA META" (1984), un bestseller que utiliza un acercamiento no tradicional para llevar la información comercial importante; es un libro de texto comercial escrito en forma de novela, enmascarada con una historia de amor. Este libro se utiliza como una "herramienta de mercadeo para promover su solución para la gerencia de la producción".

El éxito de "La Meta" decidió al Dr. Goldratt a dejar Creative Output en 1987 y fundar una nueva organización, el Abraham Y. Goldratt Institute (AGI), cuya misión es generar y diseminar conocimiento. En ese momento comenzó la investigación que permitió generalizar la TOC a todas las áreas y niveles de una empresa (Operaciones, Distribución, Abastecimiento, Ventas, Marketing, Estrategia, Toma de Decisiones, Ingeniería, Gestión de Proyectos y Recursos Humanos) dejando de ser una simple herramienta para Producción.

En sus primeras intervenciones del TOC en la industria, ha demostrado que es una herramienta de administración de procesos altamente eficiente, generando así un proceso de mejoramiento continuo de un modo sempiterno, ligada a la inaplazable necesidad de obtener los mejores resultados posibles.

2.2 Aspectos Relevantes Sobre la Teoría de Restricciones.

2.2.1 La Meta del Sistema.

La TOC está basado en el simple hecho de que la meta de toda organización con fines de lucro hoy y mañana es la de ganar más dinero, de ahí las definiciones, acciones y supuestos que permitirían que una organización se acerque a la meta. Dichas acciones están enmarcadas a que toda actividad dentro de un proceso productivo debe estar orientada a que la organización se acerque a la meta (ganar más dinero).

¿Cómo identificar o establecer cuáles de las muchas tareas que existen en un proceso productivo están siendo de provecho o perjuicio hacia la meta?

Con el fin de responder a dicha pregunta el TOC establece 3 indicadores que permiten evaluar el funcionamiento de todo el sistema productivo y así determinar cuáles actividades son y cuáles no son de provecho a que la organización llegue a la meta. Dichos indicadores son:

Throughput. Es la velocidad a la que un sistema genera dinero a través de las ventas. Mientras más tiempo necesite para generar dinero a través de las ventas, se obtendrá menor Throughput, sin embargo mientras menor tiempo necesite para generar dinero a través de las ventas, se obtendrá mayor Throughput.

A:

> Tiempo CT < Throughput.

< Tiempo CT > Throughput.

Gastos de Operación. Es todo el dinero que la organización requiere y gasta en generar los productos. Mientras mayor tiempo necesite para generar los productos se obtendrá mayor Gasto de Operación, sin embargo mientras menor tiempo se necesite para generar los productos, se obtendrá menor Gasto de Operación.

A :

> Tiempo CT > Gastos de Operación.

< Tiempo CT < Gastos de Operación.

Inventario. Es todo el dinero que se encuentra dentro del sistema y que es necesario para generar productos vendidos. Cuando no se realiza un debido control de inventarios y existen variedad de productos en proceso cuyo (CT) sea cada vez mayor, existirá mayor inventario.

A :

> Tiempo CT > Inventario.

< Tiempo CT < Inventario.

La interdependencia que existe entre estos 3 indicadores nos permite evaluar el funcionamiento del sistema, de tal modo que es una organización se está acercando a la meta mientras mayor sea su Throughput, la acción pertinente para un mayor Throughput será entonces que se despachen los productos en menor tiempo, esto es a la velocidad máxima posible.

A :

< Tiempo CT > Throughput

De este modo los gastos de Operación y los Inventarios se encuentran ligados al Throughput a través del tiempo de producción, pues si se mantiene elevados tiempos (CT) se elevan los gastos de operación y los inventarios. Por el contrario si se mantienen bajos tiempos (CT) se aumenta el Throughput a la vez que disminuyen los gastos de operación y los inventarios.

A :

< Tiempo CT < Gastos de Operación > Throughput.

< Tiempo CT < Inventario > Throughput.

< Inventario < Gastos de Operación > Throughput.

De este modo la TOC establece que la meta de un sistema está delimitada por un menor Throughput generado por mayores tiempos CT, gastos de Operación e inventarios.

2.2.2 Restricciones de un Sistema.

Las restricciones de un sistema es toda condición dentro de un proceso productivo que obstaculizan o condicionan el flujo del Throughput, dichas condiciones pueden presentarse de dos formas **tangibles e intangibles** de este modo existen dos tipos de restricciones:

Restricciones Tangibles. Son todas aquellas que pueden o no estar en el proceso productivo pero que se reflejan físicamente.

- Maquinaria y capacidades.
- Espacio físico
- Condiciones físicas del personal.
- Materia prima.
- Infraestructura.
- Otros.

Restricciones Intangibles. Son todas aquellas que son parte del proceso productivo pero que no se reflejan físicamente.

Políticas internas

Procedimientos y reglamentos

Actitudes del personal

Controles técnicos.

Planificaciones

Conocimientos.

Otros.

La TOC pretende ver todo el sistema analógicamente como una cadena donde el eslabón más débil o los eslabones más débiles se consideran restricciones del sistema, y la resistencia a la tracción que ofrezca los eslabones es de vital importancia para acercarse a la meta, pues si el eslabón más débil no es capaz de soportar la carga que se requiere de él la cadena se romperá y el Throughput disminuirá. En la realidad la resistencia que debe tener una restricción debe ser tal de poder absorber las variaciones de carga de trabajo que se requieran en determinado momento.

2.2.3 Recurso Cuello de Botella.

La TOC define al recurso cuello de botella como aquella restricción física cuya capacidad de producción es menor o igual a la demanda que existe sobre él.

El recurso cuello de botella es una realidad ni positiva ni negativa, una vez que se identifica, se debe usar para medir el flujo de producción que tiene el sistema, pues la capacidad de producción del sistema está delimitado por la capacidad de producción del eslabón más débil de la cadena, de tal modo que si los eslabones anteriores al cuello de botella tienen mayor capacidad se forjaría un inventario de productos en proceso antes de llegar a ser procesados por el cuello de botella, si por el contrario los eslabones posteriores al cuello de botella tienen mayor capacidad, su productividad estará restringida a la capacidad de producción del cuello de botella, por lo que aun pudiendo producir más, se limitaran a producir lo que el cuello de botella produzca.

Una hora perdida en un cuello de botella es una hora que no se puede recuperar en ningún otro punto del sistema generando un eslabón aun más débil, lo que representa a una hora pérdida en todo el sistema productivo y por lo tanto un sistema con baja productividad, por ello el recurso cuello de botella debe trabajar en el procesamiento de aquellos productos que se contribuirán inmediatamente a la obtención del Throughput mediante las ventas y no en aquellos productos que se convertirán en inventarios.

Las eficiencias locales es un factor que no ayuda a generar más Throughput, por el contrario, mantener altas eficiencias en los eslabones anteriores al cuello de botella solo genera aumento de inventario, y mantener bajas eficiencia en los eslabones posteriores del cuello de botella solo genera mayor gasto de operación, ambas situaciones generan menor Throughput, para ello la TOC es una metodología de producción, que mediante el análisis correspondiente ayuda a mantener eficiencias controladas en los eslabones anteriores al cuello de botella, de esta manera se obtiene menor inventario y alta eficiencia en el eslabón más débil, para generar mayor eficiencia en los eslabones posteriores al cuello de botella así mantener menor gasto de operación.

2.2.4 Recurso no Cuello de Botella.

Un recurso no cuello de botella es aquel cuya capacidad de producción es mayor a la demanda del mercado que existe sobre él.

Durante el proceso productivo se puede encontrar recursos unos con mayor capacidad que otros, aquel recurso cuya capacidad sea mayor a la demanda del mercado este será un recurso no cuello de botella. Aquel recurso cuya capacidad sea menor o igual a la demanda del mercado éste será un recurso cuello de botella.

2.2.5 Recurso con Capacidad Restringida.

Un recurso con capacidad restringida es aquel recurso que por una mala administración puede ocasionar problemas en el flujo de productos hacia el recurso cuello de botella, esto es generalmente en recursos que contribuyen a la producción de recursos cuello de botella y a recursos no cuello de botella.

2.3 Metodología según la Teoría de Restricciones TOC.

El proceso de mejoramiento continuo TOC se basa en la correcta aplicación de los siguientes pasos.

2.3.1 IDENTIFICAR la(s) Restricción(es) del Sistema.

En todo sistema por lo menos se encuentra una restricción caso contrario las utilidades serían ilimitadas y con el fin de alcanzar la meta el primer paso es identificar cuál es la restricción del sistema, partiendo del hecho de que en un sistema complejo existe variedad de procesos, funciones y muchas interdependencias.

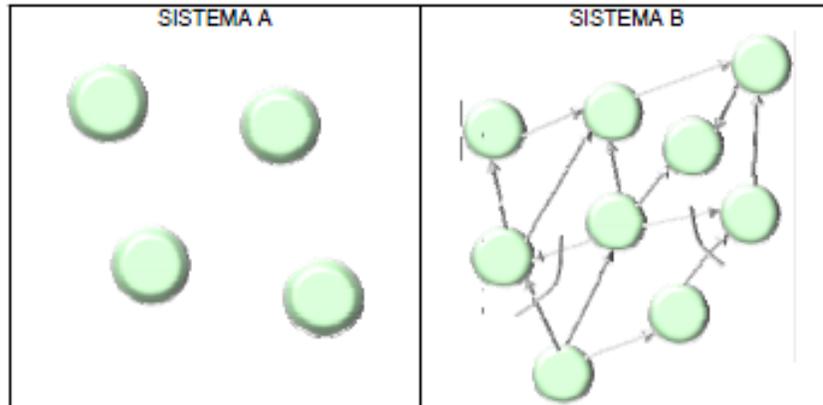


Figura 2.3.1 (a): Interdependencia en los Sistema.

Fuente: www.estrategiafocalizada.com

La TOC tiene como fundamento que todo sistema complejo se basa en una simplicidad inherente para condiciones tangibles como o intangibles. Esto nos indica que mientras más complejo parezca un sistema, existirán más interdependencias, por lo tanto mayor la posibilidad que al impactar un punto en el sistema este genere múltiples impactos en otros puntos del sistema Figura 2.3.1(a). Por ende, encontraremos la restricción del sistema, la condición tangible capaz de alterar el correcto funcionamiento del sistema y limitar el Throughput se denomina cuello de botella, y la condición intangible capaz de ocasionar el mismo problema se denomina conflicto Raíz. Figura 2.3.1 (b)

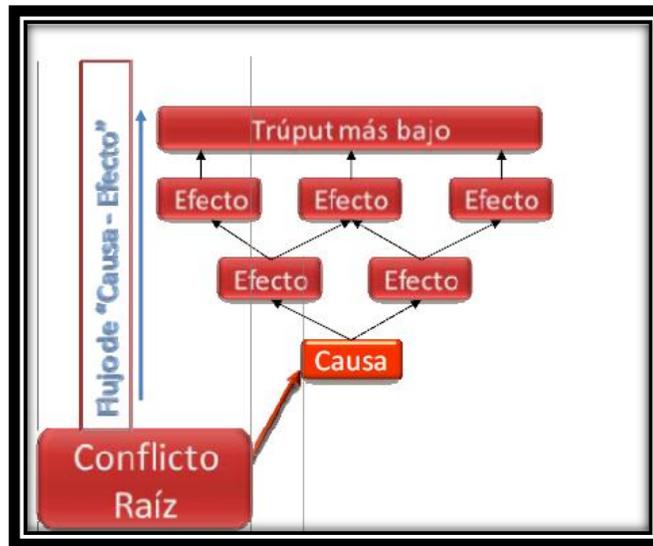


Figura 2.3.1 (b): Conflicto Raíz.

Fuente: www.estrategiafocalizada.com.

Identificar una restricción tangible (cuello de botella) en un sistema puede ser un poco complicado, para ello en los últimos años se han desarrollado varios métodos que facilitarían la identificación de un cuello de botella, métodos basados en: la mayor carga de trabajo de los recursos, el porcentaje de utilización, el excesivo inventario listo para ser procesado, la disponibilidad de los recursos, la capacidad de producción etc.

2.3.2 Decidir Cómo EXPLO TAR la(s) Restricción(es).

Una vez identificado la(s) restricción(es) del sistema, el siguiente paso es EXPLO TAR, esto se refiere a buscar por cualquier criterio de ingeniería y a bajo costo, como obtener el mayor porcentaje posible en eficiencia, para esto se valdrá optimizar el proceso que realiza el cuello de botella por medio de reajustes en los procesos y procedimientos, eliminación de tiempos muertos e innecesarios, obtener el máximo de producción de las horas disponibles, evitando se procesen productos defectuosos o que no generen ventas de inmediato etc. Todo aquello que permita que la restricción rinda al máximo posible.

2.3.3 SUBORDINAR Todo a la Decisión Anterior.

Habiendo conseguido la manera en la que se explotara la restricción lo siguiente es subordinar todo recurso que contribuye a generar Throughput a las decisiones tomadas para optimizar al máximo posible el rendimiento de la restricción, logrando así producir de manera sincronizada, solo lo que la demanda requiere del sistema para de este modo, mantener bajos inventarios de productos en proceso rompiendo paradigmas de eficiencias locales, evitar procesar productos que no se conviertan inmediatamente en Throughput, mantener un control de prioridades según los productos, evitar tiempos de esperas de los productos en cola, para llegar al ensamble etc.

2.3.4 ELEVAR la(s) restricción(es) del Sistema.

En sistemas que procesan (n) productos es prácticamente imposible obtener el 100% de eficiencia de las horas disponibles de un recurso cuello de botella, sin embargo cuando se tenga totalmente controlada la restricción es hora de elevar la restricción, esto surge cuando por todos los métodos y criterios de ingeniería ya no se puede sacar más provecho de la restricción, es entonces cuando se debe agregar mayor capacidad de producción por otros medios que demanden un aporte económico aun mayor al que pueda darse en la explotación, tales medios pueden ser, obtener nueva maquinaria, trabajar horas extras, subcontratos hasta obtener la capacidad necesaria.

Cuando se llegue hasta este punto y se ha roto la restricción se debe regresar al paso uno, generando de este modo un proceso de mejoramiento continuo.

2.4 Manufactura Sincronizada

2.4.1 Aspectos Relevantes Sobre la Manufactura Sincronizada.

La manufactura Sincronizada es una forma metódica en la cual se pretende hacer circular la materia prima por cada uno de los recursos al ritmo que dirija la demanda del mercado, es decir producir lo necesario en el tiempo indicado.

2.4.2 Sistema Tambor, Cuerda, Amortiguador (S-DBR)

El DBR (*Drum-Buffer-Rope*) un sistema para la Planificación, Programación y el Control de un sistema productivo. DBR localiza el óptimo global del sistema productivo en sus limitaciones físicas: recursos cuellos de botella o, en su caso, la demanda del mercado. La planificación DBR consiste en concentrar la planificación en la limitación del sistema (el drum) en proteger dicho programa con un colchón de tiempo (buffer) y en subordinar los inicios de los trabajos al programa en la limitación (cuerda o rope).

El tambor (Drum). Es considerado como el recurso restringido de capacidad que limita la producción total de la compañía. La restricción se la asemeja a un tambor que establece el ritmo al cual toda la organización se sincroniza.

El amortiguador (Buffer). Es un mecanismo de protección. El Dr. Goldratt reconoce que si un recurso de capacidad restringida determina el mejor rendimiento que se espera en una organización, la capacidad de este recurso no debe ser desperdiciada. Esto quiere decir que se tiene que asegurar el funcionamiento total del cuello de botella protegiéndolo de tiempos ociosos y perturbaciones. El amortiguador es de tiempo, mas no de producto. En vez de planificar para mantener producto en proceso en frente del cuello de botella, se planifica el arribo de producto en proceso un periodo de tiempo antes que el cuello de botella esté planificado para empezar su trabajo.

La cuerda (Rope). Es en efecto, un dispositivo de comunicación que se extiende entre el recurso de capacidad restringida y la liberación inicial de material en el proceso productivo. La cuerda constituye un mecanismo que regula la liberación de material. Normalmente se planifica la liberación del material al ritmo del recurso de capacidad restringida para evitar mantener un excesivo producto en proceso. Mientras más elevada sea la cantidad de producto en proceso en el piso de producción, más largo es el tiempo de espera y es mayor la confusión del personal de producción, quien desconoce u olvida cuáles son las prioridades.

El sistema de control DBR consiste en concentrar el control en el buffer: La “**gestión de buffer**” permite detectar las desviaciones y corregirlas en el momento preciso antes de que se produzca el incumplimiento, pero no antes de que sea necesario, para evitar excesos de control y muy costosos.

La *gestión de buffer* tiene un modo de funcionamiento adicional que permite seleccionar aquellos procesos productivos que más perturbaciones están causando en la actuación global del sistema; es por tanto un instrumento de priorización de mejoras de procesos en función de resultados globales.

La diferencia entre DBR y otras técnicas de Planificación y Control de Producción, a criterio de Goldratt, es la concentración de la planificación y el control en muy pocos puntos, porque el óptimo global, a su criterio, no puede pretenderse a través de la suma de óptimos locales cuando el nivel de respuesta exigido es paralelo al nivel de incertidumbre. Así, DBR establece buffers sólo para proteger las limitaciones, no cada operación del sistema. En la figura 2.4.2 puede observarse un esquema resumido del sistema DBR.

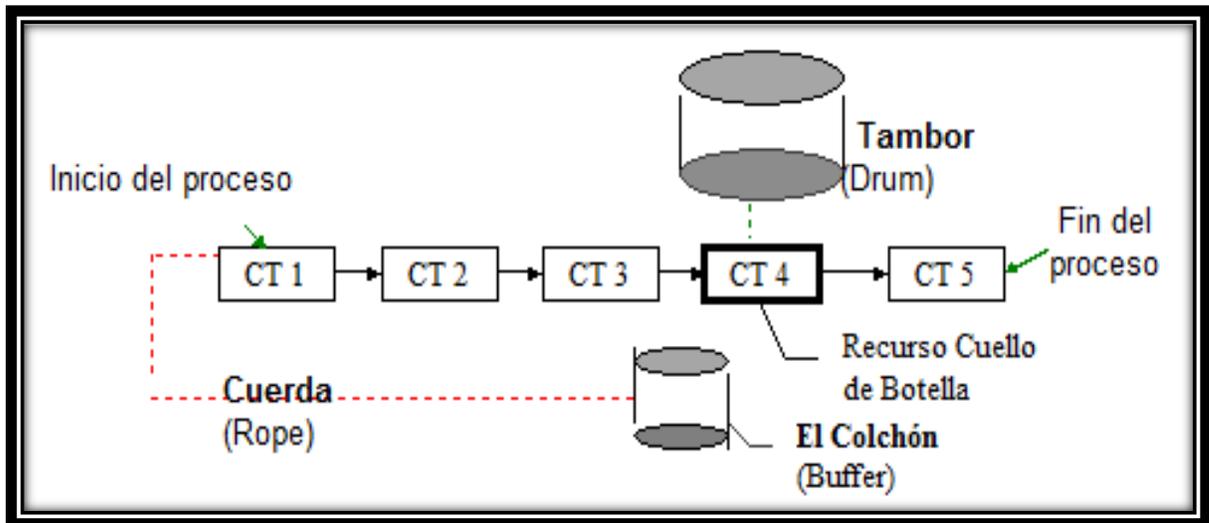


Figura 2.4.2: Modelo del Sistema DBR.
Fuente: Adaptado de J.A.D. Machuca y otros (1995: p. 281).

2.4.2.1 La Programación Con DBR.

Llegados a este punto, la lógica DBR parece estar clara, sólo falta concretar cómo puede llevarse a cabo la programación de la producción en cada uno de los recursos productivos del sistema. Para esta programación es fundamental saber qué tipo de relación guarda cada recurso con el recurso de limitación de capacidad.

Los pasos recomendados para realizar una programación basada en los principios de DBR son los siguientes

a) Programación del Recurso Restringido.

En primer lugar se debe programar el trabajo a realizar por el cuello de botella, lo que es una tarea fácil, pues sólo se tendrá en cuenta su propia limitación de capacidad y los datos relevantes de la demanda que tiene que cubrir.

Esta programación consiste en ir programando hacia adelante (Push) desde el momento presente, decidiendo que producto programar primero, en qué cantidad y cuánto tiempo llevará producirlo, y seguir repitiendo este procedimiento.

Cuando se ha utilizado la capacidad disponible del primer día, empezar con el segundo día y así sucesivamente. Es necesario elegir la secuencia adecuada para la programación del cuello de botella. Al considerar siempre los pedidos de los clientes como limitaciones del sistema, éstos deben protegerse con la creación de un buffer de tiempo, que en este caso se denomina buffer de envíos. Su misión será la de proteger la fecha de entrega a los clientes, para lo cual y como regla general, el cuello de botella deberá comenzar su trabajo con una antelación igual a este buffer de envíos.

b) Programación de los recursos no Restringidos, anteriores a la Restricción.

Se deberá realizar una programación subordinada a la ya realizada para el cuello de botella. Sólo se ha de tener en cuenta la fecha de terminación de los componentes por parte del recurso restrictivo y el tiempo de operación correspondiente a cada uno de ellos. Cada uno de estos centros deberá empezar a trabajar cuando disponga de material para ello. Todos aquellos trabajos que utilicen piezas de un recurso restrictivo ensamblándolas a otras provenientes de recursos no restrictivos deben guiar sus actividades teniendo en cuenta la fecha de entrega del pedido y por supuesto la duración del buffer de envíos, retrasando el sub-montaje si las piezas del recurso restrictivo llegasen antes de lo debido.

c) Programación de los recursos no Restringidos posteriores a la Restricción.

La programación de estos recursos se realizará a partir de los datos obtenidos para el recurso restrictivo, de forma que se asegure el pleno funcionamiento de éste. Para conseguirlo es necesario establecer un buffer de tiempo que proteja al recurso restrictivo de las perturbaciones que se puedan producir.

d) Programación de los recursos no Restringidos que produzcan partes que se ensamblarán con las partes producidas por la Restricción.

En este caso, de acuerdo con el DBR, el programa de ensamble estará determinado por la fecha en la que estén disponibles los ítems que, en algún momento han tenido que pasar por el recurso restrictivo, ya que es esta disponibilidad la que

determinará cuando podemos ensamblar y expedir los productos. Por ello para proteger la producción y sus fechas previstas de entrega, se debe procurar que en ningún momento falten ítems procedentes de recursos no restrictivos, puesto que eso perturbaría el programa de montaje.

Para evitarlo se deberá crear otro buffer de tiempo delante del proceso de ensamble y realizar la programación de la primera actividad de esta cadena, con una antelación igual al buffer de tiempo estimado. El resto de las operaciones, desde la primera hasta el ensamble, comenzaran cuando les valla llegando el material.

2.4.3 Tipos de Amortiguadores

Los amortiguadores protegen los compromisos de entrega de los efectos negativos de la variación interna y la incertidumbre externa.

Amortiguador de Cuello de botella. Es aquel que protege a la restricción evitando que el proceso se detenga por falta de material.

Amortiguador del proyecto. El cual protege la fecha de entrega de un producto o proyecto.

Amortiguador de Alimentación. Que protege al flujo de partes de un cuello de botella contra las posibles interrupciones de partes que fluyen por un no-cuello de botella.

Amortiguador de Recurso. Protege a los recursos para que estén listos para procesar partes del producto que fluye por la restricción.

CAPÍTULO III.

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 Generalidades de la Empresa.

El inicio de ésta empresa data al año de 1938, de la mano del Señor Ricardo Callejas, quien junto a sus hijos y empleados, iniciaron lo que hoy es la empresa pionera a nivel nacional en procesos de curtido, en ese entonces se preparaba cueros barnizados a mano como especialidad de la curtiembre, empresa que poco a poco fue adquiriendo notoriedad por la calidad de este cuero, hasta alcanzar la variedad de productos que actualmente fabrica, altamente cotizados dentro y fuera del país.

En los últimos 10 años la empresa ha logrado renovar su infraestructura acorde a las necesidades y recursos, que le han permitido liderar en la actividad de curtidos por su diversidad y apoyo directo al productor del calzado con asistencia técnica especializada, y procurando acompañar tendencias, colores y productos.

En la actualidad de la mano del Ing. Ricardo Callejas como Gerente General ha logrado consolidar un grupo de clientes importantes de las más prestigiadas industrias, empresas, pequeñas fábricas y artesanos de productos de cuero del país.

La industria altamente competitiva exige a Curtiduría Tungurahua S.A. mantenerse a la vanguardia en cada uno de sus departamentos e innovando en los procesos para obtener cada vez productos lo más ecológicos posible, de esta manera contribuir al cuidado del medio ambiente.

3.2 Productos que Fábrica.

Los productos están elaborados con materia prima de alta calidad, se cuenta con tecnología adecuada y personal calificado para ofrecer un producto final que satisfaga todas las expectativas de los clientes.

Los clientes realizan el pedido correspondiente, de los diversos productos, los mismos que cuentan con una excelente calidad de acabados superficiales, buena textura, color requerido por los clientes, y los debidos controles de calidad tales como control de humedad, espesor o calibre, porcentaje de grasa entre otros. Tabla 3.2 (a)

Tabla 3.2 (a): CARACTERÍSTICAS DE CUERO .

CARACTERÍSTICAS:	CUIDADOS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN:
TIPO: Curtido al cromo	TEMPERATURA: 120°C máximo
TIPO DE ACABADO: Pigmentado con resinas de alta resistencia.	PEGANTES: Resiste base solvente siempre y cuando se diluya en solución.
TIPO DE PIEL: Vacuno	ACABADOS: Cremas humectantes y lacas compatibles
OTROS: Prensado y abatanado	OTROS: N/A

Fuente: Empresa “Curtiduría Tungurahua S.A .”

Los productos fabricados se expiden en número de bandas, una banda es una sección transversal del cuero, y dependiendo de la clasificación correspondiente estas tienen variación de área. Figura 3.2 (b)

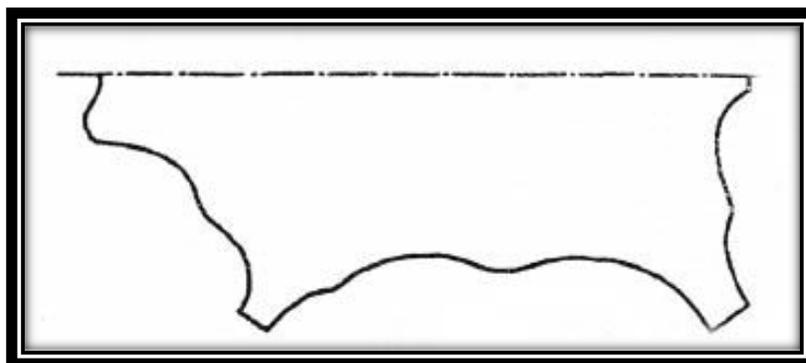


Figura 3.2 (b):.Form a Geom étrica de una Banda.

Fuente: www.Cueronet.com

Cada pedido contiene un determinado número de bandas, cuya sección de banda se expresa en dm^2 , y cada dm^2 tiene un valor económico que varía según el tipo producto.

Los pedidos se lo hacen en (n) cantidad de dm^2 , conociendo el área promedio de una banda se puede determinar número de bandas para ese pedido.

Ejemplo: un pedido del producto **napa bugatti** de 5000 dm^2 . El área promedio de una banda napa bugatti es de 170 dm^2 a 28,745 centavos el dm^2 nos da como resultado 29,4 bandas por defecto se fabricarían 30 bandas, a un costo de \$ 862,35.

Los distintos tipos de acabados superficiales, dan origen a distintos tipos de productos.

3.2.1 Clasificación de los productos.

Casual:	❖ Colegial	❖ Napa tungurahua
❖ Floater	Especial	❖ Nubuk
❖ Gamuzon	Tafilete:	Hidrofugado
❖ Timberland	❖ Tafilete	❖ Hidrofugado
❖ Picasso	Pigmentado	Napa:
❖ Berlínés	❖ Tafilete Natural	❖ Napa Bally
❖ Etc.	❖ Plantilla	❖ Napa Ferrara
	Deportivo:	❖ Martinelly
Colegial:	❖ Napa Adidas	❖ Clark
❖ Mocasín	Formal:	❖ Charolado
❖ San Marino	❖ Florantique	❖ Chanel
❖ Softy	❖ Liwi	
❖ Colegial	❖ Lexus	

3.3 Descripción del Proceso Productivo.

3.3.1 Generalidades.

El proceso de curtido, es aquel en el cual se transforma a la piel en un material con características particulares como flexibilidad, resistencia, que perdura a pesar del tiempo y otras.

a) Zonas en que se divide la piel.

En la piel fresca existen zonas de estructura bastante homogéneas de acuerdo a su espesor y grado de compactación. Figura 3.3.1 (a). Se pueden diferenciar tres grandes zonas:

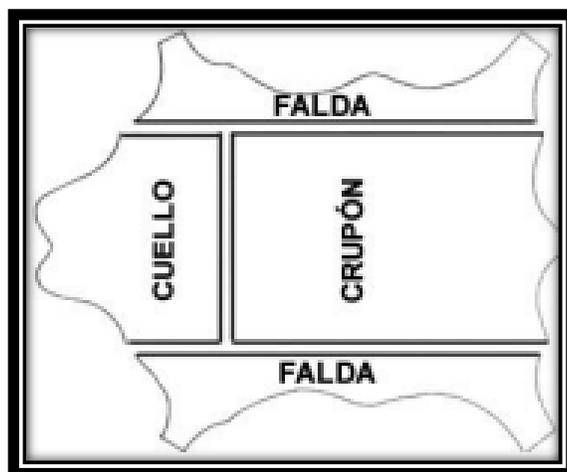


Figura 3.3.1(a):. Zonas en que se Divide una Piel.

Fuente: www.Cuernet.com

Crupón. Es la zona más homogénea tanto en espesor como en su estructura histológica; es la más compacta y valiosa. Se corresponde con la región dorsal y lumbar del animal.

Cuello: su espesor es irregular. Corresponde a la piel del cuello y cabeza del animal.

Falda: Es la zona más irregular de la piel. Se corresponde con la piel que recubre el vientre y las patas.

b) Forma de una banda.

Las pieles se pueden trabajar enteras ó cortadas en diferentes formas. Cuando se realiza un corte transversal de la piel, cortada por el espinazo, se obtiene una banda que es media piel. Figura 3.3.1 (b).

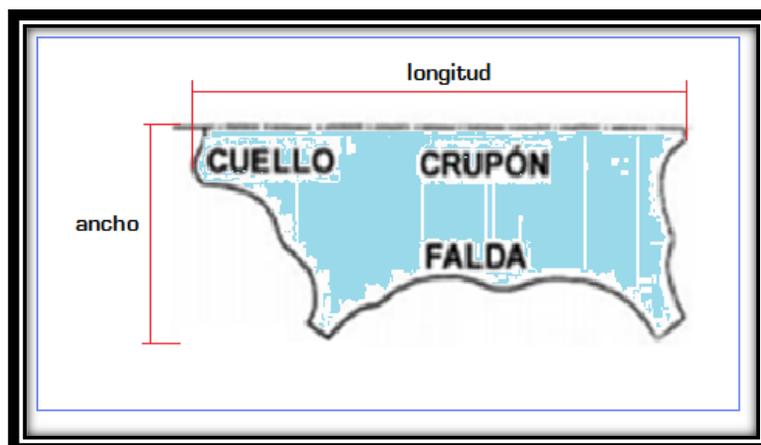


Figura 3.3.1 (b): Forma geométrica de una banda.

