ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA REMODULARSA S.A MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC)

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGÍSTER (MSc.) EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD

ANDREA CATALINA GARCÍA ERAZO

DIRECTOR: Ing. FAUSTO ERNESTO SARRADE DUEÑAS, MSc.

Quito, febrero 2020

© Escuela Politécnica Nacional (2020)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Andrea Catalina García Erazo, declaro que el trabajo aquí escrito es de mi total autoría y que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en la ley de propiedad intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ing. Andrea Catalina García Erazo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Ing. Andrea Catalina García Erazo, bajo mi supervisión.

Ing. Fausto Ernesto Sarrade Dueñas Msc.
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de cumplir este sueño.

A mi esposo y a mi querido hijo por ser el pilar fundamental de mi vida y por motivarme día a día a ser mejor.

A mi Madre por ser la persona que me motivó a continuar siempre hacia adelante y por apoyarme en todas las circunstancias.

Al Ing. Fausto Sarrade por su motivación y ayuda prestada para desarrollar este proyecto.

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño para mi hijo Josué Martín, quien ha sido mi fortaleza en los momentos difíciles y quien me ha enseñado que la felicidad verdadera existe. Te amo mi Príncipe hermoso, este logro es para ti porque me acompañaste a cumplirlo desde que estuviste en mi barriguita, hasta hoy que lo festejas junto a mí.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

RESUMEN **IX**

INTRODUCCIÓN **X**

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA **1**

1.1 TEORÍA DE RESTRICCIONES **1**

1.1.1 PRE-REQUISITOS DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES 2

1.1.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA TOC 2

1.1.2.1 Balancear el flujo 3

1.1.2.2 La utilización y activación de recursos no son sinónimo 3

1.1.2.3 El nivel de utilización de un recurso no restrictivo no es determinado por su propio potencial y sí por otra restricción del sistema. 3

1.1.2.4 Una hora perdida en un recurso restrictivo es una perdida en todo el sistema de la empresa. 4

1.1.2.5 Una hora economizada en un recurso no restrictivo es apenas una alucinación 4

1.1.2.6 Los cuellos de botella gobiernan la ganancia y el inventario 4

1.1.2.7 El lote de procesos debe ser variable 4

1.1.2.8 Analizar todas las restricciones simultáneamente 4

1.1.3 RESTRICCIÓN 5

1.1.4 TIPOS DE RESTRICCIONES 5

1.1.4.1 Restricciones físicas: 5

1.1.4.2 Restricciones de políticas: 6

1.1.5 PROCEDIMIENTO DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES 6

1.1.6 BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS TOC 8

1.2 HERRAMIENTAS DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES **8**

1.2.1 METODOLOGÍA DEL PROCESO DE PENSAMIENTO 8

1.2.2 METODOLOGÍA DRUM-BUFFER-ROPE (TAMBOR-BUFFER-CUERDA) 10

1.2.3 PRODUCTIVIDAD 12

1.2.3.1 Medición de la productividad 13

1.2.3.2 Métodos de medición de la productividad 13

1.2.3.3 Factores que restringen la productividad 14

1.2.3.4 Importancia de la productividad 14
1.2.4 MEDICIÓN DEL TRABAJO 15
1.2.4.1 Estudio de tiempos 15
1.2.4.2 El estudio de tiempos y los trabajadores 16
1.2.4.3 Etapas del estudio de tiempos 16
1.2.4.4 Tamaño de la muestra 17
1.2.4.5 Valoración del ritmo 18
1.2.4.6 Tiempo básico 20
1.2.4.7 Suplementos 20
1.2.4.8 Análisis de tiempo (tiempo tipo) 22

2. PARTE EXPERIMENTAL 24

2.1 ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS DE ABASTECIMIENTO, PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD 26
2.1.1 SISTEMA OPERATIVO DE ABASTECIMIENTO 27
2.1.2 SISTEMA OPERATIVO DE PRODUCCIÓN 27
2.1.3 SISTEMA OPERATIVO DE CONTROL DE CALIDAD 29

2.2 EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS DE ABASTECIMIENTO, PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE LA EMPRESA 29
2.2.1 PROCESO PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD 30

2.3 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS DE ABASTECIMIENTO, PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD 33

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 35

3.1 SISTEMAS OPERATIVOS DE ABASTECIMIENTO, PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD 35
3.1.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO 35
3.1.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN 36
3.1.2.1 Subproceso Corte: 36
3.1.2.2 Subproceso Laminado: 38
3.1.2.3 Subproceso Perforado: 39
3.1.2.4 Subproceso Partes y Piezas: 40
3.1.2.5 Subproceso Armado: 41
3.1.2.6 Subproceso de Ensamble: 41
3.1.2.7 Subproceso de Despacho: 42

3.1.3 SISTEMA DE CALIDAD 42

3.2 PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LA EMPRESA 44

3.2.1 PRODUCTIVIDAD ACTUAL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO 44

3.2.2 PRODUCTIVIDAD ACTUAL SISTEMA DE PRODUCCIÓN 45

3.2.3 PRODUCCIÓN ACTUAL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD 48

3.3 CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS 49

3.4 APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC) 51

3.4.1 META 52

3.4.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS RESTRICCIONES 53

3.4.3 EXPLOTAR LA RESTRICCIÓN 65

3.4.4 SUBORDINAR LOS PROCESOS A LA RESTRICCIÓN 66

3.4.5 ELEVAR LA CAPACIDAD DE LA RESTRICCIÓN 67

3.4.6 MEJORA CONTINUA 72

3.5 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO 73

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 78

4.1 CONCLUSIONES 78

4.2 RECOMENDACIONES 79

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 81

ANEXOS 84

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

TABLA 2.1. FORMATO PARA LA TOMA DE TIEMPOS 31

TABLA 3.1. RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA LÍNEA 1 DE PRODUCCIÓN 47

TABLA 3.2. RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA LÍNEA 1 DE PRODUCCIÓN 47

TABLA 3.3. PRODUCTIVIDAD TOTAL – LÍNEA 1 DE PRODUCCIÓN 48

TABLA 3.4. PRODUCTIVIDAD TOTAL – LÍNEA 2 DE PRODUCCIÓN 48

TABLA 3.5. CAPACIDADES DE LOS SUBPROCESOS 50

TABLA 3.6. INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD SUBPROCESO DE LAMINADO 77

TABLA 3.7. INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD SUBPROCESO DE ARMADO 77

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

FIGURA 1.1. PASOS PARA LA TEORÍA DE RESTRICCIONES 7

FIGURA 1.2. PROCESOS DE PENSAMIENTO 9

FIGURA 1.3. RELACIÓN DEMANDA - CAPACIDAD 11

FIGURA 1.4. NÚMERO DE CICLOS RECOMENDADOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS. 18

FIGURA 1.5. SUPLEMENTOS 22

FIGURA 1.6. CÓMO SE DESCOMPONE EL TIEMPO TIPO DE UNA TAREA MANUAL SIMPLE. 23

FIGURA 2.1. ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN 24

FIGURA 2.2. PRODUCTOS DE LA LÍNEA MADEVAL 25

FIGURA 2.3. PRODUCTOS DE LA LÍNEA MOVAL 26

FIGURA 2.4. TÉCNICAS DE MEDICIÓN DEL TRABAJO 32

FIGURA 3.1. ESQUEMA DE UN JOB 37

FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE SUBPROCESOS DE CORTE 38

FIGURA 3.3. CAPACIDAD REAL MÁXIMA DE LA LÍNEA 1 DE PRODUCCIÓN 50

FIGURA 3.4. CAPACIDAD REAL MÁXIMA DE LA LÍNEA 1 DE PRODUCCIÓN 51

FIGURA 3.5. ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL SUBPROCESO DE CORTE 54

FIGURA 3.6. ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL SUBPROCESO DE LAMINADO 55

FIGURA 3.7. ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL SUBPROCESO DE PERFORADO 56

FIGURA 3.8. ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL SUBPROCESO DE PARTES Y PIEZAS 57

FIGURA 3.9. ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL SUBPROCESO DE ARMADO 58

FIGURA 3.10. ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL SUBPROCESO DE ENSAMBLE 59

FIGURA 3.11. ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL SUBPROCESO DE CORTE 60

FIGURA 3.12. ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL SUBPROCESO DE CONTROL DE CALIDAD 61

FIGURA 3.13. DETALLE DEL ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA LÍNEA 1 DE PRODUCCIÓN 62

FIGURA 3.14. DETALLE DEL ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA LÍNEA 2 DE PRODUCCIÓN 63

FIGURA 3.15. PRIMERA FASE DE IMPLEMENTACIÓN DEL JIT 70

FIGURA 3.16. SEGUNDA FASE DE IMPLEMENTACIÓN DEL JIT 70

FIGURA 3.17. TERCERA FASE DE IMPLEMENTACIÓN DEL JIT 71

FIGURA 3.18. CUARTA FASE DE IMPLEMENTACIÓN DEL JIT 71

FIGURA 3.19. QUINTA FASE DE IMPLEMENTACIÓN DEL JIT 72

FIGURA 3.20. ELEMENTOS CASUALES CONSIDERADOS PARA EL SUBPROCESO DE LAMINADO 75

FIGURA 3.21. INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN SUBPROCESO DE LAMINADO 75

FIGURA 3.22. INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN SUBPROCESO DE ARMADO 76

FIGURA AI. 1. DIAGRAMA DE PROCESO EMPRESA REMODULARSA S.A 85

FIGURA AII. 1. COCINAS – LÍNEA MODERNA 86

FIGURA AII. 2. COCINAS – LÍNEA TRADICIONAL 86

FIGURA AII. 3. BAÑOS 87

FIGURA AII. 4. CLOSET Y WALK IN 87

FIGURA AII. 5. WALK IN PLUS Y DYNAMIK 87

FIGURA AII. 6. ACCESORIOS 88

FIGURA AIII. 1. PRODUCTOS MOVAL PARA COCINA 89

FIGURA AIII. 2. PRODUCTOS MOVAL PARA HOGAR 89

FIGURA AIV. 1. DETALLE DEL DESPIECE PARA EL LOTE DE PRODUCCIÓN 47 90

FIGURA AV. 1. FOTOGRAFÍA SUBPROCESO DE ABASTECIMIENTO 91

FIGURA AV. 2. FOTOGRAFÍA SUBPROCESO DE CORTE 91

FIGURA AV. 3. FOTOGRAFÍA SUBPROCESO DE LAMINADO 92

FIGURA AV. 4. FOTOGRAFÍA SUBPROCESO DE PERFORADO 92

FIGURA AV. 5. FOTOGRAFÍA SUBPROCESO DE PARTES Y PIEZAS 93

FIGURA AV. 6. FOTOGRAFÍA DE ALMACENAMIENTO DE PARTES Y PIEZAS 93

FIGURA AV. 7. FOTOGRAFÍA SUBPROCESO DE ARMADO 94

FIGURA AV. 8. FOTOGRAFÍA SUBPROCESO DE ENSAMBLE 94

FIGURA AV. 9. FOTOGRAFÍA SUBPROCESO DE DESPACHO 95

FIGURA AV. 10. FOTOGRAFÍA SUBPROCESO DE CONTROL DE CALIDAD 95

FIGURA AVI. 1 RESUMEN DEL ESTUDIO PARA LA LÍNEA 1 DE PRODUCCIÓN 96

FIGURA AVII. 1. RESUMEN DEL ESTUDIO PARA LA LÍNEA 2 DE PRODUCCIÓN 97

FIGURA AVIII. 1. EJEMPLOS DE RITMOS DE TRABAJOS EXPRESADOS SEGÚN LAS PRINCIPALES ESCALAS DE VALORACIÓN 98

FIGURA AIX. 1. DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA REMODULARSA S.A 99

ÍNDICE DE ANEXOS

PÁGINA

ANEXO I.
DIAGRAMA DE PROCESO DE REMODULARSA S.A 85
ANEXO II.
REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PRODUCTOS MADEVAL 86
ANEXO III.
REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PRODUCTOS MOVAL 89
ANEXO IV.
DESPIECE SEMANA 47 – LOTE 47 90
ANEXO V.
REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LOS SUBPROCESOS DE PRODUCCIÓN 91
ANEXO VI.
RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA 1 96
ANEXO VII.
RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA 2 97
ANEXO VIII.
ESCALAS DE VALORACIÓN PARA DEL RITMO 98
ANEXO IX.
DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN 99

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló una propuesta para mejoramiento de la productividad en el Departamento de Producción de la Empresa Remodularsa S.A mediante la aplicación de la teoría de restricciones. Debido a que la empresa no disponía de información de la productividad actual, se realizó un estudio de tiempos en los siguientes subprocesos: corte, perforado, laminado, partes y piezas, armado y control de calidad. Estos subprocesos fueron divididos en dos líneas de producción, agrupadas de la siguiente manera: línea de producción 1 con los subprocesos de corte, perforado, laminado y partes y piezas; línea de producción 2 con los subprocesos de partes y piezas, armado y control de calidad. El estudio arrojó que el cuello de botella de la empresa se encuentra en el subproceso de laminado; en el mismo, la productividad es de 0,56. Por otro lado, corte, presenta una productividad de 0,74. Durante el estudio de tiempos, se evidencia que actividades tales como daños de máquina y problemas de calidad, afectan drásticamente la productividad de los subprocesos. A partir de la información obtenida del estudio de tiempos, se realizó el análisis de capacidad de los 3 principales sistemas de la empresa: abastecimiento, producción y control de calidad. En la propuesta de mejora se indica que actividades tales como un correcto mantenimiento de las máquinas, inspecciones de calidad que no interrumpan las actividades del proceso y una adecuada planificación y stock de los insumos (tableros, lámina, canto, entre otras) permitiría incrementar la productividad del subproceso cuello de botella en aproximadamente un 79 %. Adicionalmente, se indica que Remodularsa S.A. debería aplicar la metodología *just in time* en todos sus procesos. Esto permitiría, entre otras cosas, reducir el inventario y mejorar la liquidez de la empresa.

INTRODUCCIÓN

La empresa Remodularsa S.A. es una empresa familiar dedicada a la fabricación de muebles para el hogar, su especialidad se encuentra en la fabricación de muebles de cocina, closets y baño. Como materia prima principal se utiliza aglomerado, el mismo que es procesado en diferentes áreas hasta que se obtiene el producto final. El proveedor principal de materia prima para la empresa es Novopan, empresa con la cual se mantienen buenas relaciones comerciales y se coordina activamente las entregas de productos. Los muebles están formados por los siguientes elementos: piezas melamínicas, accesorios y piezas lacadas o termolaminadas.

Actualmente existe alta competencia entre las empresas, quienes se han visto obligadas a elaborar sus productos de forma cada vez más eficiente y en el menor tiempo posible; esto se traduce en mejoras económicas, productos con mejor calidad y entregas a tiempo. El objetivo del presente trabajo es presentar una propuesta para el mejoramiento de la productividad en el departamento de producción mediante la aplicación de la Teoría de Restricciones.

El procedimiento que se ha utilizado, basado en la TOC, es el siguiente: 1) Identificación de la restricción: para poder conocer cuál es la restricción se efectuó el estudio de tiempos en los subprocesos de corte, laminado, perforado, partes y piezas, armado y control de calidad. Se realizaron 3 estudios, cada uno con 30 muestras de tal manera de garantizar la homogeneidad de los datos. Los datos que se muestran en la sección anexos corresponden al estudio 1. El resultado final del estudio de tiempos es la productividad de cada uno de los subprocesos.

Adicionalmente, y en base a los resultados obtenidos, se realizó el análisis de capacidad de los sistemas de abastecimiento, producción y control de calidad. Se obtuvieron tres resultados capacidad pico, capacidad efectiva y capacidad real máxima. 2) Explotar la restricción: se deben plantear alternativas para resolver las restricciones de los cuellos de botella siempre considerando la demanda u órdenes establecidas por el cliente. 3) Subordinar los procesos a la restricción: el resto de

subprocesos estarán guiados por el ritmo del cuello de botella. Los pedidos se liberarán a la velocidad del subproceso con menos recursos. 4) Elevar la restricción: Se indicarán alternativas para maximizar la disponibilidad de la restricción y 5) Después que el departamento de producción haya implementado la propuesta de mejoramiento, se deberá continuar con un proceso de mejora continua y empezar nuevamente con los pasos anteriormente descritos.

La propuesta para mejoramiento de la productividad que se plantea tiene como base en un estudio preliminar de las condiciones de la empresa. A partir de la información obtenida, se deberá mejorar para trabajar en aspectos como gestión del mantenimiento, calidad e inventario de materia prima. En términos generales, se espera que la productividad de la empresa se incremente en un 80% al finalizar la implementación de los cambios propuestos.

La hipótesis planteada en este trabajo, considera que, Aplicando la filosofía TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC), la empresa Remodularsa S.A incrementará la productividad en el sistema integral de producción de muebles cumpliendo con los objetivos que se detallan a continuación:

- Análisis los sistemas operativos de abastecimiento, producción y control de calidad de la empresa.
- Evaluación la productividad actual en los sistemas operativos de abastecimiento, producción y control de calidad de la empresa.
- Análisis la capacidad de los sistemas operativos de abastecimiento, producción y control de calidad.
- Diseño la propuesta de mejoramiento para el departamento de producción.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 TEORÍA DE RESTRICCIONES

La teoría de Restricciones TOC es una metodología basada en un pensamiento sistemático. La Teoría de las Restricciones fue introducida en 1984 en el libro The Goal. (Goldratt, 1993, p.15).

Además, la TOC es una metodología de gestión, con el propósito de mejorar la productividad de las empresas, mejorar su eficiencia y ganar dinero. Los principales objetivos de la TOC son:

- Maximizar las ventas.
- Reducir los inventarios, esto reduce el costo de los materiales en la planta.
- Minimizar los gastos operativos.

Las empresas que utilizan la Teoría de Restricciones como herramienta para el mejoramiento continuo de sus procesos consiguen fortalecer su competitividad a nivel de calidad, servicio al cliente y bajo costo; logran también la reducción en el tiempo de entrega, mejora en el cumplimiento de las fechas de entrega, reducción en los inventarios, incremento de las ventas y el incremento de las utilidades netas (Morales, 2006, p.20).

La TOC tiene su origen en la programación lineal, usada inicialmente en un ambiente de fábrica.

Cada sistema debe tener al menos una restricción. Si esto no fuera cierto, entonces un sistema real como una organización con fines de lucro, podría obtener ganancias ilimitadas. Por lo tanto, una restricción es: “cualquier cosa que limita a un sistema para lograr un mayor desempeño con respecto a su meta” (Goldratt, 1988, p. 453).

La teoría de las Restricciones, TOC es una metodología administrativa encaminada mejorar el funcionamiento de los sistemas de gestión de las organizaciones (Fernández, 2000, p.200).

La Teoría de Restricciones se desarrolla en procesos de pensamiento, así como en aplicaciones a distintas áreas entre las cuales se distinguen la producción, finanzas, administración de proyectos, marketing, ventas, sistemas de distribución, recursos humanos, entre otros (Herrera, 2003, p122).

1.1.1 PRE-REQUISITOS DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

Para implementar la teoría de restricciones es necesario cumplir con los prerrequisitos básicos que nos permiten realizar el proceso: (Krajewski, 2000, p.258)

a) Los altos directores de toda la organización deben contar con un compromiso gerencial la implementación y mantenerlo alinear sus políticas y estrategias corporativas para dar cumplimiento.

b) Todos los recursos deben estar comprometidos con el cambio de metodología en la organización.

c) La capacitación al personal operativo, se debe implementar de forma permanente la capacitación de los recursos involucrados, debido a que las nuevas herramientas van a requerir de trabajo y esfuerzo adicional hasta que no sean conocidas.

1.1.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA TOC

Los principios de la TOC se aplican cuando existen cuellos de botella que devienen en restricciones en el corto plazo. (Gaudino, 2000, p.9)

Existen varios principios básicos bajo los cuales se ha desarrollado la Teoría de las Restricciones:

1.1.2.1 Balancear el flujo

Implica trabajar como punto de partida tomando en cuenta los cuellos de botella, es decir los puntos donde los recursos utilizados limitan el flujo de la empresa. Al balancear el flujo de una empresa se produce efectos directos sobre los niveles de inventario, materias primas y productos terminados; afectando de forma directa la meta de la empresa debido a que tienen incidencia sobre su utilidad (Aguilera, 2002, p. 61).

Un recurso es considerado como una unidad de capacidad productiva. (Prado, 1992, p.17).

1.1.2.2 La utilización y activación de recursos no son sinónimo

La utilización de recursos se define con el uso de recursos no restrictivos. Los recursos no restrictivos son aquellos que no son considerados como cuellos de botella, en relación superior al requerido por aquellos recursos que sí son restrictivos y que forman parte del cuello de botella (Aguilera, 2002, p. 61).

1.1.2.3 El nivel de utilización de un recurso no restrictivo no es determinado por su propio potencial y sí por otra restricción del sistema.

Este principio nos indica que cada recurso con capacidad limitada y demanda de mercado, constituyen los parámetros fundamentales para el gerenciamiento de las restricciones. Por tanto, la utilización de la fábrica debe estar basada en el flujo que se pueda absorber del mercado y en la correcta optimización de los cuellos de botella internos (Aguilera, 2002, p. 63).

1.1.2.4 Una hora perdida en un recurso restrictivo es una perdida en todo el sistema de la empresa.

La TOC siempre hace referencia a la identificación oportuna de los recursos restrictivos ya que su optimización puede mejorar de forma directa la eficacia de la empresa. Cualquier tiempo que sea perdido en un cuello de botella tiene un impacto directo sobre la empresa, su proceso y utilidad (Aguilera, 2002, p. 63).

1.1.2.5 Una hora economizada en un recurso no restrictivo es apenas una alucinación

El tiempo que se pueda economizar en los recursos restrictivos no conduce el aumento del tiempo total disponible dentro del proceso productivo. Se recomienda que todos los recursos no restrictivos trabajen de forma sincronizada acorde a los cuellos de botella para mantener un flujo continuo (Aguilera, 2002, p. 64).

1.1.2.6 Los cuellos de botella gobiernan la ganancia y el inventario

Al tener un aumento en los productos que se encuentran en proceso, existe un incremento en el inventario y esto no permite que mejore el flujo del sistema de la empresa. Si el inventario se acumula en los cuellos de botella del proceso, se desvirtúa la aplicación de justo a tiempo y puede afectar directamente los resultados en la utilidad (Aguilera, 2002, p. 64).