Fuente: Autor de la Tesis.

c) Estructura de la piel.

La piel es un órgano constituido por tres capas: epidermis, dermis o corium y tejido subcutáneo ó endodermis. Figura 3.3.1 (c).

1- Epidermis. En la epidermis se insertan los folículos capilares que dan origen a los pelos, representa el 1% del espesor total de la piel y es eliminada durante el proceso de depilación.

2- Dermis ó corium. Es la capa principal desde el punto de vista de la industria del curtido ya que representa el 85% del espesor de la piel. Se encuentra situada

inmediatamente por debajo de la epidermis y está separada de ella por la membrana hialina.

Esta membrana presenta el típico grano, el cual es característico de cada animal. La dermis presenta dos regiones distintas:

2.1-Dermis papilar. Constituida por vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y fibras de colágeno ubicadas en forma perpendicular a la superficie.

2.2-Dermis reticular. Constituida por células conjuntivas y fibras de colágeno oblicuas y más gruesas que las de la capa anterior.

3- Tejido subcutáneo ó endodermis. Constituye el 15% del espesor total de la piel y se elimina durante el descarnado. Está constituido por tejido conjuntivo laxo.

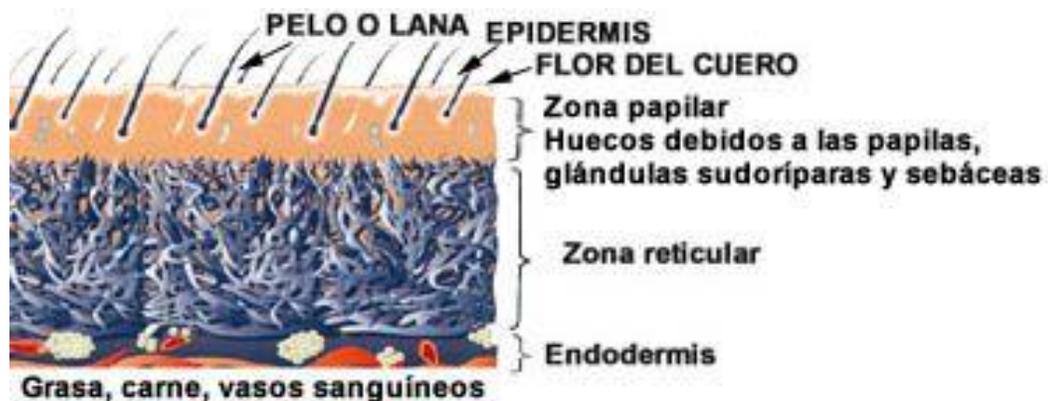


Figura 3.3.1 (c): Estructura de la Piel.

Fuente: www.Cuersonet.com

d) Conservación o curado de los cueros

En el mismo momento de la faena del animal comienza el proceso de descomposición debido a factores externos e internos. No siempre el olor descubre un cuero en descomposición; los cueros podridos si pueden olerse pero los cueros que ya tuvieron un salado inicial pueden no tener mal olor. Existen tres sistemas principales de conservación que son el secado, el salado y el salmuerado.

- **Secado**

Es el método más común de conservación de la mayor parte de pieles de reptiles, caprinos y de peletería, etc. El secado al aire tiene la ventaja de constituir la forma más sencilla de conservación y es muy útil en zonas de clima tropical seco y zonas rurales de lugares poco desarrollados.

La velocidad de secado es importante: si es muy lento puede descomponerse el cuero; si es demasiado rápido, las superficies exteriores del pueden endurecerse y secarse mientras que las partes interiores conservan la humedad de modo que al remojar los cueros para su procesamiento presentarán un ampollado, pudiendo también aparecer orificios.

La práctica más utilizada es secarla en bastidores estirando el cuero sobre un marco y dejándolo secar a la sombra o al sol. A medida que el cuero se va secando, se contrae y se endurece, quedando siempre plano lo que permite una mejor circulación del aire y facilidad en el enfardado.

- **Salado**

Se utiliza en climas templados. El cuero fresco es llevado a bodegas donde se lo coloca en una estiba de sal. Los cueros se colocan en una pila. El tiempo de un salado correcto requiere de 21 días de estiba. Los cueros curados correctamente por salado se conservan hasta un año en lugares frescos.

Para un correcto proceso de salado se requiere el uso de sal limpia y de buena calidad.

- **Salmuerado**

Existen varios sistemas de salmuerado pero el más importante es el utilizado en EE UU. Los cueros descarnados se remojan en salmuera en tachos durante 48hs. o más

en un medio de salmuera saturado y se los considera curados cuando la salmuera los ha impregnado por completo.

A continuación se retiran los cueros y se escurren y después se agrega una pequeña cantidad de sal para protegerlos. El salmuerado permite la conservación por 6 meses aproximadamente.

3.3.2 Procesos para Lograr el Curtido del Cuero.

Se los puede dividir en dos etapas. La primera se realiza en la sección de ribera y tiene como finalidad preparar el cuero para la segunda etapa que es el curtido propiamente dicho. Incluye los siguientes pasos:

1. Reverdecimiento o Remojo.

Los cueros que se reciben llegan deshidratados ya sea por secado, salado o salmuerado. Figura 3.3.2 1(a), por lo que resulta necesario remojarlos de nuevo para ablandarlas, quitar sangre, tierra, estiércol, la sal y de esta manera facilitar la penetración de sustancias que provocan el esponjado de los cueros.



Figura 3.3.2 1(a). Recepción de la Piel.

Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A."

Antes de dar comienzo al proceso de elaboración se recorta el cuero para sacar canillas, patas, colas y otras partes pequeñas. Por lo general el reverdecimiento se logra sumergiendo las pieles y cueros en agua que puede contener un aditivo hasta que la piel se re hidrate.

a) Remojado de cueros y pieles verdes. Se utiliza en cueros de animales recién faenados los cuales deben llegar a la curtiembre en unas pocas horas. Este material solo necesita un remojo breve que puede ser un simple lavado profundo antes de pasar al encalado.

b) Reverdecimiento de cueros secos. Primero debe desprender toda la sal suelta sacudiendo los cueros. En este momento debe evitarse la acción mecánica porque produciría la rotura por flexión de las fibras. El proceso de reverdecimiento debe extenderse por 72 horas cambiando el agua cada 24 horas. Figura 3.3.2 1(b).



Figura 3.3.2 1(b): Remojo de las Pieles.

Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A."

Deben efectuarse no menos de 3 o 4 cambios de agua, incluso cuando los cueros se noten blandos al tacto. Los procesos de reverdecimiento empleados en las diferentes industrias varían en el uso de aditivos, cambio de temperaturas, grados de agitación y duración del tiempo de remojo.

2. Pelambre.

La sustancia que se utiliza en este paso es la lechada de cal. El encalado se realiza a pH 12,5 y sirve para ablandar la **epidermis** mediante su accionar químico sobre las grasas, músculos, venas, nervios y glándulas produciendo el desprendimiento de el pelo.

Al actuar sobre las fibras de colágeno, se produce el hinchamiento de las mismas y facilita la penetración de las materias curtientes.

La proporción utilizada para realizar la lechada es de 1kg de cal por cada 10 litros de agua. Figura 3.3.2 2(a).



Figura 3.3.2 2(a): Pelambre de las Pielas.
Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A."

3. Descarnado.

En esta etapa se elimina de la piel de la **endodermis**, mediante cuchillas, el tejido subcutáneo (restos de músculos y nervios), las grasas o cualquier otro elemento indeseado. Figura 3.3.2 3(a).



Figura 3.3.2 3(a): Descarnado de las Pielés.
Fuente: Em presa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

4. Dividido (depilado).

En el dividido se corta la piel depilada considerando su espesor, eliminando totalmente la Epidermis para quedarse prácticamente con la dermis para producir dos capas el lado flor y el lado carne. Figura 3.3.2 4(a).



Figura 3.3.2 4(a): Depilado de las Pielés.
Fuente: Em presa “Curtiduría Tungurahua S.A.”

5. Desencalado.

Esta etapa se ocupa de eliminar la mayor cantidad posible de cal y productos alcalinos del interior del cuero. Para este procedimiento se usan disoluciones acuosas de ácidos para neutralizar la piel, eliminando la cal y los productos alcalinos formados,

como ácido clorhídrico, sulfúrico, fórmico, etc. Aquí puede haber emisiones atmosféricas de NH_3 y efluentes con carga orgánica. Figura 3.3.2 6(a).

6. Rendido (purga).

Es un proceso enzimático que permite un aflojamiento y para que la piel quede con un grano más fino y suave, al mismo tiempo que limpia la piel de restos de proteínas, pelo y grasa que hayan quedado de los procesos anteriores. Se usan enzimas proteasas absorbidas sobre aserrín de madera y agentes descalcantes (cloruro de amonio). El rendido se puede realizar en los mismos recipientes de encalado o en uno distinto. Figura 3.3.2 6(a).



Figura 3.3.2 6(a): Descalcado y Purga de las Pielas.

Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A."

7. Piquelado.

Se prepara la piel para el curtido mediante la acidificación con el fin de eliminar totalmente restos alcalinos que queda en la piel. En este proceso se acidifica la piel lo suficiente, de manera que se evite la precipitación de sales de cromo insoluble en las fibras del cuero durante el curtido. Se usan sales (cloruro y sulfato de sodio) y ácidos (sulfúrico y fórmico). Figura 3.3.2 8(a).

8. Curtido.

El curtido es la transformación de la piel en el cuero comercial, a través de un proceso de fijación del agente de curtiembre sobre la piel, en bombos durante un tiempo determinado. El tiempo de curtido dependerá del tipo de producto a obtener, el agente de curtiembre y el proceso en sí. Posteriormente el cuero se lava para eliminar el exceso de curtiembre y luego se seca. Los agentes de curtido más usados son las sales de cromo y los curtientes naturales (taninos). Puede generar taninos vegetales y/o lodos con contenido de Cromo. Figura 3.3.2 8(a).



Figura 3.3.2 8(a): Piquelado y Curtido de las Pielas.
Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A."

9. Escurrido.

Proceso mediante el cual se elimina el exceso de agua en la piel. Operación que sirve como preparación para el rebajado. Figura 3.3.2 9(a).



Figura 3.3.2 9(a): Ecurrido de las Pielés.
Fuente: Empresa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

10. Rebajado.

Se reduce el espesor de la piel a los calibres determinados o estandarizados.

Figura 3.3.2 10(a).



Figura 3.3.2 10(a): Rebajado de las Pielés.
Fuente: Empresa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

11. Recurtido.

Consiste en el tratamiento del cuero curtido con uno o más productos químicos con el objeto de obtener un cuero más lleno, con mejor resistencia al agua, mayor blandura o para favorecer la igualación de tintura que no se han podido obtener con la sola curtición convencional. Agentes recurtientes son: sales de cromo, recurtientes

naturales y/o artificiales. Genera efluentes ácidos, materia orgánica, tintes y cromo.

Figura 3.3.2 11(a).



Figura 3.3.2 11(a): Recurtido de las Pielés.
Fuente: Em presa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

12. Teñido y Engrase.

Las pieles Recurtidas son teñidas en bombos mediante colorantes ácidos o básicos, para dar al cuero las distintas características de color, PH, Temperatura otros.

Figura 3.3.2 12(a).



Figura 3.3.2 12(a): Teñido y Engrase de las Pielés.
Fuente: Em presa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

13. Desvenado.

Consiste en la eliminación de humedad y en un proceso de estirado en el cual se pretende ganar en área. Figura 3.3.2 13(a).



Figura 3.3.2 13(a): Desvenado de las Pieles.
Fuente: Em presa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

14. Secado.

Proceso de temperatura y presión en el cual se elimina por completo la humedad. Figura 3.3.2 14(a).



Figura 3.3.2 14(a): Secado de las Pieles.
Fuente: Em presa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

15. Ablandado

Se le da suavidad al cuero. Figura 3.3.2 15(a).



Figura 3.3.2 15(a): Ablandado de las Pielés.
Fuente: Em presa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

16. Estacado.

Estiram iento de las pieles a tem peratura y tiem po.

17. Term inado

Se le da al cuero los diferentes acabados superficiales, generando así los diversos productos. Figura 3.3.2 17(a).



Figura 3.3.2 17(a): Terminado de las Pielés.
Fuente: Em presa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

18. Almacenaje

Se almacenan los productos en bodega esperando ser despachados.



Figura 3.3.2 18(a): Almacenaje de los Productos.
Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A.".

3.4 Planificación y Control de la Producción.

3.4.1 Planificación

La ejecución de la producción se lo realiza en base al programa de producción semanal a la que acuden los coordinadores de las diferentes secciones según el pedido de los clientes se establecen los diversos productos a fabricar, la cantidad de dm² o número de bandas por cada pedido y las características correspondientes de cada producto tales como color, tono, calibre etc. Y se establece la fecha estimada de entrega a la bodega, de dichos productos para posteriormente ser despachados. Mediante esta planificación cada sección se prepara con lo necesario para cumplir con fecha programada, de este modo y considerando el stock que puede existir en cada sección, particularmente en la sección de Cross, cada coordinador debe presentar el estado actual en las que está trabajando su sección si se desean en un total fabricar (m) bandas de (n) pedidos, se hace el análisis por cada sección y se determina el numero de bandas que cada sección debe procesar.

Por ejemplo, se tiene 2 pedidos, 200 bandas de Tafiote color café y 200 bandas Napa Bugatti color chocolate. Si en la sección Cross no hay stock para estos pedidos y si

la sección de ribera tiene curtida 200 bandas para esos pedidos, se procede al teñido en donde generalmente se tiñe 400 bandas de un color base y se lo hace en función al peso máximo que soporta cada bombo, de las 400 bandas aun no se distinguen cuales serán para Napa bugatti y cales serán para Tafiote pues esta clasificación se hace en la sección de Cross, una vez hecha esta clasificación inicia el proceso para cada producto.

3.4.2 Control de la Producción.

El control de la producción se realiza mediante la enumeración de los pedidos por medios de tarjetas en las cuales consta:

- El producto que se está fabricando.
- Color del producto.
- Espesor o calibre.
- Numero de bandas que se están fabricando.
- Las operaciones que se han completado y las que faltan por completar, según la hoja de ruta de cada producto.

De esta manera y según la cantidad de operaciones cumplidas y las que falten por cumplir se obtiene el estado en el que se encuentra cada pedido y si se logrará o no llegar a la fecha de entrega establecida en la planeación. Cuando se acerca la fecha de entrega o ya se ha cumplido con el plazo, lleva algún retraso o en su defecto existe algún pedido cuyo margen de ganancias es considerable, se le da a ese pedido en particular un alto grado de importancia. Para estas circunstancias se establece otro medio de control por medio de un tablero en el que se indica:

- El tipo de producto.
- Color del producto.
- La cantidad de bandas a producirse.
- El cliente que realiza el pedido.
- Y la fecha en la que se debe entregar el pedido.

En base a esto se determina a que pedidos se le debe dar la mayor prioridad, para esto se establecen los siguientes grados de prioridad.

Pedidos - Retrasos	color Negro
Pedidos - A tiempo	color Rojo
Pedidos - Antes de tiempo	color Verde

Cuando se debe elegir procesar 2 productos diferentes que tienen que pasar por una misma máquina se le da prioridad a aquellos pedidos tipo (A). Si ambos productos tienen igual prioridad el orden no importa.

3.5 Proceso de Acabado Superficial.

3.5.1 Generalidades

Un pedido de (x) producto debe atravesar 4 secciones antes de que pueda llegar a bodega, dichas secciones son:

1. Ribera.

En esta sección se limpia y curte la piel. Figura 3.5.1 (a).



Figura 3.5.1 (a): Sección Ribera y Curtido.
Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A.".

1. Teñido.

En esta sección se da color a la banda de un color específico o un color base según sea el pedido, previa planeación de la producción se establece el número de bandas que van a ser teñidas de (n) color base y que están destinadas para la fabricación de 1 solo pedido o varios pedidos. Figura 3.5.1 (b).



Figura 3.5.1 (b): Sección Teñido.

Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A."

2. Cross.

Es la sección en la cual se almacena una determinada cantidad de bandas y previa clasificación de bandas, se derivan los (n) productos que se fabrican bajo pedidos. Figura 3.5.1 (c).



Figura 3.5.1 (c): Sección Cross.

Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A."

3. Acabado.

Obtenida la clasificación de productos, se da inicio al proceso de acabado superficial, según cada producto.



Figura 3.5.1 (d): Sección Acabado.

Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A.".

El proceso de acabado superficial, se realiza en la sección de acabado en coordinación con la sección de Cross, sin embargo desde la entrada de la materia prima en la sección de Ribera hasta la sección el teñido no se distingue los diversos tipos de productos, hasta momentos previos al teñido donde se realiza la clasificación general.

Esta consiste en analizar visualmente las características físicas de la piel y determinar el estado en que se encuentra, tales como; pieles con señas de marcas, pieles con marcas de garrapatas, pieles con exceso de arrugas, y otras, dependiendo de esto se selecciona las pieles y se las clasifican en:

Tabla 3.5.1 (a): CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES.

PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	QUINTA
NUBUCK	GRASO	DERBY	MOCASÍN	PLANTILLA

Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A.".

Establecida la clasificación general, inicia el proceso de teñido que con la mezcla química correspondiente que se obtiene por fórmulas, en el laboratorio se logra dar los colores especiales y bases para diversos productos. Pudiéndose teñir (n) cantidades de bandas de un solo color base para (n) pedidos diferentes.

Las bandas siguen el proceso productivo hasta que llegan a la sección de Cross donde se realiza la clasificación específica de donde derivan los diversos productos. Tabla 3.5.1 (b).

En la sección de Cross y previa planificación de producción se determinan que bandas serán destinadas para (x) pedido. Los productos que con mayor frecuencia se fabrican a partir de esta clasificación general son:

Tabla 3.5.1 (b): CLASIFICACIÓN DE LAS BANDAS.

DERBI	MOCASÍN	NUBUCK	TAFILETE
Anapado	Floater	Hidrofugado	Tafiletes
Napa Adidas	Ruso	Napa bally	
Espuma	San Marino	Napa Bugatti	
Martinelly	Colegial	Nubuck	
Charolado	Mocasín		

Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A.".

3.5.2 Centros de Trabajo para el Acabado Superficial.

Terminada la clasificación se inicia el proceso a acabado superficial que varía según el tipo de producto que se desea producir. Cada puesto de trabajo cuenta con maquina semi-automática, en donde la labor del operario es la de abastecer a la maquina y controlar que el proceso se dé sin complicaciones y de existir alguno, solucionarla lo más pronto posible.

Vacío. Para ciertos productos es necesario dar Tope de vacío, en donde se somete a la banda a alta temperatura y presión, para obtener la menor humedad posible y ganar mayor área. El proceso inicia cuando se tiende la banda en la mesa de trabajo y mediante un pulsador una plancha a determinada temperatura y cuyo funcionamiento es hidráulico presiona contra la mesa de trabajo, sometiendo a la banda a temperatura y presión. Figura 3.5.2 (a).



Figura 3.5.2 (a): Operación de Vacío.
Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A."

Lija Tuner. En este puesto se define el espesor o calibre que según el pedido se requiera, para ello se lija la flor y la carne de la banda. El proceso inicia calibrando la maquina, velocidad de corte, profundidad de corte, cambio de herramienta de corte etc., mediante la rotación de rodillos en donde se encuentra la herramienta de corte (lija) la maquina atrae a la banda hacia la lija, quien al hacer contacto con la banda empieza a lijar y disminuir el espesor de la banda hasta llegar al espesor inicialmente calibrado. Figura 3.5.2 (b).



Figura 3.5.2 (b): Operación en Lija.
Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A."

Roller. Con el fin de dar el color de fondo, las bandas pasan por este puesto (n) veces dependiendo del tono y producto que se esté fabricando, generalmente productos para calzados. Una vez calibrada la maquina, el operario ingresa la banda hasta que esta hace contacto con una banda transportadora y mediante la acción de un rodillo se vierte sobre la banda la mezcla correspondiente, cuando la banda a absorbido la mezcla sigue siendo transportada por un túnel en donde por acción del vapor adquiere sequedad. Figura 3.5.2 (c).



Figura 3.5.2 (c): Operación en Roller.
Fuente: Empresa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

Plancha continua. En este se planchan las bandas, donde cada una se es sometida a temperatura y presión. La acción que ejercen dos rodillos que giran en sentido contrario permite que las bandas ingresen a la maquina, los rodillos son calibrados en temperatura y presión con el fin de quemar cualquier residuo de mezclas en algún proceso anterior. Figura 3.5.2 (d).



Figura 3.5.2 (d): Operación en Plancha Continua.
Fuente: Empresa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

Plancha Hidráulica. Para aquellos productos que en la superficie de la banda requiera alguna grabación. Según el producto se selecciona la matriz que grabara su forma en la superficie de la banda, bajo la acción vertical de un brazo hidráulico se somete a la banda a presión, temperatura y tiempo, estandarizados para obtener bandas con diferentes figuras en su superficie. Figura 3.5.2 (e).



Figura 3.5.2 (e): Operación en Plancha Hidráulica.
Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A.".

Pigmentadora. Esta máquina permite mediante un sistema de sopletes, adicionar la mezcla requerida a cada banda, para luego transportar dicha banda por un túnel, y bajo la acción del vapor disminuir la humedad generada. Muchos productos se dirigen a bodega solo cuando hayan terminado de ser pigmentados. Figura 3.5.2 (f).



Figura 3.5.2 (f): Pigmentado de Bandas.
Fuente: Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A.".

Zaranda. Utilizada para dar al producto docilidad. Los productos son introducidos a un tambor giratorio y mediante esta acción, vapor y tiempo estándar los productos alcanzan la suavidad requerida. Figura 3.5.2 (g).



Figura 3.5.2 (g): Operación en Zaranda.
Fuente: Empresa “Curtiduría Tungurahua S.A.”.

3.6 Recurso Cuello de Botella.

De entre todos los puestos de trabajo que comprende el proceso de acabado, los directivos de la empresa junto al personal de producción determinaron que el centro de pigmentado es el recurso cuello de botella debido a que es la máquina que debe procesar (n) números de bandas en (n) número de procesos de pigmentado para poder abastecer a los demás puestos de trabajo y por la excesiva cantidad de productos en proceso que esperan entrar a ser procesados.

Teniendo en cuenta esto, se tomó los tiempos a cada una de las tareas en 19 turnos para 120 lotes y 21734 pasadas de diversos productos en diferentes procesos y en cada turno. Tabla 3.6 (a) obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 3.6 (a): ANÁLISIS DE TIEMPOS EN EL CUELLO DE BOTELLA.

Turnos	Total de lotes	120			Total		
19	Total de Pasadas	21734		horas	8:00 horas	100 (%)	
Frec	Tareas	C	Total	C/U	Prom /turno	Rendimiento	Eficiencia
217	Operación- Pigmentado		93:45	0:26	4:56	61,57	61,57 %
159	Transporte de bandas		22:27	0:08	1:10	14,75	
61	Coger color		12:52	0:12	0:40	8,45	
41	Preparación de Mezclas		5:09	0:07	0:16	3,38	
31	Limpieza de Pistolas		4:34	0:08	0:14	2,99	
12	Mantenimiento		4:03	0:20	0:12	2,66	
14	Esperas		3:51	0:16	0:12	2,52	
14	Inspección		1:44	0:07	0:05	1,13	
13	Calibración de Pistolas		1:32	0:07	0:04	1,00	
11	Transporte de Mezcla		1:20	0:07	0:04	0,87	
09	Cambio de Turno		0:18	0:03	0:03	0,62	

Fuente: Autor de la Tesis.

En los 120 lotes y 21734 pasadas se realizaron 217 operaciones de pigmentado con un promedio de 4:56 horas por turno, y una eficiencia del 61,57 % en cada turno de 8 horas de trabajo, el 38,42% restante (3:04 horas), corresponde a diversas tareas efectuadas antes y después de la operación de pigmentado. Tabla 3.6 (b).

Tabla 3.6 (b): ANÁLISIS DE TIEMPOS MUERTOS EN EL CUELLO DE BOTELLA.

TAREAS		TIEMPO/TURNO	H %
Transporte de bandas		1:10	38,47
Coger color.		0:40	22,03
Preparación de Mezclas.		0:16	8,819
Limpieza de Pistolas		0:14	7,82
Mantenimiento		0:12	6,935
Esperas		0:12	6,593
Inspección		0:05	2,968
Calibración de Pistolas		0:04	2,626
Transporte de Mezcla.		0:03	2,112
Cambio de turno		0:03	1,627

Fuente: Autor de la Tesis.

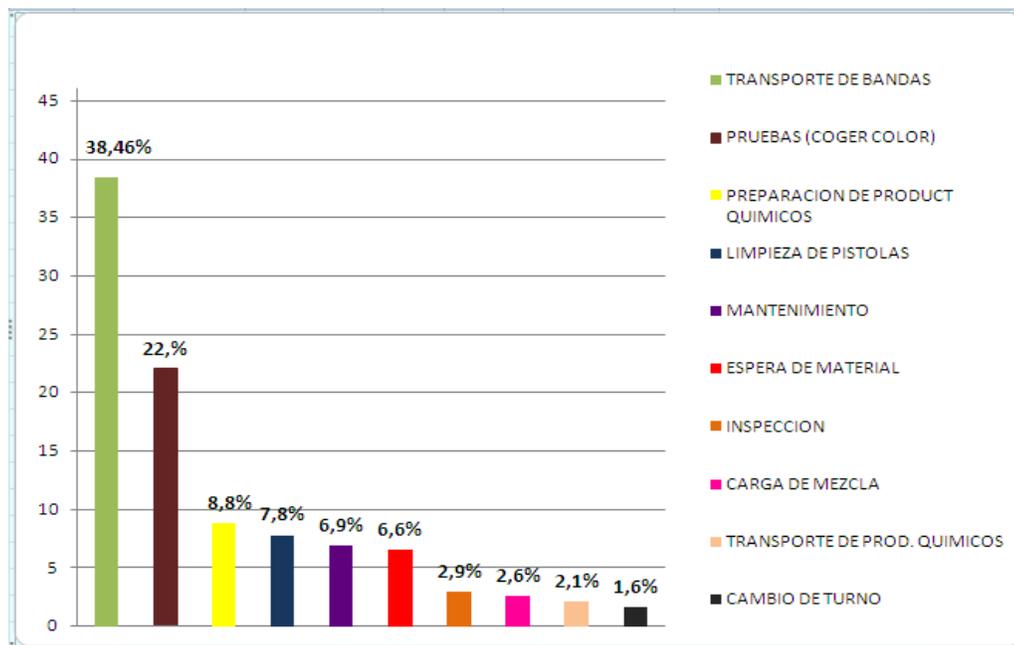


Figura 3.6 (a): Tiempos Muertos en el Cuello de Botella.

Fuente: Autor de la Tesis.

En la figura 3.6 (a), se puede ver que la principal tarea que resta a la eficiencia del centro de pigmentado es el transporte de bandas con el 38,46% del tiempo muerto total. Es decir 1:10 horas.

La variedad de productos que se fabrican bajo pedido frecuentemente ocasiona la acumulación de productos en proceso (mayor inventario), lo que desemboca en mayores tiempos de esperas y la extensión del tiempo del ciclo (C.T) de cada producto, generando así retrasos en la entrega de los pedidos.

3.7 Determinación de la Capacidad de Producción por Centro de Trabajo.

La TOC define a un centro de trabajo a un grupo de máquinas homogéneas. La capacidad de producción se expresa en unidades producidas/unidad de tiempo, sin embargo para estos procesos cada unidad en proceso tiene que pasar mínimo una vez, por ende la capacidad de producción para tales centros se expresan en # bandas/unidad de tiempo o # pasadas/unidad de tiempo.

3.7.1 Centro de lijas.

En este centro se lija la flor y la carne de cada piel, por lo tanto se realizan 2 pasadas por cada banda. Figura 3.7.1.

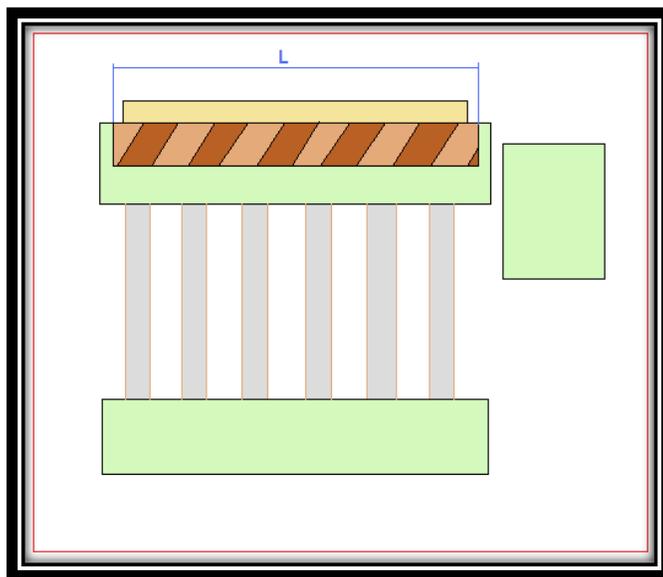


Figura 3.7.1: Diagrama del Centro de Lija.

Fuente: Autor de la Tesis.

Con una longitud L , esta máquina permite procesar bandas de hasta 1,85 metros de ancho a 25 segundos por cada pasada (144 pasadas/hora), este centro actualmente dispone de 2 máquinas hábiles para trabajar, en una de ellas se lija la flor y en la otra la carne.

Este centro tiene una capacidad nominal de producción de 288 pasadas/hora - 2304 pasadas/turno, la tasa de producción de este centro es de 150 pasadas/hora, significa entonces el 52% de la capacidad nominal de producción.

3.7.2 Centro de Vacío.

En este centro se realizan 2 procesos, el Secado y Tope de vacío, cuenta con 2 operarios en cada turno y una sola máquina, la misma que tiene 3 paneles. Figura 3.7.2.

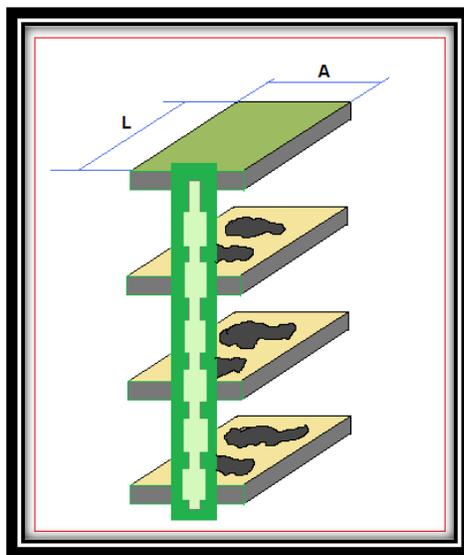


Figura 3.7.2: Diagrama de Centro de Vacío.

Fuente: Autor de la Tesis.

El área de trabajo de cada panel $A_T = L * A$, $(3,5m) * (2,5m) = 8,75 \text{ m}^2$, permite que se procesen bandas de hasta 2,5 m de longitud, lo que genera que en cada panel entren 2 bandas, con un promedio de 63 segundos por cada panel, es decir 2 bandas cada 63 segundos y una capacidad de producción nominal de 114 bandas/hora - 914 bandas/turno.

La producción de este centro mediante datos obtenidos en 66 turnos y en condiciones normales de trabajo es de 1992 bandas diarias, lo que es 664 bandas/turno. Es decir el 72% de la capacidad de producción nominal.

3.7.3 Centro de Roller.

Este centro cuenta con 2 máquinas, Roller 1 y Roller 2 las bandas son procesadas por estas máquinas cuando menos 1 vez, esto es considerado una pasada y en una banda se puede generar (n) números de pasadas, las pasadas dependen del producto que se esté fabricando.

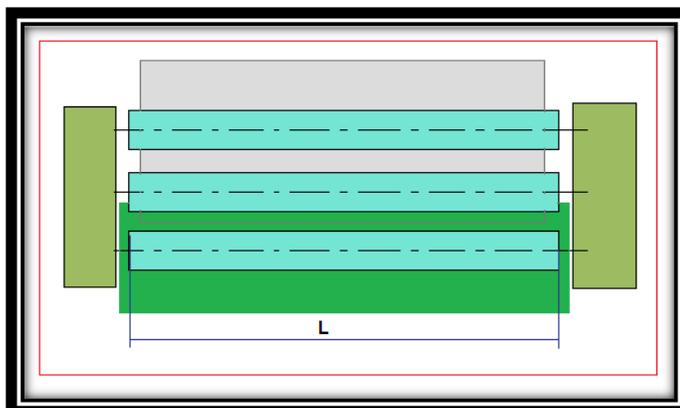


Figura 3.7.3: Diagrama del Centro de Roller.

Fuente: Autor de la Tesis.

La longitud L de los rodillos determinan que solo se pueden procesar bandas no mayores a 1,75 metros de ancho y a una velocidad promedio en la banda transportadora de 13 m/min, se procesa una pasada en 22,33 segundos Figura 3.7.3

El centro cuenta con 2 máquinas, se obtiene que el centro de Roller requiera un tiempo de 11,16 segundos por pasada, una capacidad nominal del centro igual a 322 pasadas/hora - 2579 pasadas/turno.

La producción de la Roller 1 es de:

- 395 bandas/turno
- 583 pasadas/turno

La producción de la Roller 2 es de:

- 539 bandas/turno
- 624 pasadas/turno

La producción del centro es:

- 934 bandas/turno
- 1207 pasadas/turno

Esto corresponde al 46,79% de la capacidad nominal del centro de Roller.

3.7.4 Centro de Plancha Hidráulica.

El centro cuenta con 2 máquinas y requiere 2 operarios para operar en cada una de ellas.

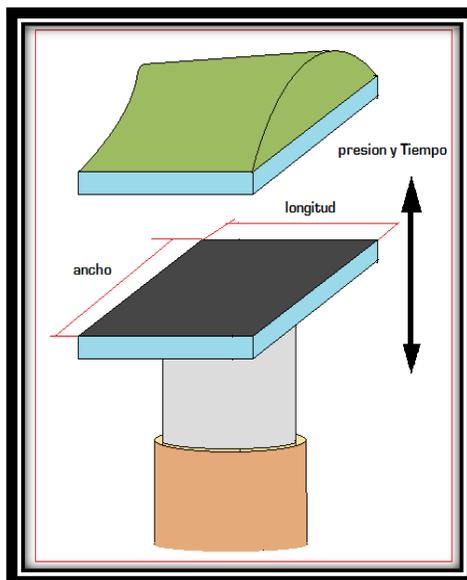


Figura 3.7.4: Diagrama de Planchas Hidráulicas.
Fuente: Autor de la Tesis.

El área de trabajo de la plancha $A * L$ permite procesar secciones de hasta 0,8 metros de longitud y 1,8 metros de ancho. Figura 3.7.4. Por cada sesión de planchado y en diferentes condiciones de temperatura y presión, una máquina requiere un tiempo Tipo de 27,28 segundos para una pasada a 1 segundo de grabado, y 43,28 segundos para una pasada con un grabado de 5 segundos, en un promedio por cada pasada se requiere 35,28 segundos la pasada por cada máquina.

Este centro cuenta con 2 máquinas, se obtiene que el centro de plancha requiera un tiempo Tipo de 17,64 segundos por pasada, esto es, la capacidad nominal del centro es igual a 204 pasadas/hora y 1633/ pasadas/turno.

Los datos obtenidos en 14 turnos demuestran que este centro opera con una producción de:

Plancha Hidráulica 1:

- 459 bandas/turno
- 494 pasadas/turno

Plancha Hidráulica 2:

- 187 bandas/turno
- 226 pasadas/turno

Por tanto, se obtiene que el centro de planchas trabaja con una producción de:

- 646 bandas/turno.
- 720 pasadas/turno.

Esto corresponde al 44,1% de la capacidad nominal del centro de plancha Hidráulica.

3.7.5 Centro de Plancha Continua.

El centro cuenta con una máquina, misma que procesa una pasada en 23,91 segundos y tiene una capacidad de producción nominal de 151pasadas / hora – 1205 pasadas/turno.

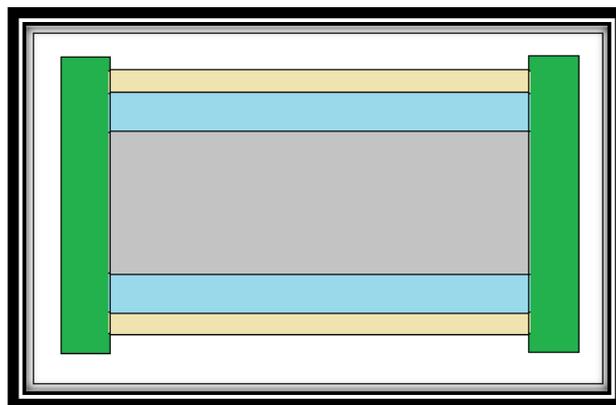


Figura 3.7.5: Diagrama de Plancha Continua.

Fuente: Autor de la Tesis.

El centro tiene una producción de 69,75 pasadas/hora lo que significa 558 pasadas/turno, representando el 46,30% de la capacidad nominal de producción. Figura 3.7.5

3.7.6 Centro de Pigmentado.

Este centro cuenta con una máquina y requiere de 2 operarios, procesa dos pasadas en 30,67 segundos, tiene una capacidad nominal de producción de 235 pasadas/hora – 1878 pasadas/turno. El centro opera al 60,75% de la capacidad nominal con una producción 1141 pasadas/turno.

3.7.7 Resumen de la Capacidad según los Centros de Trabajo.

Tabla 3.7.7: CAPACIDAD NOMINAL POR CENTRO DE TRABAJO.

CENTROS	Capacidad Nominal
Vacio	114 pasadas/hora
Lijas	288 pasadas/hora
Roller	322 pasadas/hora
Pigmentado	235 pasadas/hora
P. Hidráulica	204 pasadas/hora
P. Continua	151 pasadas/hora

Fuente: Autor de la Tesis.

CAPÍTULO IV.

4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA TOC.

4.1 Identificación de la Restricción

El análisis técnico aplicado con el fin de identificar la restricción física en el proceso productivo, es, el de determinar el recurso con mayor carga de producción y que cuente con menor horas mensuales disponibles.

a) Identificación de los centros de trabajo para el proceso de acabado.

Tabla 4.1 (a): HORAS MENSUALES DISPONIBLES POR CENTROS DE TRABAJOS.

Centro de trabajo	# maquinas	Horas disponibles
Vacio	1	512
Lijas	2	1024
Roller	2	1024
Pigmentado	1	512
Plancha Hidráulica	2	1024
Plancha Continua	1	512

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 4.1 (b): CARGA DE TRABAJO POR CENTROS.

Centros	Vacio	Lijas	Roller	Pigment.	P. Hidráulica	P. Continua	
Ho/mes	512	1024	1024	512	1024	512	
CARGA	1	Tope	Flor	Impregnado	Resina	Tope	Grabado
	2	Vacio	carne	Cera	Apresto	Grabado	
	3			Fondo	Fondo		
	4			Stuco	Laca		
	5			Resina	Tacto		
	6			Cera	Anilina		
	7			Charolina	Puente		
Pasadas/ho	114	288	322	232	204	151	

Fuente: Autor de la Tesis.

Los centros con mayor carga de trabajo son; el Centro de Pigmentado y el centro de Roller, pero de estos dos, el Centro de Pigmentado tiene menor capacidad de producción, y menor tiempo de horas mensuales disponibles para cumplir con dichas cargas, convirtiéndolo en la restricción física del sistema.

4.2 Explotación de la Restricción.

Mediante la explotación se pretende disminuir al máximo posible los paros del centro por las diversas razones ya analizadas (tiempos muertos), para de este modo, permitir que el centro alcance la máxima eficiencia posible.

4.2.1 Determinación del Tiempo Tipo.

Para lograr prevenir y evitar que la restricción converja en tiempos muertos e innecesarios y así establecer y estandarizar actividades antes y después del proceso de pigmentado se debe determinar el tiempo de pigmentado que necesita un lote de (n) número de bandas en los diferentes procesos. Teniendo este dato se procederá a establecer que tiempo se dispone antes de que el centro se pare y lograr así, tener todo lo necesario para que se pueda operar nuevamente lo más pronto posible.

4.2.1.1 Toma de Tiempos

Existen dos operaciones, (1) toma la banda y (2) la tiende.

Tabla 4.2.1.1 (a): DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DE PIGMENTADO.

Diagrama De Análisis Del Proceso.										
El diagrama inicia en La mesa (M1) y termina en La mesa (M2)							Operario: _____ Ayudante: _____			
SECCION DE ACABADO: MÁQUINA TOMBONI							HOJA N° ____ DE ____			
Distan. (metros)	Tiemp. (seg)	#							Unid	Actividades
	2.5	1				D			1	Toma la banda de la mesa M1
	20	2				D			1	Tiende la banda en la TOMBONI

Fuente: Autor de la Tesis.

DIAGRAMA DE OPERACIÓN

Método Actual:

Hecho por: Alex Arboleda

Método propuesto:

Fecha: _____

Sujeto de diagrama: Lacado de bandas de cuero

Turno: _____

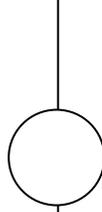
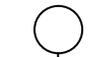


MANO IZQUIERDA

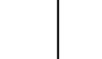
MANO DERECHA

1° ciclo

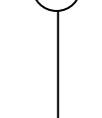
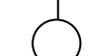
Transporta la 1° banda a la máquina Pigmentadora



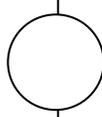
Tiende la 1° banda (a la izquierda)



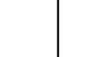
Transporta la 2° banda a la máquina Pigmentadora



Tiende la 2° banda (desfase a la derecha)



Transporta la 3° banda a la máquina Pigmentadora

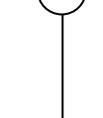


Transporta la 1° banda a la máquina Pigmentadora

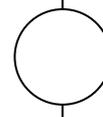
Tiende la 1° banda (a la izquierda)



Transporta la 2° banda a la máquina Pigmentadora



Tiende la 2° banda (desfase a la derecha)



Transporta la 3° banda a la máquina Pigmentadora



Tabla 4.2.1.1 (b): Diagrama De Operación Del Tendido De Bandas.

Fuente: Autor de la Tesis.

S I S M O G R A M A

M étodo Actual:

Hecho por: Alex Arboleda

M étodo propuesto:

Fecha:

Sujeto de diagrama: Lacado de bandas de cuero

Turno:-----



MANO DERECHA				Seg.				MANO IZQUIERDA
1° ciclo			Tc/u	T.T	Tc/u			
Se dirige a la 1° banda	TV		0,96	0,96	0,96		TV	Se dirige a la 1° banda
Lleva la banda a la maquina	TC		1,84	2,8	1,84		TC	Lleva la banda a la maquina
Pone en posición la banda	PP		1,04	3,84	1,04		PP	Pone en posición la banda
Tiende la banda	EI		1,44	5,28	1,44		EI	Tiende la banda
Se dirige a la 2° banda	TV		1,28	6,56	1,28		TV	Se dirige a la 2° banda
Lleva la banda a la maquina	TC		1,6	8,16	1,6		TC	Lleva la banda a la maquina
Pone en posición la banda	PP		1,68	9,84	1,68		PP	Pone en posición la banda
Tiende la banda	EI		8,24	18,08	8,24		EI	Tiende la banda
2° ciclo								
Se dirige a la 3° banda	TV		1,12	19,2	1,12		TV	Se dirige a la 1° banda
Lleva la banda a la maquina	TC		2,08	21,28	2,08		TC	Lleva la banda a la maquina
Pone en posición la banda	PP		1,04	22,32	1,04		PP	Pone en posición la banda
Tiende la 3° banda	EI		3,36	25,68	3,36		EI	Tiende la banda

Tabla 4.2.1.1 (c): Sismo-Grama Del Tendido De Bandas En El Centro De Pigmentado.

Fuente: Autor de la Tesis.

Diagrama Hombre-Máquina

Operación:	Tendido		
Nombre del producto:	Bandas		
Nombre de la máquina:	TOMBONI		
Nombre del operario (a):		Fecha:	
Método:	Actual: X	Elaborado por	Alex Arboleda
	Propuesto:		

OPERARIO	T c/u (Seg)	T.A (Seg)	MÁQUINA		T c/u	T.A
Se dirige a la 1° banda	0,96	0,96				
Lleva la banda a la maquina	1,84	2,8			3,84	3,84
Pone en posición la 1° banda	1,04	3,84				
Tiende la 1° banda	1,44	5,28				
Se dirige a la 2° banda	1,28	6,56	Pigmenta la 1° banda	T 2	6	9,84
Lleva la banda a la maquina	1,6	8,16				
Pone en posición la 2° banda	1,68	9,84				
Tiende la 2° banda	8,24	18,08	Pigmenta la 1° y 2° banda	T 1	9,36	19,2
Se dirige a la 3° banda	1,12	19,2				
Lleva la banda a la maquina	2,08	21,28	Pigmenta la 2° banda	T 2	6,48	25,68
Pone en posición la 3° banda	1,04	22,32				
Tiende la 3° banda	3,36	25,68				

Tabla 4.2.1.1 (d): diagrama hombre – máquina del tendido de bandas.

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 4.2.1.1 (e): RESUMEN DEL DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA DEL TENDIDO DE BANDAS.

Tiempos	Operario	Máquina
Tiempo inactivo	0	3,84
Tiempo de trabajo	25,68	21,84
Tiempo del ciclo	25,68	25,68
Porcentaje de trabajo	100 %	85 %

Fuente: Autor de la Tesis.

Para los diversos procesos de pigmentado los tiempos de la operación (1) (comprende movimientos de manos desde que se dirige a la banda hasta que lleva la banda a la máquina) sufre una variación de tiempos mínima desde 2,8 hasta 2,88 segundos por ciclo. Mismos que no dependen de la velocidad de funcionamiento y que por el contrario están sujetos a la habilidad para tomar la banda.

Estandarizar y optimizar tiempos en la operación (1), resulta ineficiente debido a que en el instante después que la banda es llevada a la máquina se debe poner en posición, y este último está estrictamente sujeto a la capacidad dimensional de la máquina para admitir una nueva banda para el proceso de pigmentado. Por lo anteriormente descrito, si el tiempo de la operación (1) fuese lo más corto posible se generaría un tiempo de espera inevitable, hasta que la máquina esté dispuesta nuevamente para admitir una nueva banda.

Mientras que los tiempos de la operación (2), (que comprenden movimientos de las manos desde que pone la banda en posición hasta que se dirige a la nueva banda), sufren variaciones de tiempo desde 2,48 hasta 9,92 segundos por ciclo. Los mismos que están sujetos a la velocidad de funcionamiento según el tipo de proceso de pigmentado

y a las dimensiones físicas del tendido de las bandas. Los tiempos para la operación (2) sufren fluctuaciones debido a 2 variables:

- La velocidad de pigmentado.
- Tendido y Dimensiones de las bandas.

La combinación de estos dos factores da lugar a que el tendido sea en mayor o menor tiempo. Por esta razón el estudio de tiempo está orientado a estandarizar la operación (2), y establecer el tiempo Tipo en el tendido.

4.2.1.1.1 Estudio De Velocidades.

Con el fin de mantener estándares de calidad en los acabados superficiales, se regula la velocidad de funcionamiento para cada proceso de los diferentes productos y realizar diversos tipos de acabados superficiales, para lograr dichos acabados se requiere de diferentes mezclas químicas que cubrirán la superficie de las bandas.

Tabla 4 .2.1.1.1 (a): FACTORES DE PIGMENTADO.

FACTORES	MEZCLAS	VELOCIDAD (m /m in)
R	Resina(s), Fondo I y II,	7,5 – 8
L	Laca(s), Anilina, Puente, Tacto.	8,5 – 9
A	Apresto (negro y transparente).	11,5 – 12

Fuente: Autor de la Tesis.

4.2.1.1.2 Análisis del Tendido de las Bandas.

Con el fin de establecer el tiempo Tipo de tendido de las bandas es necesario el análisis de los tiempos que están involucrados en el tendido, bajo esta consideración se genera los siguientes tiempos.

(T)._ Es el Tiempo Tipo que requiere una banda de determinado proveedor y a determinada velocidad en ser escaneada desde el punto A al punto B. Figura 4.2.1.1.2 (a).

(T2)._ Es el tiempo generado desde el punto B hasta el punto D. Figura 4.2.1.1.2 (a).

(T1)._ Es el tiempo generado desde el punto B hasta el punto C. Figura 4.2.1.1.2 (a).

(T.T) = (T + T2)._ es el tiempo que se necesita para que 2 bandas sean escaneadas desde el punto A hasta D. Figura 4.2.1.1.2 (a).

La capacidad dimensional de la máquina para admitir una nueva bandas es de 2,14 metros de ancho lo que genera el desfase entre 2 bandas (C - B), este desfase es independiente del producto o proceso y por ende de la velocidad de funcionamiento.

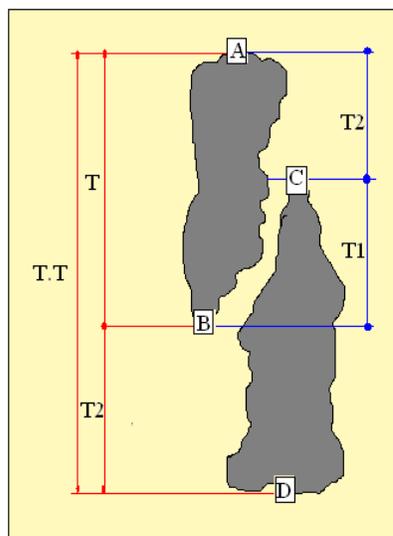


Figura 4.2.1.1.2 (a): Tiempos Durante el Tendido de Bandas.

Fuente: Autor de la Tesis.

La combinación de la velocidad de funcionamiento con las dimensiones de las bandas, dan paso a 3 posibles situaciones durante el tendido.

1. Si $T_1 = 0$ y $T_2 = T$ un ciclo de 2 bandas $T.T = 2T$, Figura 4.2.1.1.2(b).

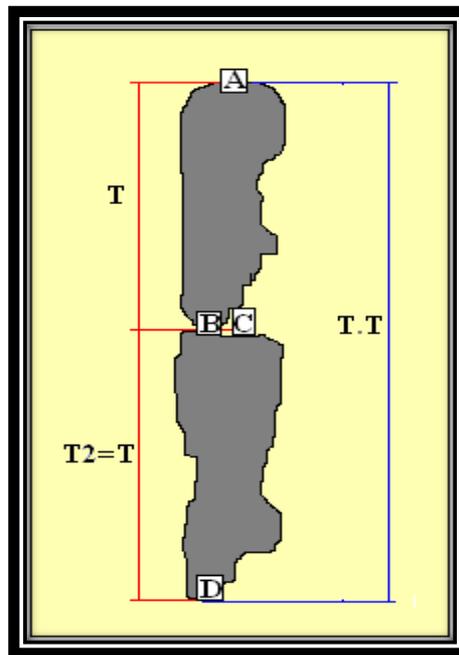


Figura 4.2.1.1.2 (b): Tiempos cuando T_1 es igual a cero (0) y $T_2=T$.
Fuente: Autor de la Tesis.

Diagrama Hombre-Máquina.

Operación:			Tendido			
Nombre del producto:			Bandas			
Nombre de la máquina:			TOMBONI			
Nombre del operario (a):			Fecha:			
Método:			Actual:		Elaborado por:	
			Propuesto:		Alex Arboleda	
OPERARIO	T c/u		T.A	MÁQUINA	T c/u	T.A
Se dirige a la 1° banda	0,96		0,96		3,84	3,84
Lleva la banda a la máquina	1,84		2,8			
Pone en posición la banda	1,04		3,84			
Tiende la 1° banda	11,44		15,28	Pigmenta la 1° banda	T	16
Se dirige a la 2° banda	1,28		16,56			
Lleva la banda a la maquina	1,6		18,16			
Pone en posición la banda	1,68		19,84			
Tiende la 2° banda	12,24		32,08	Pigmenta la 2° banda	T	16,48
Se dirige a la 3° banda	1,12		33,2			
Lleva la banda a la maquina	2,08		35,28			
Pone en posición la banda	1,04		36,32			

Tabla 4.2.1.1.2 (a): Diagrama Hombre – Máquina durante el Tendido de las bandas cuando $T1 = 0$, hasta que $T2 = T$ entonces $T.T = 2T$.

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 4.2.1.1.2 (b): RESUMEN DEL DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA DEL TENDIDO DE BANDAS.

Tiempos	Operario	Máquina
Tiempo inactivo	0	3,84
Tiempo de trabajo	36,32	32,48
Tiempo del ciclo	36,32	36,32
Porcentaje de trabajo	100 %	89,42 %

Fuente: Autor de la Tesis.

2. Si $T_2 > T$, un ciclo de 2 bandas $T.T = 2T + T_1$. Figura 4.2.1.1.2(c).

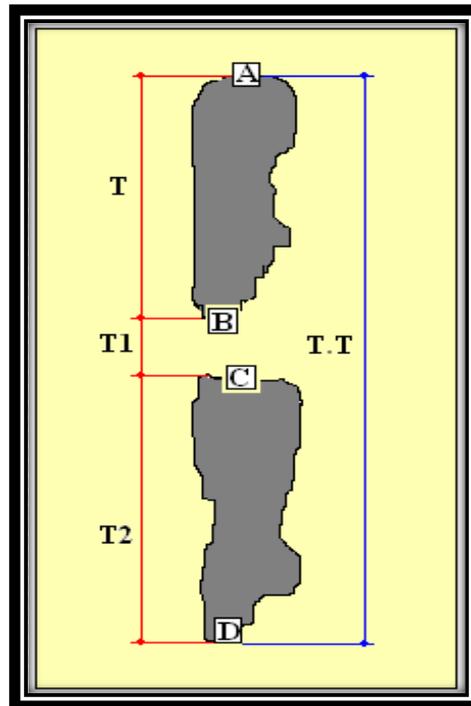


Figura 4.2.1.1.2 (c): Tiempos cuando $T_2 > T$.

Fuente: Autor de la Tesis.

Diagrama Hombre-Máquina.

Operación:			Tendido				
Nombre del producto:			Bandas				
Nombre de la máquina:			TOMBONI				
Nombre del operario (a):			Fecha:				
Método:			Actual:		Elaborado por		
			Propuesto:		Alex Arboleda		
OPERARIO	T c/u		T.T	MÁQUINA		T c/u	T.T
Se dirige a la 1° banda	0,96		0,96	Espera nueva banda		3,84	3,84
Lleva la banda a la maquina	1,84		2,8				
Pone en posición la banda	1,04		3,84				
Tiende la 1° banda	16		19,84	Pigmenta la 1° banda	T	16	19,84
Se dirige a la 2° banda	1,28		21,12	Espera nueva banda	T1	4,56	24,4
Lleva la banda a la maquina	1,6		22,72				
Pone en posición la banda	1,68		24,4				
Tiende la 2° banda	16,48		40,88	Pigmenta la 2° banda	T	16,48	40,88

Tabla 4.2.1.1.2 (c): Diagrama Hombre – Máquina durante el Tendido de las

Bandas. cuando $T2 > T$, entonces $T.T = 2T + T1$.

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 4.2.1.1.2 (d): RESUMEN DEL DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA DEL TENDIDO DE BANDAS.

Tiempos	Operario	Máquina
Tiempo inactivo	0	3,84
Tiempo de trabajo	40,88	37,04
Tiempo del ciclo	40,88	40,88
Porcentaje de trabajo	100 %	90,60 %

Fuente: Autor de la Tesis.

1. Si $T1 \xrightarrow{\text{tiende a}} T$ y $T2 \xrightarrow{\text{tiende a}} 0$, 1 ciclo de 2 bandas $T.T = T + T2$. Figura 4.2.1.1.2 (d).

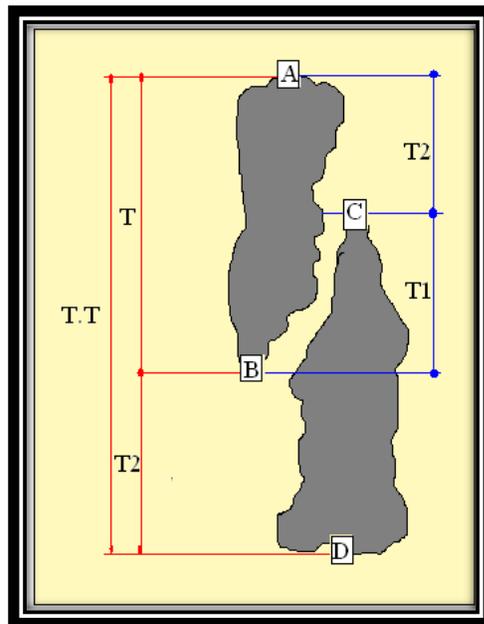


Figura 4.2.1.1.2 (d). Tiempos cuando $T1 \xrightarrow{\text{tiende a}} T$ y $T2 \xrightarrow{\text{tiende a}} 0$

Fuente: Autor de la Tesis.

Diagrama Hombre-Máquina.

Operación:			Tendido					
Nombre del producto:			Bandas					
Nombre de la máquina:			TOMBONI					
Nombre del operario (a):			Fecha:					
Método:			Actual:		Elaborado por:			
			Propuesto:		Alex Arboleda			
OPERARIO		T c/u		T.T	M A Q U I N A			
Se dirige a la 1° banda		0,96		0,96				
Lleva la banda a la maquina		1,84		2,8		3,84		
Pone en posición la 1° banda		1,04		3,84		3,84		
Tiende la 1° banda		1,44		5,28				
Se dirige a la 2° banda		1,28		6,56	Pigmenta la 1° banda	T 2		
Lleva la banda a la maquina		1,6		8,16			6	9,84
Pone en posición la 2° banda		1,68		9,84				
Tiende la 2° banda		8,24		18,08	Pigmenta la 1° y 2° banda	T 1		
Se dirige a la 3° banda		1,12		19,2			9,36	19,2
Lleva la banda a la maquina		2,08		21,28	Pigmenta la 2° banda	T 2		
Pone en posición la 3° banda		1,04		22,32			6,48	25,68
Tiende la 3° banda		3,36		25,68				

Tabla 4.2.1.1.2 (c): Diagrama Hombre – Máquina durante el Tendido de las bandas

cuando $T1 \xrightarrow{\text{tiende a } T}$ y $T2 \xrightarrow{\text{tiende a } 0}$.

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 4.2.1.1.2 (d): RESUMEN DEL DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA DEL TENDIDO DE BANDAS.

Tiempos	Operario	Máquina
Tiempo inactivo	0	3,84
Tiempo de trabajo	25,68	21,84
Tiempo del ciclo	25,68	25,68
Porcentaje de trabajo	100 %	85,04 %

Fuente: Autor de la Tesis.

4.2.1.1.3 Estandarización del Método de Tendido.

Durante el tendido se presentan tres situaciones ya antes analizadas y según el correspondiente análisis de tiempos la manera más eficiente de tender las bandas es la 3° situación. (Cuando $T1 \xrightarrow{\text{tiende a } T}$ y $T2 \xrightarrow{\text{tiende a } 0}$, un ciclo de 2 bandas pasaran en menor tiempo $T.T = T + T2$; $T.T = 25,68$ segundos.

Para lograr dicha condición que permita optimizar tiempos durante el tendido, se debe considerar:

- a) La capacidad dimensional de la maquina
- b) La forma geométrica de la banda.

a) La Capacidad Dimensional de la Maquina.

El tendido está restringido a la capacidad de la máquina para admitir una nueva banda de dimensiones considerables, el ancho de una banda promedio es de 1,17 metros, no obstante la capacidad dimensional de la maquina es de 2,14 metros de ancho por esta limitada capacidad dimensional la maquina no admite dos bandas en paralelo, salvo que dichas bandas sean de dimensiones pequeñas. Figura 4.2.1.1.3 (a).

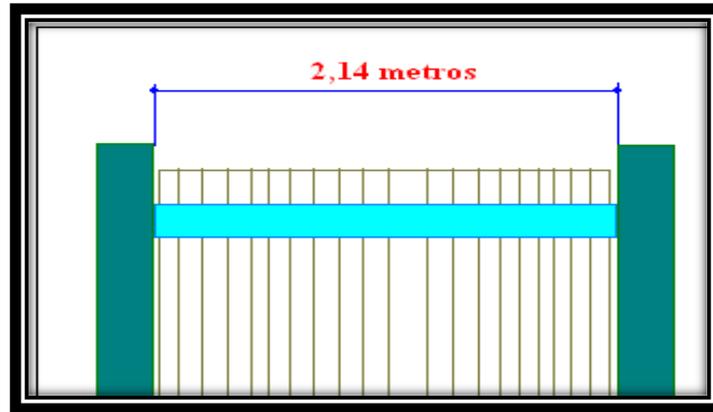


Figura 4.2.1.1.3 (a): Capacidad Dimensional de la Máquina.
Fuente: Autor de la Tesis.

b) La Forma Geométrica de las Bandas.

El método más eficiente para tender las bandas por las dimensiones y forma geométrica de la banda y considerando la capacidad de la máquina para admitir una nueva banda, es si se ubican el cuello de la 1ª banda con cuello de la 2ª banda. De este modo la mayor cercanía del cuello de la primera banda con la falda de la segunda banda o el cuello de la primera banda con el cuprón, de la segunda banda. Mediante este método de tendido se genera el desfase cada 2 bandas forjando la existencia no solamente de un T1, sino también permitir que T2 siempre tienda al máximo posible a 0. Este es el método de tendido más eficiente y a aplicarse. Figura 4.2.1.1.3 (b).

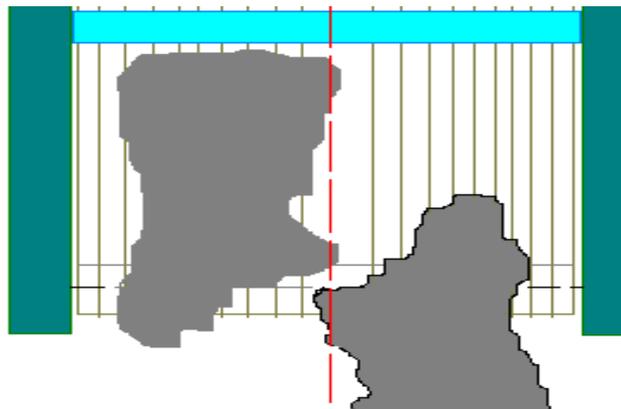


Figura 4.2.1.1.3 (b): Forma Geométrica de la Banda.
Fuente: Autor de la Tesis.