1.1.2.7 El lote de procesos debe ser variable

La teoría de las restricciones apoya la idea de trabajar en su mayoría con lotes variables entre las operaciones productivas, tomando en cuenta que todas las operaciones individuales presentan características específicas (Aguilera, 2002, p. 65).

1.1.2.8 Analizar todas las restricciones simultáneamente

Al analizar de forma simultánea todas las restricciones del sistema, se puede optimizar los tiempos de espera y crear un análisis que permita mejorar todo el proceso y en conclusión la meta final de la empresa (Aguilera, 2002, p. 65).

1.1.3 RESTRICCIÓN

Una restricción, es aquello que impide a una organización alcanzar el más alto desempeño en relación a su meta principal.

A las restricciones en un proceso productivo, se los conoce como cuellos de botella. Los cuellos de botella hacen referencia a diferentes actividades que disminuyen la velocidad de los procesos, incrementan los tiempos de espera y reducen la productividad, trayendo como consecuencia final el aumento de costos.

La Restricción no es sinónimo de recurso escaso. Es imposible tener una cantidad infinita de recursos. (Pisco, 2006, p.29).

Los cuellos de botella que determinan la salida de producción son llamados tambores (Drums), debido a que estos son los que determinan la capacidad de producción del proceso.

Es fundamental resaltar que que la noción previa de que "más es mejor" es correcta solo para las restricciones, pero no es correcta para la gran mayoría de otros elementos del sistema. (Cox III, Schleir, 2010, pag. 43).

1.1.4 TIPOS DE RESTRICCIONES

Existen dos tipos de restricciones principales:

1.1.4.1 Restricciones físicas:

Se refieren al mercado, al sistema de manufactura que involucra máquinas, personal, instalaciones, y la disponibilidad de sus insumos.

1.1.4.2 Restricciones de políticas:

Se encuentran atrás de las físicas y hacen referencia a las políticas, procedimientos, sistemas de evaluación y conceptos generales.

1.1.5 PROCEDIMIENTO DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

Los métodos para gestionar de la forma más eficaz los procesos y los recursos no dependen del tipo de organización (productos y/o servicios), ya que son básicamente los mismos (Goldratt, 2004, p.106).

El desempeño de cualquier cadena de valor está dictado por su restricción. Por tanto, los pasos para maximizar el desempeño de una cadena de valor o producción son:

1. Identificar la restricción. La restricción será siempre un recurso restringido de capacidad, es decir que su capacidad es igual o menor a su demanda. En este paso, lo importante es realizar un análisis de todo el proceso de producción para determinar cuál es el proceso o actividad que se encuentra limitando la producción.

2. Decidir cómo explotar la restricción. Al conocer la restricción de nuestro proceso, y saber que nuestra capacidad se encuentra limitada por ella, se debe definir de manera oportuna y lógica el método que permitirá maximizar el uso del recurso restrictivo, de esta forma el rendimiento de producción será más elevado.

3. Subordinar y sincronizar todo lo demás con las decisiones anteriores. Esto implica que todos los recursos que no son restrictivos trabajen para el recurso restrictivo de capacidad.

4. Elevar el rendimiento de la restricción. Incrementar la capacidad del recurso restrictivo de alguna forma, ya sea con un mantenimiento preventivo, capacitación, entre otras, permitirá que la capacidad del proceso también se incremente. Esta etapa no puede llevarse a cabo si no se ha realizado los pasos anteriores puesto que empeoraría la situación productiva y se pueden generar más recursos restrictivos.

5. Si en cualquiera de los pasos anteriores la restricción se ha desplazado, vuelva al paso 1. Se busca un mejoramiento continuo y permanente de la organización, por tanto, se debe identificar una nueva restricción o a la vez monitorear que la restricción actual no ha cambiado.

Estos 5 pasos de TOC proporcionan la base para muchas soluciones genéricas de TOC, debido a que incluyen la gestión de procesos, inventario, cadenas de suministro, desarrollo de productos y proyectos, personal y toma de decisiones. Los pasos descritos para este proceso se pueden resumir en la Figura 1.1 (Kofman, 2007, p.242):

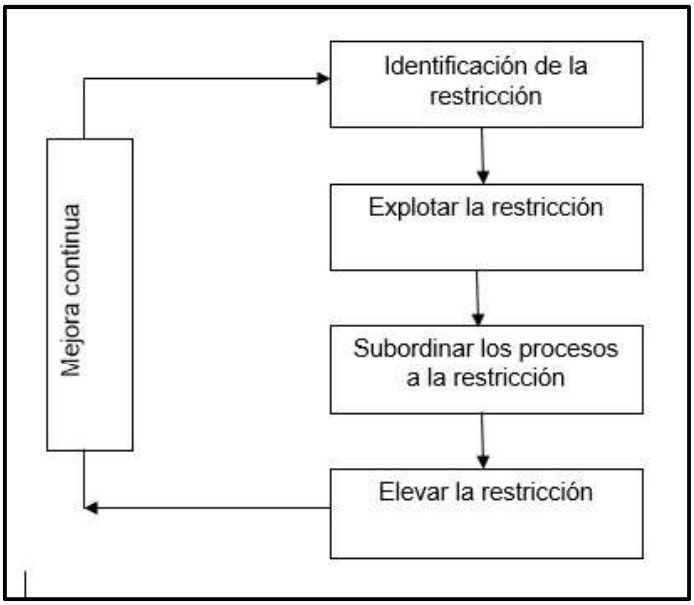

Figura 1.1. Pasos para la Teoría de restricciones
(Kofman, 2007, p.242)

1.1.6 BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS TOC

La aplicación de la teoría de las restricciones siempre traerá consigo importantes beneficios para la empresa, dentro de los cuales se puede resaltar:

- Cumplimento de fechas de entrega en producción.
- Maximizar las ventas y asegurar la participación en el mercado.
- Reducción del tiempo de entrega de los productos terminados.
- Reducción del inventario.
- Incrementar la producción con los mismos recursos.
- Crecimiento sostenible y significativo de las utilidades.

1.2 HERRAMIENTAS DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

La teoría de restricciones se basa en dos componentes principales, el primero es el que apunta su filosofía que consiste en cinco etapas de enfoque de mejora continua, una metodología de planeación conocida como Drum-Buffer-Rope (Tambor-Buffer-Cuerda) y el sistema de gestión de buffers, que usualmente se refiere como el paradigma de logística. El segundo componente de Teoría de restricciones es un enfoque genérico para investigar, analizar y resolver problemas complejos, conocido como Thinking Process (proceso de pensamiento). Adicional a estos componentes, se establecen nuevos indicadores que son un tanto diferentes al sistema tradicional de contabilidad de costos.

1.2.1 METODOLOGÍA DEL PROCESO DE PENSAMIENTO

En el mundo empresarial existen dos grandes pensamientos que rigen a las organizaciones, uno cartesiano y otro sistémico. El cartesiano enfoca sus esfuerzos en maximizar el rendimiento individual de cada proceso, debido a que se pone en peligro el objetivo principal de la organización. El pensamiento sistémico busca un balance donde todos los procesos interactúan entre sí, para logra un objetivo en

común, y para esto, los procesos deben alcanzar su máximo desempeño para obtener buenos resultados en el sistema (Castaño y Hernández, 2013, p.24)
En la actualidad, las organizaciones deben ser analizadas a través de un pensamiento con visión sistémica, donde una organización se compone de subsistemas y estos a la vez forman parte un sistema mayor. La teoría de restricciones adopta el concepto de cadena de suministro (supply chain) como parte de su metodología, para entender mejor el sistema y establecer los problemas críticos del mismo.

Para aplicar esta metodología se utilizan diagramas lógicos, que se establecen a partir de diagramas causa – efecto. Estas herramientas permiten dar solución a los problemas que dan una respuesta lógica y sistémica a preguntas tales como las siguientes: ¿Qué cambiar? ¿Hacia qué cambiar? y ¿Cómo provocar el cambio? (Castaño y Hernández, 2013, p.25)

En la Figura 1.2. se muestran los procesos de pensamiento:

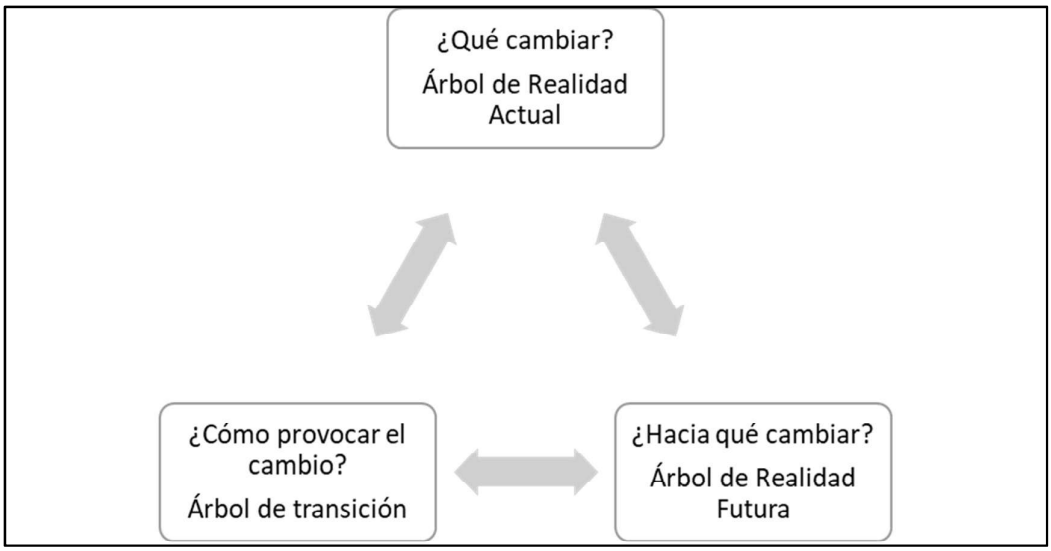

Figura 1.2. Procesos de pensamiento
(Castaño y Hernández, 2013, p.25)

1.2.2 METODOLOGÍA DRUM-BUFFER-ROPE (TAMBOR-BUFFER-CUERDA)

Drum Buffer Rope (DBR) es una herramienta de planificación, programación y ejecución de la producción de un producto o servicio, que se deriva de la teoría de restricciones (Woeppel M. 2008, p.1)

- El Drum (tambor), hace referencia a los cuellos de botella (recursos restringidos) que marcan el paso de toda la organización. El "tambor" siempre marcará la velocidad de producción de toda la planta.
- El Buffer (amortiguador), es el amortiguador para inventario, como factor limitante. Este amortiguador protegerá al throughput de la planta de cualquier evento que se produzca en los demás factores o procesos que no son cuellos de botella.
- El Rope (cuerda), es la cuerda que relaciona el tiempo de preparación y ejecución necesarias para ejecutar todas las operaciones del tambor (cuello de botella) sumado el tiempo del amortiguador.

El método DBR (Drum-Buffer-Rope) mejora la eficiencia de la cadena de suministros asegurando que la empresa funcione a la máxima velocidad posible con el mínimo de inventarios y que permita cubrir demandas inesperadas.

La hipótesis fundamental de DBR indica que dentro de cualquier planta de producción hay uno o más números limitados de recursos escasos que controlan toda la producción de la planta. Este es el "tambor", quien marca el ritmo de los demás recursos.

Para maximizar la salida del sistema, la producción, esta herramienta de planificación, se enfoca en la explotación del tambor, protegiéndolo contra la interrupción mediante el uso de "temporizadores", y de esta manera poder subordinar los demás recursos y decisiones a la actividad del tambor, a través de un mecanismo similar a una "cuerda".

Al mirar la carga versus la capacidad de una planta, se lo debe realizar de forma individual; es decir, por centros de trabajo. Por ejemplo, en la Figura 1.3. se puede observar que la mayoría de centros tienen capacidad adicional, sin embargo, el centro de trabajo 3 está completamente cargado y ya no puede aceptar más trabajo.

Es decir, que el estado real de la planta es que su producción está llena y no puede realizar más trabajo.

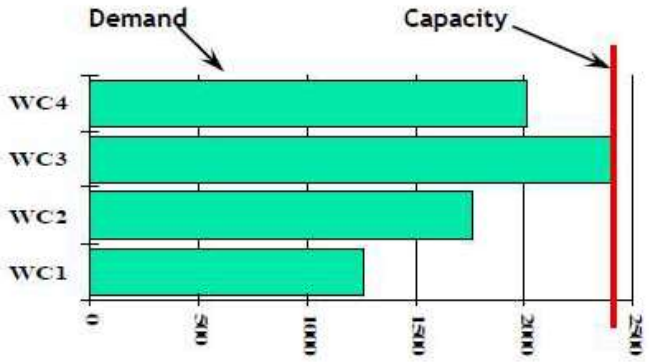

Figura 1.3. Relación Demanda - Capacidad

Para dar una solución utilizando el DBR, se debe:

- **Identificar la restricción del sistema:**

  El primer paso es identificar el tambor. El tambor es típicamente el recurso más cargado (o centro de trabajo) en la planta.

- **Explotar la restricción:**

  Con la identificación del tambor, se elabora un programa detallado de acuerdo a los requisitos del cliente, resolviendo las cargas máximas.

  El impacto sobre las no restricciones es la carga, debido a que sus procesos son conectados al recurso de la restricción.

- **Colocar un buffer:**

El buffer es un período de tiempo para proteger el recurso tambor de los problemas que se producen en la operación. Su efecto proporciona una resincronización del trabajo a medida que fluye la planta.

- **Sincronizar con el tambor – Subordinación**

Una vez programado el tambor, se conectará la descarga de material y el envío.

El material se libera a la misma velocidad que el tambor puede consumir. Los pedidos se envían a la velocidad de producción del tambor.

1.2.3 PRODUCTIVIDAD

La productividad se define como una medida usual y básica en el desempeño de la economía industrial de las organizaciones. La productividad es el valor de los bienes y servicios (productos), dividido entre los valores de los recursos (salarios, costo de equipo, etc.) que se han sido usados como insumos (Krajeski y Ritzman, 2008, p.13):

$$Productividad = \frac{Productos}{Insumos} \qquad [1.1]$$

Para una empresa manufacturera, la productividad es la relación entre la producción de bienes y todos los recursos utilizados. De igual manera para la empresa de servicios, donde la productividad es la relación entre la producción de servicios y el capital utilizado.

$$Productividad = \frac{Productos\ y\ Servicios}{Insumos} \qquad [1.2]$$

Una alta productividad implica que se logra producir mucho valor económico con poco trabajo o poco capital. Un aumento en productividad implica que se puede producir más con lo mismo. (Galindo y Ríos, 2015, p.3).

1.2.3.1 Medición de la productividad

Para conocer la productividad de un determinado proceso, se aplican varios criterios en base a lo que la industria produce, por ejemplo, se puede calcular (Krajeski y Ritzman, 2008, p.13):

- *Productividad de la mano de obra*: Es el índice de producción por persona u hora hombre trabajada.
- *Productividad de las máquinas:* Es el índice de producción de acuerdo al número de máquinas que han trabajado
- *Productividad multifactorial:* Es la productividad que relaciona a la producción de más de un tipo de recursos utilizados en un determinado proceso.

1.2.3.2 Métodos de medición de la productividad

La productividad puede medirse de acuerdo al recuso que sea empleado. Esta puede ser, por ejemplo:

- **Capital:** Volumen de productos producidos dividido entre el valor de los activos.
- **Materiales:** Volumen de productos producidos dividido entre el dinero desembolsado en la compra de materiales.
- **Mano de obra directa:** Volumen de productos producidos dividido entre horas de mano de obra directa consumida.
- **Gastos generales:** Volumen de productos producidos dividido entre el dinero desembolsado en gastos generales.

Este tipo de mediciones de la productividad no son perfectas y no son tan reales, ya que de una u otra forma se encuentran relacionadas entre sí. Por lo que resulta más sencillo y veraz el uso de la productividad multifactorial, para juzgar la eficiencia de un sistema de producción tomando en cuenta todos los múltiples factores que la pueden modificar.

1.2.3.3 Factores que restringen la productividad

El incremento de la productividad está relacionado directamente con los factores internos y externos que rigen la organización. Este incremento, no puede llevarse a cabo si la organización no mantiene el compromiso y los recursos adecuados para realizar las actividades (Schroeder, 2011, p.174).

La mejora de la productividad se define en la estrategia corporativa y forma parte del objetivo estratégico de la organización, por tanto, los directivos deben considerar los siguientes factores que pueden restringir la productividad (Schroeder, 2011, p.174):

- Dirigencia: determina el entorno laboral adecuado para que puedan desarrollarse las actividades predeterminadas. El desarrollo de un ambiente adecuado permite alcanzar de forma más rápida los objetivos estratégicos de la organización.
- Dimensión de la organización: cuando la organización tiene un mayor tamaño y va creciendo año tras año, también crecen los problemas en el área técnica como en la comunicación. Es importante ir creciendo con la empresa y mejorando de igual forma los procesos de control.
- Políticas de estado: existen reformas que el estado realiza regularmente en el código laboral, lo cual puede reducir los recursos con los que cuenta la organización y por tanto afectar el cumplimiento de los objetivos.
- Herramientas: puede existir un desconocimiento de nuevas herramientas, técnicas o aplicaciones que permitan realizar de forma adecuada las mediciones, control y mejoramiento de la productividad.

1.2.3.4 Importancia de la productividad

Mejorar la productividad se basa en poder incrementar la cantidad de salidas o productos terminados manteniendo las entradas o insumos, o a su vez reducirlos.

En una organización es muy importante considerar que, para incrementar la productividad en cualquier proceso, se requiere realizar un cambio permanente en el entorno industrial en el que se desarrolla. Todos los cambios deben ser proyectados en relación a los cambios tecnológicos, uso de programas computacionales, optimización de recursos, entre otros. Para quienes se encuentran en la dirección de las organizaciones y dirigen una determinada unidad de negocios, así como una industria, el objetivo principal de sus actividades se basa en la fabricación de productos de calidad, en el corto tiempo, satisfaciendo las necesidades y exigencias del cliente, y con la menor inversión posible. Por lo cual, se requiere evaluar todo el proceso con el fin de localizar las fases que no generan un valor agregado para los procesos, y de esta manera poder reducir costos, generando mayor utilidad (Nieves y Freivalds, 2009, p.2).

1.2.4 MEDICIÓN DEL TRABAJO

La medición del trabajo nos sirve para realizar una investigación del tiempo improductivo, con el fin de reducirlo paulatinamente y finalmente eliminarlo. El tiempo improductivo es todo tiempo durante el cual no se ejecuta ningún trabajo productivo, por cualquier razón que esta sea (Kanawaty, 1996, p.252).

1.2.4.1 Estudio de tiempos

La técnica para la medición de trabajo que se ha utilizado durante este trabajo de investigación es el estudio de tiempos.

Este estudio es una técnica que se utiliza habitualmente para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a ciertos elementos de una tarea determinada y efectuada en condiciones determinadas, y analizar los datos con el objetivo de determinar el tiempo total requerido para efectuar la tarea de acuerdo a la norma de ejecución preestablecida.
El material que se utiliza para la aplicación de esta técnica es el siguiente:

- Un cronómetro

- Un tablero para observaciones
- Formularios de estudios de tiempos

El cronómetro que se utilizó fue digital y nos permitió tomar los datos de forma oportuna y continua mientras los operadores realizaban su trabajo.

El formulario para estudio de tiempo fue diseñado de acuerdo a los requerimientos de cada uno de los subprocesos, sin embargo, se trató de mantener una similitud entre ellos.

1.2.4.2 El estudio de tiempos y los trabajadores

El objetivo final del estudio de tiempos consiste en perfeccionar el método bajo el cual se efectúa una tarea, y esto va de la mano con la función que cumple del especialista que realiza el trabajo.

Este estudio permite realizar la diferenciación entre los trabajadores representativos y los calificados, los representativos son aquellos cuya competencia y desempeño corresponden al promedio del grupo estudiado. El trabajador calificado es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad (Kanawaty, 1996, p.291).

Los operadores, sean estos representativos o calificados cumplen un papel muy importante en el desempeño de las actividades y durante esta investigación han sido investigados y analizados para poder observar sus fortalezas y debilidades que hacen del proceso eficiente o no. Desde el inicio los operadores han sido partícipes de este estudio de investigación, ya que el desconocimiento del presente proyecto puede causar malas interpretaciones y el objetivo no es obstaculizar su trabajo y tampoco interferir en sus actividades.

1.2.4.3 Etapas del estudio de tiempos

Cuando ya se ha determinado el trabajo que va a ser analizado, se debe seguir con las siguientes etapas (Kanawaty, 1996, p.293):

- Obtener y registrar toda la información posible sobre la tarea, actividades de los operadores, condiciones bajo las cuales están realizando el trabajo y que puedan influir en su ejecución.
- Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en varios elementos o actividades del proceso.
- Examinar el desglose de actividades y verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de la muestra.
- Realizar la medición del tiempo con un instrumento apropiado, por ejemplo, cronómetro y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada actividad de la operación.
- Determinar la velocidad del trabajo efectiva del operador.
- Convertir los tiempos observados en tiempos básicos
- Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
- Determinar el tiempo tipo, propio de la operación (proceso).

1.2.4.4 Tamaño de la muestra

Para conocer cuántas mediciones se deben tomar en cada uno de los subprocesos es fundamental determinar el tamaño de la muestra, de acuerdo al número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos.

En la Figura 1.4. se muestra el número de ciclos o muestras recomendadas de acuerdo a los minutos que dura cada ciclo.

Para nuestro trabajo de investigación y tomando en cuenta que nuestros subprocesos tienen un tiempo en minutos por ciclo de 1.0 a 2.0 hemos decidido tomar la mayor cantidad de muestras es decir 30, por cada uno de los subprocesos. Es válido indicar que las mediciones realizadas para este trabajo, fueron realizadas de forma aleatoria, en diferentes horarios y días de la semana, para lo cual se

planificó la toma de datos con el departamento de producción, y en muchas ocasiones tuvo que ser cancelada porque existía alguna falla en el proceso que no permitía que los trabajadores realicen sus actividades de forma continua. Es decir, estuvimos todo el tiempo ligados a la disponibilidad de los procesos para la toma de sus datos.

Cuadro 15. Número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos

Minutos por ciclo	Hasta 0.10	Hasta 0.25	Hasta 0.50	Hasta 0.75	Hasta 1.0	Hasta 2.0	Hasta 5.0	Hasta 10.0	Hasta 20.0	Hasta 40.0	Más de 40
Número de ciclos recomendado	200	100	60	40	30	20	15	10	8	5	3

Fuente: A. E. Shaw: «Stop-watch time study», en H. B. Maynard (publicado con la dirección de): *Industrial engineering handbook*, Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 3.ª edición, 1971. Reproducido con la autorización de McGraw-Hill Book Company.