4.2.1.1.4 Análisis Del Tipo De Bandas

Las bandas como materia prima tienen origen en los diversos proveedores con los que cuenta la empresa para iniciar la producción según el proveedor y tamaño de las bandas tenemos los siguientes tipos:

Tabla 4.2.1.1.4 (a): ÁREA DE BANDAS TIPO A.

PROVEDORES	ÁREA FT ²
Importado arb (c3)	25,33
Importado arb (c4)	25,44
Importado arb (c6)	24,35
Importado arb (c7)	26,09
Importado arb (c8)	25,91
ÁREA PROMEDIO	25,42

Fuente Autor de la Tesis.

Tabla 4.2.1.1.4 (b): ÁREA DE BANDAS TIPO B.

PROVEDORES	ÁREA FT ²
Importado II c-(1,2,3)	20,01
Nacional 03 costeño	20,75
Nacional 02	20,97
Importado arb (c1)	21,08
Importado arb (c5)	23,05
Nac ct	21,24
ÁREA PROMEDIO	21,18

Fuente Autor de la Tesis.

Tabla 4.2.1.1.4 (c): ÁREA DE BANDAS TIPO C.

PROVEDORES	ÁREA FT ²
Nacional 01	18,66
Nacional 03 serrano	18,93
Nac(04)	18,85
Imp. VI - c(1-2-3))	18,67
ÁREA PROMEDIO	18,78

Fuente Autor de la Tesis.

4.2.1.1.5 Determinación Del Tiempo Tipo Para El Tendido.

Una vez que el nuevo método de tendido fue estandarizado e implementado se obtuvo **T.T**, **T1**, **T2** para las bandas tipo **A**, **B**, **C** en cada factor de velocidad por mezcla (factor **R**, factor **L**, factor **A**).

(T.T) = $(T + T2)$. Es el tiempo que se necesita un ciclo para que 2 bandas sean tendidas en la máquina Pigmentadora.

Factor R. (T.Tr). Es el tiempo requerido para que un ciclo de 2 bandas tipo **A**, **B** o **C** sean tendidas a una velocidad de $(7,5 - 8)$ m/min.

Factor L. (T.Tl). Es el tiempo requerido para que 2 bandas tipo **A**, **B** o **C** sean tendidas a una velocidad de $(8,5 - 9)$ m/min.

Factor A. (T.Ta). Es el tiempo requerido para que 2 bandas tipo **A**, **B** o **C** sean tendidas a una velocidad de $(11,5 - 12)$ m/min.

Para obtener dichos factores necesitamos tener el tiempo Tipo (**T**), (**T1**), (**T2**) para las bandas tipo **A**, **B** o **C** a cada uno de los Factores de velocidad por Mezcla. (**T.Tr**), (**T.Tl**), (**T.Ta**).

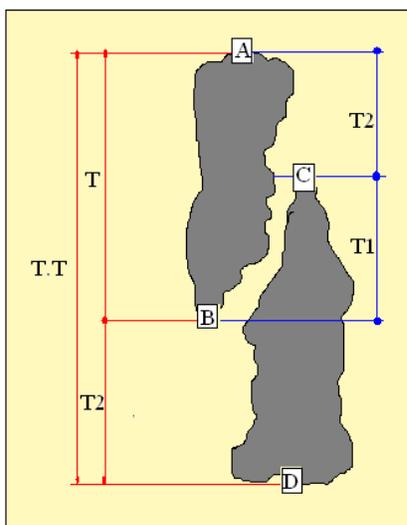


Figura 4.2.1.1.5: Tiempos del Tendido.
Fuente Autor de la Tesis.

a) Determinación del Tiempo (T) en BANDAS TIPO (A): Factor L (8,5 - 9) m/min.

Tabla 4.2.1.1.5 (a): TOMA DE TIEMPOS (T).

N	X (seg)	X ² (seg) ²	N	X (seg)	X ² (seg) ²	N	X (seg)	X ² (seg) ²
1	21	441	20	20,25	410,0625	39	20,12	404,8144
2	20,6	424,36	21	19,69	387,6961	40	20,16	406,4256
3	18,78	352,6884	22	21,38	457,1044	41	19,84	393,6256
4	17,54	307,6516	23	21,18	448,5924	42	21,72	471,7584
5	16,96	287,6416	24	19	361	43	18,97	359,8609
6	18,97	359,8609	25	19,47	379,0809	44	20,78	431,8084
7	19,82	392,8324	26	19,84	393,6256	45	20,87	435,5569
8	21,1	445,21	27	19,4	376,36	46	20,18	407,2324
9	20,97	439,7409	28	21,53	463,5409	47	19,72	388,8784
10	18,59	345,5881	29	20,88	435,9744	48	21,47	460,9609
11	19,41	376,7481	30	20,53	421,4809	49	20,16	406,4256
12	19,01	361,3801	31	22,01	484,4401	50	19,38	375,5844
13	20,28	411,2784	32	20,3	412,09	51	20,19	407,6361
14	21,26	451,9876	33	20,47	419,0209	52	21,94	481,3636
15	18,58	345,2164	34	20,63	425,5969	53	19,63	385,3369
16	20,41	416,5681	35	19,87	394,8169	54	19,59	383,7681
17	21,28	452,8384	36	21,44	459,6736	55	20,31	412,4961
18	20,94	438,4836	37	20,85	434,7225	Σ	1110,93	22499,3143
19	20,06	402,4036	38	21,62	467,4244			

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 4.2.1.1.5 (b): VALORACION DEL TIEMPO MEDIO (T).

Determinación Del Numero De Tomas Necesarias (T)		
$N = (40 * RAÍZ (N * (\sum X^2) - (\sum X)^2) / (\sum X)^2)$		
N =	55	
$N * \sum X^2 =$	1237462,287	
$(\sum X)^2$	1234165,465	
$(\sum X)$	1110,93	
$N * (\sum X^2) - (\sum X)^2$	3296,82	
$RAÍZ(N * (\sum X^2) - (\sum X)^2)$	57,418	
$40 * RAÍZ(N * (\sum X^2) - (\sum X)^2)$	2296,72	
$40 * RAÍZ(N * (\sum X^2) - (\sum X)^2) / (\sum X)$	2,07	
$N = (40 * RAÍZ(N * (\sum X^2) - (\sum X)^2) / (\sum X))^2$	4,27	TOMAS
$TIEMPO MEDIO = (\sum X) / N$	20,12	segundos

Fuente: Autor de la Tesis.

Determinación del Tiempo (T1) en BANDAS TIPO (A): Factor L (8,5 - 9).

Tabla 4.2.1.1.5 (c): TOMA DE TIEMPOS (T1).

N	X (seg)	X ² (seg) ²	N	X (seg)	X ² (seg) ²	N	X (seg)	X ² (seg) ²
1	6,35	40,3192	42	3,23	10,43122	83	4,4	19,35771
2	5,07	25,70226	43	5,36	28,72681	84	7,78	60,52435
3	9,88	97,60926	44	4,64	21,52719	85	5,63	31,69397
4	9,79	95,83901	45	7,16	51,26188	86	4,77	22,75042
5	5,14	26,41693	46	4,98	24,79781	87	6,78	45,96487
6	7,16	51,26188	47	5,01	25,09749	88	6,04	36,47846
7	5,38	28,9416	48	5,34	28,51282	89	5,28	27,87565
8	6,07	36,84174	49	7,5	56,2461	90	5,53	30,57802
9	5,76	33,1746	50	6,25	39,05925	91	6,57	43,16148
10	4,79	22,94161	51	5,5	30,24714	92	6,09	37,08493
11	8,1	65,60579	52	4,78	22,84591	93	6,15	37,8193
12	5,28	27,87565	53	5,54	30,68872	94	5,16	26,62292
13	5,3	28,08724	54	3,37	11,35515	95	4,85	23,51998
14	5,73	32,82992	55	5,65	31,91956	96	4,29	18,40187
15	5,01	25,09749	56	5,22	27,24569	97	5,53	30,57802
16	4,98	24,79781	57	5,98	35,75729	98	4,59	21,06571
17	5,59	31,24519	58	4,81	23,1336	99	5,81	33,75308
18	5,13	26,31423	59	6,07	36,84174	100	4,49	20,15777
19	5,22	27,24569	60	6,19	38,31288	101	4,15	17,22034
20	4,82	23,22989	61	6,47	41,85754	102	6,31	39,81282
21	4,63	21,43449	62	7,13	50,83319	103	5,03	25,29828
22	5,35	28,61972	63	6,4	40,95667	104	5,75	33,05951
23	6,17	38,06569	64	4,62	21,342	105	5,09	25,90545
24	5,04	25,39898	65	3,78	14,28643	106	5,24	27,45488
25	4,13	17,05475	66	4,5	20,24766	107	4,9	24,00745
26	4,11	16,88996	67	5,47	29,91806	108	4,71	22,18165
27	4,66	21,71318	68	4,21	17,72191	109	4,9	24,00745
28	5,08	25,80376	69	4,75	22,56003	110	5,16	26,62292
29	3,6	12,95813	70	3,98	15,83833	111	5,59	31,24519
30	4,2	17,63782	71	6,68	44,61893	112	5,78	33,40539
31	5,7	32,48704	72	5,22	27,24569	113	4,87	23,71437
32	7,3	53,2862	73	6,04	36,47846	114	4,77	22,75042
33	3,1	9,608388	74	4,7	22,08756	115	4,31	18,57386
34	4,35	18,92024	75	4,9	24,00745	116	5,97	35,6378
35	4,66	21,71318	76	5,46	29,80876	117	5,16	26,62292
36	5,3	28,08724	77	3,95	15,60045	118	5,43	29,48208
37	4,7	22,08756	78	4,63	21,43449	119	3,84	14,7436
38	6,35	40,3192	79	4,19	17,55392	120	5,99	35,87699
39	5,01	25,09749	80	5,5	30,24714	121	5,79	33,52109
40	4,35	18,92024	81	5,56	30,91071	122	5,09	25,90545
41	5,6	31,35709	82	4,51	20,33775	Σ	653	3633,177

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 4.2.1.1.5 (d): VALORACION DEL TIEMPO MEDIO (T).

Determinación Del Numero De Tomas Necesarias (T1)		
$N = (40 * \text{RAÍZ}(N * (\sum X^2) - (\sum X)^2) / (\sum X))^2$		
N =	122	
$N * \sum x^2 =$	443247,6164	
$(\sum X)^2$	426028,0988	
$(\sum X)$	652,70828	
$N * (\sum x^2) - (\sum x)^2$	17219,5176	
$\text{Raíz}(n * (\sum x^2) - (\sum x)^2)$	131,2231595	
$40 * \text{raíz}(n * (\sum x^2) - (\sum x)^2)$	5248,926382	
$40 * \text{raíz}(n * (\sum x^2) - (\sum x)^2) / (\sum x)$	8,041764663	
$N = (40 * \text{raíz}(n * (\sum x^2) - (\sum x)^2) / (\sum x))^2$	64,6699789	Tomas
Tiempo medio = $(\sum x) / n$	5,350067869	segundos

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 4.2.1.1.5 (e): VALORACIÓN DEL TIEMPO TIPO (T.T).

TIEMPO MEDIO (T)	20,19	SEGUNDOS
TIEMPO MEDIO (T1)	5,35	SEGUNDOS
$T2 = (T - T1)$	14,84	SEGUNDOS
$(T.T) = (T + T2)$	35,047	SEGUNDOS
SUPLEMENTOS 5%	1,75	SEGUNDOS
FACTOR VALORACIÓN	1,00	
TIEMPO TIPO (T.TL)	36,82	SEGUNDOS
FACTOR L	36,82	SEGUNDOS

Fuente: Autor de la Tesis.

BANDAS TIPO A. (Revisar Anexo 1(A))**Tabla 4.2.1.1.5 (f): VALORACION DE FACTORES (T.T) BANDAS A.**

FACTORES	T.T (SEG)
FACTOR RESINA	41,87006338
FACTOR LACA	36,81986774
FACTOR APRESTO	27,90370139

Fuente: Autor de la Tesis.

BANDAS TIPO B. (Revisar Anexo 1(B))**Tabla 4.2.1.1.5 (g): VALORACION DE FACTORES (T.T) BANDAS B**

FACTORES	T.T (SEG)
FACTOR RESINA	35,97660403
FACTOR LACA	31,86569758
FACTOR APRESTO	24,25318039

Fuente: Autor de la Tesis.

BANDAS TIPO C. (Revisar Anexo 1(C))**Tabla 4.2.1.1.5 (h): VALORACION DE FACTORES (T.T). BANDAS C**

FACTORES	T.T (SEG)
FACTOR RESINA	31,0984099
FACTOR LACA	27,7456336
FACTOR APRESTO	20,86392

Fuente: Autor de la Tesis

Los factores (T.Tr), (T.Tl), (T.Ta), son el resultado generado por desfase de bandas en cada ciclo.

Un ciclo está compuesto por 2 bandas en desfase, desde A hasta D, por lo tanto un lote de (n) números de bandas tiene un total de ciclos igual a # bandas/2 bandas.

1 ciclo ----- 2 bandas
 X ----- (n) bandas

$$\#ciclos = \frac{1ciclo \times (n)bandas}{2bandas}$$

El tiempo requerido para pigmentar un lote de (n) bandas será igual producto de los factores (T.Tr), (T.Tl), (T.Ta) en minutos con el número de ciclos que tenga un lote más el tiempo de operación de pigmentado (0:02min a 12m/min y 0:02:30min a 7,5m/min). Esto nos da como resultado el tiempo requerido por cada lote. Para el pigmentando con Anilina se aplicará el cálculo:

Determinar el tiempo en el que se pigmentara un lote con 300 bandas tipo B, una pasada para un proceso de pigmentado con Anilina.

$$1. \#ciclos = \frac{1ciclo \times 300bandas}{2bandas}$$

$$2. \#ciclos = 150 ciclos$$

3. El Pigmentado con Anilina es un proceso que se realiza a (8,5 m/min - 9 m/min) cuyo Factor L para bandas Tipo B es igual a: 30,67 segundos que se realiza

$$4. 1 ciclo ----- 30,67 segundos$$

150 ciclos ----- X

$$150ciclos = \frac{150ciclo \times 30,67seg}{1 ciclo} = 4600,5 segundos$$

300 bandas tipo B para pigmentado con anilina serán tendidos en 77 min - 1:17 horas.

Con base de lo anterior a continuación se redacta una tabla de tiempos de pigmentado. Revisar Anexos 2 (A), 2 (B), 2 (C).

4.2.1.2 Diagrama Hombre-Máquina.

Operación:	Tendido				
Nombre del producto:	Bandas				
Nombre de la máquina:	TOMBONI				
Nombre del operario (a):	Fecha:				
Método:	Actual:	Elaborado por			
	Propuesto:	Alex Arboleda			
OPERARIO	Tiempo		MAQUINA	tiempo	
Transporta coche hacia y desde la maquina.	1:10				
Preparación de resina	0:09		espera las bandas	1:59	
Hace pruebas coge color	0:40				
Opera la maquina (Resinas).	2:00		pigmenta	2:00	
Limpieza de pistolas	0:14				
Transporta productos químicos	0:05		espera las bandas	0:28	
Preparación de resina	0:09				
Opera la maquina (laca).	2:00		pigmenta	2:00	
Inspecciona tono	0:05				
Mantenimiento de pistolas	0:12		espera las bandas	0:22	
Calibración de pistolas	0:05				
Opera maquina (apresto)	0:56		pigmenta l	0:56	
Espera material	0:12		espera las bandas	0:15	
Cambio de turno	0:03				

Tabla 4.2.1.2 (a): Diagrama Hombre – Máquina del Centro de Pigmentado por

Turno.

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 4.2.1.2 (b): RESUMEN DEL DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA.

RESUMEN DEL DIAGRAMA		
	OPERARIO	MÁQUINA
Tiempo inactivo	0:32	3:04
Tiempo de trabajo	4:56	4:56
Tiempo del ciclo	8:00	8:00
Porcentaje de trabajo	61,60%	61,60%

Fuente: Autor de la Tesis.

4.2.2 Optimización Del Cuello De Botella

4.2.2.1 Análisis de Tiempos a Disminuir y Eliminar.

Técnicamente el paro del Centro de Pigmentado se presenta cuando la máquina esta lista para operar y no opera por las siguientes razones.

a) Paro Por Tiempo De Transporte De Bandas.

El estudio de tiempo revela que en una jornada de 8 horas de trabajo 70 minutos son dedicados al transporte de coches y bandas.

Existen 3 tipos de transporte los cuales son:

- **Transporte (tipo 1).**_ Se hace cuando el proceso requiere varias manos, consiste en transportar el coche desde el final del túnel de la Pigmentadora, al inicio del túnel.
- **Transporte (tipo 2).**_ Consiste en transportar el coche desde el final de la Pigmentadora, hasta otro puesto de trabajo.
- **Transporte (tipo 3).**_ se genera inmediatamente después del transporte tipo 2, donde luego de dejar el coche con las bandas en el puesto de trabajo correspondiente, se transporta el nuevo coche que va a entrar en proceso en el centro de pigmentado.

De estos 3 tipos el promedio por cada transporte es de 8,43 minutos a una frecuencia de 8,4 veces por Turno.

b) Paro Por Tiempo De Transporte De Químicos

Es el tiempo requerido para transportar los químicos (resina, laca etc.) desde el laboratorio de pinturas hasta el Centro de Pigmentado.

c) Paro por tiempo en preparación de la mezcla.

Es el tiempo requerido para preparar la mezcla (cernir dichos productos y cambiar de uno a otro) con la que se pigmentar las bandas.

d) Paro por tiempo en esperas evitables.

Se genera por fallas en la planificación y en el control de tiempos para el proceso de pigmentado, dichas fallas tienen origen en la falta de procedimientos para cada operario del centro de pigmentado, el desconocimiento del tiempo que requiere un lote de (n) bandas para ser pigmentado etc. Entre estas esperas evitables se encuentran:

- Espera a que se prepare más cantidad de mezcla debido a que se ha terminado la mezcla para el lote en proceso.
- Espera a que el Técnico de colores llegue a inspeccionar el tono o color de las bandas.
- Espera a saber cuál es el nuevo lote que entrara en proceso.
- Otros.

Muchos de los tiempos muertos que desembocan en el centro de pigmentado y disminuyen el rendimiento del centro, tienen origen en tareas que se realizan: mal, fuera de tiempo, incompletas otros y que generalmente tienen origen en otros puntos del proceso productivo.

Para iniciar la optimización del proceso a fin de que el cuello de botella, rinda al máximo posible, se debe establecer que tareas son evitables y cuales son inevitables,

aquellas tareas de carácter evitable con aquellas que deben ser eliminadas o en su defecto disminuir al máximo posible.

Las tareas de **1° grado** son aquellas tareas inevitables y que necesariamente se deben hacer para mantener la calidad del cuero.

Las tareas de **2° grado** son aquellas tareas evitables, muchas de ellas necesarias para que se pueda operar pero que se pueden realizar mientras se realizan las actividades de 1° grado.

Tabla 4.2.2.1 (a): SUBDIVISION DE TAREAS DE 1°- 2ª GRADO.

TAREAS	GRADO	Promedio/turno	C/U
Operación	1	4:56	0:26
Coger color	1	0:40	0:12
Limpieza de pistolas	1	0:14	0:08
Mantenimiento	1	0:12	0:20
Inspección	1	0:05	0:07
Calibración	1	0:04	0:07
Transporte de bandas	2	1:10	0:08
Preparación de mezclas	2	0:16	0:07
Transporte de mezcla	2	0:04	0:07
Esperas	2	0:12	0:16
Cambio de turno	2	0:03	0:03

Fuente: Autor de la Tesis.

Para obtener el máximo rendimiento posible en el Centro de Pigmentado, se debe procurar mantener la continuidad de las tareas de 1° grado, que estas sean la única razón por la cual se paralice el Cuello de Botella. Figura 4.2.2.1 (a).

Cuando las tareas de 2° grado perturban la continuidad de las tareas de 1° grado, se generan las demoras, que restan la eficiencia del rendimiento del Centro de Pigmentado. Figura 4.2.2.1 (b).

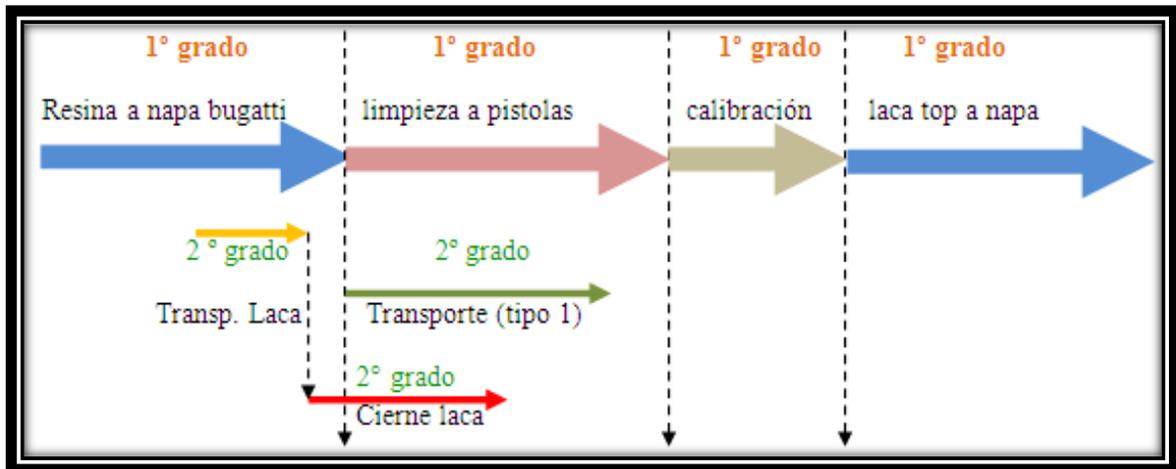


Figura 4.2.2.1 (a): Continuidad de Tareas de 1º Grado.
Fuente Autor de la Tesis.

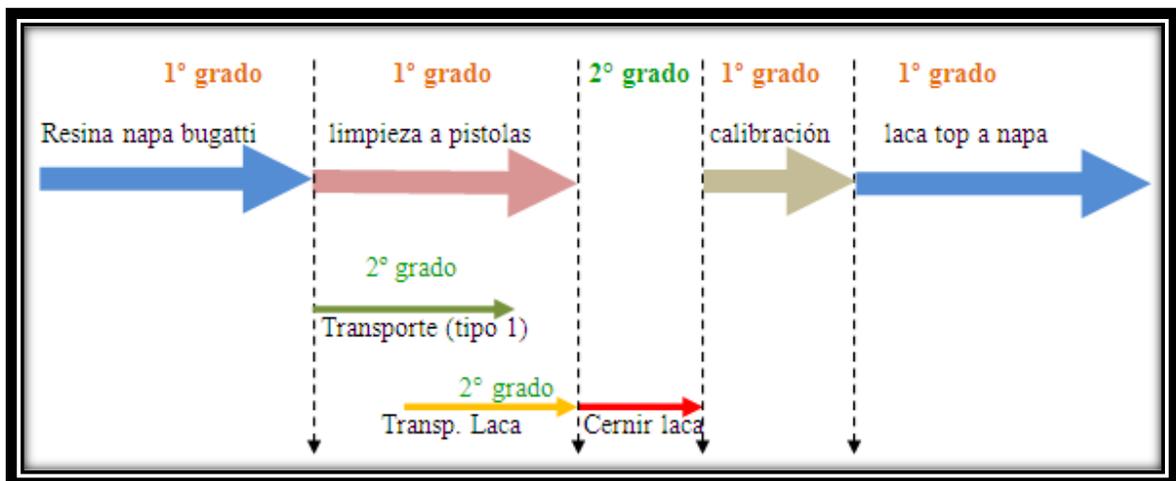


Figura 4.2.2.1 (b): Perturbación de la continuidad de las tareas de 1º grado.
Fuente: Autor de la Tesis.

Cuando la continuidad de las tareas de 1º grado, no sufra perturbaciones por las tareas de 2º grado, entonces se obtendrá el máximo rendimiento posible del centro de pigmentado en sus condiciones actuales de trabajo.

4.2.2.2 Optimización de la Continuidad en Tareas de 1º Grado.

La optimización radica en buscar por cualquier criterio, que se realicen las tareas de 2º grado sin que tengan repercusiones en la continuidad de las tareas de 1º grado.

El transporte de bandas con el 38,47% del tiempo inactivo en el centro de pigmentado, es la principal tarea de 2º grado, a que se debe dar solución, ya que ésta tiene una magnitud de 70 min por turno.

Las acciones correctivas para aumentar el rendimiento del centro de pigmentado, mediante la optimización del transporte de bandas son las siguientes:

- a) Sección de Almacenamiento Temporal.
- b) Caballete para Almacenamiento Temporal.

a) Sección de Almacenamiento Temporal.

Consiste en un espacio donde se ejecutara el BUFFER (amortiguador) y se encuentra junto al inicio del Centro de Pigmentado, su objetivo es almacenar los coches que serán procesados inmediatamente después del proceso de pigmentado en curso, eliminando por completo el paro por transporte tipo 3.

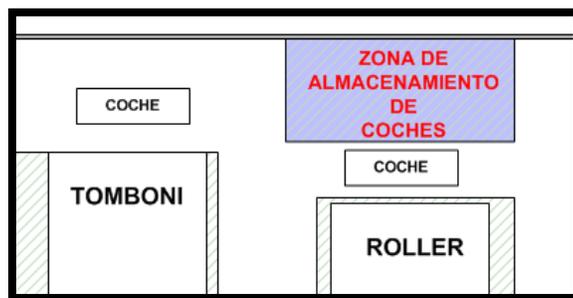


Figura 4.2.2.2 (a): Sección de Almacenaje Temporal.

Fuente: Autor de la Tesis.

Para esto se debe tener a la mano la planificación de la producción del Centro de Pigmentado y la tabla de tiempos de pigmentado antes elaborada. La idea es realizar los transportes de las bandas, con varios minutos de anticipación con respecto a la programación.

En la figura 4.2.2.2 (b), podemos observar que el centro está procesando con Laca Top, un lote de bandas Napa color negro; según la programación luego de que dicho proceso llegue a su fin, continuará el proceso con Laca Top para un nuevo lote de bandas Tafilete negro. Es decir dos lotes con un mismo proceso de Laca Top.

Si el instante, que se termine de procesar con Laca Top al lote de bandas Napa color negro, no se encuentra listo el lote de bandas Tafilete color negro, se genera un paro por transporte (tipo 1). Para evitar esto, el transporte (tipo 1) de las bandas Tafilete color negro, se debe realizar antes de que el 1° lote llegue a su fin. Es decir que el lote de bandas tafilete se debe encontrar en la sección de almacenaje, para que cuando se termine el lote de Napa, enseguida inicie el lote de Tafilete.

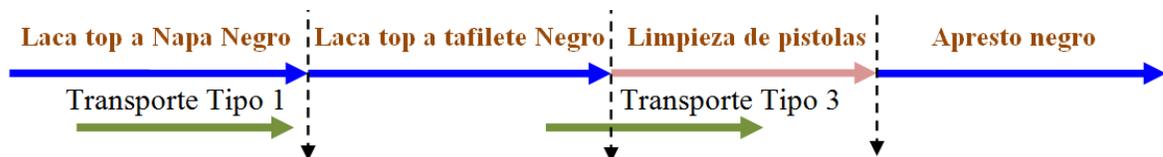


Figura 4.4.2.2 (b): Transportes hacia la Sección de Almacenaje.

Fuente: Autor de la Tesis.

DagnaGantt

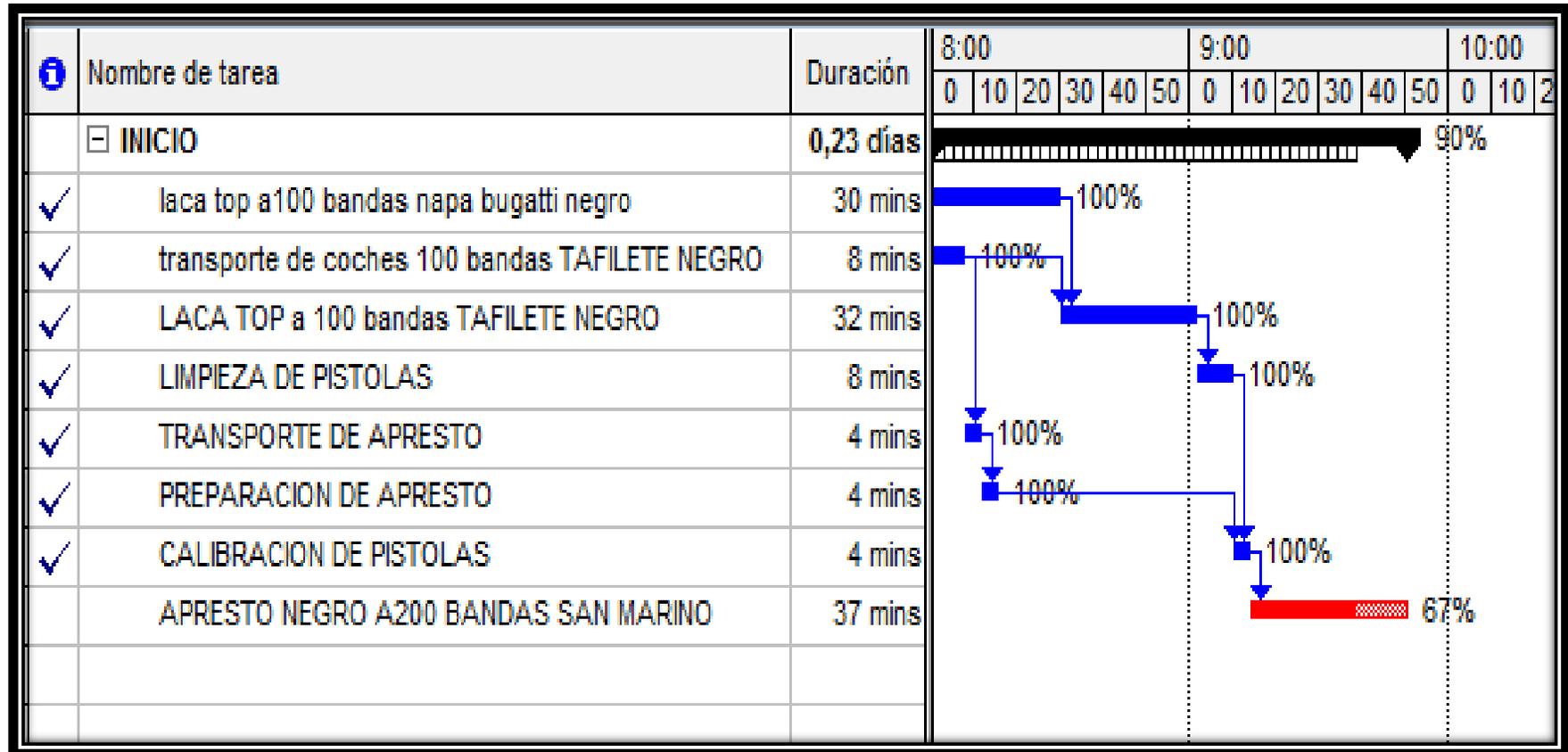


Figura 4422(c): DagnaGantt - Transportes hacia la Sección de Almacenaje

Fuente: Autor de la Tesis.