Figura 1.4. Número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos.
(Kanawaty, 1996, p.301)

Es importante indicar que durante todas las observaciones se deben registrar las situaciones casuales que se dan durante la ejecución de las tareas dentro de cada subproceso.

En el trabajo de investigación se tuvo que suspender la toma de datos en varias ocasiones debido a que las máquinas presentaban imperfectos, bajo los cuales no se podía continuar trabajando. En ciertas ocasiones fue necesario que los operadores detengan la máquina por algunos minutos y hasta horas para evitar daños mayores. Esto sin duda afectó la continuidad de la toma de datos, pero posterior a estos incidentes, se retomó la toma de datos y se efectuaron verificaciones para constatar la coherencia de información.

1.2.4.5 Valoración del ritmo

Algo fundamental durante la ejecución de las tareas, es que estas dependen directamente del tipo de operador que se encuentre ejecutando el trabajo. Como lo mencionamos anteriormente, existen trabajadores experimentados y calificados;

según quien se encuentre a cargo del trabajo se tendrá mejores resultados en la ejecución de tareas.

El valorar el ritmo de trabajo es comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea de lo que es el ritmo tipo que uno se ha formado en la mente al ver cómo trabaja de forma natural un trabajador calificado cuando utiliza el método adecuado y también se encuentra motivado para realizar el trabajo (Kanawaty, 1996, p.310).

A un trabajador tipo se le asignará el valor de 100 en la escala de valoración del ritmo recomendada.

Existen algunas escalas para la valoración del ritmo de trabajo, y de acuerdo a la que se elija se deberá realizar el análisis.

Para el presente trabajo se ha tomado como referencia la escala británica donde 100 es la valoración del ritmo para un trabajador tipo, si el desempeño de este es menor al esperado entonces se valorará con un valor menos a 100 y si, al contrario, tenemos un excelente desempeño que sobre pasa nuestras expectativas entonces debemos valorarlo con un valor superior a 100.

En los procesos productivos, siempre existen turnos rotativos y en sí el cambio del personal es mucho mayor que en una empresa de servicios, y lo pudimos identificar en cada uno de los subprocesos debido a que existió la rotación de personal constante en algunos sistemas.

En el anexo VIII se muestra a detalle los valores que se pueden utilizar como parte de la escala británica y las diferentes escalas que pueden ser utilizadas, según el criterio del investigador.
Por ejemplo, se puede dar una valoración de 100, a un operador tipo, considerado como ideal, que conoce el proceso, es activo, ágil, muestra ganas de trabajar, resuelve los problemas sin dificultad y realiza el trabajo de una manera adecuada.

Así mismo se puede colocar una valoración de 120 a un operador que realice todas las actividades del proceso de una manera mucho más rápida, con mayor coordinación, no genere errores de calidad y presente un trabajo continuo. Mientras que podríamos valorar con 90 a un operador que no cumple las expectativas de un operador al ritmo tipo y que se encuentra por debajo del cumplimiento de los objetivos.

1.2.4.6 Tiempo básico

Una vez registrados todos los tiempos bajo la herramienta de medición de tiempos, es necesario analizarlos y procesarlos para obtener resultados que nos brinden información relevante sobre cada uno de los subprocesos.

Los tiempos tomados como parte de cada uno de los subprocesos en los sistemas de producción, deben ser transformados al tiempo básico.

El tiempo básico es el que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo (Kanawaty, 1996, p.324).

$$\frac{Tiempo\ observado\ x\ Valor\ del\ ritmo\ observado}{Valor\ del\ ritmo\ tipo} \qquad [1.3]$$

Esta es una simple conversión del tiempo básico a partir del tiempo observado.

1.2.4.7 Suplementos

A pesar de contar con el personal calificado y estar claras las directrices para realizar un determinado trabajo, siempre las tareas seguirán exigiendo un esfuerzo humano, por lo que siempre se debe tomar en cuenta ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar. También se debe prever un suplemento de tiempo para que el trabajador se ocupe de sus necesidades personales y además añadir tiempo básico para otros suplementos que comúnmente suelen suscitarse durante la ejecución de sus tareas (Kanawaty, 1996, p.336).

Se muestra un tanto complicado realizar el cálculo de los suplementos, ya que estos pueden ser muy variantes y serán tomados en cuenta de acuerdo a la perspectiva que tenga la persona a cargo de los operadores o quien esté realizando un estudio de investigación.

Para poder aplicar los suplementos de la forma correcta, se han categorizado en tres factores que permiten identificar el tipo de suplementos que se deberán tomar en cuenta (Kanawaty, 1996, p.337):

- **Factores relacionados con el individuo**: Cada trabajador es un individuo totalmente diferente a otro, tiene su propia curva de aprendizaje, que puede condicionar la manera como ejecuta de trabajo y hasta su tiempo de recuperación cuando el trabajo genera fatiga. Por tanto, cada trabajador debe ser tratado de esa forma, individual y personalizada.

- **Factores relacionados con la naturaleza del trabajo:** Cada situación de trabajo posee características propias que pueden influenciar en el grado de fatiga que puede sentir el trabajador o puede retrasar la ejecución de una determinada tarea.

- **Factores relacionados con el medio ambiente:** Los suplementos que corresponden a descansos, deben analizarse tomando en cuenta todos los factores ambientales a los cuales están expuestos los trabajadores, como el calor, la humedad, ruido, vibraciones, etc., debido a que cada uno de estos influirá directamente en utilización de suplementos de descanso.

Todos estos factores deben ser tomados en cuenta el momento en que se ajusta los tiempos tomando en cuenta los suplementos de trabajo. La organización internacional del trabajo no hace referencia a valores pre determinados que deban ser tomados en cuenta en los análisis de tiempo, nos indica las pautas para que analicemos las actividades de nuestros procesos y coloquemos los valores que más se ajustan a nuestra realidad.

En la Figura 1.5. puede mostrar los tipos de suplementos y cómo deben ser utilizados para su cálculo:

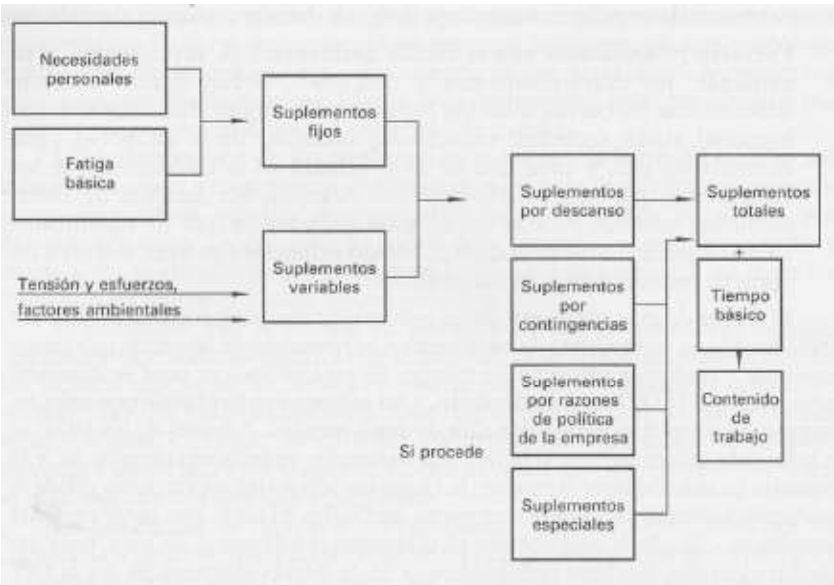

Figura 1.5. Suplementos
(Kanawaty, 1996, p.338)

1.2.4.8 Análisis de tiempo (tiempo tipo)

Para realizar el análisis de los tiempos obtenidos durante el proceso de investigación, y tomando en cuenta todas las consideraciones citadas en los puntos anteriores, es necesario conocer el tiempo tipo del proceso.

El tiempo tipo es el tiempo total de ejecución de una tarea u actividad al ritmo tipo (Kanawaty, 1996, p.343).
El tiempo tipo se expresa en minutos u horas tipo. Para verlo de una mejor manera, se lo expone al tiempo tipo en la Figura 1.6.:

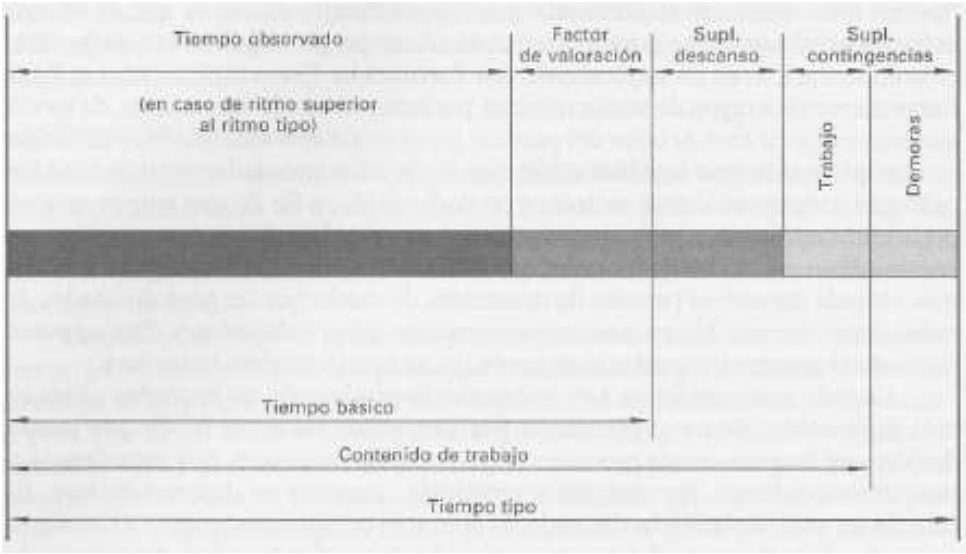

Figura 1.6. Cómo se descompone el tiempo tipo de una tarea manual simple.
(Kanawaty, 1996, p.344)

2. PARTE EXPERIMENTAL

Remodularsa S.A es una empresa de índole manufacturero, que ofrece productos de precios altos ya que utiliza tecnología de punta, materia prima de primera calidad y entrega diseños únicos a sus clientes. En la actualidad la Empresa cuenta con 149 empleados, distribuidos en una planta industrial propia, ubicada vía a la Mitad del Mundo, en Pomasqui.

La estrategia de producción empleada por Remodularsa S.A es enfoque modular con equipo flexible, lo cual se muestra en la Figura 2.1. Tienen un grupo de diseñadores de alto nivel, que son capacitados continuamente con el objetivo de brindar la mejor atención al cliente y crear espacios únicos y exclusivos.

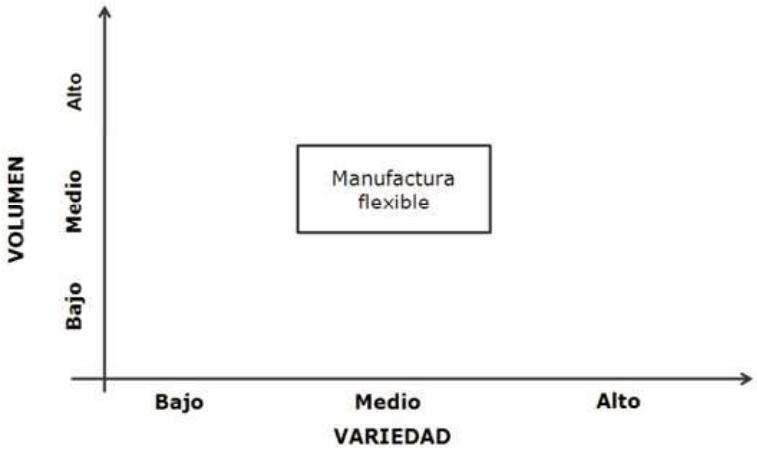

Figura 2.1. Estrategia de producción

La empresa Remodularsa S.A. al contar con dos marcas comerciales, presenta un enfoque estratégico repetitivo, los procesos de producción involucran poco volumen y gran variedad de muebles de lujo para el caso de la línea comercial MADEVAL y gran variedad de muebles, pero con un precio más económico para la línea comercial MOVAL.

Se evidencia una línea clara de producción, series pequeñas, módulos estandarizados y una utilización del equipamiento del 75%.

Remodularsa S.A posee una gran variedad de productos que se ajustan en su gran mayoría a los requerimientos específicos de los clientes, dentro de los cuales se pueden categorizar los siguientes:

- **Productos Madeval:** La línea Madeval, que se muestra en la Figura 2.2., produce muebles para el hogar, en donde se destaca el lujo y los diseños exclusivos. El segmento de población al que se destinan estos productos es alto.

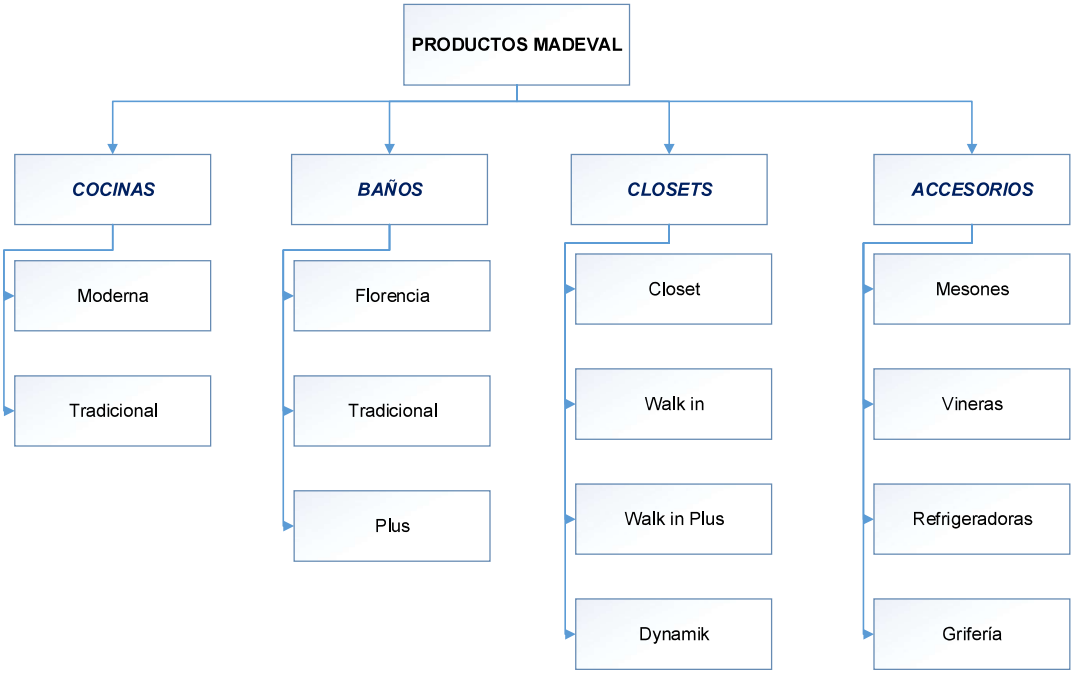

Figura 2.2. Productos de la línea Madeval

- **Productos Moval:** También conocido como RTA (Ready to Assemble). Aquí se mantienen diseños estándares y la venta se realiza únicamente a distribuidores: Megamaxi, Kiwi, FV y adicionalmente se utiliza en proyectos inmobiliarios. Existen dos tipos de productos Moval, los mismos que se muestran en la figura 2.3.:

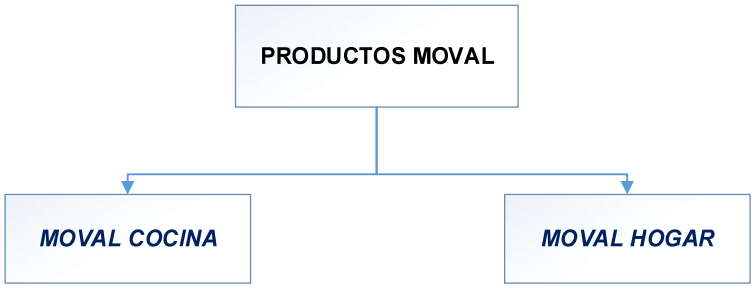

Figura 2.3. Productos de la línea Moval

En el Anexo II y III se puede observar los diferentes productos que genera la línea Madeval y Moval, de acuerdo a un registro fotográfico que nos permitirá conocer sus diferentes estilos.

2.1 ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS DE ABASTECIMIENTO, PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

El análisis de los sistemas operativos de la empresa se lo realizó a través de visitas técnicas y con ayuda de fichas que fueron llenadas con los operadores de la planta, lo cual nos permitió conocer a detalle cómo se desarrollan las actividades dentro del departamento de producción, así como también sus fortalezas y debilidades.

Remodularsa S.A inicia su proceso operativo en el área de ventas, donde personal especializado es el encargado de captar todos los requerimientos de los clientes, de acuerdo a las necesidades de estos últimos y convertir esta información en una orden de producción. Los técnicos de producción especializados en diseño de interiores y con alto conocimiento de las capacidades de la empresa, realizan el despiece y la optimización de materiales a través de toda la información proporcionada por el área de ventas y a su vez información levantada en visitas técnicas realizadas en coordinación con el cliente. Todo el despiece de la orden de servicio se encuentra dividida en lotes y estos lotes a su vez se dividen en sub-lotes. Con esta última información los operadores de la planta pueden dar inicio a sus actividades de producción e iniciar con todo el proceso productivo.

2.1.1 SISTEMA OPERATIVO DE ABASTECIMIENTO

Una vez los técnicos de producción han trabajado en el despiece de la orden de producción, se realiza un requerimiento a bodega, donde se verifica la disponibilidad del material y de ser el caso, se realiza un pedido a los proveedores de materias primas.

En el Anexo IV se puede observar el despiece que ha realizado el departamento técnico para la semana 47 de trabajo, denominando al lote de igual manera, 47, y con sus sublotes 47.1, 47,2, etc. Es importante indicar que la empresa guarda muy bien su información y no ha querido compartir con personas externas porque han analizado que esto conlleva un riesgo y que esta información podría ser entregada a su competencia cercana, motivo por el cual no se ha podido obtener mayor información de sus procesos.

2.1.2 SISTEMA OPERATIVO DE PRODUCCIÓN

El sistema operativo de producción es el corazón de la planta, en este se pueden evidenciar los procesos de manufactura que se realiza para obtener los productos finales. El proceso de producción se lo muestra en el Anexo IX.

A continuación, se muestra una descripción de cada una las áreas que conforman el proceso Producción y las máquinas que forman parte de cada una de estas:

- **Corte:** En esta sección, se dispone de dos máquinas, una seccionadora CNC marca Giben de aproximadamente 10 años y una seccionadora manual marca Altendorf de aproximadamente 8 años, que se la utiliza eventualmente.

- **Laminado:** En esta sección, se disponen de dos laminadoras, una alemana marca Holz-Her que tiene 10 años y una italiana marca Biesse que tiene 3 años de uso. La máquina Holz-Her presenta baja calidad en los acabados dado que se encuentra deshabilitado el grupo redondeador de esquinas y al

momento se encuentra fuera de funcionamiento por temas de mantenimiento que la empresa aún no ha podido resolver.

- **Perforado:** Se dispone de una perforadora CNC italiana marca Biesse – modelo Rover, y una perforadora manual marca Morbidelli. La primera máquina tiene 4 años y la segunda 15 años de uso.

- **Preparación de puertas y complementos:** En esta sección se disponen de máquinas bastante sencillas que permiten lijar y perfilar las piezas de madera. Estas máquinas son Router R8, Tuppy Banco, lijadora y bisagradoras.

- **Partes y piezas:** En esta sección se clasifica cada una de las piezas que han llegado procesos antes mencionados, tomando en consideración el orden e importancia de las obras que deben ser entregadas.

- **Armado:** En esta sección se ensamblan los muebles, para esto se utiliza una prensa neumática.

- **Ensamblado:** En esta sección se colocan accesorios como bisagras, herrajes, luces, etc. a los muebles que ya han sido armados.

- **Despacho:** En esta sección se realiza el envío de los muebles a las obras o distribuidores.

En la planta se trabaja en 1 turno, de 8 horas. Desde las 07:45 hasta 15:45.

Eventualmente, según la carga de pedidos se puede incrementar en 2 turnos para cumplir con los pedidos. En los últimos meses por fallas en las máquinas todo el proceso productivo se ha retrasado en un 40%, de acuerdo a los índices mencionados por el Gerente de Producción, por lo que los trabajadores han tenido que duplicar en ciertas ocasiones sus horas de trabajo y hasta completar horas el fin de semana para llevar a cabo todas las tareas pendientes.

Para un mayor entendimiento de cada uno de los procesos, en el siguiente capítulo se detalla cada una de las actividades principales que realiza cada subproceso dentro del departamento de producción.

2.1.3 SISTEMA OPERATIVO DE CONTROL DE CALIDAD

El sistema operativo de control de calidad, se encuentra divido en dos partes principales, la primera que forma parte del aseguramiento de calidad y la segunda que es el control de calidad.

El aseguramiento de calidad se lo realiza durante todos los procesos mencionados dentro del sistema operativo de producción. Los operadores se encuentran capacitados para realizar el aseguramiento de su trabajo, realizar avisos por mala calidad o detectar piezas que se encuentren en mal estado para que sean reprocesadas. Cada proceso utiliza registros proporcionados por la gerencia de producción, que permiten tener conocimiento de las dificultades cotidianas de las máquinas y los operadores y también permite identificar de forma oportuna problemas que afecten la calidad de los trabajos finales.

El control de calidad como tal se lo realiza en un área específica previo al despacho de los productos, en este subproceso trabajan 3 personas con alta experiencia en la elaboración de muebles.

La regla de prioridad en operaciones para productos no libres necesita cuidadosa consideración. (Golmohammadi, 2015, p.12)

2.2 EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS DE ABASTECIMIENTO, PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE LA EMPRESA

La evaluación de los sistemas operativos de la empresa, implicó el entendimiento de cada uno de los subprocesos que conforman cada sistema, así como también

el análisis de varios de sus componentes que afectan la productividad de cada uno de ellos.

Remodularsa S.A no cuenta con información histórica de su productividad, motivo por el cual todos los datos obtenidos son nuevos y serán de mucha utilidad para la toma de decisiones gerenciales en función de mejora del rendimiento y utilidad de la empresa.

El trabajo de investigación inicia con la revisión de los sistemas operativos del área de producción y con la determinación de los subprocesos que involucran cada uno de los sistemas.