Diagrama Hombre – Máquina.

Operación:	PIGMENTADO		Paro de la Máquina <input type="checkbox"/>	
Nombre del producto:	Napa Bugatti			
Nombre de la máquina:	TOMBONI			
Nombre del operario (a):		Fecha:		
Método:	Actual:	X	Elaborado por	Alex Arboleda
	Propuesto:			

HORA	OPERARIO 1	MIN	TOMBONI	MIN	OPERARIO 2	MIN
14:00	Tiende 80 bandas				espera bandas	2
14:02	San Marino color negro Imp. Arbens C5	30	1° mano de Laca Brillante.	32	Tiende bandas en coche	30
14:30						
14:32	espera bandas	2				
14:40	Transporte tipo(3)	8			Transporte tipo(3)	8
14:46	Prepara laca Brillante	6	espera	14	Prepara laca brillante	6
14:54	Limpia pistolas	8	Limpia pistolas	8	Limpia pistolas	8
14:56	Tiende 180 bandas				espera bandas	2
15:49	Mocasin color negro Imp. Arbens C5	55	1° mano de Laca Mate	57	Tiende bandas en coche	30
15:51	espera bandas	2				
15:59	Transporte tipo(3)	8			Transporte tipo(3)	8
16:05	Prepara laca Brillante	6	espera	14	Prepara laca brillante	6
16:13	Limpia pistolas	8	Limpia pistolas	8	Limpia pistolas	8
16:15	Tiende 100 bandas				espera bandas	2
16:48	San Marino color negro Imp. Arbens C5	35	1° mano de Laca Brillante.	37	Tiende bandas en coche	30
16:50	espera bandas	2				

Tabla.4.2.2.2 (a):. Diagrama Hombre – Máquina Actual para Transportes tipo 3.

Fuente: Autor de la Tesis.

Diagrama Hombre – Máquina.

Operación:	PIGMENTADO	Paro de la Máquina <input type="checkbox"/>	
Nombre del producto:	Napa Bugatti		
Nombre de la máquina:	TOMBONI		
Nombre del operario (a):		Fecha:	
Método:	Actual:	Elaborado por	Alex Arboleda
	Propuesto: X		

HORA	OPERARIO 1	MIN	TOMBONI	MIN	OPERARIO 2	MIN
14:00	Tiende 80 bandas				espera bandas	2
14:02	San Marino					
	color negro	30	1° mano de Laca Brillante.		Tiende bandas en coche	
14:30				32		
14:32	espera bandas	2				
14:40	Limpia pistolas	8	Limpia pistolas	8	Limpia pistolas	8
14:42	Tiende 180 bandas				espera bandas	2
	Mocasín					
	color negro		1° mano de Laca Mate		Tiende bandas en coche	30
15:35	Imp. Arbens C5	55		57		
15:37	espera bandas	2				
15:45	Limpia pistolas	8	Limpia pistolas	8	Limpia pistolas	8
15:47	Tiende 100 bandas				espera bandas	2
	San Marino					
	color negro		1° mano de Laca Brillante.		Tiende bandas en coche	30
	Imp. Arbens C5	35		37		
16:20						
16:22	espera bandas	2				

Tabla.4.2.2.2 (b): Diagrama Hombre – Máquina Propuesto para Transportes Tipo 3.

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 4.2.2.2 (c): RESULTADOS DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA PARA TRANSPORTES TIPO

3.

RESUMEN DEL DIAGRAMA	ACTUAL		PROPUESTO	
	OPERARIO 1	MÁQUINA	OPERARIO 1	MÁQUINA
Tiempo inactivo	50 min	44 min	22 min	16 min
Tiempo de trabajo	120 min	126 min	120 min	126 min
Tiempo del ciclo	170 min	170 min	142 min	142 min
Mejora de tiempo			22 min	28 min
Eficiencia	70,59%	74,12	84,5%	88,7%
Mejora de eficiencia			13,91%	14,58%

Fuente: Autor de la Tesis.

b) Caballete Para Almacenamiento Temporal.

Ubicado al final de la Pigmentadora, con la finalidad de eliminar por completo el paro por transporte tipo 1, este caballete será utilizado únicamente para aquellos procesos donde el lote requiera más de una mano o pasada por el centro.

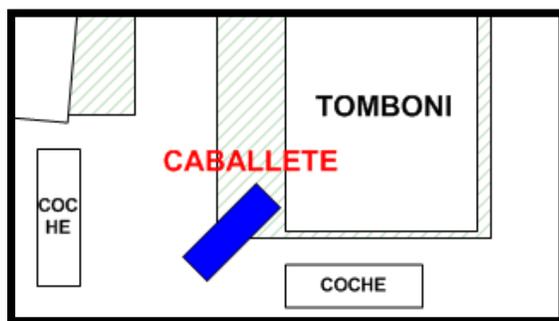


Figura 4.2.2.2 (d): Caballete de Almacenamiento Temporal.

Fuente: Autor de la Tesis.

Cuando queden de 15 a 20 bandas por ser tendidas en la Pigmentadora, el coche con las bandas que acaban de recibir la 1° mano y que se encuentra al final de la Pigmentadora, se transportará hasta el inicio de la máquina, para que en el momento en que la última banda sea tendida se realice el cambio de coches e ingrese el coche con las bandas que requiere una pasada más, y el coche vacío regrese al final de la máquina.

DagnaGantt

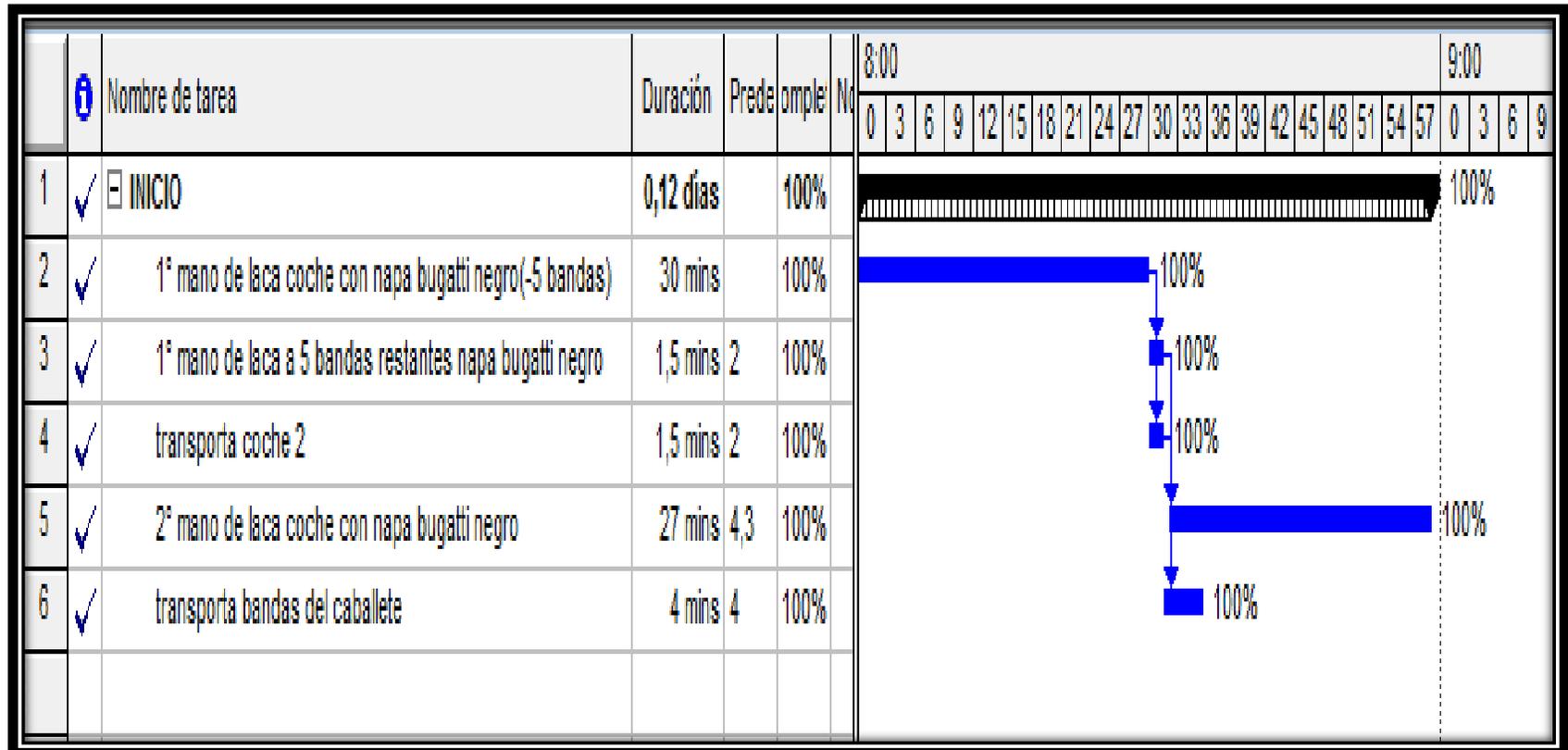


Figura 4.222 (e): DagnaGantt para el cambio de coches en transportes tipo 1.
Fuente: Autor de la Tesis.

Diagrama Hombre – Máquina

Operación:	PIGMENTADO	Paro de Máquina <input type="checkbox"/>	
Nombre del producto:	Napa Bugatti		
Nombre de la máquina:	TOMBONI		
Nombre del operario (a):		Fecha:	
Método:	Actual: X	Elab. por	Alex Arboleda
	Propuesto:		

HORA	OPERARIO 1	MIN	TOMBONI	MIN	OPERARIO 2	MIN
14:00	1° pasada 100 bandas	30	1° mano de RESINA	32	espera bandas	2
14:02	NAPA BUGATTI color negro				Tiende bandas en coche	30
14:30	espera bandas				2	
14:32	espera bandas	2				
14:40	transporta coche (1)	8		8	transporta coche(1)	8
14:42	2° Pasada 100 bandas	30	2° mano de RESINA	32	espera bandas	2
15:10	NAPA BUGATTI color negro				Tiende bandas en coche	30
15:12	espera bandas				2	
15:20	transporta coche (1)	8		8	transporta coche (1)	8
15:22	3° Pasada 100 bandas	30	3° mano de RESINA	32	espera bandas	2
15:50	NAPA BUGATTI color negro				Tiende bandas en coche	30
15:52	espera bandas				2	

Tabla.4.2.2.2 (d): Diagrama Hombre – Máquina Actual, para Transportes Tipo 1.

Fuente: Autor de la Tesis

Diagrama Hombre – Máquina

Operación:	PIGMENTADO		Paro de Maquina <input type="checkbox"/>
Nombre del producto:	Napa Bugatti		
Nombre de la máquina:	TOMBONI		
Nombre del operario (a):		Fecha:	
Método:	Actual:	Elab. por	Alex Arboleda
	Propuesto: X		

HORA	OPERARIO 1	MIN	TOMBONI	MIN	OPERARIO 2	MIN
14:00	1° pasa 100 bandas				espera bandas	2
14:02	NAPA BUGATTI color negro					
14:30	Nac - 03 Costeño	30	1° mano de RESINA	30	Tiende bandas en coche	30
15:00	2° Pasa 100 bandas NAPA BUGATTI color negro					
15:00	Nac - 03 Costeño	30	2° mano de RESINA	30	Tiende bandas en coche	30
15:30	3° Pasa 100 bandas NAPA BUGATTI color negro					
15:30	Nac - 03 Costeño	30	3° mano de RESINA	32	Tiende bandas en coche	30
15:32	espera bandas	2				

Tabla.4.2.2.2 (e). Diagrama Hombre – Máquina Propuesto para Transportes Tipo 1.

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla.4.2.2.2 (d): RESUMEN DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA PARA TRANSPORTES TIPO 1.

RESUMEN DEL DIAGRAMA	ACTUAL		PROPUESTO	
	OPERARIO	MÁQUINA	OPERARIO	MÁQUINA
Tiempo inactivo	22 min	16 min	2 min	0 min
Tiempo de trabajo	90 min	96 min	90 min	92 min
Tiempo del ciclo	112 min	112 min	92 min	92 min
Mejora de tiempo			20 min	20 min
Porcentaje de trabajo	75 %	80 %	97,82 %	100 %
Mejora en eficiencia			22,82 %	20 %

Fuente: Autor de la Tesis.

4.3 Subordinar Todo a la Restricción.

Una vez que se optimiza la restricción y aumenta la producción del centro de pigmentado el siguiente paso es subordinar todo a la restricción esto es, subordinar la maquinaria al ritmo de producción del centro de pigmentado, debido a que dichas maquinas operan al ritmo del operario la subordinación tiene inicio en el talento humano.

4.3.1 Subordinación del Talento Humano.

Muchas de las diferentes demoras que desembocan en el centro de pigmentado tienen origen en otros centros por parte de otros operarios, por esta razón la subordinación del talento humano permitirá obtener el máximo rendimiento posible del centro de pigmentado, eliminando paros por tareas tales como: transportes, esperas, otros.

El proceso de pigmentado se realiza con la ayuda de 2 operarios quien abastece a la maquina y quien retira el producto procesado, razón por la cual se necesita a ayuda de otros operarios para que el centro se mantenga constantemente produciendo, El talento humano aporta con su conocimiento y experiencia en la fabricación de los distintos productos, sin embargo se necesita de 5 operarios para que la subordinación de talento humano y maquinaria tenga efecto sustancial.

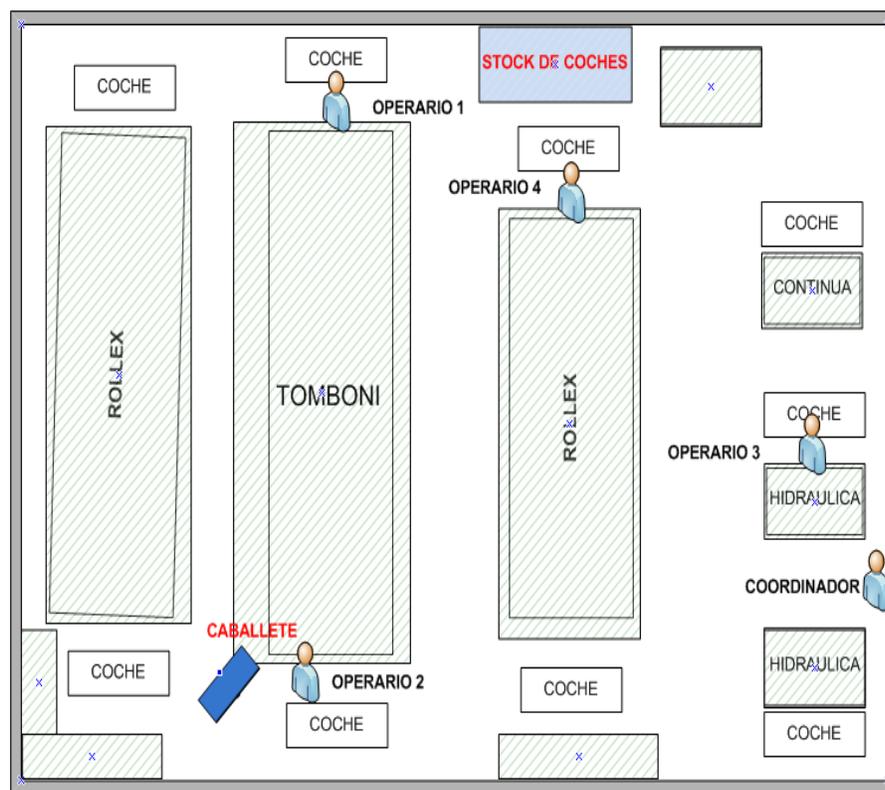


Figura 4.3.1 (a). Subordinación del Talento Humano.

Fuente: Autor de la Tesis.

4.3.2 Diseño de Procedimientos.

Todos estos procedimientos tienen como fin, subordinar las acciones del talento humano a la continuidad de las tareas de 1° grado y evitar perturbaciones por parte de las tareas de 2° grado, y así eliminar o en su defecto mantener al mínimo los tiempos muertos. Mantener estos procedimientos sin alterarlos darán un impacto positivo y sustancial en la producción del centro de pigmentado.

HOJA DE ACTIVIDADES	
OPERARIO 1. Maestro de la Pigmentadora.	OBSERVACIÓN
Tender correctamente las bandas en la máquina, esto es cuello con cuello de banda.	Tabla de tiempos de pigmentado.
(Para lotes que requieran una sola pasada). Una vez que se ha tendido la última banda retirar el coche vacío e inmediatamente limpiar las pistolas.	8 min
(Para lotes que requieran una sola pasada: mezcla soluble). Una vez que se ha tendido la última banda retirar el coche vacío e inmediatamente realizar el cambio de mezcla de ser necesario.	4 min
(Para lotes que requieran varias pasadas). Enviar una señal que indica que está próximo a terminarse la pasada y continuar con la otra pasada previo cambio de coche realizado por los planchadores.	De las 15 a 20 bandas finales.
Realizar la calibración de la máquina.	4 min

Tabla 4.3.2 (a): Actividades Para el Maestro del Centro de Pigmentado.

Fuente: Autor de la Tesis.

HOJA DE ACTIVIDADES	
OPERARIO 2. Oficial de la Pigmentadora.	OBSERVACIÓN
(Para lotes que estén en la última pasada). Una vez que se ha tendido la última banda, junto a los planchadores retirar el coche y llevarlo (transporte tipo 2), hasta el siguiente puesto de trabajo.	Máximo 8 min
(Para lotes que requieran varias pasada). Tender las bandas en el caballete que se encuentra junto a la máquina Pigmentadora, una vez que los planchadores realicen el cambio de coche para la nueva pasada.	Máximo 20 bandas en el caballete.
(Para lotes que requieran varias pasada). Cuando reciba la señal de culminación de la pasada tender la nueva banda en el coche vacío que cambiaron los planchadores e indicarles a los mismos que las bandas que están tendidas en el caballete las lleven al maestro de la Máquina Pigmentadora, para la nueva pasada.	-----
Colaborar en la calibración de la máquina.	4 min

Tabla 4.3.2 (b): Actividades Para el Oficial del Centro de Pigmentado.

Fuente: Autor de la Tesis.

HOJA DE ACTIVIDADES	
OPERARIO 3. Planchador abastecedor.	OBSERVACIÓN
Llevar los coches y bandas a la sección de almacenamiento (transporte tipo 3), previa orden del coordinador de colores.	----
Cuando reciba la señal de cambio de coche, dirigirse hasta el Oficial de la maquina Pigmentadora y llevar el coche con las bandas hasta el (Maestro de la máquina Pigmentadora) donde se sacara el coche vacio y se introducirá el coche lleno con las bandas que requieran una nueva pasada, terminado esto llevar el coche vacio al Oficial y traer al maestro las bandas que se encuentren tendidas en el caballete o las que indique el Oficial (m á x i m o se debe hacer el cambio de coches mientras el M a e s t r o e s t é t e n d i e n d o l a u l t i m a b a n d a).	Si al hacer el cambio de coches aun se están tendiendo las bandas, realizar el cambio, colocar una señal en las bandas listas para una nueva pasada, y colocar sobre estas las bandas que aun no pasan por la máquina Pigmentadora.
Llevar los coches hasta bodega, con la ayuda de los operarios de: Roller 1 – 2 y lijas.	----

Tabla 4.3.2(c): Actividades Para el Operario del centro de Planchado.

Fuente: Autor de la Tesis.

HOJA DE ACTIVIDADES	
OPERARIO 4. M a e s t r o d e l a R O L L E R 2	OBSERVACIÓN
(cuando se requieran varias pasadas) Dar la señal a los planchadores de que está a punto de terminarse las bandas	-----

Tabla 4.3.2 (d): Actividades Para el Operario de la Roller 2.

Fuente: Autor de la Tesis.

HOJA DE ACTIVIDADES	
OPERARIO 5. Ayudante en laboratorio de pintura.	OBSERVACIÓN
Transportar las mezclas desde el laboratorio de pintura hasta la máquina Pigmentadora (transporte de mezclas), esto debe hacerse antes de que el proceso de pigmentado culmine.	Valerse de la tabla de tiempos de pigmentado
Preparar y cernir toda mezcla antes de ser transportado hacia el centro de pigmentado (preparación de mezclas).	Valerse de la tabla de tiempos de pigmentado
Monitorear constantemente el nivel de la mezcla, si es necesario agregar más mezcla al recipiente cuando el nivel de este por llegar a cero (evitar esperas por falta de mezcla).	---

Tabla 4.3.2 (e): Actividades Para el Asistente del laboratorio de Pintura.

Fuente: Autor de la Tesis.

HOJA DE ACTIVIDADES	
COORDINADOR DEL ÁREA. Técnico de colores	OBSERVACIÓN
Junto al coordinador de acabado realizar la planificación de producción para el centro de pigmentado.	Valerse de la tabla de tiempos de pigmentado
Indicar a cada operario correspondiente cuales lotes entraran en proceso en el centro de pigmentado.	Valerse de la tabla de tiempos de pigmentado
Indicar a cada operario correspondiente cuando se vayan a realizar lotes que requieran varias manos e indicar el numero de manos que se estima necesitara el lote.	-----

Tabla 4.3.2 (f): Actividades Para el Técnico de Colores.

Fuente: Autor de la Tesis.

4.4 Elevar la Restricción.

El último paso de la metodología TOC es elevar la restricción esto radica en agregar capacidad al centro de pigmentado, bien sea usando otras maquinas, variables para pigmentar, haciendo modificaciones en el proceso productivo, adquiriendo nuevas maquinas para el centro de pigmentado etc.

Los directivos de Curtiduría Tungurahua con el fin de elevar la restricción planean invertir en nueva maquinaria que agregue capacidad al cuello de botella, dicha maquinaria debe estar basada según parámetro técnico, y estándares de pigmentado.

Cuando se pigmenta una banda, el color se obtiene mediante la mezcla correspondiente creada a través de formulas químicas, mientras que el tono se lo consigue según la concentración de la mezcla sobre la superficie de la banda. Es aquí donde el juego de calibración inicia, los diferentes tonos dan paso a las diferentes combinaciones entre la velocidad de funcionamiento, la presión en las 8 pistolas, la altura entre la banda y la boquilla de la pistola etc.

Todo resumido en el consumo de la mezcla expresado en gr/dm^2 o kg/ft^2 . Generalmente a mayor velocidad menor consumo y por ende menor concentración de mezcla, Mientras que a menor velocidad mayor consumo y por ende mayor concentración de mezcla.

La máquina cuenta con un sistema automático de 8 pistolas para el proceso de pigmentado, estandarizando dichos procesos en los respectivos Factores R, L y A.

La velocidad máxima de operación de la máquina Pigmentadora, es en procesos comprendidos en Factor L, a una velocidad de 12 m/min, esto a pesar de que la máquina Pigmentadora Tiene una velocidad máxima de 40 m/min. En función de la velocidad, la máquina Pigmentadora está siendo subutilizada, sin embargo la experiencia adquirida en

años de trabajo y en los más de 250 productos de diferentes colores, tonos y texturas, han establecido y adaptados estos 3 Factores (R, L y A) como estándares de velocidades.

Es natural pensar que un mejor sistema de pigmentado con mayor números de pistolas, mantendrían constante la concentración de la mezcla sobre la superficie de la banda mientras se aumenta la velocidad, y así obtener factores T.T(r), T.T(l) y T.T(a), de tiempos cortos, agregando de esta forma, mayor capacidad en el centro. Una maquina que proyecte factores T.T(r), T.T(l) y T.T(a) lo más cortos posibles, es la manera más apropiada de agregar capacidad; pero aquí entra un factor determinante que optimiza al máximo posible el tendido a la vez que maximiza la capacidad agregada al centro de pigmentado, y es, el mayor números de bandas posibles por cada ciclo (T.T).

Obtener un mayor número de bandas por cada ciclo (T.T), solo es posible al considerar la capacidad dimensional de la maquina en admitir una nueva banda, y se mide en las #bandas/metro de ancho. Es decir, que mientras más ancha sea la maquina, se podrán tender mas bandas en un ciclo (T.T). La maquina actual una dimensión de 2,14 metros de ancho y solo da lugar a que se tiendan hasta 2 bandas a la vez, por cada (T.T) obligando a que bandas tipo A, cuya longitud es igual 2,86 metros, sean tendidas de forma diagonal a la maquina. Figura 4.4 (a). En lugar de ser tendidas de forma longitudinal o horizontal.

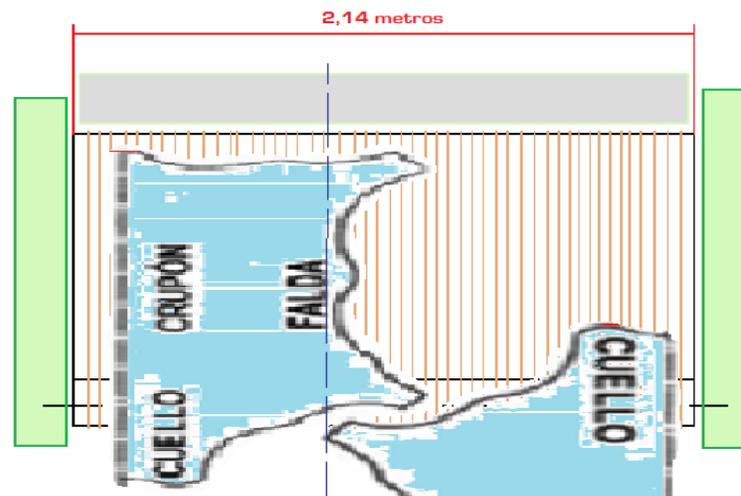


Figura. 4.4 (a). Dimensiones de la Máquina Pigmentadora.

Fuente: Autor de la Tesis

Que tan ancha sea una Máquina Pigmentadora da paso a que en un mismo tiempo (T.T) puedan tenderse más de 2 bandas, al punto de configurar el modo de tendido de la siguiente manera:

1)

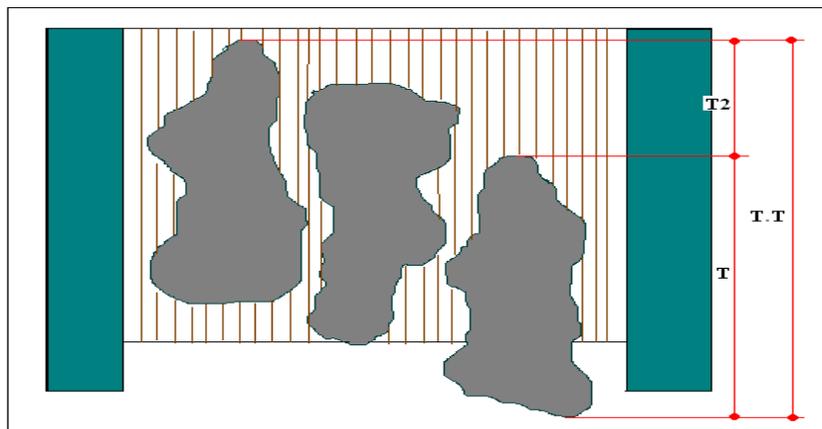


Figura 4.4 (b): Mejor Tendido de las Bandas.

Fuente: Autor de la Tesis

2)

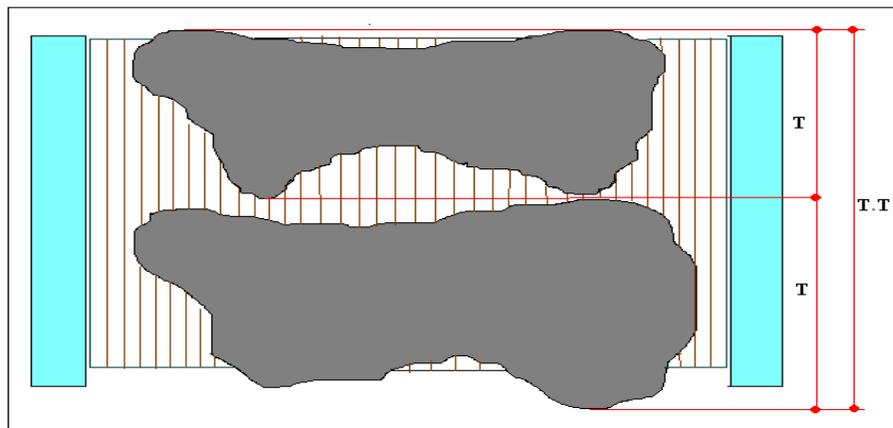


Figura 4.4 (c): Mejor Tendido de las Bandas.

Fuente: Autor de la Tesis

Las bandas tipo A de mayor dimensión logran una longitud promedio de 2,86 metros por lo tanto a la hora de adquirir una nueva máquina Pigmentadora se debe considerar 2 aspectos:

- El sistema automático de pigmentado.
- Que el ancho de la máquina debe tener un mínimo 3,10 metros.

Bajo estas condiciones se está agregando mayor capacidad al centro de pigmentado mediante la obtención de (T.T) lo más corto posible y mayor número de bandas por cada ciclo. Es decir mayor número de pasadas en menor tiempo, por ende mayor capacidad.

4.5 Evaluación y Resultados.

Con la ejecución de los parámetros antes establecidos se obtiene los siguientes resultados:

4.5.1 Datos Estandarizados Antes de la Metodología TOC.

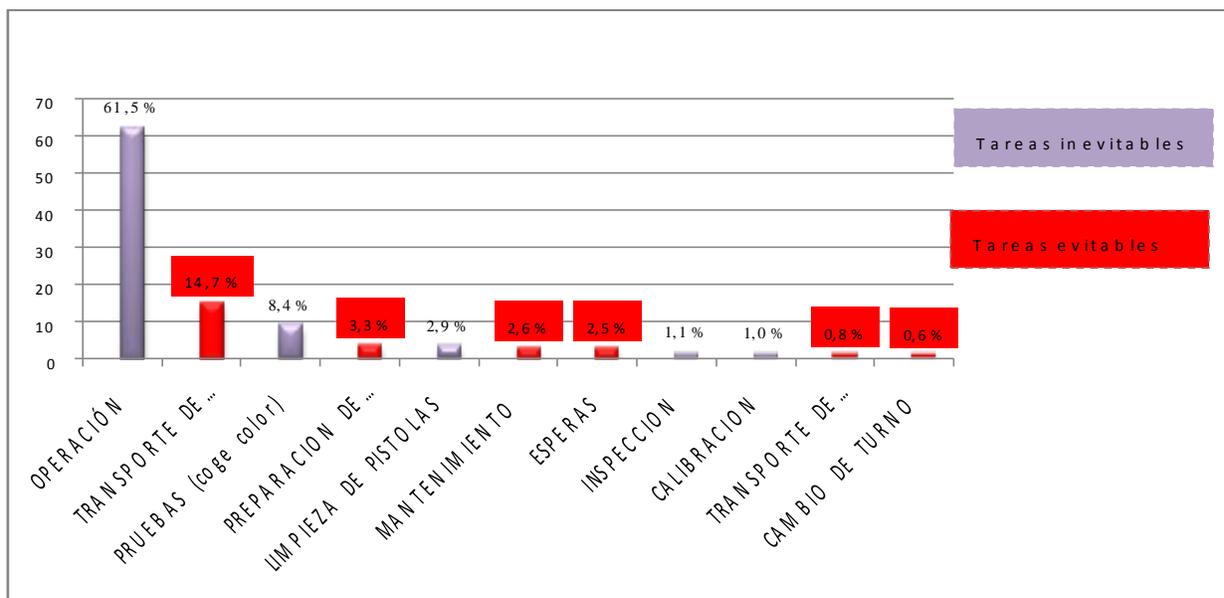


Figura 4.5.1: Estándares del Centro de Pigmentado.

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 4.5.1: TIEMPOS ESTÁNDARES EN EL CENTRO DE PIGMENTADO.

Promedio de pasadas por turno		1144 pasadas		Total		
Promedio semanal de Pasadas a por turno		5720 pasadas		8:00	100%	
FRCM	Tareas	C	Promedio C/U	Promedio C/T	Rendimiento	Eficiencia
11,4	Operación		0:26	4:56	61,57	61,57%
8,3	Transporte de bandas		0:08	1:10	14,75	
3,2	Coger color		0:12	0:40	8,45	
2,1	Preparación de mezclas		0:07	0:16	3,38	
1,6	Limpieza de pistolas		0:08	0:14	2,99	
0,6	Mantenimiento		0:20	0:12	2,66	
0,7	Esperas		0:16	0:12	2,52	
0,7	Inspección		0:07	0:05	1,13	
0,6	Calibración		0:07	0:04	1,00	
0,5	Transporte de mezcla		0:07	0:04	0,87	
1	Cambio de turno		0:03	0:03	0,62	

Fuente: Autor de la Tesis

En 19 turnos registrados detalladamente se logro establecer y estandarizar que por cada jornada de 8 horas de trabajo se logra operar 4:56 horas con una eficiencia del 61,5 % y realizar 1144 pasadas en 4:56. De modo más general 5720 pasadas por turno en una semana de 5 días laborables.

$$productividad = \frac{21734 \text{ pasadas}}{19 \text{ turnos}} = 1144 \text{ pasadas/turno}$$

4.5.2 Análisis De Tiempos 1ª semana después de la metodología TOC.

4.5.2.1 Promedio diario de pasadas por cada turno.

En la 1ª semana después de la metodología TOC, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 4.5.2.1 (a): ANÁLISIS DE TIEMPOS LUEGO DE LA METODOLOGÍA TOC.

Promedio de pasadas por turno		1547 Pasadas		Total		
Promedio semanal de pasadas por turno		7736 Pasadas		8:00	100 %	
FRCM	Tareas	C	Promedio C/U	Promedio C/T	Rendimiento	Eficiencia
8,6	Operación.		0:45	6:27	80,73	80,73 %
4,8	Limpieza de pistolas.		0:07	0:34	7,16	
5	pruebas (coge color)		0:06	0:32	6,74	
5	Calibración.		0:03	0:16	3,52	
1	Esperas.		0:05	0:05	1,04	
1	transporte de bandas		0:01	0:01	0,33	
0,6	Preparación de Mezclas.		0:02	0:01	0,33	
0,2	Transporte de Mezclas.		0:03	0:00	0,12	

Fuente: Autor de la Tesis

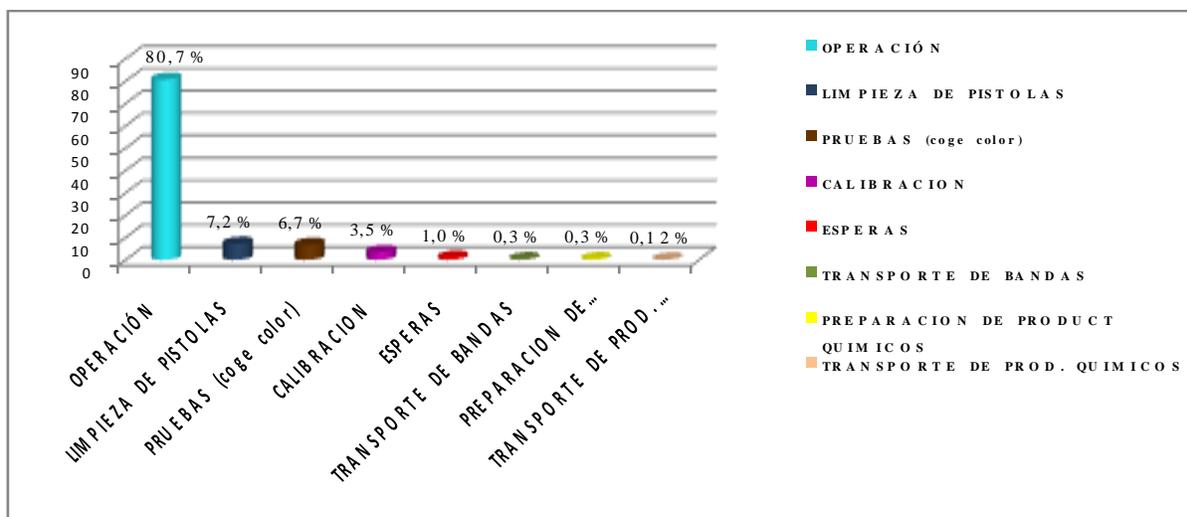


Figura 4.5.2.1 (a): Rendimiento luego la metodología TOC.

Fuente: Autor de la Tesis

Por cada Turno de 8 horas de trabajo se logran operar 6:27 horas con una eficiencia del 80,69% y realizar 1547 pasadas. De modo más general 7736 pasadas por turno en una semana de 5 días laborables.

$$\text{productividad} = \frac{7736 \text{ pasadas}}{5 \text{ turnos}} = 1547 \text{ pasadas /turno}$$

Tabla 4.5.2.1 (b): TIEMPOS DE TAREAS DE 1º GRADO EN EL CENTRO DE PIGMENTADO.

		Antes de TOC	Con TOC
Tareas	Grado	Tiempo/Turno	Tiempo/Turno
Operación	1	4:56	6:27
Coger color	1	0:40	0:32
Limpieza de pistolas	1	0:14	0:34
Mantenimiento	1	0:12	0:00
Inspección	1	0:05	0:00
Calibración	1	0:04	0:16

Fuente: Autor de la Tesis

Tabla 4.5.2.1 (c): DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE DEMORAS EN EL CENTRO DE PIGMENTADO.

		Antes de TOC	Con TOC	Mejora
Tareas	Grado	Tiempo/Turno	Tiempo/Turno	Tiempo/turno
Transporte de bandas	2	1:10	0:01	1:09
Preparación de mezclas	2	0:16	0:01	0:15
Transporte de mezclas	2	0:04	0:01	0:03
Esperas	2	0:12	0:05	0:07
Cambio de turno	2	0:03	0:00	0:03
TOTAL		1:45	0:08	1:37

Fuente: Autor de la Tesis

4.5.2.2 Número de Pasadas Diarias por Turno.

Tabla 4.5.2.2 (a): PRODUCTIVIDAD POR TURNO EN EL CENTRO DE PIGMENTADO.

	Estándares	1° semana con TOC	Mejora.
PRODUCTIVIDAD	1144 Pasadas/turno	1547,2 Pasadas/turno	403,2 Pasadas/turno
EFICIENCIA	61,57%	80,69%	19,115%

Fuente: Autor de la Tesis

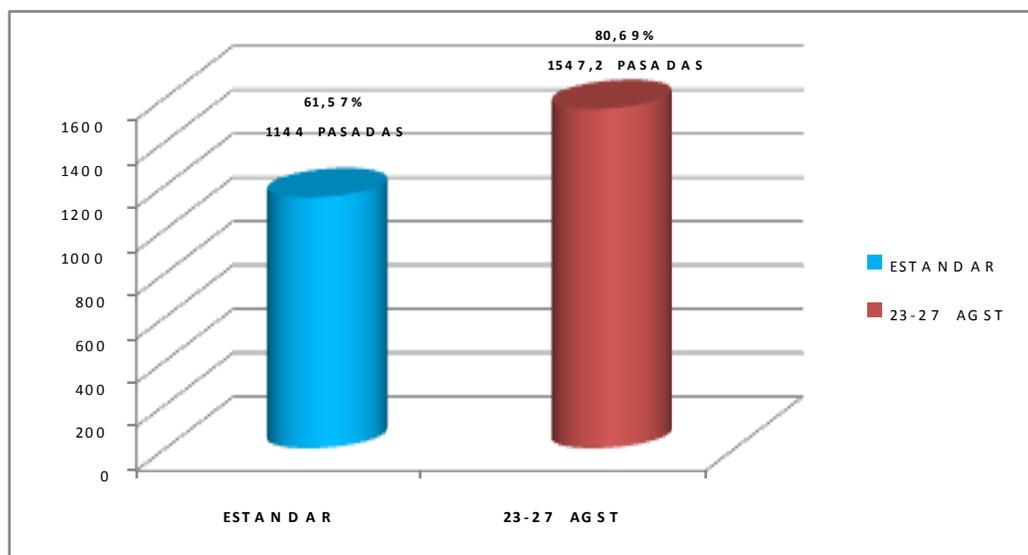


Figura 4.5.2.2 (a): Desviación Estándar de Pasadas Por Turno.

Fuente: Autor de la Tesis

4.5.2.3 Números de Pasadas Semanales por Turno.

Tabla 4.5.2.3 (a): PRODUCTIVIDAD DIARIA POR TURNO CON LA METODOLOGÍA TOC.

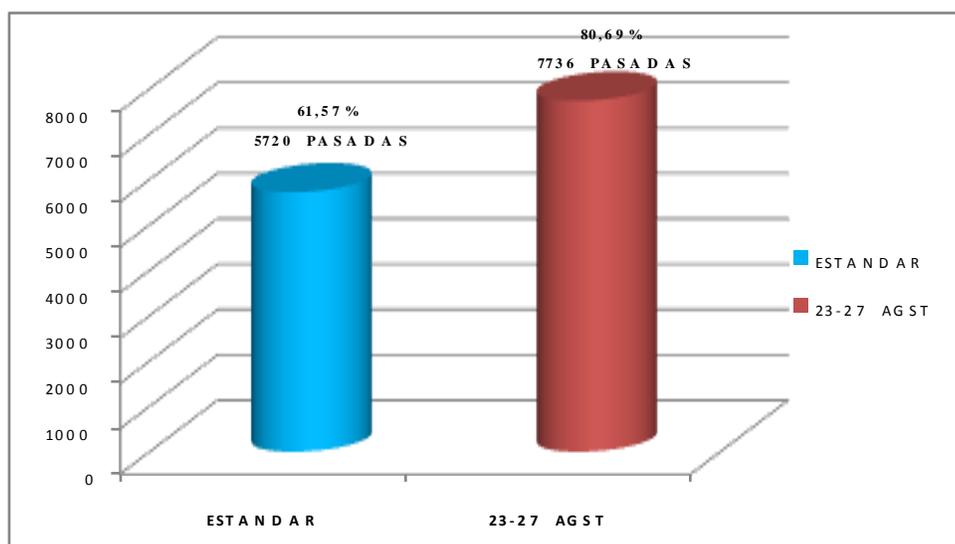
I Turno	ESTÁNDARES	1° Semana con TOC	Mejora
Productividad	5720 pasadas/semana	7736 pasadas/semana	2016 pasadas/semana
Eficiencia.	61,57%	80,69%	19,11%

Fuente: Autor de la Tesis

Tabla 4.5.2.3 (b): PRODUCTIVIDAD SEMANAL CON LA METODOLOGÍA TOC.

III Turnos	ESTÁNDARES	1° Semana con TOC	Mejora
Productividad	17160 pasadas/semana	23208 pasadas/semana	6048 pasadas/semana
Eficiencia.	61,57 %	80,69 %	19,11 %

Fuente: Autor de la Tesis

**Figura 4.5.2.3 (a): Productividad de la 1° Semana con la Metodología TOC.**

Fuente: Autor de la Tesis

4.5.2.4 Comportamiento Semanal**Tabla 4.5.2.4 (a): PRODUCTIVIDAD SEMANAL EN 2 TURNOS, CON LA METODOLOGÍA TOC.**

FECHA	Pasas/semana	Eficiencia
ESTÁNDARES	11440	61,50 %
1° SEMANA	13710	73,70 %
2° SEMANA	12398	66,65 %
3° SEMANA	14156	76,10 %
4° SEMANA	13082	70,32 %

Fuente: Autor de la Tesis

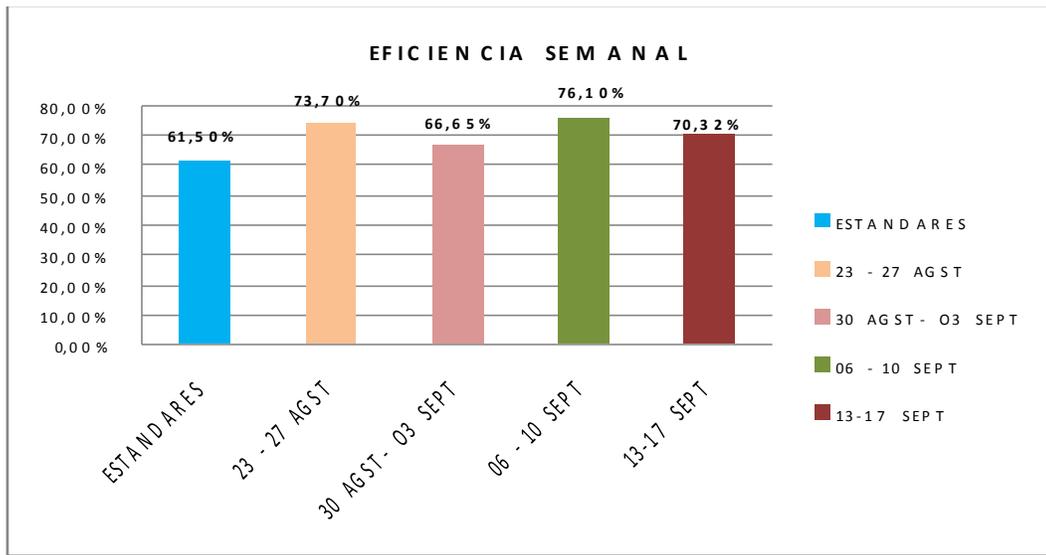


Figura 4.4.3 (a): Rendimiento Semanal del Centro de Pigmentado con la Metodología TOC.
Fuente: Autor de la Tesis

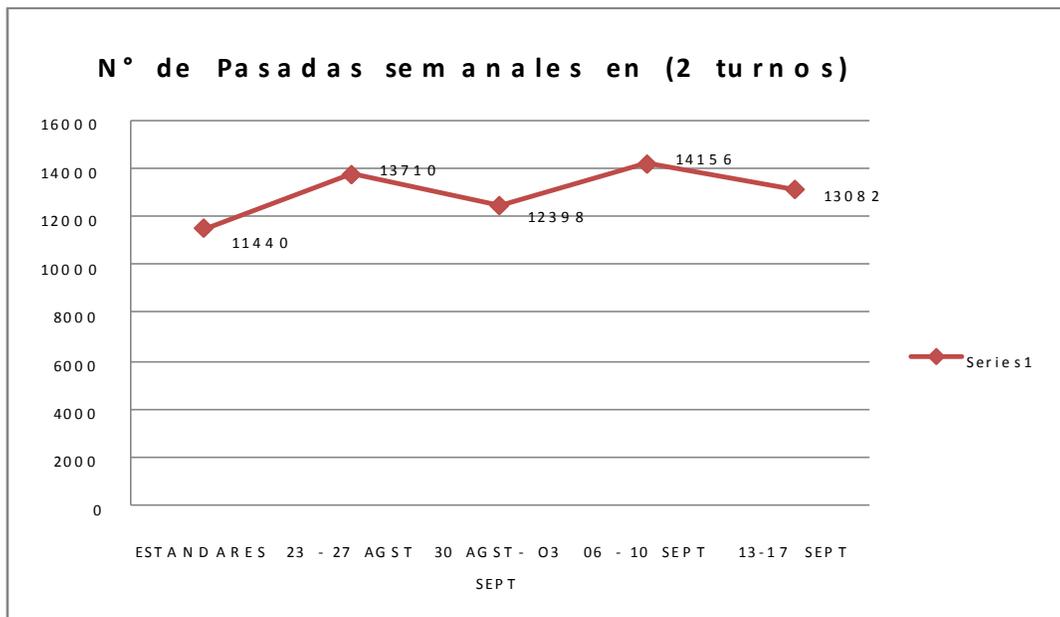


Figura 4.4.3 (b): Comportamiento Semanal del Centro de Pigmentado con la Metodología TOC.
Fuente: Autor de la Tesis

4.5.3 Satisfacción del Cliente.

Tabla 4.5.3 (b): SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.

PEDIDOS	1° MES ANTES DE TOC	2° MES APLICACIÓN DEL TOC	1° MES CON (TOC)	2° MES CON (TOC)
CANTIDAD	490	468	486	465
A TIEMPO	363 (82%)	329 (77%)	409 (84%)	372 (80%)
ANTES DE TIEMPO	---	---	---	---
RETRASOS	86 (18%)	106 (25%)	77 (16%)	93 (20%)
TURNOS	74	68	68	44

Fuente: Autor de la Tesis

4.5.3.1 Productividad del Sistema.

- 1° Mes Antes de TOC.

$$productividad = \frac{490 \text{ pedidos}}{74 \text{ turnos}} = 6,62 \text{ pedidos/turno}$$

- 2° Mes- Aplicación de la Metodología.

$$productividad = \frac{468 \text{ pedidos}}{68 \text{ turnos}} = 6,88 \text{ pedidos/turno}$$

- 1° Mes Con TOC.

$$\text{Mayor productividad} = \frac{486 \text{ pedidos}}{68 \text{ turnos}} = 8,1 \text{ pedidos/turno}$$

- 2° Mes Con TOC.

$$\text{Mayor productividad} = \frac{465 \text{ pedidos}}{44 \text{ turnos}} = 10,56 \text{ pedidos/turno}$$

CAPITULO V.

5. ESTUDIO DEL TIEMPO DEL CICLO (CT).

5.1 Análisis Dimensional de las Bandas.

Las bandas se clasifican por el área de su superficie en 3 tipos A, B y C, de estos 3 tipos se establece que el promedio de longitudes de estas bandas son:

Tabla 5.1: LONGITUDES DE LAS BANDAS.

TIPOS DE BANDAS	LONGITUD PROMEDIO
A	2,86 metros
B	2,73 metros
C	2,39 metros

Fuente: Autor de la Tesis.

A mayor longitud de la banda mayor es el tiempo (T); por ende, mayor será el tiempo (T.T) por Objeto de estudio. Los tiempos (T) obtenidos son de bandas tipo B.

5.2 Determinación del Tiempo del Ciclo.

Según los índices de producción, el 64,30% de las bandas procesadas por el centro de pigmentado corresponden a la "línea colegial", productos tales como: San Marino, Mocasín, Industrial y Colegial, el 35,7% restante corresponden a la variedad de pedidos que se fabrican.

Tabla 5.2: PRODUCTOS QUE MÁS SE FABRICAN.

Producción. Enero-Sept	N°	Total - bandas	Porcentaje %
Producción		307877	100 %
Línea. Colegial	1	197951	64,30 %
Floater	2	26509	8,61 %
Napa	3	16790	5,45 %
Ruso	4	8052	2,62 %
Gambier	5	7013	2,28 %
Anapado	6	5875	1,91 %
Napabally	7	5314	1,73 %
Hidrofugado	8	5229	1,70 %
Pull up	9	4576	1,49 %
Otros	10	4207	9,93 %

Fuente: Autor de la Tesis.

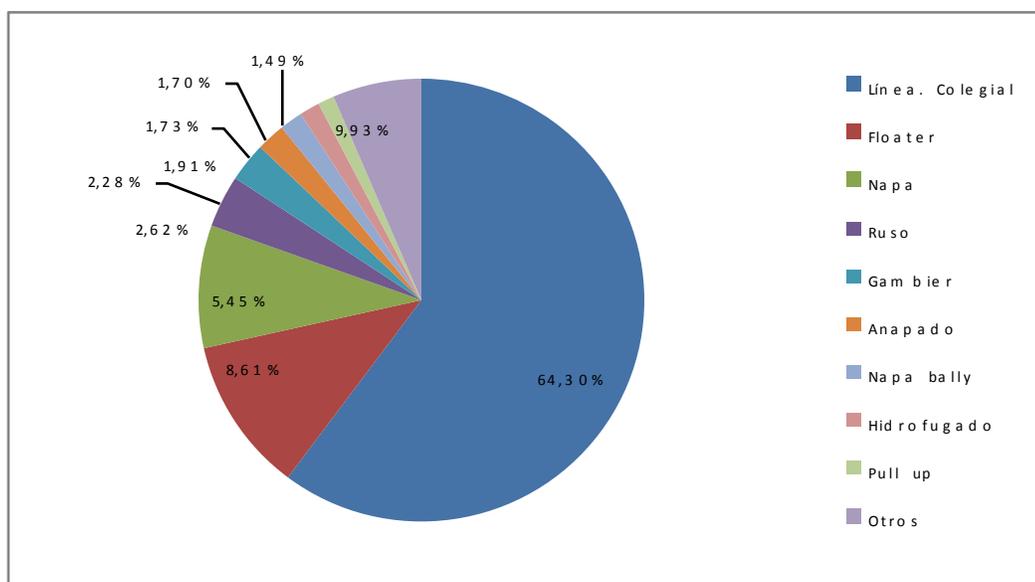


Figura 5.2; Diagrama de Artículos en Porcentaje.

Fuente: Autor de la Tesis.

El correspondiente estudio del tiempo del ciclo (CT), está orientado a determinar el tiempo necesario que requiere un lote de (n) bandas tipo B en el proceso de acabado de la “línea colegial” sin omitir los tiempos requeridos para otros pedidos, ya que éste es el producto que se fabrica en mayor volumen y es aquel que requiere de mayor operaciones antes de llegar al cuello de botella “restricción”

5.2.1 Toma de Tiempos.

El proceso de Acabado para la línea colegial, que son los productos/artículos que se producen en mayor porcentaje se indica en la siguiente hoja de ruta.

ARTÍCULO :

SAN MARINO PLASTICAUCHO

FECHA : _____

BANDAS : _____

CALIBRE :

1.8 - 2.0

	PROCESO	MÁQUINA	CARACTERÍSTICAS	RESPONS	APROB
1	Lijado carne	Lija Tunner	Número 120		
2	Lijado flor 1 pasada	Lija	#220 empezar por la cabeza		
3	Lijado flor 1 pasada	Lija	#220 empezar por la cabeza		
4	Impregnado	Roller 2	40 gr por pie ²		
5	Reposo	apilado	8 horas		
6	Tope de Vacío	Vacío	60°C, 1 minuto		
7	Pulidora	Lija	#400		
8	Estuco	Roller 1 o 2			
9	Plancha Sand Blass o Lisa	Plancha H	80°C, 150psi, tope		
10	Lijado	Lija	#400		
11	Apresto	Tomboni			
12	Fondo 1 una pasada	Roller 1 o 2			
13	Fondo 1 una pasada	Roller 1 o 2			
14	Poros Grueso rodillo A	Continua	60°C, 12 velocidad 50psi		
15	Fondo 2 una pasada	Roller 1 o 2			
16	Fondo 2 una pasada	Roller 1 o 2			
17	Laca 2 una pasada	Tomboni			
18	Poros Fino rodillo A	Continua	140°C, 12 velocidad 50psi		
19	Laca FINAL una pasada	Tomboni			
20	Orden		Bodega		

Tabla 5.2.1 (a): Hoja de Ruta para la Producción de San Marino.

Fuente: Autor de la Tesis.

Las diferentes tareas, tipos de procesos y maquinas dan paso a que se realicen solo (2) operaciones en cada puesto de trabajo.

(1) Toma la banda de la mesa M 1

(2) Tiende/pasa la banda en la maquina.

(T)._ Es el Tiempo Tipo que requiere una banda de determinado proveedor y ha determinada velocidad en ser escaneadas desde el punto A al punto B. Figura 5.2.1

(T2)._ Es el tiempo generado desde el punto B hasta el punto D. Figura 5.2.1.

(T1)._ Es el tiempo generado desde el punto B hasta el punto C. Figura 5.2.1.

(T.T) = (T + T2)._ es el tiempo que se necesita para que 2 bandas sean escaneadas desde el punto A hasta D.

La capacidad dimensional de la máquina para admitir una nueva bandas y el control necesario durante el tendido dan paso a que exista (puntos C – B), este desfase es independiente del producto o proceso y por ende de la velocidad de funcionamiento.

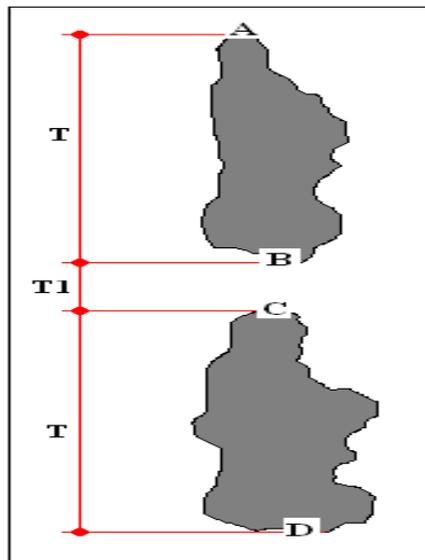


Figura 5.2.1 (a): Tiempos de Pigmentado.

Fuente: Autor de la Tesis.

5.2.1.1 Diagrama de Análisis del Proceso para Cada Puesto de Trabajo.

Método Actual: <input checked="" type="checkbox"/>		Hecho por: Alex Arboleda			
Método propuesto: <input type="checkbox"/>		Fecha: _____			
Sujeto de diagrama: Acabado de bandas de cuero		Turno: _____			
El diagrama inicia en La mesa (M1) y termina en La mesa (M2)			Operario:		
Sección De Acabado:			HOJA N° ____ DE ____		
Distan. (metros)	Tiemp.(seg)	#		Unid	Actividades
	---	1	     	1	(T1) Toma la banda de la mesa M1
	---	2	     	1	(T) Tiende la banda

Tabla 5.2.1.1: Diagrama Hombre – Máquina.

Fuente: Autor de la Tesis.

5.2.1.2 Análisis de Tiempos en el centro de Roller. Revisar Anexo 3 (A).

Con el fin de establecer el tiempo Tipo de tendido de las bandas en necesario el análisis de los tiempos que están involucrados en el tendido, bajo esta consideración se genera los siguientes tiempos.

Tabla 5.2.1.2 (a): TIEMPOS PARA LA ROLLER.

	Tiempo (seg)	Tiempo (seg)
Impregnado	T	29,51
	T1	06,11
	$T.T = (T + T1) + 5\% T.T$	37,10
Stuco	T	18,16
	T1	04,17
	$T.T = (T + T1) + 5\% T.T$	22,33
Fondo 1-2	T	21,46
	T1	04,17
	$T.T = (T + T1) + 5\% T.T$	25,63

Fuente: Autor de la Tesis.

Por políticas de la empresa los productos de la línea colegial, son elaborados a partir de bandas TIPO A, por lo tanto los tiempos obtenidos radican solo para este tipo de bandas.

5.2.1.3 Análisis de Tiempos en el Centro de Plancha Hidráulica. Revisar Anexo 3 (B).

La longitud de las bandas tipo A, es de 2,86 metros, sin embargo la longitud de la mesa de la plancha hidráulica es de 80 cm, lo que da paso a que por cada banda de este tipo se realicen 4 sesiones de planchado (S1, S2, S3 y S4).

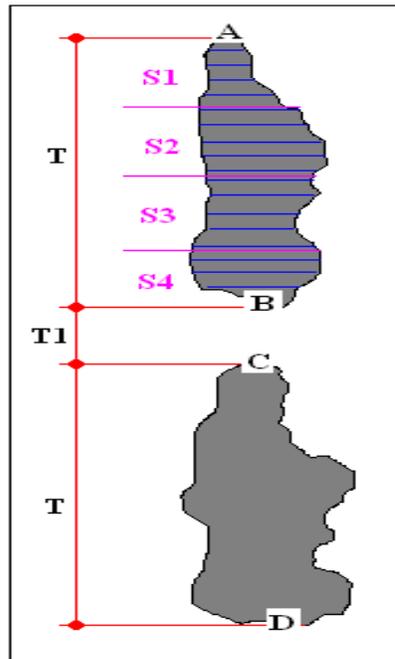


Figura 5.2.1.3 (a): Tiempos para la Plancha Hidráulica
Fuente: Autor de la Tesis.

En cada sesión de planchado, se programa el tiempo de duración de la sesión, la presión de planchado y la temperatura necesaria para el planchado, de los cuales la variación del TIEMPO es quien marca la duración total de la Sesión por banda.

Generalmente se tienen 3 grupos de planchados por tiempos de 1 segundo, de 2 segundos y de 3 segundos, no obstante en la producción de la línea colegial, se plancha a Tope durante 1 segundo, por cada sesión.

Tabla 5.2.1.3 (a): TIEMPOS DE PLANCHA HIDRÁULICA.

Plancha Hidráulica	Tiempo (seg)	Tiempo (seg)
1 segundo	T	19,78
	T 1	7,5
	T .T = T + T 1	27,28
3 segundo	T	27,78
	T 1	7,5
	T .T = T + T 1	35,28
5 segundo	T	35,78
	T 1	7,5
	T .T = T + T 1	43,28

Fuente: Autor de la Tesis.

5.2.1.4 Análisis de Tiempos es la Plancha Continua. Revisar Anexo 3 C.

El proceso establece que la velocidad de funcionamiento de la plancha continua para durante el planchado es de 12m/min en bandas tipo A de longitud igual a 2,86 metros, no obstante el en proceso se establecen los siguientes tiempos:

Tabla 5.2.1.4 (a): TIEMPOS PARA PLANCHA CONTINUA.

Tiempo (seg)	Tiempo (seg)
T	19,53
T 1	4,38
T .T = T + T 1	23,91

Fuente: Autor de la Tesis.

5.2.1.5 Análisis de Tiempos en el Centro de Lija. Revisar Anexo 3 (D).

El lijado de la piel para la línea colegio se realiza con 2 tipo diferentes de lijas, la # 120 y la # 400, existen otros productos que requieren numero de lijas diferentes.

Tabla 5.2.1.5 (a): TIEMPOS PARA LA LIJA

	Tiempo (seg)	Tiempo (seg)
Lija	T	22,26
	T1	4,51
	T.T = T + T1	26,77

Fuente: Autor de la Tesis.

5.2.1.6 Análisis de Tiempos en el Centro de Vacío. Revisar Anexo 3 (E).

El Centro de Vacío, se realizan la operaciones de secado y tope de vacío y permite 2 bandas por Panel a 63 segundos.

Tabla 5.2.1.6 (a): TIEMPOS PARA EL VACÍO.

	Tiempo (seg)	Tiempo (seg)
Vacío	T.T = T + T1	63

Fuente: Autor de la Tesis.

5.2.2 Valoración del CT.

Mediante datos obtenidos en los registros de producción del recurso cuello de botella se obtiene los productos/artículos que se fabrican:

Tabla 5.2.2 (a): TIEMPOS DE OPERACIÓN POR CENTRO DE TRABAJO EN LA SECCIÓN DE ACABADO.