En el sistema de producción se establecieron dos líneas de producto para poder medir la productividad y compararlas entre ellas.

- Línea 1: involucra los subprocesos de corte, laminado, perforado y partes y piezas, que manejan piezas.
- Línea 2: involucra los subprocesos de armado, ensamble, y despacho, que manejan muebles.

2.2.1 PROCESO PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Para evaluar la productividad en cada uno de los procesos del departamento de producción, la investigación se basó en la medición del trabajo.

La medición del trabajo nos permite determinar el tiempo que utiliza el o los trabajadores calificados para completar una tarea antes definida, ejecutándola de acuerdo a normas preestablecidas con anterioridad.

El estudio de los tiempos es la técnica principal para reducir de forma sustancial la cantidad de trabajo, esto quiere decir reducir los movimientos o actividades innecesarias que no aportan beneficios al proceso.

Para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo se siguieron los siguientes pasos:

a) Seleccionamos el trabajo que va a ser objeto de estudio. Se escogieron todos los subprocesos que forman parte de cada uno de los sistemas productivos.

b) Se registraron todas las circunstancias bajo las cuales se realizará la medición del trabajo, tanto del personal, máquinas, medio ambiente, carga de producción, entre otras.

c) Se elaboró un plan horario para realizar las observaciones. El horario en el que se tomaron los datos dependió también de la disponibilidad de las máquinas y del proceso. Se tomaron datos en horarios aleatorios para verificar su veracidad.

d) En la recopilación de datos se elaboró un formato básico para que sea utilizado para la toma de datos. Este formato puede o no ser modificado de acuerdo a los requerimientos específicos como se muestra en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Formato para la toma de tiempos

Subproceso	Sublote	Job	Número de piezas	Tiempo total	Tipo de trabajo
Corte 1					
Corte 2					
Corte 3					
Corte n					

(Elaborado por: El investigador)

e) Se examinó todos los datos que fueron registrados durante las diferentes muestras, así como la información que nos proporcionaban para verificar si se está utilizando el método de manera eficaz.

f) Se midió la cantidad de trabajo de cada subproceso, expresándola en tiempo mediante la técnica del cronometraje.

g) Con toda la información recopilada del sistema operativo de producción, se procede a incluir la información de los factores que afectan la tasa de productividad de cada uno de los subprocesos, incluyendo los tiempos de suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.

h) Se realiza los cálculos necesarios para determinar la productividad específica de cada uno de los subprocesos de los sistemas operativos de la empresa.

La medición del trabajo, nos permite seleccionar, registrar, examinar y medir la cantidad de trabajo realmente ejecutado, de acuerdo a diferentes técnicas, como, por ejemplo: la medición del trabajo, la estimación estructura, el estudio de tiempos y normas de tiempo predeterminadas. Cada una de estas se muestran a mayor detalle en la Figura 2.4.:

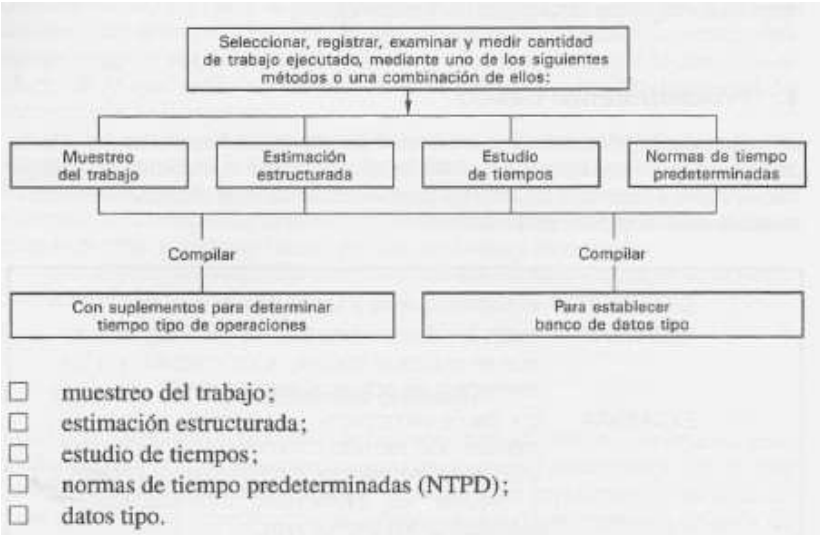

Figura 2.4. Técnicas de medición del trabajo
(Kanawaty, 1996, p.256)

Para el desarrollo de nuestro proyecto, se ha tomado como técnicas de medición de trabajo el estudio de tiempos. Con esta herramienta se pudo conocer a detalle

el tiempo que utilizan los operadores en realizar cada una de las actividades de los subprocesos.

2.3 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS DE ABASTECIMIENTO, PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

La capacidad es la producción, o el número de unidades que pueden recibirse, almacenarse o producirse en una instalación en un determinado espacio de tiempo. Es necesario medir la capacidad de los procesos para administrar las restricciones a corto plazo y aplicar la teoría de restricciones.

Además, cabe indicar que la medición de la capacidad de un proceso no es aplicable a todas las situaciones, y que dependerá siempre del proceso y sus cualidades, por tanto, la capacidad puede expresarse en cualquiera de las siguientes formas:

- En términos de las mediciones de salida del producto: es decir en base a las mediciones basadas en la producción. Estas son útiles cuando la organización maneja un alto volumen de producción y una baja variedad de sus productos.

- Como mediciones de los insumos: la medición de la capacidad para este caso, se basa en los insumos, como por ejemplo las horas hombre utilizadas por los trabajadores, la cantidad de estos últimos, entre otras. Estas mediciones son utilizadas cuando la producción es de bajo volumen, pero existe mayor variedad.

Al evaluar la capacidad de un proceso, se puede realizar un estudio planificado en condiciones normales o también de proceso controlado, para de esta manera obtener información específica del desempeño del proceso y en sí de todo el departamento o área donde este proceso se encuentre involucrado.

Para determinar la capacidad máxima de un proceso, se emplean dos definiciones básicas que nos permiten encontrarla:

- **Capacidad pico:** es aquella capacidad máxima que se puede alcanzar en un determinado proceso bajo condiciones ideales. Este tipo de capacidad no se la puede mantener durante períodos largos, sino justamente se muestran como picos de períodos cortos.

- **Capacidad efectiva:** es aquella capacidad máxima que se puede alcanzar en un determinado proceso, en condiciones razonables.

Para el caso de estudio se calculó las dos capacidades para cada uno de los subprocesos.

Para el cálculo de la capacidad pico, de los tiempos obtenidos se eliminaron todos los suplementos que fueron colocados, es decir, que el subproceso se encuentra en condiciones ideales; sin embargo, estas condiciones no son reales por tanto no pueden mantenerse constantes durante todo el proceso.

Para el cálculo de la capacidad efectiva, únicamente se eliminó el suplemento por el tiempo no ocupado, manteniendo los suplementos de fatiga y necesidades personales y considerando que estás son situaciones razonables en las que comúnmente se desarrolla una actividad.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 SISTEMAS OPERATIVOS DE ABASTECIMIENTO, PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

El análisis de cada uno de los sistemas operativos constituyó un conocimiento a detalle del funcionamiento completo de la planta, así como la estructuración planteada hace pocos meses por el Gerente de producción de la empresa.

3.1.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

El sistema de abastecimiento, lo constituyen 3 tipos de bodegas que forman parte de todo el sistema productivo y que son utilizadas de acuerdo el proceso avanza desde su inicio hasta su final.

- **Bodega de tableros:** Los tableros de madera son considerados como la principal materia prima del proceso productivo. Bodega genera un presupuesto semanal y en el caso de requerirlo genera una orden de compra. Esta orden de compra la realizan todos los jueves debido a que el proveedor se demora aproximadamente 15 días en la entrega de los productos. Es importante conocer que en ciertas ocasiones los tableros son almacenados por algún tiempo debido a que existen fallas o retrasos en los procesos que no permiten continuar con el proceso de producción. Existen diferentes tipos de tableros en la industria, los proveedores principales para Remodularsa S.A son NOVOPAN, EDIMCA, DE'COCINA. Estos últimos son proveedores de tableros con alto brillo.

  Generalmente se trabaja con los tableros por sublote asignado al día o a la semana de acuerdo al cronograma semanal de producción, para evitar posibles calibraciones a la máquina y también para organizar el trabajo de una mejor manera.

- **Bodega de herrajes:** Los herrajes son el conjunto de piezas de hierro con las que se decora o se refuerza la estructura de una puerta, una mesa u otro elemento que forme parte del mueble. Para la provisión de herrajes, bodega trabaja con un stock amplio que permite cubrir las necesidades habituales del proceso. Para este caso, los proveedores de materiales tardan alrededor de 3 a 5 días en entregar los pedidos.

- **Bodega de piezas:** Esta bodega se encuentra constituida por piezas resultantes de los procesos de producción de corte, laminado y perforado, generalmente. Las piezas se almacenan por un corto tiempo, hasta que se hayan procesado todas las piezas que forman parte de una orden de producción. La cantidad de piezas que se almacena en esta bodega depende directamente de la tasa de producción de los procesos antes mencionados. Esta bodega abastece al proceso de armado que forma parte de la línea 2 de producción donde las piezas comienzan a formar parte de los muebles y toma forma el producto final.

3.1.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN

El sistema de producción se encuentra formado por varios subprocesos que relacionan sus actividades entre sí y que trabajan de forma coordinada para obtener los productos requeridos de acuerdo a la planificación semanal. El momento en el que exista algún desfase sobre uno de estos subprocesos la producción se ve afectada directamente y se empieza a visualizar los problemas.

3.1.2.1 Subproceso Corte:

Corte trabaja de acuerdo a los sublotes que genera el área de diseño, y realiza su trabajo basándose en la información de cada job. Un job puede estar compuesto por uno o varios tableros, para que de cada uno de estos tableros se obtenga un determinado número de piezas. Los job generalmente son agrupados de acuerdo a la materia prima que va a ser utilizada en el proceso, con el fin de optimizar casi

en su totalidad la utilización de los tableros y reducir notablemente el desperdicio de estos.

En la Figura 3.1. se puede observar cómo se diseña un job. Lastimosamente no pude tener acceso a la información gráfica de los esquemas bajo los cuales son fabricados los muebles, ya que esto es considerado como el know how de la organización.

Figura 3.1. Esquema de un Job

Los operadores efectúan las actividades de corte de la siguiente manera:

- Del departamento de producción e información, los operadores reciben información de los trabajos de corte y los cronogramas de producción. En el Anexo IV puede observarse el cronograma de producción de la semana 47. La recepción de información se la realiza todos los días lunes, para que los operadores estén informados del trabajo programado para toda la semana.
- Los operadores cargan la información de los trabajos de corte, en la máquina de corte, utilizando una memoria flash.
- Los operadores seleccionan el job a ejecutar tomando en consideración el cronograma de producción ya establecido por el gerente de producción.
- Antes de empezar los trabajos de corte, la bodega de tableros, debe colocar con anticipación la materia prima.
- Los operadores colocan en la máquina los tableros.
- La máquina efectúa el primer corte.

- La máquina efectúa el segundo corte, a partir del cual se obtiene las piezas que serán etiquetadas y colocadas en el pallet.
- Finalmente, se coloca etiquetas informativas en cada una de las piezas y se colocan en los pallets. En la Figura 3.2 se puede observar el diagrama de subprocesos de corte.

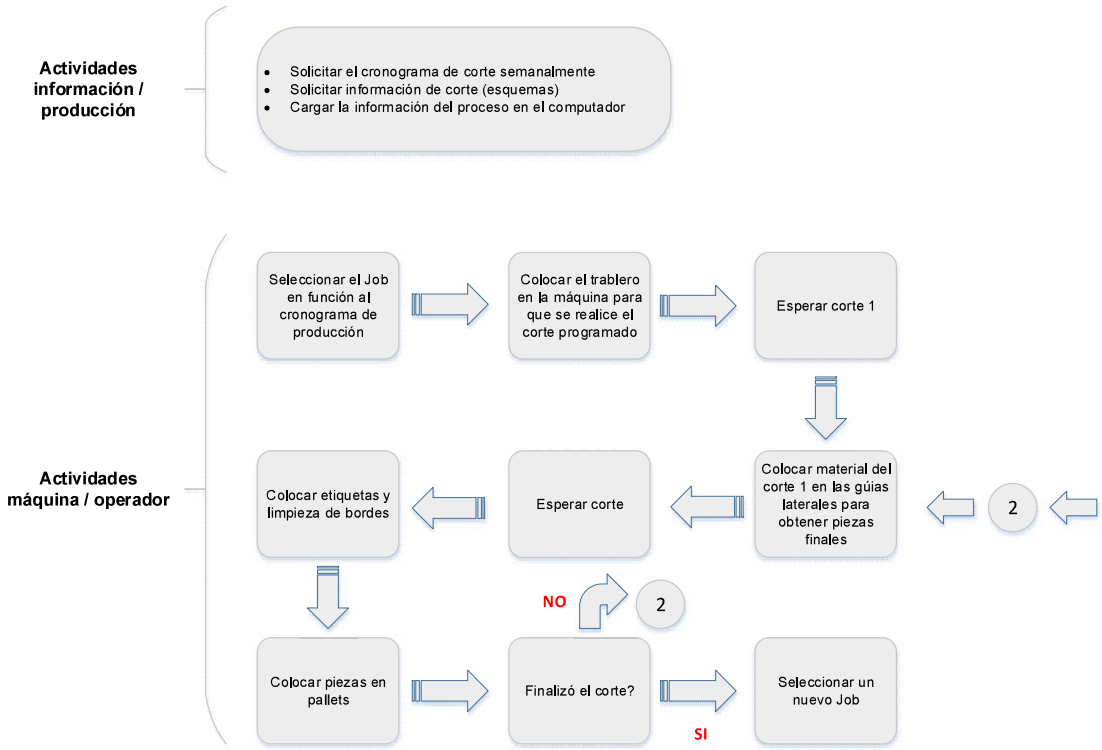

Figura 3.2. Diagrama de subprocesos de Corte

3.1.2.2 Subproceso Laminado:

Las piezas cortadas en subproceso anterior, pasan formando una fila, al área de laminado. En laminado se trabaja de acuerdo a los Jobs enviados en cada uno de los pallets, desde corte.

Laminado cuenta con 2 operadores que realizan las diferentes actividades para obtener su producto final.

Los operadores efectúan las actividades de laminado de la siguiente manera:

- El operador con más experiencia configura la máquina (tipo de canto, acabados de las piezas) en función de la información indicada por el departamento de producción.
- Se verifica el estado de limpieza de la máquina ya que las impurezas pueden generar defectos en las piezas laminadas.
- El operador que se encuentra al inicio de la máquina coloca la pieza sobre la banda de la máquina y deja que realice su recorrido donde se lamina.
- El otro operador se coloca al otro extremo de la máquina para recibir las piezas laminadas y colocarlas sobre una banda que permite mover todas las piezas hacia el inicio.
- Si las piezas requieren de más de un lado laminado, se repite el proceso hasta obtener la pieza laminada en los lados requeridos.
- Se coloca las piezas en pallets y se continúa con el siguiente proceso.

3.1.2.3 Subproceso Perforado:

Las materias primas de perforado constituyen las piezas de corte o de laminado.

Es importante indicar que no todas las piezas que se cortan deben ser laminadas y a su vez, no todas las piezas que se laminan deben ser perforadas. Las piezas van llegando en forma de fila al área de perforado, donde un solo operador realiza las siguientes actividades:

- Con ayuda de la etiqueta de las piezas, el operador verifica el trabajo que va a realizar.
- Selecciona el esquema que se va a realizar en la máquina.
- Visualiza el esquema que proporciona la máquina con las perforaciones.
- Verifica las medidas con ayuda de los planos de despiece generados y que se encuentran como información de la orden de producción.

- En ocasiones, realiza modificaciones en los esquemas con ayuda de una arquitecta.
- Coloca la pieza que va a ser perforada en la máquina y la ajusta con ventosas para que no se mueva.
- Presiona el botón de inicio de la máquina, para que esta realice todas las perforaciones y canales previamente indicados.
- El operador retira la pieza y la coloca en pallets, agrupando tal cómo llegaron las piezas.

3.1.2.4 Subproceso Partes y Piezas:

El proceso de partes y piezas inicia con el ingreso de las piezas de los subprocesos anteriores, es decir que en esta sección se reciben las piezas de corte, laminado y perforado. Un solo operador realiza las siguientes actividades:

- Recepción de los pallets con las piezas. En cada pallet pueden llegar piezas de hasta 3 órdenes de producción.
- En el caso de que lleguen piezas mezcladas de diferentes pallets, el operador clasifica las piezas y las ordena según la información de los pallets.
- En un carro móvil para transportar piezas, el operador coloca la etiqueta con la información de la orden de producción, el cliente y el número de piezas que deben ser colocadas en este, para luego transportarlo al área de armado.
- Accede al computar para elegir el lote y el pallet con el cual va a trabajar ese momento.
- Escanea el código de barras de cada pieza, para que se vaya registrando en el sistema.
- Una vez registrada la pieza, es colocada en el carrito de forma organizada, verificando la orden de producción a la que pertenece.
- El operador ejecuta los dos últimos pasos indicados hasta que todas las piezas del pallet se encuentren correctamente ubicadas.

- Al finalizar, verifica el número total de la orden de producción, número de piezas registradas y de ser el caso registra las piezas faltantes en un registro proporcionado por producción.
- El carro con las piezas sale únicamente de este proceso cuando se han completado todas sus piezas y no existe faltantes, para dar paso al siguiente proceso que es armado.

3.1.2.5 Subproceso Armado:

Una vez que partes y piezas ha entregado los carritos de una orden de producción completa, en armado se recibe las piezas y se inicia el proceso.

- Se coloca sobre la mesa de trabajo todas las piezas para armar un mueble, es decir el trabajo se lo va realizando uno a uno.
- El operador más experimentado inicia armando los muebles más sencillos de la orden de producción.
- El operador verifica las perforaciones, texturas y de ser necesario retira las etiquetas colocadas en laminado para cubrir canales especiales.
- Se coloca pegamento en los orificios y canales que tienen las piezas.
- El operador comienza a armar el mueble y golpea con un martillo de goma para cerciorarse que las piezas estén bien pegadas.
- Los muebles pasan a ser prensados para que peguen bien sus piezas.
- Los muebles que ya han sido prensados pasan al siguiente subproceso que es ensamble.
- Todos los muebles pasan limpios y sin imperfecciones a la siguiente etapa.

3.1.2.6 Subproceso de Ensamble:

En este proceso se ensamblan los muebles que vienen ya armados, colocando los accesorios como bisagras, rieles, etc. También se colocan en este proceso todas las puertas y cajones. El producto final de este subproceso es un mueble ya completo con todas sus partes.

A partir de este proceso se realiza un exhaustivo control de calidad que se lo verá a detalle en la sección 2.1.3 a continuación.

3.1.2.7 Subproceso de Despacho:

Una vez que los muebles han pasado el control de calidad, son embalados por una persona responsable del proceso, etiquetados de forma clara y despachados por medio de camiones a los clientes respectivos. Este proceso es bastante variable puesto que depende de la cantidad diaria de muebles que deban ser despachados; en ciertas ocasiones son grandes cantidades y en otras ocasiones no.

El número de órdenes de producción que se despachan diariamente es de acuerdo al cronograma de despacho semanal que es presentado todos los días lunes por del departamento de producción.

3.1.3 SISTEMA DE CALIDAD

En cada uno de los subprocesos que se pudieron conocer en el sistema de producción, se realizan algunas actividades como parte del aseguramiento de calidad, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

- **Subproceso de corte:** Lleva un registro para el control de sus actividades diarias.

- **Subproceso de laminado:** Lleva un registro de los trabajos realizados diariamente y verifica durante sus actividades que la lámina se encuentre bien pegada, que la pieza no tenga despostillados y que no se genere rebaba en la pieza laminada que afecte la forma de la misma.

- **Subproceso de perforado:** El aseguramiento de calidad en este proceso es más exhaustivo, debido a que se trabaja con la información de los planos de cada orden de producción, para verificar las medidas y distancias según el tipo de mueble que este siendo procesado.

- **Subproceso de partes y piezas:** En este proceso se verifican los faltantes y se lleva un registro para poder solicitar la entrega de estos y realizar la entrega de las piezas al siguiente proceso (esto ya se explicó en la sección anterior).

- **Subproceso de armado:** En este proceso se hace control visual de todas las posibles fallas de las piezas que conforman un mueble y también se verifican las medidas de los muebles de acuerdo a los planos proporcionados como parte de la orden de producción.

El control de calidad como tal se lo realiza finalmente junto al área de despacho donde los técnicos de diseño que elaboraron la orden de producción y han mantenido una comunicación activa con el cliente, con ayuda de un operador con alta experiencia, modelan en un espacio real todos los muebles requeridos en una orden de producción y realizan la verificación de todos los productos a entregar.

Los técnicos de diseño son arquitectos altamente capacitados para solventar todos los requerimientos del cliente, y dar soluciones óptimas a los diseños.

Con ayuda de la información de la orden de producción, en un espacio destinado cerca del área de despacho, se arma cada uno de los muebles para verificar todo lo que se indica a continuación:

- Materiales
- Medidas
- Funcionalidad
- Estabilidad
- Simetría
- Colores
- Texturas
- Distancias
- Laminados

- Accesorios

En el caso de existir anomalías en algún mueble, se procede a identificar la pieza defectuosa para rectificarla, esto se realiza para daños menores.

Para daños o falencias mayores, se elabora un ¨memo¨ que es entregado al Gerente de Producción para que dé solución lo antes posible para continuar con el despacho de la orden de producción.

Una vez que los técnicos han revisado y verificado que todos los muebles están dentro de los parámetros de calidad previamente establecidos, y que la orden de producción se encuentra completa, se realiza un informe final y se procede con el embalaje y despacho de los muebles a cada cliente.

3.2 PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LA EMPRESA

Remodularsa S.A no contaba con información sobre la productividad de su planta y tampoco conocía a detalle la productividad actual de cada uno de sus subprocesos, lo cual dificultaba la toma de decisión y se dedicaban únicamente a ir solventando los problemas diarios que se suscitaban en los procesos o con las máquinas. Para lo cual este estudio fue de mucha ayuda ya que se pudo dar un panorama general del desarrollo de cada subproceso e identificar las áreas débiles del proceso.

3.2.1 PRODUCTIVIDAD ACTUAL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

La productividad actual en el sistema de abastecimiento se basa en los tableros que se consumen diariamente y que dan inicio a todo el proceso de producción.