TIPOS DE BANDAS		A	B	C
MAQUINAS/PUESTOS	PROCESO	T.T=T+T1	T.T=T+T1	T.T=T+T1
LIJAS	Lija	27,82	26,76	23,99
ROLLER	Impregnado	38,86	37,1	32,48
	Stuco	23,22	22,36	20,10
	Fondo	26,68	25,65	22,98
P. HIDRÁULICA	Tope 1 (seg)	27,26	27,26	27,26
	Grabado 3 (seg)	35,26	35,26	35,26
	Grabado 5 (seg)	43,268	43,26	43,26
P. CONTINUA	Planchado	24,83	23,90	21,47
TOMBONI	Apresto	13,95	12,12	10,43
	Laca	18,40	15,93	13,87
	Resina	20,93	17,98	15,54
VACIO	Vacio	31,5	31,5	31,5
	Secado	31,5	31,5	31,5

Fuente: Autor de la Tesis.

5.2.2.1 DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE LA LÍNEA COLEGIAL.

Método Actual:

Hecho por: Alex Arboleda

Método propuesto:

Fecha: _____

Sujeto de diagrama: 120 bandas de cuero San Marino

Turno: _____

SECCION DE ACABADO: MAQUINA									HOJA N° _____ DE _____	
TOMBONI										
Distan. (m)	Tiem p.(min)	#							Unid	Actividades
										
	53	1							1	Lijado carne lija # 120
3	5	1							1	Transporta coche - nueva pasada
	20	1							1	Cambia lija
	53	2							1	Lijado flor 1 pasada #220
3	5	2							1	Transporta coche - nueva pasada
	53	3							1	Lijado flor 1 pasada #220
26	12	3							1	Transporta a Roller
	36	2							1	Recorta cuero para impregnar
	78	4							1	Impregnado
20	10	4							1	Transporta a reposo
	480	3							1	reposo
	26	5							1	Desguinda bandas
3	5	5							1	Transporta a vacio
	63	6							1	Tope de vacio
7	10	6							1	Transporta a lija
	20	4							1	Cambia a lija #400
	53	7							1	Pulido de bandas #400
25	12	7							1	Transporta a Roller
	25	5							1	Prepara Roller para estuco
	45	8							1	Estuco a bandas
4	5	8							1	Transporta a plancha hidráulica
	26	6							1	Prepara plancha Sand Blas
	55	9							1	Plancha Sand Blas TOPE
28	13	9							1	Transporta a lija
	53	10							1	Lijado # 400
25	11	10							1	Transporta a Pigmentadora
	10	7							1	Prepara Pigmentadora
	28	11							1	Pigmenta con Apresto
17	8	11							1	Transporta a Roller

	25	8	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Prepara Roller para fondo 1
	51	12	○	⇒	□	D	▼	▽	1	1ª mano de Fondo 1
17	8	12	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Transporta a Roller
	51	13	○	⇒	□	D	▼	▽	1	2ª mano de fondo 1
4	5	13	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Transporta a plancha continua
	18	9	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Prepara plancha continua
	39	14	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Plancha continua
4	5	14	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Transporta a Roller
	22	10	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Prepara Roller para fondo 2
	51	15	○	⇒	□	D	▼	▽	1	1ª mano de Fondo 2
17	8	15	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Transporta a Roller
	51	16	○	⇒	□	D	▼	▽	1	2ª mano de fondo 2
17	8	16	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Transporta a Pigmentadora
	8	11	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Prepara Pigmentadora coge tono
	37	17	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Laca san marino
9	5	17	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Transporta a plancha continua
	39	18	○	⇒	□	D	▼	▽	1	planchado
9	5	18	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Transporta a Pigmentadora laca
	37	19	○	⇒	□	D	▼	▽	1	Laca final
			○	⇒	□	D	▼	▽	1	Orden de salida
220	1760									TOTAL

Tabla 5.2.2.1 (a): Diagrama de Análisis del Proceso, para un lote de 120 bandas San Marino.

Fuente: Autor de la Tesis.

5.2.2.2 Resumen del Diagrama de Análisis del Proceso.

Tabla 5.2.2.2 (a): RESULTADO DEL DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO.

○	⇒	□	D	▼
19	18	0	11	0
916 min	140 min	---	704 min	---

Fuente: Autor de la Tesis.

5.2.2.3 Tiempo De Ciclo Nominal Para El Proceso De Acabado.

**Tabla 5.2.2.3 (a): VALORACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO (CT) NOMINAL -
LOTE DE 120 BANDAS**

Producto / Artículo	CT (Nominal) min	CT (Nominal) horas
San Marino	1760	29:33
Mocasín		
Industrial		
Colegial		

Fuente: Autor de la Tesis.

5.2.2.4 Tiempo De Ciclo Promedio Para El Proceso De Acabado.

**Tabla 5.2.2.4 (a): VALORACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO CT REAL, PARA
UN LOTE DE 120 BANDAS.**

Producto / Artículo	CT (Nominal) min	CT (Nominal) horas
San Marino	3600	60:00
Mocasín		
Industrial		
Colegial		

Fuente: Autor de la Tesis.

5.3 Análisis de Subordinar Todo a la Restricción.

El instante cuando el talento humano y con él todo el proceso productivo es subordinado al ritmo de producción del recurso cuello de botella, los distintos centros del proceso productivo sufren variaciones en la eficiencia en rendimiento de cada centro, la misma que tiende a disminuir, debido a que cuando sea necesario se debe detener el proceso en los centros aledaños al recurso cuello de botella.

La hoja de procedimientos para la subordinación de talento humano durante el proceso de pigmentado en el recurso cuello de botella, nos indica que los operarios de centros tales como: plancha hidráulicas, plancha continua y Roller, y los propios operarios de la restricción física, son los que tienen una mayor responsabilidad sobre el mayor rendimiento del recurso restrictivo.

La principal tarea por la cual es necesaria la subordinación, es los transportes de bandas mismos que se encargaron a los operarios de los centros antes mencionados, la frecuencia con la que se realicen dichos transportes y el tiempo promedio por cada uno, da paso a que se pueda determinar el tiempo que se detienen los demás centros por causa de la subordinación, por ende que tanto disminuye el rendimiento en los centros que rodean la restricción.

Tabla 5.3 (a): RESULTADO DE SUBORDINAR TODO A LA RESTRICCIÓN.

FRC M	Tareas	C	Promedio C/T	Eficiencia en la Restricción
8,6	Operación.		6:27	80,73 %
4,8	Limpieza de pistolas.		0:34	
5	Pruebas (coge color)		0:32	
5	Calibración.		0:16	
1	Esperas.		0:05	
1	Transporte de bandas		0:01	
0,6	Preparación de Mezclas.		0:01	
0,2	Transporte de Mezclas.		0:00	

Fuente: Autor de la Tesis.

La tabla anterior es el resultado de los pasos 2 y 3 de la metodología TOC, la optimización y subordinación. Esta tabla nos indica que en 8 horas de trabajo se realizan un promedio de 9 operaciones de pigmentado, y 5 de limpiezas de pistolas, es natural pensar que por cada limpieza de pistolas exista un transporte TIPO (3) y TIPO (2) y por ende una operación de pigmentado diferente, de lo cual las 5 limpiezas es el resultado de 5 operaciones de pigmentado y 5 transportes TIPOS (2) y (3), quedando un

excedente de 4 operaciones de las 9 que se muestran en la tabla, las mismas que corresponderían a: 4 operaciones con una sola mezcla lo que generan 4 transportes TIPO (1) o TIPO (3).

Tabla 5.3 (b): CENTROS IMPLICADOS DIRECTAMENTE EN LA SUBORDINACIÓN.

Centros	Descripción	Cantidad	Tiempo c/u	total
P. Hidráulica – P. Continua	Transporte tipo 1	4	8 min	32 min
P. Hidráulica – P. Continua	Transporte tipo 2	5	8 min	40 min
P. Hidráulica – P. Continua	Transporte tipo 3	5	8 min	40 min
-----	Total transportes	14	8 min	112 min

Fuente: Autor de la Tesis.

5.3.1 Análisis Del Centro De Plancha Hidráulica.

El centro de plancha hidráulica se paraliza 1:52 horas por transportes TIPO (1) (2) y (3), tiempo en el cual se dejan de realizar 190 pasadas que corresponde al 11,66% de la capacidad nominal de producción del centro.

El centro opera con una tasa de producción de 44,1 % de la capacidad nominal esto es 720 pasadas/turno. A esto se suma la carga de realizar transportes TIPO (1) (2) y (3), que corresponde a utilizar el tiempo necesario para la producción de 190 pasadas el 11,66% de la capacidad nominal, dejando libre 722 pasadas el 44,24% de la capacidad nominal del centro de Plancha Hidráulica.

5.3.2 Análisis Del Centro De Plancha Continua.

El centro de Plancha Continua se paraliza 1:52 horas por transportes TIPO (1) (2) y (3), tiempo en el cual se dejan de realizar 281 pasadas que corresponde al 23,31% de la capacidad nominal de producción del centro.

El centro opera con una tasa de producción del 46,30 % de la capacidad nominal esto es 558 pasadas/turno. A esto se suma la carga de realizar transportes TIPO (1) (2) y (3), que corresponde a utilizar el tiempo necesario para la producción de 281 pasadas el 23,31% de la capacidad nominal, dejando libre 366 pasadas el 30,39% de la capacidad nominal del centro de Plancha Continua.

5.4 Amortiguadores.

Con el buffer (Amortiguador) se pretende proteger al cuello de botella de tiempos muertos, esto se logra programando la llegada de los lotes hacia el centro de pigmentado con varios minutos de anticipación, con este fin la creación de la **Zona de Almacenamiento**. Es decir, en lugar de un corto o excedido inventario de lotes en la zona de almacenamiento, se hace llegar al lote a la zona con 20 min, 25 min, 30 min, etc., de anticipación, antes de que la última banda del lote en proceso sea tendida.

CAPÍTULO VI.

6. PROCESO DE MEJORAMIENTO CONTINUO SEGÚN TOC.

6.1 Hipótesis.

La metodología TOC indica que la naturaleza de la restricción cambia una vez que se logra vencer la misma, de tal modo que en un sistema se pueden encontrar múltiples restricciones.

6.2 Mejoramiento Continuo Según Metodología TOC.

La TOC funciona como una metodología de mejoramiento continuo pues cada vez, se logra sujetar una restricción; a través de: 1. Identificar, 2. Explotar, 3. Subordinar, y 4. Elevar, se regresa al paso 1, para identificar que nueva restricción se encuentra en el sistema a causa de los pasos realizados con anterioridad.

6.3 La Naturaleza de la Restricción.

Los primeros resultados obtenidos durante la **Explotación** en el centro de pigmentado como restricción tangible del sistema, nos indica que en el tiempo que duro el estudio el sistema pasa de una tasa de producción de 6,88 pedidos/turno a 10,56 pedidos/turno con una eficiencia máxima alcanzada en el centro de pigmentado del 80,69% de la jornada. Si bien es evidente la mejora en la tasa de producción del sistema, el TOC como metodología de mejoramiento continuo encuentra en el DBR un sistema para la Planificación, Programación y el Control de un sistema productivo, mediante la localización del óptimo global del sistema productivo en sus limitaciones tangibles. Es decir. El sistema DBR es el complemento para obtener óptimos globales en base a la restricción tangible del sistema, considerándose como una nueva restricción y por su naturaleza "intangibles", misma que surge a partir de la explotación del recurso cuello de

botella y la subordinación de todo a la misma, de tal modo que el proceso productivo se realice de forma sincronizada.

6.4 Sistema -Tambor, Cuerda, Amortiguador (S-DBR)

Con el sistema DBR (Drum, Buffer, Rope) se pretende realizar la planificación de la producción en el *centro de pigmentad*; considerando al Drum o Tambor, quien lleva el ritmo de producción del sistema productivo, por ser la restricción tangible del sistema, para proteger dicha planificación y evitar que el tambor incida en tiempos muertos, se lo protegerá mediante un colchón de Tiempo (Buffer o Amortiguador), y subordinar los inicios de las operaciones en los diversos puestos de trabajo a la planificación realizada para el Tambor, este espacio de tiempo considerado (Rope o cuerda).

6.4.1 Tambor.

Identificado el Centro de pigmentado como recurso de capacidad restringida, este centro es también constituido por el DBR como tambor del sistema productivo, de igual manera como el tambor marca el paso y ritmo el centro de pigmentado marcará el paso y ritmo de la producción; de esta forma todos los puestos de trabajo operan a un solo ritmo según dicte el tambor, manteniendo la esencia de la Manufactura Sincronizada.

El primer paso para la programación con DBR es realizar un plan detallado de los lotes que el tambor va a procesar considerado también como el plan maestro de producción y a partir de esto extender la programación hacia los otros centros de trabajo. El Recurso cuello de botella al ser un centro cuya maquina es de características Universales y según los diversos diagramas de análisis del proceso u hojas de rutas, cada lote de los diferentes productos pasa por lo menos 3 veces por el centro de pigmentado para 3 diferentes procesos, considerando esto el TAMBOR procesa un lote de forma intermitente.

6.4.2 Cuerda.

La cuerda es el mecanismo para regular la liberación de material en el proceso productivo, desde los centros anteriores a la restricción hasta el primer proceso de pigmentado en el cuello de botella, la cuerda se basa en que cada centro anterior a la restricción se debe subordinar y programar en función a la planificación realizada en la restricción (Centro de Pigmentado). Cada producto según se respectivo diagrama de procesos tendrá su respectiva cuerda, y la longitud de dichas representa, al tiempo transcurrido desde la primera operación hasta el tambor o en su defecto corresponderá a la cantidad de producto en proceso que se estime necesario tener en la zona de almacenamiento.

Tabla 6.4.2 (a): TABULACIÓN DE LAS RESPECTIVAS CUERDAS Y SUB CUERDAS.

Artículo	Cuerdas (horas)	Sub-cuerda1 (horas)	Sub-cuerda2 (horas)
San Marino	20:27	5:50	0:49
Mocasín	20:27	5:50	0:49
Colegial	20:27	5:50	0:49
Industrial	24:27	5:50	0:49
Lexus	24:27	---	---
Ducatti	24:27	---	---
Brush Off	24:27	8:43	1:34
Floater-Fabrxxx	31:22	---	---
Floater	7:57	---	---
Napa Collarin	7:28	---	---
Napa Bugatti	0:40	---	---
Napa Bally	0:40	---	---
Napa BallyPoxx	0:40	---	---
Hidrofugado	3:41	---	---
Ruso	3:41	---	---
Pull UP	3:41	---	---
Nubuck	3:41	---	---
Gambier	3:21	4:03	---
Dakota	3:21	3:00	---
Picasso	3:21	3:00	---

Fuente: Autor de la Tesis.

6.4.3 Amortiguador.

Determinar el tamaño del buffer es determinar con cuantos minutos de anticipación se debe hacer llegar el lote a la zona de almacenamiento antes de que entre al cuello de botella. Para esto se debe considerar:

- a) **Igual mezcla:** al terminar de procesar un lote, y se tiene planificado procesar otro con la misma mezcla, inmediatamente luego que la última banda del primer lote sea tendida, se iniciara con la primera banda del nuevo lote. Para esto el coche con el nuevo lote debe estar listo en la zona de almacenaje.
- b) **Diferente mezcla:** al terminar de procesar un lote, se tiene planificado procesar otro con una diferente mezcla, se procederá inmediatamente en tareas de 1 grado tales como:

Tabla 6.4.3 (a): TAREAS DE 1° GRADO CUANDO SE PROCESA CON DIFERENTE MEZCLA.

TAREAS	GRADO	C/U (min)
Limpieza de Pistolas	1	0:08
Calibración de Pistolas	1	0:07
Total		0:15

Fuente: Autor de la Tesis.

Al terminar estas 2 tareas el nuevo lote ya debe estar en el centro de pigmentado lo que dará paso a la siguiente tarea consecutivamente.

Tabla 6.4.3 (b): TAREAS DE 1° GRADO CUANDO SE PROCESA CON DIFERENTE MEZCLA.

TAREAS	GRADO	C/U (min)
COGER TONO-BRILLO	1	0:12
TOTAL		0:12

Fuente: Autor de la Tesis.

Una vez que ésta última tarea es terminada, inicia el proceso para dicho lote, para un total de 27 minutos entre lote y lote, luego de este tiempo el cuello de botella incurrirá en tiempos muertos.

Tabla 6.4.3 (c): TIEMPO DE CALIBRACIÓN ENTRE LOTES.

TAREAS	C/U (min)
Calibración total entre lotes	0:27
Total	0:27

Fuente: Autor de la Tesis.

El centro de pigmentado procesa un lote de 120 bandas con un Factor L en bandas tipo A o B en un tiempo no mayor a 30 minutos esto se encuentra estipulado en la tabla de tiempos de pigmentado, considerando que el tiempo total de calibración es de 27 minutos, prácticamente se requiere que en la zona de almacenamiento se encuentren 2 lotes de 120 bandas uno en proceso y otro en la zona de almacenaje de tal modo que un lote llegue a la zona de almacenaje 57 minutos antes de que según la planificación sea procesado en el centro de pigmentado.

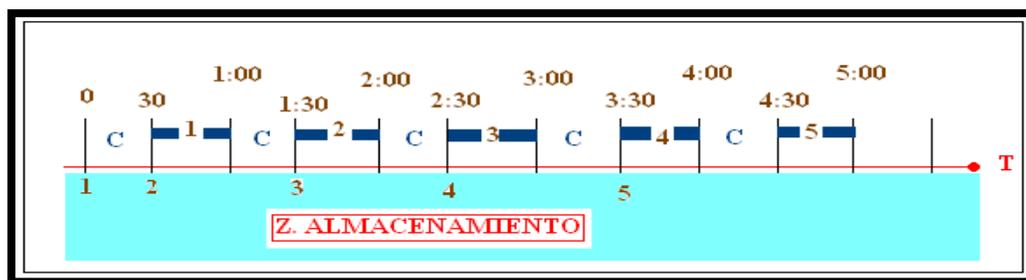


Figura 6.4.3 (a): Entrada de los Lotes a la Zona de Almacenamiento con Diferente Mezcla.

Fuente: Autor de la Tesis.

Bajo este criterio el tamaño de buffer por cada lote antes de entrar en proceso al centro de pigmentado es mínimo 57 min.

Tabla 6.4.3 (d): TAMAÑO DEL BUFFER.

	Tamaño Del Buffer
Buffer C.B	57 min

Fuente: Autor de la Tesis.

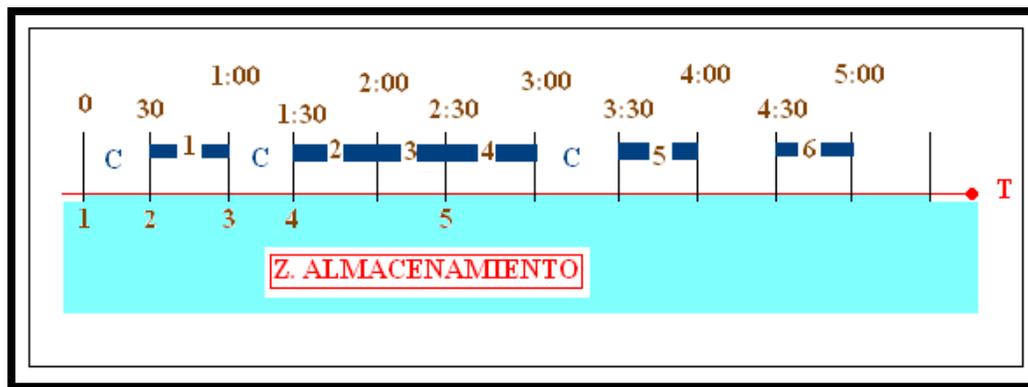


Figura 6.4.3 (b): Entrada de los Lotes a la Zona de Almacenamiento con Igual Mezcla.

Fuente: Autor de la Tesis.

Para esto es totalmente necesario que cada operario cumpla según lo establecido en las hojas de procedimientos y el correcto control de tiempos de pigmentado establecido en las tablas anteriores.

6.5 Programación y Liberación de Materiales.

La programación y liberación de materiales es la armonía en la que interactúan la *cuerda* y el *buffer* a ritmo que marque *el tambor*, de tal modo que el material que va a ser procesado llegue a la zona de almacenaje en el tiempo establecido en el *buffer*.

La cuerda es el tiempo que transcurre desde que inicia el proceso de un producto en el primer centro de trabajo hasta que llega al *cuello de botella*, bajo esta consideración cada centro de trabajo anterior al cuello de botella se subordina al *plan*

m a e s t r o d e p r o d u c c i ó n, estableciendo la hora de entrada y salida de cada lote en cada uno de los respectivos centros de trabajo anteriores al cuello de botella, haciendo esto el producto en proceso llegara a la zona de almacenamiento en el tiempo estimado según lo establecido en el *b u f f e r*.

Normalmente luego de que el producto llegado al cuello de botella y sale del mismo, la producción se realiza de tal modo que en los centros de trabajo posteriores al cuello de botella se procesan según el orden de llegada al centro o la prioridad del pedido

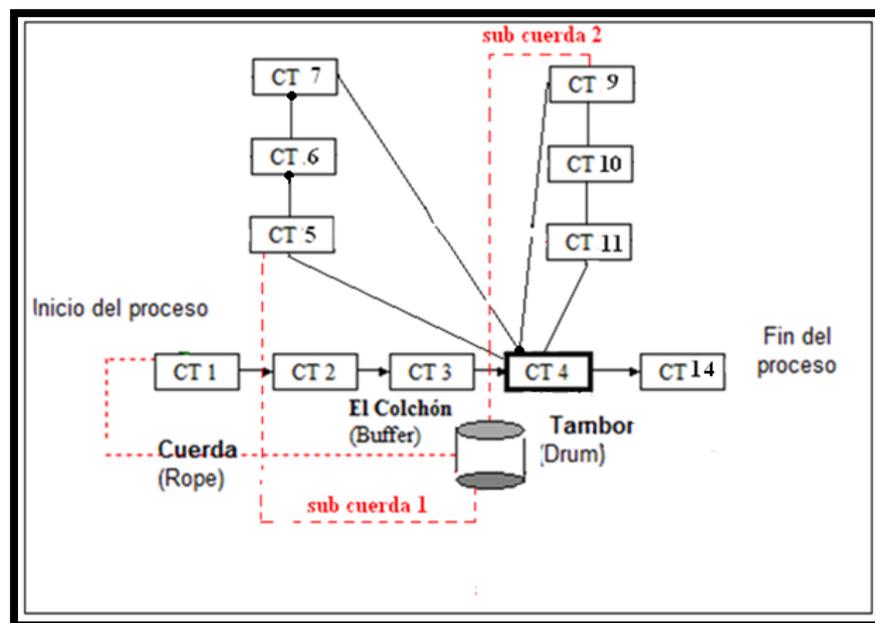


Figura 6.5 (a): Programación de las Cuerdas y Sub-Cuerdas.

Fuente: Autor de la Tesis.

Sin embargo en la línea colegial se debe considerar que durante el proceso productivo el Tambor (cuello de botella) recibe cuando menos 3 veces, un mismo lote como parte de la producción de dicho producto, esta acción inevitable y que es parte del proceso genera una especie de *sub-cuerda* desde que el producto en proceso sale del *tambor* hasta que regresa al mismo, y con cada sub-cuerda la subordinación de los centros posteriores al tambor para que así, según el plan maestro de producción los lotes que requieran entrar nuevamente por el tambor se encuentren en la zona de almacenaje en el tiempo establecido por el buffer.

La cuerda como mecanismo que controla la liberación de materiales, es el medio para evitar el incontrolable exceso y acumulación de productos en proceso esperando ingresar al *tambor*, y como medio para evitar que al tambor le hagan falta productos para procesar se estableció un *buffer*. La longitud de la cuerda no solo es el tiempo que transcurre desde la primera operación hasta el tambor, sino también la cantidad de producto en proceso que se puede almacenar en la zona de almacenamiento.

En casos como la producción de San marino donde se encuentra al menos 2 sub-cuerdas, *el plan maestro de producción* debe hacerse de tal forma que se considere que, una vez que un producto en proceso pasa por el Tambor, este regresará pasado un tiempo determinado en el tamaño de la cuerda y así sucesivamente, en este punto el tambor se encuentra ante varias líneas de abastecimiento, los generados por la *cuerda*, los generados por la *sub-cuerda 1* y por la *sub-cuerda 2*, por ende con cada línea de abastecimiento la acumulación de productos en proceso en la zona de almacenaje. Figura 6.5 (b).

La importancia de tener control sobre cada sub-cuerda es vital para realizar el plan maestro de producción en donde se planifica la producción de todos los pedidos y lotes que pasaran por el cuello de botella, ya que cuando los lotes de los respectivos pedidos regresan por cada una de las respectivas sub-cuerdas, la acumulación de productos en proceso en la zona de almacenaje se ampliarían por cada cuerda y sub-cuerda de los diferentes pedidos.

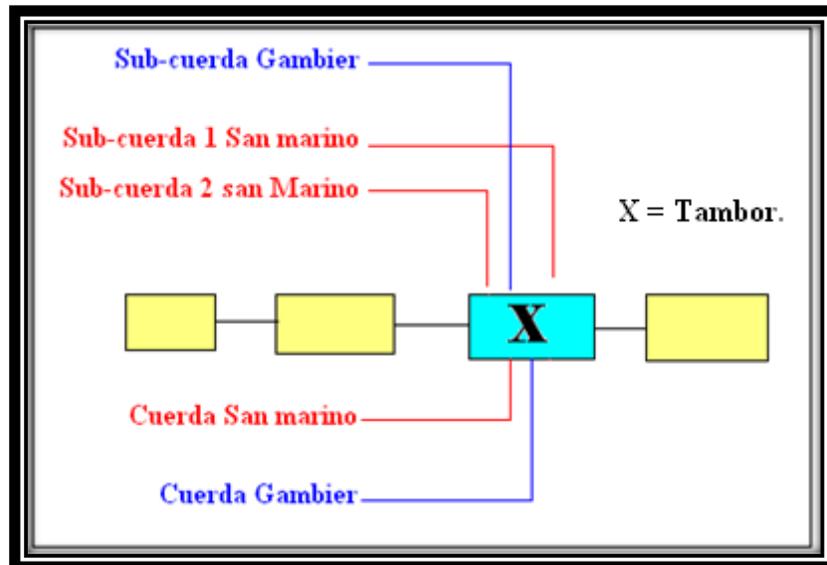


Figura 6.5 (b): Líneas de Alimentación Hacia el Tambor.

Fuente: Autor de la Tesis.

El plan Maestro debe considerar la longitud de las cuerdas y sub-cuerdas para poder evitar el exceso de inventario, y ordenar de forma sistemática los lotes que entraran en proceso al tambor, estas múltiples decisiones como parte una manufactura sincronizada del sistema DBR.

6.6 Propuesta- Sistema Tambor, Cuerda, Amortiguador.

6.6.1 Gestión Basada En Amortiguadores.

Considérese a cada pedido como un proyecto de producción, del cual el correspondiente análisis de tiempos de procesado para la línea de producción colegial, indica que un lote de 120 bandas en un proceso continuo requiere un tiempo nominal de 28:30 horas sin embargo el tiempo promedio que se registra por cada lote es de 60:00 horas, una adición del 145,61% del tiempo nominal, bajo este concepto la mayor parte del tiempo del ciclo CT, incumbe en tiempos de esperas.

La razón principal por la cual se presenta este fenómeno corresponde a la forma en que interactúan los múltiples pedidos o proyectos, con el recurso cuello de botella o

recursos no cuello de botellas, lo que genera que un lote de (x) proyecto tiene que esperar a que un recurso esté disponible antes de poder ser procesado.

El sistema DBR aplicada a la programación y administración de proyectos de producción nos induce a establecer la cadena crítica de cada proyecto donde una demora en ésta, marca el tiempo total del ciclo CT, para evitar esto se protege a cada proyecto con amortiguadores de alimentación, amortiguadores de recurso, amortiguadores de proyecto y amortiguadores de cuello de botella, según lo amerite cada proyecto.

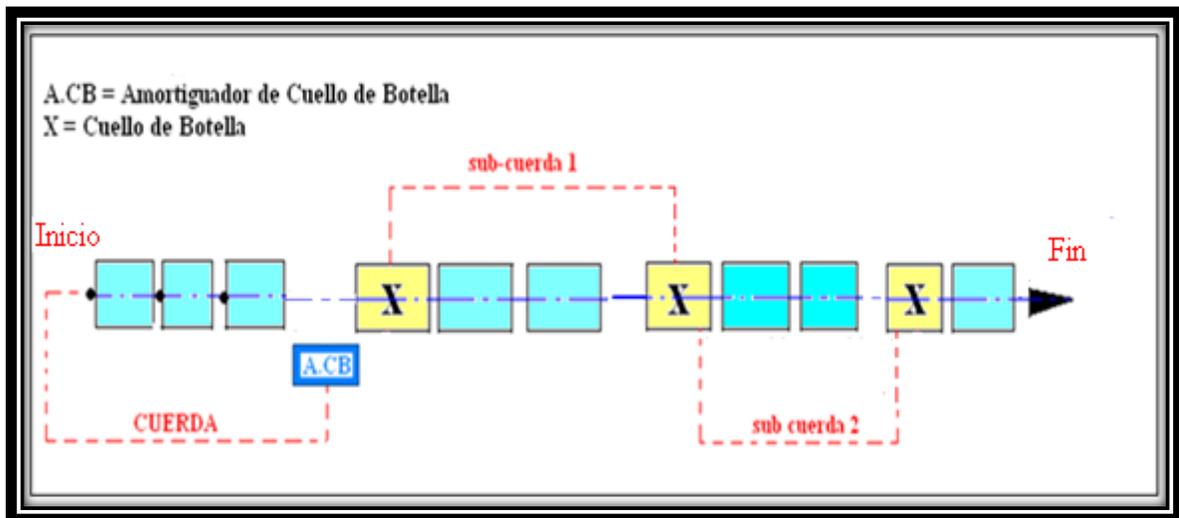


Figura 6.6.1 (a): Producción Consecutiva de un Lote o Proyecto.
Fuente: Autor de la Tesis.

El proceso de acabado contiene una cantidad finita de operaciones dependientes por cada proyecto y que no pueden realizarse de forma paralela, por el contrario desde el inicio a fin la producción se realiza de forma secuencial. Figura 6.6.1 (a).

En este peculiar proceso de acabado, la TOC recomienda el uso de los Amortiguadores de Alimentación para cada sub-cuerda mismas que se asemeja a una cuerda común y corriente de tal modo que el buffer o amortiguador de cuello de botella debería bastar para cubrir cualquier perturbación generada en las operaciones que comprenden la cuerda y las sub-cuerdas, Figura 6.6.1 (b).

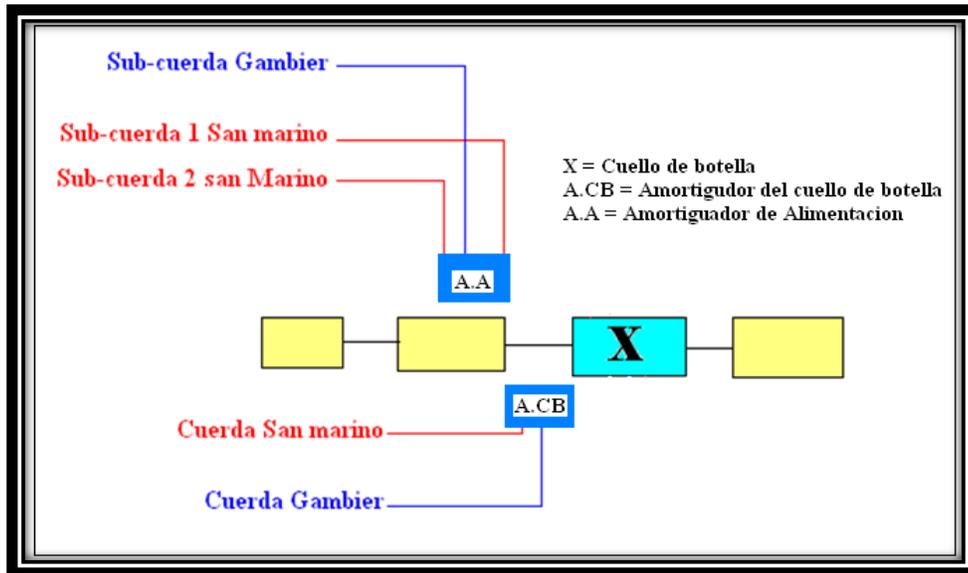


Figura 6.6.1 (b): Amortiguador de Alimentación.

Fuente: Autor de la Tesis.

Los amortiguadores de alimentación se ubicaran antes de llegar al cuello de botella justo al final de cada sub-cuerda, por ende en el plan Maestro de Producción se debe contemplar el valor del amortiguador sumado al valor de la sub-cuerda. Figura 6.6.1 (c).

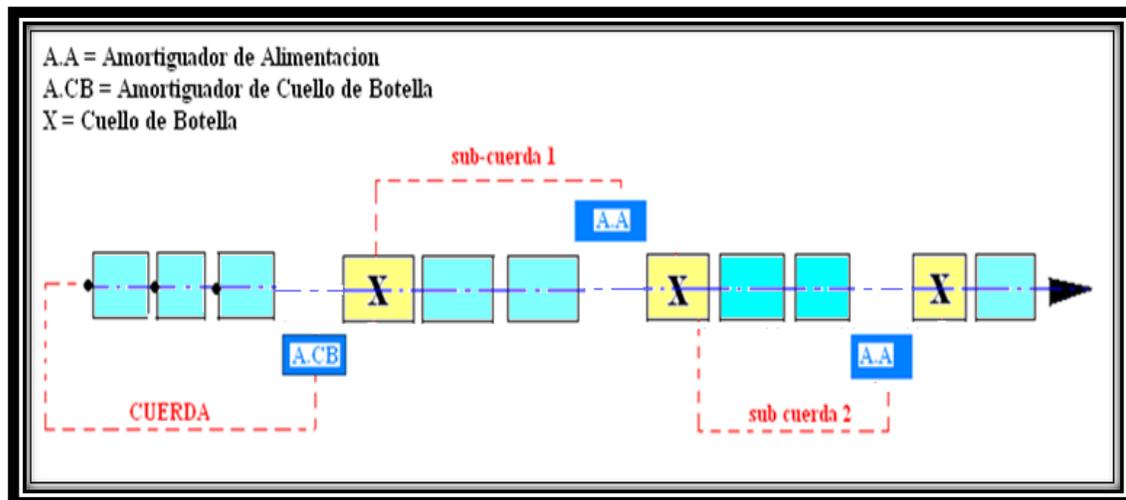


Figura 6.6.1 (c): Amortiguador de Alimentación por Cada Sub-Cuerda.

Fuente: Autor de la Tesis.

De este modo el material que se encuentra en proceso por las sub-cuerdas debe llegar a la zona de almacenamiento y estar listo para entrar nuevamente por el cuello de botella según lo contemple el Plan maestro de Producción.

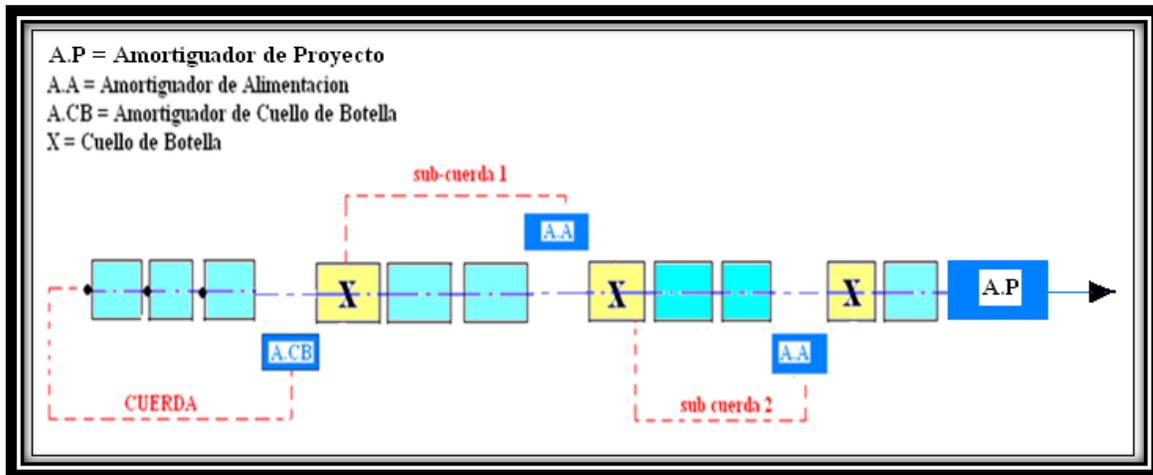


Figura 6.6.1 (d): Amortiguador de Proyecto.

Fuente: Autor de la Tesis.

Como medida de protección al proyecto global, es la creación de un *amortiguador del proyecto* mismo, que varía según el artículo, con una estimación igual a la sumatoria de los amortiguadores, dicho amortiguador de proyecto se ubicara después de la última operación, cuya finalidad es de proteger la fecha de entrega del pedido. Figura 6.6.1 (d).

Adicionalmente a los amortiguadores de alimentación, de proyecto, de cuello de botella, la TOC recomienda el uso de los amortiguadores de recurso, mismo que consiste en que con varios minutos de anticipación tener listo el recurso, antes de que llegue el material, se evita de esta manera que el proceso se detenga por calibraciones de maquinaria, no obstante esto no puede ser aplicado en todos los recursos y centros de la cadena crítica ya que cada artículo requiere una calibración determinada en cada centro, y cuando se requiere que las bandas reciban varias manos de diferentes mezclas en un mismo centro calibración se hace inevitable (como por ejemplo resina (1) y resina (2)),

puesto que después de recibir la resina 1, es inevitable calibrar la máquina para recibir la resina (2).

La aplicación del amortiguador de recurso se hace factible en el centro de planchas hidráulica, para artículos tales como: Napas, Floater(s), Picaso, Gambier, Dakota Texas, etc. y todo artículo diferente a la "línea colegial" ya que dichos artículos se fabrican de manera sistemática y la mayoría de las operaciones que comprenden la fabricación de estos artículos incurren en el centro de pigmentado "restricción", y en muchos casos inmediatamente después de pigmentar con resina (1) el proceso indica que se debe planchar para regresar al cuello de botella y ser pigmentado con resina (2), si la operación de planchado se hace extensa, se corre el riesgo de que el cuello de botella incurra en tiempos muertos. El centro de planchas hidráulica es aquel que opera con el menor porcentaje de su capacidad nominal esto es el 44,1% por esta razón es factible colocar el amortiguador de recurso en el centro de plancha hidráulica con el fin de proteger al cuello de botella "restricción".

La calibración de la plancha hidráulica se realiza en 26 minutos, 14 minutos menos que lo que tarda en pigmentar un lote de 120 bandas tipo B, bajo esta consideración la calibración de la plancha debe hacerse simultáneamente con la mano de pigmentado previa al planchado.

La gestión basada en amortiguadores no es nada más que la manera eficiente de administrar la producción mediante amortiguadores ubicados en los puntos correspondientes y necesarios, con el fin de proteger de perturbaciones en el proceso a las restricciones.

Tabla 6.6.1 (a): VALORACIÓN DE LOS AMORTIGUADORES.

Amortiguadores	Estimación de Tiempo (horas)	observación
A. Alimentación	0:57	---
A. Cuello de botella	0:57	---
A. Recurso	0:26	Simultáneamente con la última mano de pigmentado en "Tom boni" antes de ir a la Plancha
A. Proyecto	Σ de amortiguadores	---

Fuente: Autor de la Tesis.

6.6.2 Planificación y Control de la Producción.

Como variante de la planificación convencional descrita en el capítulo 3, el plan maestro de producción en la sección de acabados es la central de mando para las cuerdas, sub-cuerdas, amortiguadores y otros.

1. La elaboración del PMP facilita el orden de ingreso de pedidos por el cuello de botella, según la prioridad que tenga éste, el pedido con mayor prioridad será aquel cuya fecha de entrega se encuentre más próxima, evitando alterar
2. Una vez ordenado los pedidos según la prioridad, la programación inicia en función del diagrama de análisis del proceso de cada producto pedido. Con dicho diagrama determinar la longitud de las respectivas cuerdas y sub cuerdas, adicional a esta información la cantidad de bandas por lote.
3. Con el valor en tiempos de cada cuerda y sub cuerda, la subordinación de los respectivos puestos de trabajo, esto para mantener la ideología en cada puesto de que, si no se tiene que hacer no se haga nada, por el contrario si existe que hacer hacerlo lo más rápido posible, o detener la operación en curso e iniciar otra operación según sea el caso.

4. El plan maestro debe ser reajustado cada turno para ir excluyendo los lotes terminados e ir añadiendo los lotes que inician el proceso de acabado.

El modelo del PMP debe contener:

Tabla 6.6.2 (a): PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN.

Plan maestro de producción							
Centro de pigmentado							
Fecha	Hora	Código/lote	Nº bandas	Tipo	Artículo/producto	Proceso	Observación
18nov	14:00	1679/1689	300	A	San marino	Apresto	1:15 min
18nov	15:15	---	---	---	---	Calibración	15 min
18nov	15:30	1721	130	A	Mocasín	Laca mate	43 min
18nov	16:13	---	---	---	---	Calibración	15 min
18nov	16:28	1699	90	B	Gambier	Apresto	21 min

C
U
E
R
D
A

La primera operación del proceso de acabado corresponde al lijado, considerando el tamaño de la cuerda se puede programar el centro de lijado y a su vez la liberación de material.

Centro de lijado							
Fecha	Hora	Código/lote	Nº bandas	Tipo	Artículo/producto	Proceso	Observación
17nov	16:36	1679/1689	300	A	San marino	Lija carne	2:13 min
18nov	12:31	1699	90	B	Gambier	Lija carne	0:40 min

Fuente: Autor de la Tesis.

La cuerda del San Marino es de 20:27 horas y la cuerda del Gambier es de 3:00 horas a estos valores se le suma el valor del buffer o amortiguador de cuello de botella que es de 0:57 horas, para un resultante de 21:24 horas para el san marino y 3:57 horas para el Gambier, por ende el material debe ser liberado 21:24 horas y 3:57 horas antes respectivamente. De igual forma para cada uno de los respectivos pedidos.

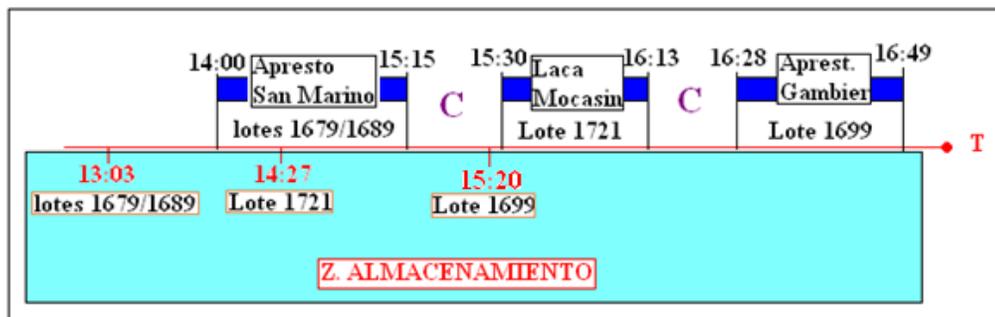


Figura 6.6.2 (a): Llegada de los Lotes a la Zona de Almacenaje.

Fuente: Autor de la Tesis.

El control de la producción con gestión de amortiguadores debe realizarse bajo supervisión visual en la zona de almacenaje, ubicando los lotes que debieron llegar a la zona en el tiempo estimado de 57 min que corresponde al buffer.

Si aún no han llegado a la zona de almacenaje, se debe determinar en qué operación se encuentra y estipular qué porcentaje del buffer se ha consumido, según este dato se tomarán las respectivas correcciones.

6.7 Consideraciones finales y futuras.

Muchas de las demoras por esperas se generan cuando un pedido tiene que esperar hasta que el recurso cuello de botella esté disponible.

Durante cada turno en la sección de acabado se procesan (n) artículos y mientras mayor sea el porcentaje de utilización del recurso restrictivo por dichos artículos, mayor será el tiempo que otro pedido debe pasar en cola esperando ser procesado por el cuello de botella.

El Plan Maestro de Producción debe considerar que artículos con mayor porcentaje de utilización de la restricción son quienes generan tiempos CT más largos en otros pedidos, estos productos con alto porcentaje de utilización se caracterizan porque las operaciones que se realizan en el cuello de botella son consecutivas, y generalmente

una vez que dichos artículos entran al cuello de botella no salen hasta la última operación de pigmentado, mismas que están entre 4 y 11 operaciones consecutivas.

Por el contrario los artículos con menor porcentaje de utilización de la restricción son aquellos cuyas operaciones que requieren en uso de la restricción, se realizan de forma intermitente desde 1 a 3 operaciones, en estos intervalos de una operación a otra es donde se generan las sub-cuerdas.

Es donde se producen los tiempos de esperas; cuando un artículo llega por una sub cuerda al cuello de botella y debe esperar hasta que el recurso esté disponible, dichas esperas dependen del artículo en proceso, si es de menor porcentaje de utilización, el tiempo de espera será menor, por el contrario si está en proceso un artículo con alto porcentaje de utilización el tiempo de espera será mayor.

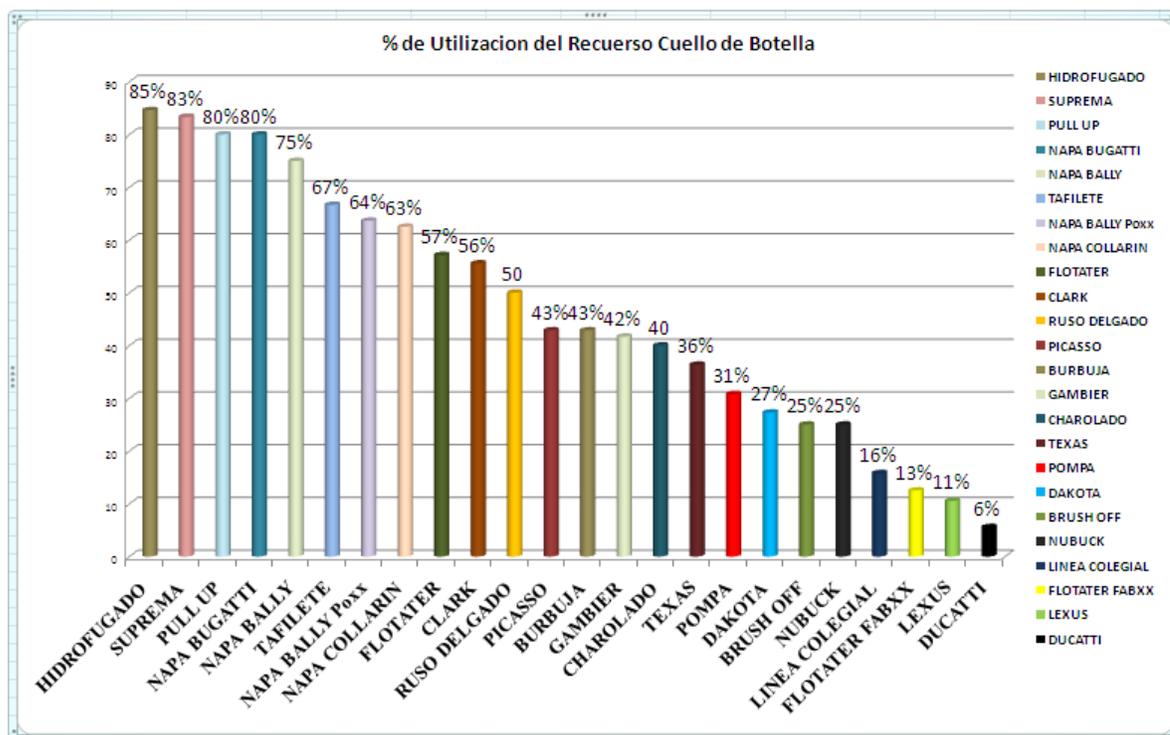


Figura 6.7 (a): Utilización de la Restricción según Productos/Artículos.

Fuente: Autor de la Tesis.

La forma ocasional en la que estos múltiples artículos tienen que pasar por el cuello de botella se define según la prioridad que exista sobre dicho pedido, artículos con fecha de entrega más próximo o fechas de entregas tardes (atrasos), tienen la prioridad para ser procesados por el cuello de botella.

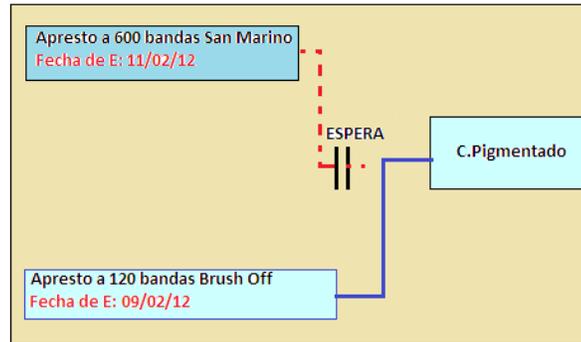


Figura 6.7 (b): Prioridad de Fabricación en la Restricción.
Fuente: Autor de la Tesis.

De llegar a existir igual prioridad en fechas de entrega, o fechas lejanas, la prioridad para pasar por el cuello de botella la tendrá el artículo o producto con menor número de operaciones en el cuello de botella, esto siempre y cuando la operación siguiente (del producto con menor número en el (C.B) sea en un centro diferente al del pigmentado.

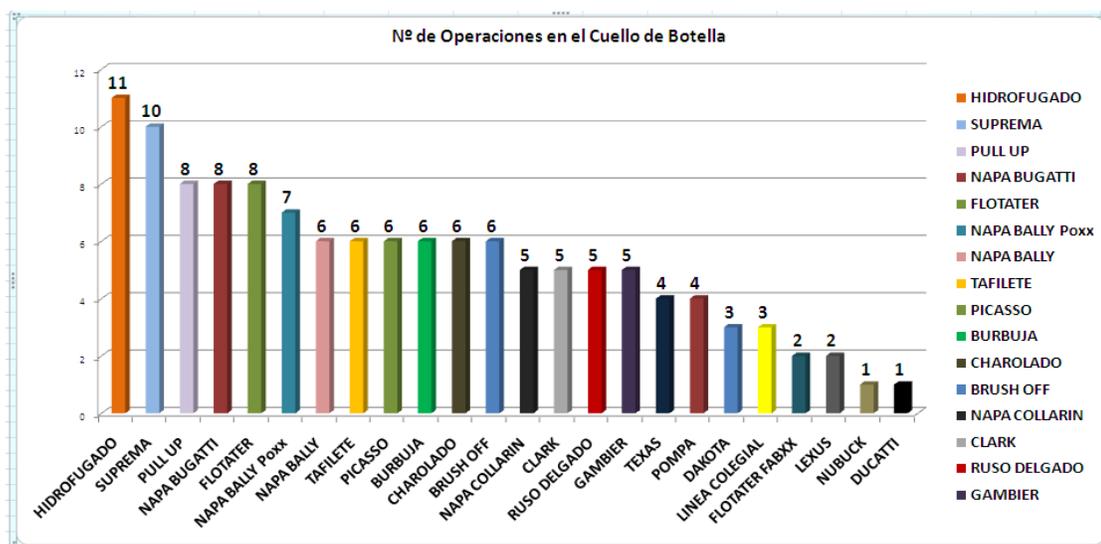


Figura 6.7 (c). Numero de operaciones de la Restricción según Productos/Artículos.
Fuente: Autor de la Tesis.

Es decir si el cuello de botella está iniciando el proceso para un lote de bandas floater y llega al centro un lote de bandas ducatti, se le dará prioridad a este último por tener menor número de operaciones. Ya que es mucho más factible que el lote de floater sufra una espera equivalente a procesar (1) una sola operación para el lote de ducatti, a que el lote de ducatti se detenga con un tiempo de espera equivalente a procesar las 8 operaciones del lote de floater y así para los respectivos casos y combinaciones de pedidos a fabricar de esta forma se pretende disminuir los tiempos de esperas, un buen control de esta regla permitirá establecer el tiempo controlado en que un lote estará en espera.

El centro de pigmentado, no solo es el centro con mayor carga de producción, sino también aquel recurso con mayor participación en el proceso productivo de la mayoría de los artículos o productos, a pesar de ser un recurso utilizado en un alto porcentaje por los artículos producidos, éste operaba al 61,5% de la jornada, todo esto lo convirtieron en la restricción física del sistema productivo en la sección de acabados, como resultado a esta tentativa los directivos de la empresa buscaron en la TOC el método para obtener mejores resultados, y desde sus primeras intervenciones se logró una eficiencia máxima en el centro de pigmentado del 80% de la jornada, y un aumento de la producción de 6,62 pedidos/turno a 10,56 pedidos/turno.

Adicional a todo esto los directivos planean la adquisición de una nueva máquina Pigmentadora, para aumentar la capacidad del centro de pigmentado y como complemento a esta labor la propuesta del sistema DBR.

CAPITULO VII.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 Conclusiones.

- Se realizó el diagnóstico de la empresa, las principales variables detectadas están en el Área de Acabados. Y son el talento humano y el tiempo de ciclo C.T, Así como las restricciones son; el Centro de Pigmentado, y la planificación o programación de la producción.

Tabla 7.1 (a). Identificación de la Restricción.

Centros		Vacío	Lijas	Roller	Pigmentado	Plancha hidráulica	Plancha continua
Ho/mes		512	1024	1024	512	1024	512
CARGA	1	Tope	Flor	Impregnado	Resina	Tope	Grabado
	2	Vacío	carne	Cera	Apresto	Grabado	
	3			Fondo	Fondo		
	4			Stuco	Laca		
	5			Resina	Tacto		
	6			Cera	Anilina		
	7			Charolina	Puente		
Capacidad pasadas/hora		114 pasadas/hora	288 pasadas/hora	322 pasadas/hora	232 pasadas/hora	204 pasadas/hora	151 pasadas/hora

Fuente: Autor de la Tesis.

Los centros con mayor carga de trabajo son el centro de pigmentado y el centro de Roller, pero de estos dos, el centro de pigmentado tiene menor capacidad de producción y menor horas disponibles por mes para cumplir con dicha carga de trabajo, convirtiendo a este Centro en la restricción física del sistema

- Se realizó el análisis de movimiento para optimizar el proceso de acabado, la principal falencia se encontró en el talento humano, y es la falta de funciones específicas de cada uno, habiendo designado funciones a cada operario se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 7.1 (b). Disminución del Tiempo de Demoras en el Centro de Pigmentado.

		Antes de TOC	Con TOC	Mejora
Tareas	Grado	Tiempo/Turno	Tiempo/Turno	Tiempo/turno
Transporte de bandas	2	1:10	0:01	1:09
Preparación de mezclas	2	0:16	0:01	0:15
Transporte de mezclas	2	0:04	0:01	0:03
Esperas	2	0:12	0:05	0:07
Cambio de turno	2	0:03	0:00	0:03
TOTAL		1:45	0:08	1:37

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 7.1 (c). Optimización en el Centro de Pigmentado.

		Antes de TOC	Con TOC
Tareas	Grado	Tiempo/Turno	Tiempo/Turno
EFICIENCIA DE LA RESTRICCIÓN		61,57%	80,69%
Operación	1	4:56	6:27
Coger color	1	0:40	0:32
Limpieza de pistolas	1	0:14	0:34
Mantenimiento	1	0:12	0:00
Inspección	1	0:05	0:00
Calibración	1	0:04	0:16

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 7.1 (d). Satisfacción del Cliente.

PEDIDOS	1° Mes Antes de TOC	Mes - Aplicación Del TOC.	1° Mes con TOC.	2° Mes con TOC.
Cantidad de Pedidos	490	468	486	465
A tiempo	363 (82%)	329 (77%)	409 (84%)	372 (80%)
Antes de tiempo	---	---	---	---
Retrasos	86 (18%)	106 (25%)	77 (16%)	93 (20%)
Turnos Requeridos	66	68	60	44
Productividad (Pedidos/turno)	6,62 Pedidos/Turno	6,88 Pedidos/Turno	8,1 Pedidos/Turno.	10,56 Pedidos/Turno

Fuente: Autor de la Tesis.

- Se Realizo el Análisis y control de Tiempos para las principales maquinas de la sección de acabado, teniendo así el tiempo T.T por cada banda en los respectivos puestos. Para poder determinar el tiempo de ciclo nominal C.T.

Tabla 7.1 (e). Tiempos de operación por Centro de Trabajo en la sección de Acabado.

MAQUINAS (Puestos)	PROCESO	T.T=T+T1 segundos	(T.T) 90 BANDAS Minutos	(T.T) 120 BANDAS Minutos
LIJAS	lija	26,51	39,765	53,02
ROLLER	Impregnado	38,62	57,93	77,24
	Stuco	22,33	33,495	44,66
	Fondo	25,63	38,45	51,26
PLANCHA HIDRÁULICA	Tope 1 (seg)	27,28	40,92	54,56
	Grabado 3 (seg)	35,28	52,92	70,56
	Grabado 5 (seg)	43,28	64,92	86,56
P. CONTINUA	planchado	19,53	29,30	39,06
TOMBONI	Apresto	11,67	19,50	25,34
	Laca	15,35	26,53	33,32
	Resina	17,32	28,48	37,14

Fuente: Autor de la Tesis.

Con este tiempo T.T se puede determinar el tiempo tipo que requerirá un lote de (n) número de bandas según sea el pedido, para cada puesto según el diagrama de Análisis de Proceso. Teniendo así que el tiempo del ciclo nominal para la línea colegial es:

Tabla 7.1 (f). Valoración del tiempo de Ciclo CT nominal, para un lote de 120.

Producto / Artículo	CT (Nominal) min	CT (Nominal) horas
San Marino	1760	29:33
Mocasín		
Industrial		
Colegial		

Fuente: Autor de la Tesis.

- Se realizó la Propuesta del sistema DBR mediante El plan Maestro de Producción en el Tambor (Centro de Pigmentado), unirla al Plan Maestro a la primera Operación (centro de Lija) mediante la utilización de las respectivas cuerdas, según el producto y número de bandas por cada lote, y administrar la producción mediante la gestión de amortiguadores en la Zona de Almacenaje.

Tabla 7.1 (g). Valoración de los amortiguadores.

Amortiguadores	Estimación de Tiempo (horas)	observación
A. Alimentación	0:57	---
A. Cuello de botella	0:57	---
A. Recurso	0:26	Simultáneamente con la última mano de pigmentado en antes de ir a la Plancha.
A. Proyecto	Σ de amortiguadores	---

Fuente: Autor de la Tesis.

Tabla 7.1 (h). Plan Maestro de Producción.

Plan maestro de producción							
Centro de pigmentado							
Fecha	Hora	Código/lote	Nº bandas	Tipo	Artículo/producto	Proceso	Observación
18nov	14:00	1679/1689	300	A	San marino	Apresto	1:15 min
18nov	15:15	---	---	---	---	Calibración	15 min
18nov	15:30	1721	130	A	Mocasín	Laca mate	43 min
18nov	16:13	---	---	---	---	Calibración	15 min
18nov	16:28	1699	90	B	Gambier	Apresto	21 min

C
U
E
R
D
A

La primera operación del proceso de acabado corresponde al lijado, considerando el tamaño de la cuerda se puede programar el centro de lijado y a su vez la liberación de material.

Centro de lijado							
Fecha	Hora	Código/lote	Nº bandas	Tipo	Artículo/producto	Proceso	Observación
17nov	16:36	1679/1689	300	A	San marino	Lija carne	2:13 min
18nov	12:31	1699	90	B	Gambier	Lija carne	0:40 min

Fuente: Autor de la Tesis.

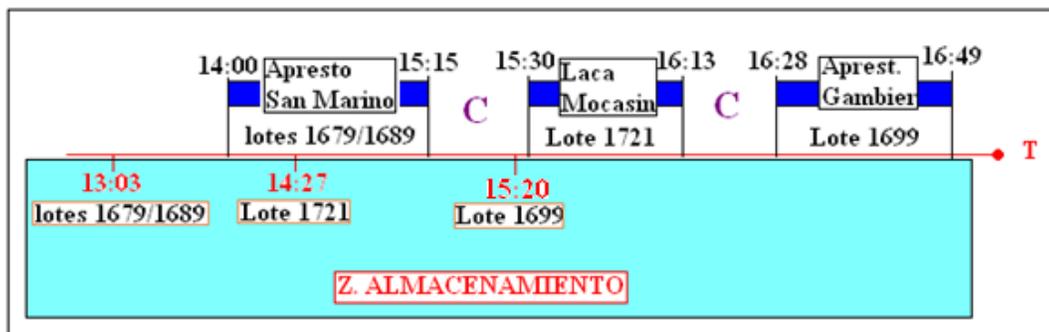


Figura 7.1 (a): Llegada de los lotes a la zona de almacenaje.

Fuente: Autor de la Tesis.

7.2 Recomendaciones.

- Monitorear constantemente, el avance progresivo de la eficiencia del Centro de Pigmentado así como del tiempo del ciclo de los diversos productos.
- Evitar la inercia y continuar con la metodología TOC, logrando así el proceso de mejora continua.
- Controlar que cada operario cumpla a cabalidad con las hojas de actividades, ya que éstas están diseñadas, para mantener la más alta eficiencia posible del Centro de Pigmentado.
- Una vez que el lote llegue a cada centro, éste debe ser procesado lo más rápido posible, si por el contrario no llega un lote al centro evitar procesar lotes que incidan en el excesivo inventario.
- Con el tiempo T.T de los respectivos procesos y según el número de bandas del pedido o lote determinar el tiempo de ciclo nominal, para cada lote o pedido.
- Controlar frecuentemente los tiempos de operación, para lograr cumplir que los pedidos o lotes lleguen a la restricción “Centro de pigmentado”, según se muestre en el Plan maestro de Producción.
- Realizar el Plan Maestro de Producción, considerando que en este Centro, por ser la Restricción tangible del sistema, se debe obtener el máximo posible de eficiencia, para ello de ser posible planificar la producción agrupando los lotes o pedidos, de tal modo que pasen por Centro con igual mezclas y con la misma calibración, de este modo se disminuirá la frecuencia de calibración y aumentará la eficiencia de la restricción.
- Monitorear constantemente la zona de almacenamiento, y controlar que porcentaje del buffer ya ha sido consumido, si se ha consumido una gran parte del buffer controlar que el proceso para dichos lotes o pedidos se realice sin contratiempo alguno, para que pueda llegar a la restricción “Centro de Pigmentado”, según indique el Plan Maestro de Producción.