Los tableros son almacenados durante períodos cortos, una o dos semanas. Esto tiene relación con la demanda del proceso de corte, que es el encargado de procesar los tableros para obtener las piezas de los muebles.

$$Pa = 5{,}75\,\frac{tableros}{hora} \qquad [3.1]$$

3.2.2 PRODUCTIVIDAD ACTUAL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

En cada uno de los subprocesos del sistema de producción definidos y analizados en la sección 3.1, se realizó la toma de datos y se obtuvo la productividad actual en cada uno de ellos.

Para el análisis de la productividad, se utilizó la ecuación que nos muestra la relación entre los productos obtenidos, ya sean estos para nuestros procesos piezas de madera o muebles armados, y los recursos utilizados en los procesos de producción:

$$P = \frac{Unidades\ obtenidas\ (\frac{piezas}{muebles})}{Horas{-}hombre} \qquad [3.2]$$

Para entender mejor la productividad de los subprocesos de producción se ha decidido dividir en dos líneas de producción los subprocesos para además poder compararlos y tomar acciones. Cabe mencionar, además, que en la planta industrial al momento existen justamente dos supervisores técnicos de producción que se encargan de manera independiente de controlar las actividades de cada una de las líneas de producción. Semanalmente coordinan sus actividades entre sí y dan solución a los problemas que se presentan continuamente.

La línea 1 de producción contempla los subprocesos donde el producto final son partes de los muebles:

- Corte
- Laminado
- Perforado
- Partes y piezas

Mientras que la línea 2 de producción contempla los demás subprocesos, donde el producto final son los muebles como tal:

- Armado
- Ensamble
- Despacho

Para medir la productividad actual se ha tomado las siguientes consideraciones, de acuerdo a lo mencionado en el punto 2.2.1, en referencia a la medición del trabajo:

- El suplemento por fatiga ha sido considerado como el 5 %, tomando en cuenta que a un operador se le puede asignar el 4 % cuando la tarea se la ejecuta sentado (George Kanawaty, 1996, p.339). Para nuestro caso, los operadores ejecutan su tarea parados en su totalidad.
- El suplemento por contingencias, se consideró el 10 % tomando en cuenta que este tiempo adicional es el tiempo en el cual el operador tiene para enserar la máquina si existe algún desajuste, conversar con el supervisor, entre otros.
- El suplemento por necesidades personales fue considerado del 5 %, en la mayoría de empresas este valor oscila entre 5 y 7 % para trabajos y operadores normales.
- El suplemento total por el tiempo no ocupado, contempla ciertas situaciones casuales que se dieron durante la toma de datos. Estas situaciones generan un tiempo adicional al tiempo ocupado para realizar la actividad, y debe ser considerado. Estas situaciones casuales son:

    - Reuniones con el supervisor de la línea.
    - Resolución de problemas por daños en las máquinas.
    - Revisiones de calidad, cuando se está trabajando con un tipo de tablero especial.
    - Descansos oportunos que realiza el personal, pero que no son programados con anterioridad.

En el estudio de tiempos realizados en cada uno de los subprocesos se ha identificado todos los suplementos que afectan el desarrollo de las actividades, y han sido tomados en cuenta para que se incluyan dentro del estudio.

Los datos obtenidos del estudio y los cálculos realizados, se los puede observar en el Anexo IV, para un mayor detalle. Para un mayor entendimiento de todo lo anteriormente expresado, se ha creado la Tabla 3.1., donde se puede identificar el subproceso, el tiempo tipo (tiempo total del proceso incluido los suplementos) y el tiempo que tarda el subproceso en obtener su producto final, ya sean estas piezas o muebles. En la siguiente tabla se muestra la producción actual de los subprocesos de la línea 1 de producción:

Tabla 3.1. Resumen del estudio de tiempos para la línea 1 de producción

Subproceso	Producción actual	Unidad
Corte	444	Piezas/día
Laminado	146	Piezas/día
Perforado	255	Piezas/día
Partes y Piezas	382	Piezas/día

La producción actual de los subprocesos de la línea 2 de producción, se muestra en la Tabla 3.2., y hace referencia a los muebles procesados durante los subprocesos de armado, ensamble y despacho:

Tabla 3.2. Resumen del estudio de tiempos para la línea 1 de producción

Subproceso	Producción actual	Unidad
Armado	50	Muebles/día
Ensamble	61	Muebles/día
Despacho	77	Muebles/día

En la Tabla 3.3. y Tabla 3.4., se detalla el análisis de la productividad total de cada una de las líneas de producción, tomando en cuenta la mano de obra utilizada, la materia prima, el capital invertido y la energía utilizada.

Tabla 3.3. Productividad total – Línea 1 de producción

Productividades Individuales	Productividad corte	Productividad laminado	Productividad perforado	Productividad partes y piezas
Producción (piezas/día)	444,00	146,00	255,00	382,00
Capital invertido ($/día)	524,41	149,10	127,47	30,54
Costo de mano de obra ($/día)	37,71	37,71	18,86	18,86
Energía ($/día)	37,9	73,7	62,5	24,6
Productividad total (multifactorial)	0,74	0,56	1,22	5,17

Tabla 3.4. Productividad total – Línea 2 de producción

Productividades Individuales	Productividad armado	Productividad ensamble	Productividad despacho
Producción (muebles/día)	50,00	61,00	77,00
Capital invertido ($/día)	70,30	80,50	101,30
Costo de mano de obra ($/día)	37,71	37,71	37,71
Energía ($/día)	8,9	6,7	2,2
Productividad total (multifactorial)	0,43	0,49	0,55

3.2.3 PRODUCCIÓN ACTUAL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

Como se indicó anteriormente, el sistema de control de calidad es uno de los procesos que toma más tiempo ya que en este se realiza un modelado total de la orden de producción bajo la cual se ha trabajado en todos los subprocesos y se realiza un control minucioso de todas las partes y muebles, para que de esta forma el producto final que debe ser enviado al cliente cumpla con todas sus expectativas y sea entregado con altos estándares de calidad, como es política de la empresa.

En este proceso se incluye la participación de técnicos especialistas que efectuaron el despiece para que realicen el control de todos los muebles. Por lo expuesto, este

proceso es uno de los que toma mayor tiempo debido a que involucra otro tipo de personal, informes y en ciertos casos elaboración de memos para rectificar partes de muebles o accesorios que no cumplen con su funcionalidad.

La producción actual del sistema de control de calidad se enfoca en la relación del número de órdenes de producción enviadas al área de despacho y liberadas para su entrega, con respecto al número de horas hombre utilizadas en estas actividades. Durante este subproceso también se toma en consideración los tiempos por suplementos debido a que, al ser un proceso realizado por personal humano, estos suplementos pueden variar la producción.

Después de realizar el estudio de tiempos en este subproceso, se obtuvo que la productividad actual de este sistema es de:

$$Pa = 2{,}0\ \frac{Órdenes\ Producción}{día} \qquad [3.3]$$

De manera adicional, esta información fue corroborada con el jefe de producción y el supervisor de planta, quienes tienen una estadística de las órdenes de producción que pasan el control de calidad sin tener mayores fallas y cuales son aquellas que han presentado una mayor cantidad de inconvenientes, retrasando este proceso; así como el tiempo que tardan los técnicos en realizar todas las actividades hasta el informe que es entregado al departamento de producción con todas las firmas correspondientes.

3.3 CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS

La capacidad de cada uno de los subprocesos se muestra en la Tabla 3.5., donde se ha colocado tanto la capacidad pico, como la capacidad efectiva y además la capacidad real medida con el estudio de tiempos, para con ellas poder realizar un comparativo:

Tabla 3.5. Capacidades de los subprocesos

Subproceso	Línea de producción	Capacidad pico	Capacidad efectiva	Capacidad real máxima
Corte	Línea 1	610 piezas/día	508 piezas/día	444 piezas/día
Laminado	Línea 1	723 piezas/día	602 piezas/día	146 piezas/día
Perforado	Línea 1	317 piezas/día	278 piezas/día	255 piezas/día
Partes y piezas	Línea 1	1307 piezas/día	1127 piezas/día	382 piezas/día
Armado	Línea 2	60 muebles/día	53 muebles/día	50 muebles/día
Ensamble	Línea 2	76 muebles/día	65 muebles/día	61 muebles/día
Despacho	Línea 2	99 muebles/día	84 muebles/día	77 muebles/día

La capacidad máxima de los sistemas de producción se encuentra vinculada directamente con la capacidad de producción de la restricción que se pueda evidenciar en el proceso, ya que los demás procesos se verán afectados directamente por esta.

Como se puede observar en la Figura 3.3, para la línea 1 de producción, la capacidad de todo el proceso se ve directamente afectada por la capacidad del subproceso de laminado, ya que este tiene una productividad baja de 146 piezas/día. Esto se ha convertido en un gran inconveniente para el departamento de producción, puesto que limita totalmente la producción de la planta y además genera retrasos en la entrega de productos.

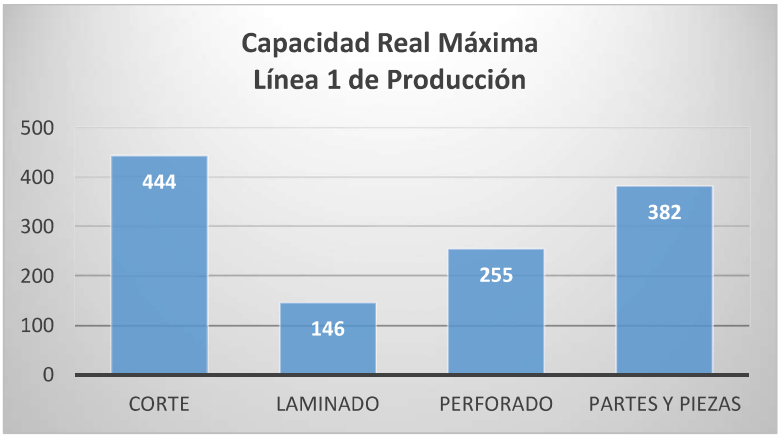

Figura 3.3. Capacidad real máxima de la línea 1 de producción

En la Figura 3.4. se puede observar que el subproceso que marca el ritmo del proceso y que da la capacidad del mismo, es el subproceso de armado con una productividad de 50 muebles/día, lo que también genera un inconveniente con la entrega final de productos y retrasa todas las actividades de los subprocesos que vienen a continuación.

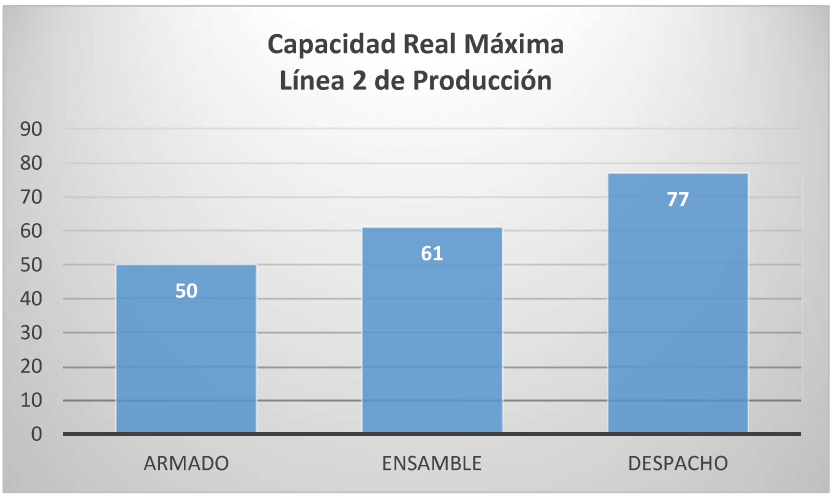

Figura 3.4. Capacidad real máxima de la línea 1 de producción

Una vez conocidas la capacidad de los sistemas de producción, es necesario planificar la estrategia bajo la cual se realizará una propuesta que genera beneficios a la empresa.

Es importante resaltar que el concepto global de un sistema de producción se aplica no sólo a una organización completa, sino también al trabajo que realiza cada uno de sus departamentos. Ya que todos los departamentos tienen procesos de trabajo y clientes (ya sea internos o externos). (Carro y González, 2013, p.27).

3.4 APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

Una vez que se ha dado a conocer el estatus del departamento de producción de la empresa, y que se conoce en su totalidad la producción actual bajo la cual se encuentran trabajando los sistemas productivos, es oportuno realizar una propuesta en la que se contemple algunas situaciones donde la empresa puede generar una mejora para su beneficio.

Una mejora sustancial dentro de la empresa permitirá mejorar sus índices de desempeño, así como también sus procesos y finalmente todo esto se verá enfocado a un mejor rendimiento económico dentro de su utilidad. Este proyecto se lo realizó de manera oportuna para el beneficio de la empresa Remodularsa S.A

La implementación de esta propuesta de diseño se encuentra ligada a la toma de decisiones de los directores de la organización y al consenso en la toma de disposiciones generales, debido a que de una u otra manera la empresa deberá invertir sus recursos para incrementar la productividad y a futuro ver reflejada esta inversión como parte de la utilidad de su organización.

La empresa Remodularsa S.A mantiene actualmente un firme compromiso de mejoramiento para toda su organización y se encuentra dispuesta a realizar los cambios necesarios para ver resultados a corto y largo plazo. Los objetivos organizacionales a futuro contemplan también un incremento en sus ventas anuales y por tanto es necesario que el departamento de producción se encuentre en la capacidad de manejar el nuevo ritmo de producción.

3.4.1 META

El actual proyecto tiene como objetivo principal buscar el incremento de la productividad del departamento de producción de la empresa Remodularsa S.A. Este proceso investigativo se ha enfocado en aplicar la teoría de restricciones, y en establecer la medición de la productividad en cada uno de los sistemas productivos, como el principal indicador de medición para el cumplimiento del objetivo principal. Se ha tomado a la productividad como una herramienta de medición clave, ya que permite involucrar los conceptos de la teoría de restricciones, basados en su meta, así como los productos finales y el tiempo (hora – hombre) utilizados en cada uno de los subprocesos, lo cual se convierte en costo para la empresa.

En esta misma línea de pensamiento, se realizan los siguientes cuestionamientos: (Umble y Srikanth, 1990, p.15). ¿La meta de una empresa industrial es fabricar

productos de calidad a un precio competitivo? ¿La meta es ofrecer una mejor atención al cliente? ¿La meta es obtener participación en el mercado? ¿Debería ser la meta reducir costos? ¿La meta es obtener la más avanzada tecnología en términos de equipos industriales?
En TOC, la meta de una empresa es ganar dinero ahora y siempre (Escalona, 2009, p.12).

3.4.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS RESTRICCIONES

Uno de los aspectos más importantes dentro de la teoría de restricciones es poder identificar de forma correcta la o las restricciones que están afectando a nuestros procesos, para de esta forma poder tomar acciones sobre estas. Una incorrecta identificación podría provocar que las decisiones generales que se tomen afecten aún más al proceso productivo y que generen más restricciones de las que inicialmente se tenía.
Una restricción es también conocida como cuello de botella, y se define como cualquier elemento que está limitando al sistema en el cumplimiento de la meta para la que fue creado, es decir, para el caso de empresas con fines de lucro, generar ganancias sustentables. (Espinoza y Jiménez, 2007, p.45).

Para determinar la o las restricciones que afectan el departamento de producción, hemos considerado, para el análisis el sistema de producción, las dos líneas de producción. En cada una de ellas se ha realizado los cálculos necesarios para obtener la productividad de los subprocesos y con esto también poder conocer la capacidad de cada uno de estos.

Se tomó en consideración los siguientes suplementos para el cálculo de la productividad: suplementos por fatiga, suplementos por contingencia, suplementos por necesidades personales, suplemento por el tiempo no ocupado

En las siguientes figuras (Figura 3.5.- Figura 3.12.) se pueden observar todos los cálculos que fueron necesarios para obtener la productividad de cada uno de los subprocesos:

ESTUDIO DE TIEMPOS
SUBPROCESO: CORTE

Empresa:	Remodularsa S.A.			**Departamento:**		Producción			**Sistema:**	Producción			**Número de muestras:**		90		
Observado por:	Andrea García			**Inicio:**	jul-17	**Fin:**	oct-17		**Operador:**	Angel M.			**Estudios realizados:**		3		
Observación	**Sublote**	**Job**	**Tableros**	**Número de piezas**	**Tipo de pieza**	**Tiempo total**	**Tiempo total**	**Valoración**	**Tiempo básico**	**Suplemento por fatiga**	**Suplemento por contingencias**	**Suplemento por necesidades personales**	**Total de suplemento**	**Total suplemento por tiempo no ocupado**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**	**Trabajo**
						(min:seg)	(min)	0-1	(min)	(%)	(%)	(%)	(min)	(min)	(min)	(min)	
1	48.1	DFB18	2,00	26,00	P,G,M	8:10	8,17	110	8,98	5	10	5	1,80	1,63	12,41	0,48	Normal
2	48.1	DFB18	1,00	12,00	P,G,M	5:54	5,90	90	5,31	5	10	5	1,06	1,63	8,00	0,67	Normal
3	48.1	DFB18	1,00	15,00	P,G,M	9:30	9,50	95	9,03	5	10	5	1,81	1,63	12,46	0,83	Normal
4	48.1	DFB18	1,00	14,00	P,G,M	8:34	8,57	120	10,28	5	10	5	2,06	1,63	13,97	1,00	Normal
5	48.1	DFB18	1,00	11,00	P,G,M	7:02	7,03	95	6,68	5	10	5	1,34	1,63	9,65	0,88	Normal
6	48.1	DFB18	1,00	13,00	P,G,M	7:25	7,42	115	8,53	5	10	5	1,71	1,63	11,87	0,91	Normal
7	48.1	DFB15	1,00	9,00	P,G,M	7:28	7,47	90	6,72	5	10	5	1,34	1,63	9,70	1,08	Normal
8	48.1	DFB15	1,00	2,00	P,G,M	1:47	1,78	120	2,14	5	10	5	0,43	1,63	4,20	2,10	Normal
9	47.2	CMBL15	5,00	46,00	P,G,M	22:24	22,40	110	24,64	5	10	5	4,93	1,63	31,20	0,68	Normal
10	47.2	OVOV15	2,00	30,00	P,G,M	14:03	14,05	110	15,46	5	10	5	3,09	1,63	20,18	0,67	Normal
11	47.2	OVOV18	3,00	23,00	P,G,M	21:60	22,00	110	24,20	5	10	5	4,84	1,63	30,67	1,33	Normal
12	47.2	RGBL06	5,00	25,00	P,G,M	23:45	23,75	110	26,13	5	10	5	5,23	1,63	32,98	1,32	Normal
13	47.2	RGBL15	4,00	52,00	P,G,M	21:35	21,58	110	23,74	5	10	5	4,75	1,63	30,12	0,58	Normal
14	47.2	RGRG15	1,00	25,00	P,G,M	6:89	7,48	110	8,23	5	10	5	1,65	1,63	11,51	0,46	Normal
15	47.2	CMCM18	5,00	40,00	P,G,M	23:55	23,92	110	26,31	5	10	5	5,26	1,63	33,20	0,83	Normal
16	47.2	HAHA18	1,00	8,00	P,G,M	7:05	7,08	110	7,79	5	10	5	1,56	1,63	10,98	1,37	Normal
17	47.2	OVBL06	6,00	30,00	P,G,M	22:16	22,27	110	24,49	5	10	5	4,90	1,63	31,02	1,03	Normal
18	47.2	RVRV18	1,00	12,00	P,G,M	6:45	6,75	110	7,43	5	10	5	1,49	1,63	10,54	0,88	Normal
19	47.2	OLVBL15	9,00	44,00	P,G,M	23:45	23,75	110	26,13	5	10	5	5,23	1,63	32,98	0,75	Normal
20	47.2	POPO18	1,00	13,00	P,G,M	8:05	8,08	110	8,89	5	10	5	1,78	1,63	12,30	0,95	Normal
21	47.3	DFB15	1,00	10,00	P,G,M	10:06	10,10	95	9,60	5	10	5	1,92	1,63	13,15	1,31	Normal
22	47.3	DFB15	1,00	8,00	P,G,M	7:27	7,45	95	7,08	5	10	5	1,42	1,63	10,12	1,27	Normal
23	47.3	DFB15	1,00	14,00	P,G,M	8:38	8,63	95	8,20	5	10	5	1,64	1,63	11,47	0,82	Normal
24	47.3	DFB15	1,00	16,00	P,G,M	13:09	13,15	110	14,47	5	10	5	2,89	1,63	18,99	1,19	Normal
25	47.3	DFB15	1,00	9,00	P,G,M	12:10	12,17	110	13,38	5	10	5	2,68	1,63	17,69	1,97	Normal
26	47.3	DFB15	1,00	12,00	P,G,M	15:31	15,52	110	17,07	5	10	5	3,41	1,63	22,11	1,84	Normal
27	47.3	DFB15	1,00	16,00	P,G,M	14:12	14,20	90	12,78	5	10	5	2,56	1,63	16,97	1,06	Normal
28	47.3	DFB15	1,00	8,00	P,G,M	10:23	10,38	90	9,35	5	10	5	1,87	1,63	12,85	1,61	Normal
29	47.3	DFB15	1,00	11,00	P,G,M	9:14	9,23	90	8,31	5	10	5	1,66	1,63	11,60	1,05	Normal
30	47.3	DFB15	1,00	15,00	P,G,M	19:25	19,42	90	17,48	5	10	5	3,50	1,63	22,60	1,51	Normal
				569,00			***379,20***		***398,80***				***79,76***		***527,50***	***1,08***	

Figura 3.5. Estudio de tiempos para el subproceso de Corte

ESTUDIO DE TIEMPOS
SUBPROCESO: LAMINADO

Empresa:	Remodularsa S.A.			**Departamento:**		Producción			**Sistema:**	Producción		**Número de muestras:**		90			
Observado por:		Andrea García		**Inicio:**	jul-17	**Fin:**	oct-17		**Operador:**	Carlos Ch.		**Estudios realizados:**		3			
Observación	**Sublote**	**Job**	**Número de piezas**	**Tipo de pieza**	**Tiempo total**	**Tiempo total**	**Valoración**	**Tiempo básico**	**Suplemento por fatiga**	**Suplemento por contingencias**	**Suplemento por necesidades personales**	**Total de suplemento**	**Total suplemento por tiempo no ocupado**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**	**Trabajo**	**Dificultad adicional**
					(min:seg)	(min)	0-1	(min)	(%)	(%)	(%)	(min)	(min)	(min)	(min)		
1	47.3	GPGP18	18,00	1L	4:49	4,82	120	5,78	5	10	5	1,16	3,24	10,17	0,57	Especial	
2	47.3	GPGP18	2,00	1L	1:24	1,40	120	1,68	5	10	5	0,34	3,24	5,25	2,63	Especial	
3	47.3	GPGP18	10,00	1L	3:10	3,17	95	3,01	5	10	5	0,60	3,24	6,85	0,68	Especial	
4	47.3	GPGP18	16,00	1L	3:44	3,73	95	3,55	5	10	5	0,71	3,24	7,49	0,47	Especial	
5	47.3	GPGP18	15,00	2L	4:00	4,00	95	3,80	5	10	5	0,76	3,24	7,80	0,52	Especial	
6	47.3	GPGP18	12,00	2L	4:35	4,58	95	4,35	5	10	5	0,87	3,24	8,46	0,71	Especial	
7	47.3	GPGP18	16,00	2L	3:54	3,90	95	3,71	5	10	5	0,74	3,24	7,68	0,48	Especial	
8	47.1	BLBL15	15,00	1L	2:52	2,87	120	3,44	5	10	5	0,69	3,24	7,36	0,49	Normal	
9	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:41	0,68	120	0,82	5	10	5	0,16	3,24	4,22	4,22	Normal	
10	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:48	0,80	120	0,96	5	10	5	0,19	3,24	4,39	4,39	Normal	
11	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:40	0,67	120	0,80	5	10	5	0,16	3,24	4,20	4,20	Normal	
12	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:43	0,72	120	0,86	5	10	5	0,17	3,24	4,27	4,27	Normal	
13	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:43	0,72	120	0,86	5	10	5	0,17	3,24	4,27	4,27	Normal	
14	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:42	0,70	110	0,77	5	10	5	0,15	3,24	4,16	4,16	Normal	
15	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:42	0,70	110	0,77	5	10	5	0,15	3,24	4,16	4,16	Normal	
16	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:42	0,70	110	0,77	5	10	5	0,15	3,24	4,16	4,16	Normal	
17	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:42	0,70	110	0,77	5	10	5	0,15	3,24	4,16	4,16	Normal	
18	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:43	0,72	110	0,79	5	10	5	0,16	3,24	4,18	4,18	Normal	
19	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:32	0,53	110	0,59	5	10	5	0,12	3,24	3,94	3,94	Normal	
20	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:31	0,52	110	0,57	5	10	5	0,11	3,24	3,92	3,92	Normal	
21	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:41	0,68	110	0,75	5	10	5	0,15	3,24	4,14	4,14	Normal	
22	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:49	0,82	110	0,90	5	10	5	0,18	3,24	4,31	4,31	Normal	
23	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:40	0,67	110	0,73	5	10	5	0,15	3,24	4,12	4,12	Normal	
24	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:43	0,72	110	0,79	5	10	5	0,16	3,24	4,18	4,18	Normal	
25	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:43	0,72	110	0,79	5	10	5	0,16	3,24	4,18	4,18	Normal	
26	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:42	0,70	110	0,77	5	10	5	0,15	3,24	4,16	4,16	Normal	
27	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:43	0,72	110	0,79	5	10	5	0,16	3,24	4,18	4,18	Normal	
28	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:41	0,68	110	0,75	5	10	5	0,15	3,24	4,14	4,14	Normal	
29	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:42	0,70	110	0,77	5	10	5	0,15	3,24	4,16	4,16	Normal	
30	42.1	BLBL15	1,00	1L	0:44	0,73	110	0,81	5	10	5	0,16	3,24	4,20	4,20	Normal	
			126,00			***43,75***		***46,48***				***9,30***		***152,83***	***3,28***		

Figura 3.6. Estudio de tiempos para el subproceso de Laminado

ESTUDIO DE TIEMPOS
SUBPROCESO: PERFORADO

Empresa:	Remodularsa S.A.			**Departamento:**		Producción			**Sistema:**	Producción		**Número de muestras:**		90			
Observado por:		Andrea García		**Inicio:**	jul-17	**Fin:**	oct-17		**Operador:**	Milton C.		**Estudios realizados:**		3			
Observación	**Sublote**	**Job**	**Número de piezas**	**Tipo de pieza**	**Tiempo total**	**Tiempo total**	**Valoración**	**Tiempo básico**	**Suplemento por fatiga**	**Suplemento por contingencias**	**Suplemento por necesidades personales**	**Total de suplemento**	**Total suplemento por tiempo no ocupado**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**	**Trabajo**	**Dificultad adicional**
					(min:seg)	(min)	0-1	(min)	(%)	(%)	(%)	(min)	(min)	(min)	(min)		
1	47.4	ES9	1,00	G	2:07	2,12	110	2,33	5	4	5	0,33	0,25	2,91	2,91	Especial	
2	47.4	ES9	1,00	G	2:08	2,13	110	2,35	5	4	5	0,33	0,25	2,93	2,93	Especial	Si
3	47.4	ES9	1,00	G	2:09	2,15	110	2,37	5	4	5	0,33	0,25	2,95	2,95	Especial	Si
4	47.4	ES9	1,00	P	2:10	2,17	110	2,38	5	4	5	0,33	0,25	2,97	2,97	Especial	
5	47.4	ES9	1,00	P	2:11	2,18	110	2,40	5	4	5	0,34	0,25	2,99	2,99	Especial	
6	47.4	ES9	1,00	M	2:12	2,20	110	2,42	5	4	5	0,34	0,25	3,01	3,01	Especial	
7	47.4	ES9	1,00	P	2:13	2,22	110	2,44	5	4	5	0,34	0,25	3,03	3,03	Especial	
8	47.4	ES9	1,00	M	2:14	2,23	110	2,46	5	4	5	0,34	0,25	3,05	3,05	Especial	
9	47.4	ES9	1,00	M	2:15	2,25	110	2,48	5	4	5	0,35	0,25	3,07	3,07	Especial	
10	47.4	ES9	1,00	M	2:16	2,27	110	2,49	5	4	5	0,35	0,25	3,10	3,10	Especial	
11	47.4	ES9	1,00	M	2:17	2,28	110	2,51	5	4	5	0,35	0,25	3,12	3,12	Especial	
12	47.4	ES9	1,00	M	2:18	2,30	110	2,53	5	4	5	0,35	0,25	3,14	3,14	Especial	
13	47.4	ES9	1,00	M	2:19	2,32	110	2,55	5	4	5	0,36	0,25	3,16	3,16	Especial	
14	47.4	ES9	1,00	M	2:20	2,33	110	2,57	5	4	5	0,36	0,25	3,18	3,18	Especial	
15	47.4	ES9	1,00	G	2:21	2,35	110	2,59	5	4	5	0,36	0,25	3,20	3,20	Especial	
16	47.4	ES9	2,00	P	2:22	2,37	110	2,60	5	4	5	0,36	0,25	3,22	1,61	Especial	
17	47.4	ES9	2,00	P	2:23	2,38	110	2,62	5	4	5	0,37	0,25	3,24	1,62	Especial	
18	47.4	ES9	1,00	G	2:24	2,40	110	2,64	5	4	5	0,37	0,25	3,26	3,26	Especial	
19	47.4	ES9	1,00	G	2:25	2,42	110	2,66	5	4	5	0,37	0,25	3,28	3,28	Especial	
20	47.1	BLBL15	40,00	P	2:26	2,43	110	2,68	5	4	5	0,37	0,25	3,30	0,08	Normal	
21	47.1	BLBL15	37,00	P	2:27	2,45	110	2,70	5	4	5	0,38	0,25	3,33	0,09	Normal	
22	47.1	BLBL15	53,00	P	2:28	2,47	110	2,71	5	4	5	0,38	0,25	3,35	0,06	Normal	
23	47.1	BLBL15	44,00	P	2:35	2,58	110	2,84	5	4	5	0,40	0,25	3,49	0,08	Normal	
24	47.1	BLBL15	50,00	P	2:45	2,75	110	3,03	5	4	5	0,42	0,25	3,70	0,07	Normal	
25	47.1	BLBL15	39,00	P	2:20	2,33	110	2,57	5	4	5	0,36	0,25	3,18	0,08	Normal	
26	47.1	BLBL15	52,00	P	3:10	3,17	110	3,48	5	4	5	0,49	0,25	4,22	0,08	Normal	
27	47.1	BLBL15	47,00	P	2:50	2,83	110	3,12	5	4	5	0,44	0,25	3,81	0,08	Normal	
28	47.1	BLBL15	50,00	P	3:06	3,10	110	3,41	5	4	5	0,48	0,25	4,14	0,08	Normal	
29	47.1	BLBL15	45,00	P	2:27	2,45	110	2,70	5	4	5	0,38	0,25	3,33	0,07	Normal	
30	47.1	BLBL15	36,00	P	2:15	2,25	110	2,48	5	4	5	0,35	0,25	3,07	0,09	Normal	
			514,00			***71,88***		***79,07***				***11,07***		***97,73***	***1,88***		

Figura 3.7. Estudio de tiempos para el subproceso de Perforado

ESTUDIO DE TIEMPOS SUBPROCESO: PARTES Y PIEZAS																
Empresa:	Remodularsa S.A.				**Departamento:**		Producción			**Sistema:**	Producción		**Número de muestras:**		90	
Observado por:		Andrea García			**Inicio:**	sep-17	**Fin:**	nov-17		**Operador:**	Cristian C.		**Estudios realizados:**		3	
Observación	**Sublote**	**Pallet**	**OP**	**Número de piezas**	**Tiempo total**	**Tiempo total**	**Valoración**	**Tiempo básico**	**Suplemento por fatiga**	**Suplemento por contingencias**	**Suplemento por necesidades personales**	**Total de suplemento**	**Total suplemento por tiempo no ocupado**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**	**Trabajo**
					(min:seg)	(min)	0-1	(min)	(%)	(%)	(%)	(min)	(min)	(min)	(min)	
1	47.4	6,00	0019551	1,00	0:36	0,60	110	0,66	4	7	5	0,11	0,83	1,60	1,60	Normal
2	47.4	6,00	0019551	1,00	0:08	0,13	110	0,15	4	7	5	0,02	0,83	1,00	1,00	Normal
3	47.4	6,00	0019551	1,00	0:13	0,22	110	0,24	4	7	5	0,04	0,83	1,11	1,11	Normal
4	47.4	6,00	0019551	1,00	0:14	0,23	110	0,26	4	7	5	0,04	0,83	1,13	1,13	Normal
5	47.4	6,00	0019551	1,00	0:20	0,33	110	0,37	4	7	5	0,06	0,83	1,26	1,26	Normal
6	47.4	6,00	0019551	1,00	0:21	0,35	110	0,39	4	7	5	0,06	0,83	1,28	1,28	Normal
7	47.4	6,00	0019551	1,00	0:24	0,40	110	0,44	4	7	5	0,07	0,83	1,34	1,34	Normal
8	47.4	6,00	0019551	1,00	0:17	0,28	110	0,31	4	7	5	0,05	0,83	1,19	1,19	Normal
9	47.4	6,00	0019551	1,00	0:16	0,27	110	0,29	4	7	5	0,05	0,83	1,17	1,17	Normal
10	47.4	6,00	0019551	1,00	0:18	0,30	110	0,33	4	7	5	0,05	0,83	1,21	1,21	Normal
11	47.4	6,00	0019551	1,00	0:26	0,43	110	0,48	4	7	5	0,08	0,83	1,38	1,38	Normal
12	47.4	6,00	0019551	1,00	0:18	0,30	110	0,33	4	7	5	0,05	0,83	1,21	1,21	Normal
13	47.4	6,00	0019551	1,00	0:21	0,35	110	0,39	4	7	5	0,06	0,83	1,28	1,28	Normal
14	47.4	6,00	0019551	1,00	0:20	0,33	110	0,37	4	7	5	0,06	0,83	1,26	1,26	Normal
15	47.4	6,00	0019551	1,00	0:21	0,35	110	0,39	4	7	5	0,06	0,83	1,28	1,28	Normal
16	47.4	6,00	0019551	1,00	0:14	0,23	110	0,26	4	7	5	0,04	0,83	1,13	1,13	Normal
17	47.4	6,00	0019551	1,00	0:19	0,32	110	0,35	4	7	5	0,06	0,83	1,23	1,23	Normal
18	47.4	6,00	0019551	1,00	0:21	0,35	110	0,39	4	7	5	0,06	0,83	1,28	1,28	Normal
19	47.4	6,00	0019551	1,00	0:17	0,28	110	0,31	4	7	5	0,05	0,83	1,19	1,19	Normal
20	47.4	6,00	0019551	1,00	0:20	0,33	110	0,37	4	7	5	0,06	0,83	1,26	1,26	Normal
21	47.4	6,00	0019551	1,00	0:14	0,23	110	0,26	4	7	5	0,04	0,83	1,13	1,13	Normal
22	47.4	6,00	0019551	1,00	0:23	0,38	110	0,42	4	7	5	0,07	0,83	1,32	1,32	Normal
23	47.4	6,00	0019551	1,00	0:24	0,40	110	0,44	4	7	5	0,07	0,83	1,34	1,34	Normal
24	47.4	6,00	0019551	1,00	0:15	0,25	110	0,28	4	7	5	0,04	0,83	1,15	1,15	Normal
25	47.4	6,00	0019551	1,00	0:18	0,30	110	0,33	4	7	5	0,05	0,83	1,21	1,21	Normal
26	47.4	6,00	0019551	1,00	0:21	0,35	110	0,39	4	7	5	0,06	0,83	1,28	1,28	Normal
27	47.4	6,00	0019551	1,00	0:27	0,45	110	0,50	4	7	5	0,08	0,83	1,40	1,40	Normal
28	47.4	6,00	0019551	1,00	0:19	0,32	110	0,35	4	7	5	0,06	0,83	1,23	1,23	Normal
29	47.4	6,00	0019551	1,00	0:23	0,38	110	0,42	4	7	5	0,07	0,83	1,32	1,32	Normal
30	47.4	6,00	0019551	1,00	0:33	0,55	110	0,61	4	7	5	0,10	0,83	1,53	1,53	Normal
				29,00				***11,02***				***1,76***		***37,68***	***1,26***	

Figura 3.8. Estudio de tiempos para el subproceso de Partes y Piezas

ESTUDIO DE TIEMPOS
SUBPROCESO: ARMADO

Empresa:	Remodularsa S.A.		**Departamento:**		Producción		**Sistema:**	Producción		Num. Muestras:	90
Observado por:	Andrea García		**Inicio:**	sep-17	**Fin:**	nov-17	**Operador:**	Pedro E.		Estudios realizados:	3

Observación	Número de muebles	Número de piezas	Tiempo total	Tiempo total	Valoración	Tiempo básico	Suplemento por fatiga	Suplemento por contingencias	Suplemento por necesidades personales	Total de suplemento	Total suplemento por tiempo no ocupado	Tiempo tipo	Tiempo por mueble	Trabajo
			(min:seg)	(min)	0-1	(min)	(%)	(%)	(%)	(min)	(min)	(min)	(min)	
1	1,00	5,00	8:45	8,75	110	9,63	5	5	5	1,44	0,42	11,49	11,49	Normal
2	1,00	5,00	7:08	7,13	110	7,85	5	5	5	1,18	0,42	9,44	9,44	Normal
3	1,00	5,00	6:44	6,73	110	7,41	5	5	5	1,11	0,42	8,93	8,93	Normal
4	1,00	5,00	8:01	8,02	110	8,82	5	5	5	1,32	0,42	10,56	10,56	Normal
5	1,00	5,00	6:57	6,95	110	7,65	5	5	5	1,15	0,42	9,21	9,21	Normal
6	1,00	5,00	7:24	7,40	110	8,14	5	5	5	1,22	0,42	9,78	9,78	Normal
7	1,00	5,00	5:55	5,92	110	6,51	5	5	5	0,98	0,42	7,90	7,90	Normal
8	1,00	5,00	6:23	6,38	110	7,02	5	5	5	1,05	0,42	8,49	8,49	Normal
9	1,00	5,00	7:45	7,75	110	8,53	5	5	5	1,28	0,42	10,22	10,22	Normal
10	1,00	5,00	6:35	6,58	110	7,24	5	5	5	1,09	0,42	8,74	8,74	Normal
11	1,00	7,00	8:09	8,15	110	8,97	5	5	5	1,34	0,42	10,73	10,73	Normal
12	1,00	7,00	9:10	9,17	110	10,08	5	5	5	1,51	0,42	12,01	12,01	Normal
13	1,00	7,00	8:44	8,73	110	9,61	5	5	5	1,44	0,42	11,46	11,46	Normal
14	1,00	7,00	7:56	7,93	110	8,73	5	5	5	1,31	0,42	10,45	10,45	Normal
15	1,00	7,00	8:45	8,75	110	9,63	5	5	5	1,44	0,42	11,49	11,49	Normal
16	1,00	7,00	7:24	7,40	110	8,14	5	5	5	1,22	0,42	9,78	9,78	Normal
17	1,00	7,00	6:15	6,25	110	6,88	5	5	5	1,03	0,42	8,32	8,32	Normal
18	1,00	7,00	8:45	8,75	110	9,63	5	5	5	1,44	0,42	11,49	11,49	Normal
19	1,00	7,00	9:10	9,17	110	10,08	5	5	5	1,51	0,42	12,01	12,01	Normal
20	1,00	5,00	7:50	7,83	110	8,62	5	5	5	1,29	0,42	10,33	10,33	Normal
21	1,00	5,00	6:35	6,58	95	6,25	5	5	5	0,94	0,42	7,61	7,61	Normal
22	1,00	5,00	7:30	7,50	95	7,13	5	5	5	1,07	0,42	8,61	8,61	Normal
23	1,00	5,00	8:00	8,00	95	7,60	5	5	5	1,14	0,42	9,16	9,16	Normal
24	1,00	5,00	7:15	7,25	95	6,89	5	5	5	1,03	0,42	8,34	8,34	Normal
25	1,00	5,00	6:20	6,33	95	6,02	5	5	5	0,90	0,42	7,34	7,34	Normal
26	1,00	5,00	7:24	7,40	95	7,03	5	5	5	1,05	0,42	8,50	8,50	Normal
27	1,00	5,00	6:60	7,00	95	6,65	5	5	5	1,00	0,42	8,06	8,06	Normal
28	1,00	5,00	8:05	8,08	95	7,68	5	5	5	1,15	0,42	9,25	9,25	Normal
29	1,00	5,00	7:06	7,10	95	6,75	5	5	5	1,01	0,42	8,17	8,17	Normal
30	1,00	5,00	7:40	7,67	95	7,28	5	5	5	1,09	0,42	8,79	8,79	Normal
				226,67		***238,40***				***35,76***		***286,66***	***9,56***	

Figura 3.9. Estudio de tiempos para el subproceso de Armado

ESTUDIO DE TIEMPOS SUBPROCESO: ENSAMBLE													
Empresa:	Remodularsa S.A.				**Departamento:**		Producción		**Sistema:**	Producción	Num. Muestras:		90
Observado por:		Andrea García			**Inicio:**	sep-17	**Fin:**	nov-17	**Operador:**	Diego M.	Estudios realizados:		3
Observación	**Número de muebles**	**Tiempo total**	**Tiempo total**	**Valoración**	**Tiempo básico**	**Suplemento por fatiga**	**Suplemento por contingencias**	**Suplemento por necesidades personales**	**Total de suplemento**	**Total suplemento por tiempo no ocupado**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por mueble**	**Trabajo**
		(min:seg)	(min)	0-1	(min)	(%)	(%)	(%)	(min)	(min)	(min)	(min)	
1	1,00	6:15	6,25	110	6,88	5	7	5	1,17	0,52	8,56	8,56	Normal
2	1,00	5:10	5,17	110	5,68	5	7	5	0,97	0,52	7,16	7,16	Normal
3	1,00	4:45	4,75	110	5,23	5	7	5	0,89	0,52	6,63	6,63	Normal
4	1,00	4:50	4,83	110	5,32	5	7	5	0,90	0,52	6,74	6,74	Normal
5	1,00	6:02	6,03	110	6,64	5	7	5	1,13	0,52	8,28	8,28	Normal
6	1,00	6:40	6,67	110	7,33	5	7	5	1,25	0,52	9,10	9,10	Normal
7	1,00	5:45	5,75	110	6,33	5	7	5	1,08	0,52	7,92	7,92	Normal
8	1,00	4:57	4,95	110	5,45	5	7	5	0,93	0,52	6,89	6,89	Normal
9	1,00	6:35	6,58	110	7,24	5	7	5	1,23	0,52	8,99	8,99	Normal
10	1,00	5:24	5,40	110	5,94	5	7	5	1,01	0,52	7,46	7,46	Normal
11	1,00	5:40	5,67	110	6,23	5	7	5	1,06	0,52	7,81	7,81	Normal
12	1,00	6:30	6,50	110	7,15	5	7	5	1,22	0,52	8,88	8,88	Normal
13	1,00	4:60	5,00	110	5,50	5	7	5	0,94	0,52	6,95	6,95	Normal
14	1,00	6:12	6,20	110	6,82	5	7	5	1,16	0,52	8,49	8,49	Normal
15	1,00	5:75	6,25	110	6,88	5	7	5	1,17	0,52	8,56	8,56	Normal
16	1,00	5:35	5,58	110	6,14	5	7	5	1,04	0,52	7,70	7,70	Normal
17	1,00	4:57	4,95	110	5,45	5	7	5	0,93	0,52	6,89	6,89	Normal
18	1,00	6:20	6,33	110	6,97	5	7	5	1,18	0,52	8,67	8,67	Normal
19	1,00	6:40	6,67	110	7,33	5	7	5	1,25	0,52	9,10	9,10	Normal
20	1,00	7:02	7,03	110	7,74	5	7	5	1,32	0,52	9,57	9,57	Normal
21	1,00	6:35	6,58	95	6,25	5	7	5	1,06	0,52	7,83	7,83	Normal
22	1,00	7:20	7,33	95	6,97	5	7	5	1,18	0,52	8,67	8,67	Normal
23	1,00	4:56	4,93	95	4,69	5	7	5	0,80	0,52	6,00	6,00	Normal
24	1,00	6:34	6,57	95	6,24	5	7	5	1,06	0,52	7,81	7,81	Normal
25	1,00	4:56	4,93	95	4,69	5	7	5	0,80	0,52	6,00	6,00	Normal
26	1,00	6:14	6,23	95	5,92	5	7	5	1,01	0,52	7,44	7,44	Normal
27	1,00	7:23	7,38	95	7,01	5	7	5	1,19	0,52	8,72	8,72	Normal
28	1,00	6:34	6,57	95	6,24	5	7	5	1,06	0,52	7,81	7,81	Normal
29	1,00	5:60	6,00	95	5,70	5	7	5	0,97	0,52	7,18	7,18	Normal
30	1,00	7:23	7,38	95	7,01	5	7	5	1,19	0,52	8,72	8,72	Normal
			180,48		***188,94***				***32,12***		***236,51***	***7,88***	

Figura 3.10. Estudio de tiempos para el subproceso de Ensamble

ESTUDIO DE TIEMPOS SUBPROCESO: DESPACHO													
Empresa:	Remodularsa S.A.				**Departamento:**		Producción		**Sistema:**	Producción	Num. Muestras:		90
Observado por:		Andrea García			**Inicio:**	sep-17	**Fin:**	nov-17	**Operador:**	Ernesto S.	Estudios realizados:		3
Observación	**Número de muebles**	**Tiempo total**	**Tiempo total**	**Valoración**	**Tiempo básico**	**Suplemento por fatiga**	**Suplemento por contingencias**	**Suplemento por necesidades personales**	**Total de suplemento**	**Total suplemento por tiempo no ocupado**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por mueble**	**Trabajo**
		(min:seg)	(min)	0-1	(min)	(%)	(%)	(%)	(min)	(min)	(min)	(min)	
1	1,00	5:15	5,25	90	4,73	5	7	5	0,80	0,53	6,06	6,06	Normal
2	1,00	4:10	4,17	90	3,75	5	7	5	0,64	0,53	4,92	4,92	Normal
3	1,00	3:45	3,75	90	3,38	5	7	5	0,57	0,53	4,48	4,48	Normal
4	1,00	3:50	3,83	90	3,45	5	7	5	0,59	0,53	4,57	4,57	Normal
5	1,00	5:02	5,03	90	4,53	5	7	5	0,77	0,53	5,83	5,83	Normal
6	1,00	5:40	5,67	90	5,10	5	7	5	0,87	0,53	6,50	6,50	Normal
7	1,00	4:45	4,75	90	4,28	5	7	5	0,73	0,53	5,54	5,54	Normal
8	1,00	4:57	4,95	90	4,46	5	7	5	0,76	0,53	5,75	5,75	Normal
9	1,00	5:35	5,58	90	5,03	5	7	5	0,85	0,53	6,41	6,41	Normal
10	1,00	4:24	4,40	110	4,84	5	7	5	0,82	0,53	6,20	6,20	Normal
11	1,00	5:40	5,67	110	6,23	5	7	5	1,06	0,53	7,83	7,83	Normal
12	1,00	5:30	5,50	110	6,05	5	7	5	1,03	0,53	7,61	7,61	Normal
13	1,00	3:60	4,00	110	4,40	5	7	5	0,75	0,53	5,68	5,68	Normal
14	1,00	5:12	5,20	110	5,72	5	7	5	0,97	0,53	7,23	7,23	Normal
15	1,00	4:75	5,25	110	5,78	5	7	5	0,98	0,53	7,29	7,29	Normal
16	1,00	3:35	3,58	110	3,94	5	7	5	0,67	0,53	5,15	5,15	Normal
17	1,00	3:57	3,95	110	4,35	5	7	5	0,74	0,53	5,62	5,62	Normal
18	1,00	5:20	5,33	110	5,87	5	7	5	1,00	0,53	7,40	7,40	Normal
19	1,00	4:40	4,67	110	5,13	5	7	5	0,87	0,53	6,54	6,54	Normal
20	1,00	5:02	5,03	110	5,54	5	7	5	0,94	0,53	7,01	7,01	Normal
21	1,00	4:35	4,58	95	4,35	5	7	5	0,74	0,53	5,63	5,63	Normal
22	1,00	5:20	5,33	95	5,07	5	7	5	0,86	0,53	6,46	6,46	Normal
23	1,00	4:56	4,93	95	4,69	5	7	5	0,80	0,53	6,02	6,02	Normal
24	1,00	5:34	5,57	95	5,29	5	7	5	0,90	0,53	6,72	6,72	Normal
25	1,00	4:56	4,93	95	4,69	5	7	5	0,80	0,53	6,02	6,02	Normal
26	1,00	5:14	5,23	95	4,97	5	7	5	0,85	0,53	6,35	6,35	Normal
27	1,00	4:23	4,38	95	4,16	5	7	5	0,71	0,53	5,41	5,41	Normal
28	1,00	6:34	6,57	95	6,24	5	7	5	1,06	0,53	7,83	7,83	Normal
29	1,00	4:60	5,00	95	4,75	5	7	5	0,81	0,53	6,09	6,09	Normal
30	1,00	5:23	5,38	95	5,11	5	7	5	0,87	0,53	6,52	6,52	Normal
			147,48		***145,85***				***24,79***		***186,64***	***6,22***	

Figura 3.11. Estudio de tiempos para el subproceso de Corte

ESTUDIO DE TIEMPOS
SUBPROCESO: CONTROL DE CALIDAD

Empresa:	Remodularsa S.A.		**Departamento:**	Producción		**Sistema:**	Producción	Num. Muestras:	90
Observado por:	Andrea García		**Inicio:**	sep-17	**Fin:**	nov-17	**Operador:**	Elvis A.	Estudios realizados:	3

Observación	Orden de Producción	Tiempo total	Tiempo total	Valoración	Tiempo básico	Suplemento por fatiga	Suplemento por contingencias	Suplemento por necesidades personales	Total de suplemento	Total suplemento por tiempo no ocupado	Tiempo tipo	Tiempo por OP	Trabajo
		(h:min)	(hora)	0-1	(hora)	(%)	(%)	(%)	(hora)	(hora)	(hora)	(hora)	
1	1,00	2:30	2,50	110	2,75	5	10	5	0,55	0,65	3,95	3,95	Normal
2	1,00	2:15	2,25	110	2,48	5	10	5	0,50	0,65	3,62	3,62	Normal
3	1,00	2:48	2,80	110	3,08	5	10	5	0,62	0,65	4,34	4,34	Normal
4	1,00	3:00	3,00	110	3,30	5	10	5	0,66	0,65	4,61	4,61	Normal
5	1,00	2:45	2,75	110	3,03	5	10	5	0,61	0,65	4,28	4,28	Normal
6	1,00	1:45	1,75	110	1,93	5	10	5	0,39	0,65	2,96	2,96	Normal
7	1,00	2:25	2,42	110	2,66	5	10	5	0,53	0,65	3,84	3,84	Normal
8	1,00	2:30	2,50	110	2,75	5	10	5	0,55	0,65	3,95	3,95	Normal
9	1,00	2:50	2,83	110	3,12	5	10	5	0,62	0,65	4,39	4,39	Normal
10	1,00	2:25	2,42	110	2,66	5	10	5	0,53	0,65	3,84	3,84	Normal
11	1,00	2:50	2,83	110	3,12	5	10	5	0,62	0,65	4,39	4,39	Normal
12	1,00	3:00	3,00	110	3,30	5	10	5	0,66	0,65	4,61	4,61	Normal
13	1,00	1:60	2,00	110	2,20	5	10	5	0,44	0,65	3,29	3,29	Normal
14	1,00	2:11	2,18	110	2,40	5	10	5	0,48	0,65	3,53	3,53	Normal
15	1,00	2:34	2,57	110	2,82	5	10	5	0,56	0,65	4,03	4,03	Normal
16	1,00	3:45	3,75	110	4,13	5	10	5	0,83	0,65	5,60	5,60	Normal
17	1,00	1:25	1,42	110	1,56	5	10	5	0,31	0,65	2,52	2,52	Normal
18	1,00	2:15	2,25	110	2,48	5	10	5	0,50	0,65	3,62	3,62	Normal
19	1,00	2:55	2,92	110	3,21	5	10	5	0,64	0,65	4,50	4,50	Normal
20	1,00	1:45	1,75	110	1,93	5	10	5	0,39	0,65	2,96	2,96	Normal
21	1,00	2:50	2,83	110	3,12	5	10	5	0,62	0,65	4,39	4,39	Normal
22	1,00	2:50	2,83	110	3,12	5	10	5	0,62	0,65	4,39	4,39	Normal
23	1,00	2:25	2,42	110	2,66	5	10	5	0,53	0,65	3,84	3,84	Normal
24	1,00	2:45	2,75	110	3,03	5	10	5	0,61	0,65	4,28	4,28	Normal
25	1,00	3:00	3,00	110	3,30	5	10	5	0,66	0,65	4,61	4,61	Normal
26	1,00	3:25	3,42	110	3,76	5	10	5	0,75	0,65	5,16	5,16	Normal
27	1,00	2:11	2,18	110	2,40	5	10	5	0,48	0,65	3,53	3,53	Normal
28	1,00	2:15	2,25	110	2,48	5	10	5	0,50	0,65	3,62	3,62	Normal
29	1,00	2:28	2,47	110	2,71	5	10	5	0,54	0,65	3,90	3,90	Normal
30	1,00	3:12	3,20	110	3,52	5	10	5	0,70	0,65	4,87	4,87	Normal
			77,23		***84,96***				***16,99***		***121,30***	***4,04***	

Figura 3.12. Estudio de tiempos para el subproceso de Control de Calidad

Se ha considerado el conjunto de resultados establecidos como parte del análisis inicial de cada uno de los subprocesos que conforman el sistema de producción.

Estos resultados nos han permitido tener una idea clara de la situación de cada uno de los subprocesos e identificar al subproceso de laminado como el cuello de botella para la línea 1 de producción y al subproceso de armado como el cuello de botella para la línea 2.

Esto lo podemos evidenciar en la figura 3.13. y figura 3.14.:

RESUMEN DEL ESTUDIO LÍNEA 1 DE PRODUCCIÓN											
Empresa:	Remodularsa S.A		**Departamento:**		Producción			**Sistema:**	Producción		
Observado por:	Andrea García		**Inicio:**	jul-17	**Fin:**	oct-17		**Estudio núm:**	1		
Observación	**CORTE**		**LAMINADO**		**PERFORADO**			**PARTES Y PIEZAS**			
	Tiempo tipo	**Tiempo por pieza**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**		**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**		
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)		(min)	(min)		
1	12,41	0,48	10,17	0,57	2,91	2,91		1,60	1,60		
2	8,00	0,67	5,25	2,63	2,93	2,93		1,00	1,00		
3	12,46	0,83	6,85	0,68	2,95	2,95		1,11	1,11		
4	13,97	1,00	7,49	0,47	2,97	2,97		1,13	1,13		
5	9,65	0,88	7,80	0,52	2,99	2,99		1,26	1,26		
6	11,87	0,91	8,46	0,71	3,01	3,01		1,28	1,28		
7	9,70	1,08	7,68	0,48	3,03	3,03		1,34	1,34		
8	4,20	2,10	7,36	0,49	3,05	3,05		1,19	1,19		
9	31,20	0,68	4,22	4,22	3,07	3,07		1,17	1,17		
10	20,18	0,67	4,39	4,39	3,10	3,10		1,21	1,21		
11	30,67	1,33	4,20	4,20	3,12	3,12		1,38	1,38		
12	32,98	1,32	4,27	4,27	3,14	3,14		1,21	1,21		
13	30,12	0,58	4,27	4,27	3,16	3,16		1,28	1,28		
14	11,51	0,46	4,16	4,16	3,18	3,18		1,26	1,26		
15	33,20	0,83	4,16	4,16	3,20	3,20		1,28	1,28		
16	10,98	1,37	4,16	4,16	3,22	1,61		1,13	1,13		
17	31,02	1,03	4,16	4,16	3,24	1,62		1,23	1,23		
18	10,54	0,88	4,18	4,18	3,26	3,26		1,28	1,28		
19	32,98	0,75	3,94	3,94	3,28	3,28		1,19	1,19		
20	12,30	0,95	3,92	3,92	3,30	0,08		1,26	1,26		
21	13,15	1,31	4,14	4,14	3,33	0,09		1,13	1,13		
22	10,12	1,27	4,31	4,31	3,35	0,06		1,32	1,32		
23	11,47	0,82	4,12	4,12	3,49	0,08		1,34	1,34		
24	18,99	1,19	4,18	4,18	3,70	0,07		1,15	1,15		
25	17,69	1,97	4,18	4,18	3,18	0,08		1,21	1,21		
26	22,11	1,84	4,16	4,16	4,22	0,08		1,28	1,28		
27	16,97	1,06	4,18	4,18	3,81	0,08		1,40	1,40		
28	12,85	1,61	4,14	4,14	4,14	0,08		1,23	1,23		
29	11,60	1,05	4,16	4,16	3,33	0,07		1,32	1,32		
30	22,60	1,51	4,20	4,20	3,07	0,09		1,53	1,53		
Tiempo promedio =		1,08		3,28		1,88			1,26		
Producción =		**444**	piezas/día	**146**	piezas/día	**255**	piezas/día		**382**	piezas/día	

Figura 3.13. Detalle del estudio de tiempos para la línea 1 de producción

RESUMEN DEL ESTUDIO LÍNEA 2 DE PRODUCCIÓN							
Empresa:	Remodularsa S.A		**Departamento:**			Producción	
Observado por:		Andrea García	**Inicio:**	sep-17		**Fin:**	nov-17
Observación	**ARMADO**		**ENSAMBLE**			**DESPACHO**	
	Tiempo tipo	**Tiempo por mueble**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por mueble**		**Tiempo tipo**	**Tiempo por mueble**
	(min)	(min)	(min)	(min)		(min)	(min)
1	11,49	11,49	8,56	8,56		6,06	6,06
2	9,44	9,44	7,16	7,16		4,92	4,92
3	8,93	8,93	6,63	6,63		4,48	4,48
4	10,56	10,56	6,74	6,74		4,57	4,57
5	9,21	9,21	8,28	8,28		5,83	5,83
6	9,78	9,78	9,10	9,10		6,50	6,50
7	7,90	7,90	7,92	7,92		5,54	5,54
8	8,49	8,49	6,89	6,89		5,75	5,75
9	10,22	10,22	8,99	8,99		6,41	6,41
10	8,74	8,74	7,46	7,46		6,20	6,20
11	10,73	10,73	7,81	7,81		7,83	7,83
12	12,01	12,01	8,88	8,88		7,61	7,61
13	11,46	11,46	6,95	6,95		5,68	5,68
14	10,45	10,45	8,49	8,49		7,23	7,23
15	11,49	11,49	8,56	8,56		7,29	7,29
16	9,78	9,78	7,70	7,70		5,15	5,15
17	8,32	8,32	6,89	6,89		5,62	5,62
18	11,49	11,49	8,67	8,67		7,40	7,40
19	12,01	12,01	9,10	9,10		6,54	6,54
20	10,33	10,33	9,57	9,57		7,01	7,01
21	7,61	7,61	7,83	7,83		5,63	5,63
22	8,61	8,61	8,67	8,67		6,46	6,46
23	9,16	9,16	6,00	6,00		6,02	6,02
24	8,34	8,34	7,81	7,81		6,72	6,72
25	7,34	7,34	6,00	6,00		6,02	6,02
26	8,50	8,50	7,44	7,44		6,35	6,35
27	8,06	8,06	8,72	8,72		5,41	5,41
28	9,25	9,25	7,81	7,81		7,83	7,83
29	8,17	8,17	7,18	7,18		6,09	6,09
30	8,79	8,79	8,72	8,72		6,52	6,52
Tiempo promedio =		9,56		7,88			6,22
Producción =		**50**	**muebles/día**	**61**	**muebles/día**		**77** **muebles/día**

Figura 3.14. Detalle del estudio de tiempos para la línea 2 de producción

Estos dos subprocesos son los que marcan el ritmo del proceso y que también generan algunos inconvenientes al departamento de producción.

Se realizó un taller, para identificar las restricciones del proceso, en conjunto con los supervisores técnicos de las líneas de producción y el jefe de producción, quienes participaron en este proceso mediante una lluvia de ideas y se pudo

conocer las anomalías de los procesos y las fallas evidentes que entorpecen la producción.

Los resultados obtenidos fueron similares a los obtenidos mediante el estudio de la productividad, sin embargo, se pudo conocer algunos aspectos muy importantes que se encuentran afectando actualmente la productividad de los subprocesos y como tal de la empresa, y generó alertas a los supervisores para que a medida de las capacidades de cada proceso se vaya corrigiendo ciertas anomalías identificadas.

Es importante integrar todas las decisiones sobre la capacidad del proceso, en la misión y objetivos estratégicos de la organización, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Prever la demanda:** Si conocemos de forma clara cuál será la demanda de nuestro proceso podemos identificar si podemos o no cumplirla; es decir, una exacta previsión es primordial para poder manejar la capacidad del proceso. En esta consideración es muy importante que la organización como tal conozca cuál será su crecimiento a corto plazo y si pretende o no ingresar al mercado nuevos productos que alteren la demanda que se tiene al momento.

- **Comprender la tecnología y los incrementos de la capacidad**: Las alternativas para el incremento de la capacidad del sistema pueden ser elevadas; sin embargo, se debe tomar en cuenta todos los costos que serán necesarios para aplicar una u otra tecnología, así como los recursos humanos necesarios y la calidad a la que estarían expuestos los proceso. Esto debe ser manejado bajo un análisis de las alternativas, para reducir el número de alternativas a unas pocas y poder tomar una decisión en beneficio de la empresa.

- **Calcular el nivel óptimo de producción:** Al tomar decisiones sobre la tecnología y el aumento de la capacidad, también se debe determinar cuál es el tamaño óptimo de las instalaciones, ya que si es necesario realizar

modificaciones esto también se verá expresado en costos y debe ser tomado en cuenta como parte del mejoramiento.

- **Construir para cambiar**: Los directores de operaciones tienen que incorporar flexibilidad en sus instalaciones y equipos, además deben tener la capacidad para cambiar y modificar ciertas actividades, en beneficio de mejorar la capacidad del proceso y por tanto de la organización.

Al conocer la capacidad de producción de una planta, se puede realizar correcciones para que esta se encuentre diseñada de forma correcta. Una planta de producción que se encuentre instalada de la forma más adecuada presenta una notable ventaja competitiva a largo plazo.

Este tipo de análisis no se ha realizado en la empresa y lo único que se había hecho es ir corrigiendo de forma diaria los problemas que se suscitaban conforme al proceso iba avanzando, es decir para todo se utilizaba un método correctivo.

3.4.3 EXPLOTAR LA RESTRICCIÓN

Una vez identificada las restricciones de los procesos de producción se puede trabajar en la propuesta de mejoramiento, enfocada directamente a estos dos subprocesos, para que así una mejora en estos, genere una mejora en todo el sistema de producción.

La propuesta de diseño se basa principalmente en mejorar la productividad de los dos subprocesos que son nuestra restricción y que limitan la capacidad de producción de toda la planta. Esta propuesta enfoca tres puntos importantes que deben ser considerados:

En análisis con el Jefe de Producción y los supervisores de la línea 1 y 2 de producción, se pudo identificar que la manera adecuada de incrementar la producción del sistema es creando nuevamente el departamento de mantenimiento que fue cerrado hace 3 años por falta de recursos, y desde aquel tiempo, no se

realiza ningún tipo de mantenimiento preventivo a las máquinas. Al momento las máquinas se encuentran causando varios problemas a los procesos, y esto hace que los procesos se paren o funcionen parcialmente hasta que un técnico especialista externo visite la planta y evalúe los daños que tienen las máquinas.

El costo fijo de mantener una persona responsable del mantenimiento en la empresa es aproximadamente de $2 700 incluyendo los beneficios de ley que debe pagar la empresa, es decir anualmente la inversión sería de $32 400. Esta persona será inicialmente la encargada de realizar un diagnóstico de cada una de las máquinas que forman parte del sistema productivo y generar de manera paulatina, planes preventivos y correctivos para solventar este problema.

Además, existen 2 máquinas que se encuentran fuera de uso por falta de mantenimiento y que, de acuerdo a lo conversado con los operadores y supervisores, con ayuda de estas máquinas se podría ejecutar las tareas de laminado y perforado de una forma más rápida, eficiente y con un mejor acabado. También se reduciría notablemente las fallas de calidad, debido a que estas máquinas permiten realizar mayores detalles en las piezas, que al momento deben en ciertos casos ser realizados con herramientas manuales.

Además, con el fin de no realizar modificaciones en las instalaciones de la planta, se ha definido realizar una evaluación de cada uno de los operadores para que sean nuevamente asignados a los subprocesos, ya que en ciertos casos se ha visto que los operadores no son los calificados para realizar las actividades de determinado subproceso, afectando la productividad de este, de forma directa.

Detener al menos por 3 meses la rotación de personal para que los operadores que sean nuevamente asignados a sus tareas se especialicen en el subproceso asignado y enfoquen todos sus esfuerzos a la mejora de sus actividades.

3.4.4 SUBORDINAR LOS PROCESOS A LA RESTRICCIÓN

Una vez que se ha explotado la restricción, el siguiente paso es bajar el ritmo de producción de la línea 1 y 2, con respecto al ritmo que marcan las dos restricciones respectivamente. Con colaboración del Gerente de Producción, el Jefe de Producción y los Supervisores de las dos líneas, se puede manejar una producción constante, que no genere excesos y tampoco inventarios que sean almacenados en la planta hasta ser procesados.

En esta etapa es importante alinear todos los subprocesos bajo los mismos estándares y condiciones para que estos trabajen de una manera armónica.
A más de la propuesta de mejoramiento realizada en el punto 3.1.3, se sugiere mantener registros de producción y calidad en cada uno de los subprocesos, para que se pueda realizar evaluaciones constantes de la productividad del proceso e identificar de manera oportuna fallas o inconvenientes que se presenten durante la ejecución de las tareas y solventarlos en cada uno de los subprocesos para que estos no afecten la producción del subproceso que viene a continuación.

También se debe realizar una valoración ergonómica y de salud a todo el personal de la planta, debido a que se pudo identificar que el ambiente en el cual se realizan las diferentes actividades del proceso de producción están expuestas a algunos riesgos que afectan la salud de los operadores y que en ciertos casos también perjudican al proceso ya que los operadores deben acudir a revisiones o descansos médicos.

3.4.5 ELEVAR LA CAPACIDAD DE LA RESTRICCIÓN

Para elevar la capacidad de producción de nuestras restricciones en el área de laminado y armado, se han dado una alternativa para ser evaluada desde el punto de vista técnico, organizacional y financiero, en beneficio de la empresa Remodularsa S.A.

La alternativa seleccionada debe ser evaluada por la organización, tomando en consideración que el objetivo principal de esta es mejorar la capacidad de sistema productivo, sin embargo, esto se evidenciará notablemente una vez que sea

aplicada la propuesta de mejoramiento y que el personal haya sido además capacitado sobre el tema, ya que contar con su apoyo y conocimientos, se considera una parte fundamental para poder dar cumplimiento a los objetivos de la organización.

Una de las alternativas dadas para elevar la capacidad de nuestras restricciones es la aplicación de la filosofía justo a tiempo a todo el proceso productivo de la planta.

La filosofía del concepto "justo a tiempo" (Just in time, JIT), se respalda en la mejora continua y en el incremento de la capacidad como resolución de problemas. Los sistemas JIT están diseñados para producir o suministrar los productos únicamente en el momento en el que los necesiten (Heizer y Render, 2007, p.255).

JIT nos indica que para producir exactamente lo que se demande, no debe haber productos sobrantes y eso supone eliminar los stocks. (Andino R. 2006, p.7)

Teóricamente podemos afirmar que el mundo del Just in Time y el mundo de los costos son profundamente finitos en su contribución a la eficacia empresarial. (Aguilera C., 2000, p.8)

Además, con la aplicación del JIT se pretende mejorar la calidad de los procesos, ya que se relacionan con la calidad de la siguiente manera (Heizer y Render, 2007, p.256):

- El JIT reduce el coste de la calidad: Con la aplicación del JIT se tiene un menor stock de piezas disponibles, por tanto, todos los costos asociados al manejo de estos también es menor. Los costes de calidad están relacionados con el retrabajo, inversión en inventarios.
- El JIT mejora la calidad: El JIT genera avisos oportunos de los problemas de calidad, ya sea durante la ejecución de los procesos como en la materia prima que viene de los proveedores. Las fuentes de los errores también se reducen al manejar entregas a tiempo de los productos finales.
- Una mejora significa menos inventario y un sistema JIT mejor y más fácil de utilizar: Al contar con un inventario, las organizaciones intentan tapar su mala

calidad e ir incrementando su stock de productos para que el momento de una falla sea tomado otro producto sin problema. El reducir al mínimo los inventarios se reduce el costo de almacenarlos y manejarlos, y permite además mejorar los estándares de calidad.

La esencia de JIT es que los suministros llegan a la fábrica, o los productos al cliente, justo a tiempo, eso siendo poco antes de que se usen y solo en las cantidades necesarias. (Japan Management Association, 1998, p.43).

Para la implementación de esta filosofía es necesario e indispensable poder contar con un compromiso global de toda la empresa, donde se involucren tanto los directivos de la organización, como los supervisores de cada área y por supuesto los operadores de cada subproceso. Es necesario, dar a conocer a todo el personal lo que se está realizando en la planta y los cambios a los cuales se pretende llegar. Y además recordar que las únicas actividades que agregan valor son las que producen una transformación física del producto. (Hay, 2010, p.30)

Un buen entendimiento de las acciones a tomar permite generar confianza en el personal y facilitar las actividades. Mantener una comunicación activa con todos los involucrados será un aspecto clave que deberá manejarlo el departamento de producción.

Para la implementación de la filosofía del JIT es necesario realizarlo por fases, paso a paso para poder ir evaluando cada una de ellas con respecto al cumplimiento de nuestro objetivo propuesto.

Estas fases han sido determinadas de forma genérica y son divididas de la siguiente manera (Flores, 2012, p.2):

a) **Primera fase:** en esta fase es importante definir el porqué de la aplicación de esta filosofía. Es necesario que la organización como tal se planté un

objetivo general y se encuentre además convencida del por qué se requiere aplicarla, cuál será el resultado esperado y cómo puedo poner el sistema en marcha. Todos los pasos de la primera fase se muestran en la Figura 3.5.

Figura 3.15. Primera fase de implementación del JIT

b) **Segunda fase:** crear una estructura que se encuentre a cargo de la implementación. Una sola persona no va a poder manejar toda la planta ni batirse con todos los cambios que se deben realizar, ya que esto tomaría mucho tiempo y entorpecería el proceso. Algo fundamental para tomar en cuenta es que no se puede tardar mucho tiempo en la implementación ya que esto genera desconfianza en los directivos y operadores puesto que no ven resultados en pro mejora de su trabajo. El equipo asignado debe tener una mentalidad de éxito y trabajo en equipo para lograr los objetivos, como se muestra en la Figura 3.6.

Figura 3.16. Segunda fase de implementación del JIT

c) **Tercera fase:** corresponde a la puesta en marcha y mejora de los procesos, para esto se puede incorporar herramientas para el mantenimiento de las máquinas, planes de acción preventivos y correctivos, y además se puede buscar la forma de reducir tiempos que afecten la correcta ejecución de los procesos. La tercera fase se muestra en la Figura 3.7.

Figura 3.17. Tercera fase de implementación del JIT

d) **Cuarta fase:** nos permite crear nuevas mejoras en el control de nuestros procesos e identificar las mejoras que se ha tenido con la implementación.

Los elementos de la cuarta fase se pueden observar en la Figura 3.8.

Figura 3.18. Cuarta fase de implementación del JIT

e) **Quinta fase:** constituye la fase final de la implementación, donde se involucra a proveedores tanto internos como externos en el proceso y se asegura que sus actividades se realicen también de acuerdo a esta filosofía.

La quinta fase se muestra en la Figura 3.9.

Figura 3.19. Quinta fase de implementación del JIT

3.4.6 MEJORA CONTINUA

La mejora continua del proceso de producción se basa en las mediciones, trimestrales de la productividad de cada uno de los subprocesos que conforman el sistema productivo, para de esta manera identificar nuevas restricciones y realizar comparativos sobre la productividad actual. La empresa, no poseía ninguna información sobre la productividad de los procesos, por tanto, las decisiones gerenciales que se tomaban eran basadas en los problemas que se iban suscitando con el pasar del tiempo. Ahora, se puede tomar decisiones con conocimiento de la productividad e identificación de restricciones al proceso, también se puede mostrar mediante informes gerenciales el estatus de los procesos y los retrasos que presentan cada uno según los datos obtenidos.

Buscar una mejora continua en cada uno de los subprocesos es tarea de todos quienes forman parte de la empresa, los lineamientos deben ser generados desde la dirección, pero es fundamental contar con el apoyo del personal operador para que exista un compromiso en conjunto de mejorar constantemente. No conformarse con pequeñas mejoras sino siempre tratar de buscar la excelencia manteniendo altos estándares de calidad.

El aseguramiento de calidad en cada uno de los procesos cumple un papel fundamental para que cada uno de los subprocesos genere mejoras y evite realizar

retrabajos o sean generados demasiados memos con reprocesos de partes porque no fueron elaboradas bajo los estándares requeridos.

3.5 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

La propuesta de mejoramiento para la empresa Remodularsa S.A, implica algunas alternativas que han sido previamente discutidas con el Gerente de Producción y que será posteriormente discutida en consejo directivo donde participen todos los directores de la empresa y puedan llegar a tomar las mejores decisiones en beneficio de la organización.

Es importante aclarar que para que la propuesta de mejoramiento sea puesta en marcha es necesario que exista un compromiso formal de la organización y destine todos los recursos necesarios para su ejecución. Es necesario y fundamental, contar con el compromiso de todo el personal que estará involucrado en la implementación.

La primera alternativa involucra la creación del departamento de mantenimiento, colocando una persona responsable que se encargue de todas las tareas pertinentes al mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.

El responsable de mantenimiento tendrá que poner a funcionar estas máquinas y verificar daños que actualmente poseen las demás máquinas.

Es necesario que la empresa realice al menos un mantenimiento preventivo de las máquinas de manera mensual o al trimestral, con esto se evitará fallas en los procesos y daños en las máquinas, que afectan de manera directa la producción de todo el sistema.

La segunda alternativa viene de la mano con la primera, es necesario que la empresa cuente con un stock de repuestos básicos para las máquinas, con el objetivo de que el momento que exista un imperfecto en una de ellas, y este sea menor, los arreglos necesarios se los realice con el encargado de mantenimiento y

los operadores, quienes conocen muy bien el funcionamiento de las máquinas y han tenido que lidiar con algunos problemas en su funcionamiento. Actualmente, la compra de estos repuestos o lubricantes para las máquinas llegan a tomar hasta 2 días, retrasando totalmente el trabajo de la planta y generando tiempos muertos en los operadores.

La tercera alternativa es realizar la implementación de la filosofía just in time, se ha evaluado que la aplicación del JIT generará algunos beneficios en la organización.

La aplicación de esta alternativa tomará algún tiempo y no se podrá evidenciar de manera rápida las mejoras en el proceso en general. Sin embargo, al reducir los inventarios y manejar el stock adecuado tanto de materias primas como de productos que son ingreso para otros subprocesos, se obtendrá un sistema armónico de producción, donde se ocupen los recursos de forma correcta y los procesos sean más eficientes.

Esto permite, programar las actividades de mejor manera y coordinar la entrega de materia prima con los proveedores, de forma en los que no se almacene gran cantidad de tableros y se dificulte la movilización de estos al momento de ingreso al proceso. Una correcta planificación de la producción permitirá que se pueda coordinar las actividades con los proveedores y no se almacene ni se desperdicie material innecesario.

Durante el estudio, se pudo verificar que el tiempo no utilizado durante la jornada laboral por daños en las máquinas es alto, como se muestra en la Tabla 3.16, y afecta la productividad de los subprocesos notablemente. Con ayuda de las alternativas arriba descritas, en los procesos que se identificaron como restricción en el sistema, se podría incrementar la producción en un 79 % en la línea 1 de producción, como se puede observar en la Tabla 3.17.:

Elementos casuales	Número eventos	Total eventos	Frecuencia	Tiempo básico	Min básicos por ciclo
				(min)	(min)
Hablar con el supervisor	4	30	4/30	2,45	0,33
Daño de maquina o reparaciones menores	5	30	5/30	5	0,83
Revisiones de calidad	4	30	4/30	1,5	0,20
Descanso	0	30	0/30	0	0,00
					1,36

Figura 3.20. Elementos casuales considerados para el subproceso de Laminado

RESUMEN DEL ESTUDIO LÍNEA 1 DE PRODUCCIÓN															
Empresa:	Remodularsa S.A			**Departamento:**			Producción				**Sistema:**		Producción		
Observado por:		Andrea García		**Inicio:**	jul-17		**Fin:**	oct-17			**Estudio núm:**		1		
Ítem	**CORTE**			**LAMINADO**			**PERFORADO**				**PARTES Y PIEZAS**				
	Tiempo tipo	**Tiempo por pieza**		**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**		**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**			**Tiempo tipo**		**Tiempo por pieza**		
	(min)	(min)		(min)	(min)		(min)	(min)			(min)		(min)		
1	12,41	0,48		8,30	0,46		2,91	2,91			1,60		1,60		
2	8,00	0,67		3,38	1,69		2,93	2,93			1,00		1,00		
3	12,46	0,83		4,97	0,50		2,95	2,95			1,11		1,11		
4	13,97	1,00		5,62	0,35		2,97	2,97			1,13		1,13		
5	9,65	0,88		5,92	0,39		2,99	2,99			1,26		1,26		
6	11,87	0,91		6,59	0,55		3,01	3,01			1,28		1,28		
7	9,70	1,08		5,81	0,36		3,03	3,03			1,34		1,34		
8	4,20	2,10		5,49	0,37		3,05	3,05			1,19		1,19		
9	31,20	0,68		2,34	2,34		3,07	3,07			1,17		1,17		
10	20,18	0,67		2,51	2,51		3,10	3,10			1,21		1,21		
11	30,67	1,33		2,32	2,32		3,12	3,12			1,38		1,38		
12	32,98	1,32		2,39	2,39		3,14	3,14			1,21		1,21		
13	30,12	0,58		2,39	2,39		3,16	3,16			1,28		1,28		
14	11,51	0,46		2,28	2,28		3,18	3,18			1,26		1,26		
15	33,20	0,83		2,28	2,28		3,20	3,20			1,28		1,28		
16	10,98	1,37		2,28	2,28		3,22	1,61			1,13		1,13		
17	31,02	1,03		2,28	2,28		3,24	1,62			1,23		1,23		
18	10,54	0,88		2,31	2,31		3,26	3,26			1,28		1,28		
19	32,98	0,75		2,06	2,06		3,28	3,28			1,19		1,19		
20	12,30	0,95		2,04	2,04		3,30	0,08			1,26		1,26		
21	13,15	1,31		2,26	2,26		3,33	0,09			1,13		1,13		
22	10,12	1,27		2,44	2,44		3,35	0,06			1,32		1,32		
23	11,47	0,82		2,24	2,24		3,49	0,08			1,34		1,34		
24	18,99	1,19		2,31	2,31		3,70	0,07			1,15		1,15		
25	17,69	1,97		2,31	2,31		3,18	0,08			1,21		1,21		
26	22,11	1,84		2,28	2,28		4,22	0,08			1,28		1,28		
27	16,97	1,06		2,31	2,31		3,81	0,08			1,40		1,40		
28	12,85	1,61		2,26	2,26		4,14	0,08			1,23		1,23		
29	11,60	1,05		2,28	2,28		3,33	0,07			1,32		1,32		
30	22,60	1,51		2,33	2,33		3,07	0,09			1,53		1,53		
Tiempo promedio =		1,08			1,84			1,88					1,26		
Producción =		**444**	**piezas/día**		**261**	**piezas/día**		**255**	**piezas/día**				**382**		**piezas/día**

Figura 3.21. Incremento de la producción subproceso de Laminado

Para la línea 2 de producción, aplicando las alternativas antes mencionadas, se puede obtener un incremento del 25 % en la producción actual. Los cálculos se muestran en la Tabla 3.18:

RESUMEN DEL ESTUDIO LÍNEA 2 DE PRODUCCIÓN						
Empresa:	Remodularsa S.A		**Departamento:**		Producción	
Observado por:		Andrea García	**Inicio:**	sep-17	**Fin:**	nov-17
Ítem	**ARMADO**		**ENSAMBLE**		**DESPACHO**	
	Tiempo tipo	**Tiempo por mueble**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por mueble**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por mueble**
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
1	8,81	8,81	8,56	8,56	6,06	6,06
2	7,21	7,21	7,16	7,16	4,92	4,92
3	6,82	6,82	6,63	6,63	4,48	4,48
4	8,09	8,09	6,74	6,74	4,57	4,57
5	7,03	7,03	8,28	8,28	5,83	5,83
6	7,48	7,48	9,10	9,10	6,50	6,50
7	6,01	6,01	7,92	7,92	5,54	5,54
8	6,47	6,47	6,89	6,89	5,75	5,75
9	7,82	7,82	8,99	8,99	6,41	6,41
10	6,67	6,67	7,46	7,46	6,20	6,20
11	8,22	8,22	7,81	7,81	7,83	7,83
12	9,23	9,23	8,88	8,88	7,61	7,61
13	8,80	8,80	6,95	6,95	5,68	5,68
14	8,00	8,00	8,49	8,49	7,23	7,23
15	8,81	8,81	8,56	8,56	7,29	7,29
16	7,48	7,48	7,70	7,70	5,15	5,15
17	6,34	6,34	6,89	6,89	5,62	5,62
18	8,81	8,81	8,67	8,67	7,40	7,40
19	9,23	9,23	9,10	9,10	6,54	6,54
20	7,91	7,91	9,57	9,57	7,01	7,01
21	6,67	6,67	7,83	7,83	5,63	5,63
22	7,58	7,58	8,67	8,67	6,46	6,46
23	8,07	8,07	6,00	6,00	6,02	6,02
24	7,33	7,33	7,81	7,81	6,72	6,72
25	6,42	6,42	6,00	6,00	6,02	6,02
26	7,48	7,48	7,44	7,44	6,35	6,35
27	7,08	7,08	8,72	8,72	5,41	5,41
28	8,15	8,15	7,81	7,81	7,83	7,83
29	7,18	7,18	7,18	7,18	6,09	6,09
30	7,74	7,74	8,72	8,72	6,52	6,52
Tiempo promedio =		7,63		7,88		6,22
Producción =		**63**	**muebles/día**	**61**	**muebles/día**	**77** **muebles/día**

Figura 3.22. Incremento de la producción subproceso de Armado

Al realizar un incremento de la producción de cada una de las líneas de producción y sus subprocesos en particular, también se genera un incremento de productividad total, lo que permite a la empresa tener una mayor rentabilidad para la empresa. En la Tabla 3.6. y Tabla 3.7., se muestra el incremento:

Tabla 3.6. Incremento de la productividad subproceso de Laminado

Productividades Individuales	Productividad corte	Productividad laminado	Productividad perforado	Productividad partes y piezas
Producción (piezas/día)	444,00	261,00	255,00	382,00
Capital invertido ($/día)	524,41	149,10	127,47	30,54
Costo de mano de obra ($/día)	37,71	37,71	18,86	18,86
Energía ($/día)	37,90	73,70	62,50	24,60
Productividad total (multifactorial)	0,74	1,00	1,22	5,17

La productividad en el subproceso de laminado inicial era de 0,56; posterior a la implementación de la propuesta realizada en este trabajo, se espera un incremento del 79 %, a una productividad de 1,00.

Tabla 3.7. Incremento de la productividad subproceso de Armado

Productividades Individuales	Productividad armado	Productividad ensamble	Productividad despacho
Producción (muebles/día)	63,00	61,00	77,00
Capital invertido ($/día)	70,30	80,50	101,30
Costo de mano de obra ($/día)	37,71	37,71	37,71
Energía ($/día)	8,90	6,70	2,20
Productividad total (multifactorial)	0,54	0,49	0,55

La productividad en el subproceso de armado inicial era de 0,43; posterior a la implementación de la propuesta realizada en este trabajo, se espera un incremento del 25 %, a una productividad de 0,54.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de un estudio de todos los subprocesos de la empresa Remodularsa S.A, se determinó que la productividad actual del proceso de la línea 1 de producción se encuentra determinado por el subproceso de laminado, con una productividad de 0,56. Con esta información se puedo obtener la capacidad real del proceso y se estableció mejoras en los puntos donde se evidenció que existen mayores pérdidas de producción.

- Se determinaron las mejoras que deben ser implementadas en el subproceso de laminado y armado para incrementar los niveles de productividad. La producción actual en la línea 1 fue de 146 piezas/día y en la línea 2 fue de 50 muebles/día.

- Con la propuesta de mejoramiento realizada en base a la identificación de los puntos críticos e inmediatos que deben atacar para mejorar notablemente la productividad de la empresa, se prevé que una vez que la empresa la aplique y ataque los subprocesos restrictivos se incrementará la productividad del subproceso de laminado, en la línea 1 de producción, en un 79 %, de una productividad actual de 0,56 a 1,00.

- Con la propuesta de mejoramiento realizada en base a la identificación de los puntos críticos e inmediatos que deben atacar para mejorar notablemente la productividad de la empresa, se prevé que una vez que la empresa la aplique y ataque los subprocesos restrictivos se incrementará la productividad del subproceso de armado, en la línea 2 de producción, en un 25 %, de una productividad actual de 0,43 a 0,56.

- La aplicación de la teoría de restricciones nos permitió conocer de forma eficiente cuales eran los cuellos de botella que estaban retrasando el proceso,

para que sobre estos la dirección de la empresa pueda tomar medidas correctivas de manera inmediata.

- En el estudio de tiempos realizado para conocer la productividad de cada uno de los subprocesos y por ende de toda la empresa, se consideró los suplementos adicionales como fatiga, necesidades personales y tiempo no utilizado para las tareas encomendadas. Estos suplementos nos permitieron valorar de manera real la productividad de los subprocesos y observar las situaciones cotidianas a las que están expuestos los operadores y que afectan directamente la producción de la empresa.

4.2 RECOMENDACIONES

- Levantar información sobre la tasa de productividad en cada uno de los subprocesos del departamento de producción de forma trimestral, para que se pueda generar análisis estadísticos sobre el comportamiento de cada uno de los subprocesos y además se pueda establecer parámetros repetitivos que pueden suscitarse en el desarrollo de las actividades. Esto permitirá, además, tener un panorama claro de la producción de la empresa y resolver problemas.

- Se recomienda implementar las mejoras establecidas y llevar a cabo un nuevo estudio de trabajo que permita determinar cuál es la nueva tasa de producción.

- Dado que los operadores efectúan un esfuerzo físico considerable al realizar las actividades de cada uno de los subprocesos del área de producción, se recomienda realizar un estudio que indique los posibles problemas que los trabajadores pueden presentar como consecuencia de efectuar este tipo de trabajos.

- Durante la ejecución del presente trabajo, se pudo evidenciar algunos problemas con el personal operador de las máquinas, por lo que, se sugiere contratar personal capacitado para realizar las actividades en cada uno de los

subprocesos, o a su vez realizar una capacitación sobre las tareas que van a ser desarrolladas con el objetivo de asegurar que estas sean ejecutadas de la forma correcta y se eviten problemas de calidad.

- Los directivos de la empresa deben enfocar todos sus esfuerzos en la mejora continua de sus procesos y en mantener sus altos estándares de calidad para que de esta forma mantengan su posición en el mercado y además generen mayores beneficios económicos.

- Se recomienda tomar acciones inmediatas de mantenimiento con respecto a las máquinas que están en mal estado y con aquellas que se encuentran fuera de servicio, ya que serían de mucha ayuda para solventar los problemas actuales que tiene la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilera, C.I (2002). *Un enfoque gerencial de la teoría de restricciones*. Recuperado: http://www.redalyc.org/pdf/212/21207704.pdf (mayo,2018)

2. Castaño C. y Hernández M. (2013). *Herramienta aplicativa de la teoría de restricciones (TOC) en el área administrativa de una empresa* (Anteproyecto de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingenieras Industriales). Universidad ICESI, Cali, Colombia.

3. Choque Flores, A. (2002). *Planificación y control de la producción.* Recuperado de https://pcp2.files.wordpress.com/2010/05/pasos-para-la-implementacion-del-jit (mayo, 2018)

4. Evans, J y Lindsay W. (2008). *Administración y control de la calidad* (7ma. ed.). México, D.F, México: Cengage Learning.

5. Gaither y Frazier (2000). *Administración de producción y operaciones* (8va. ed.). México: International Thomson Editores.

6. Goldratt, E.M. (2004). *La Meta.* (3era. Ed). Buenos Aires, Argentina: Ediciones Díaz Santos.

7. Heizer y Render (2007). *Dirección de la producción y operaciones* (8va. ed.). Madrid: Pearson Educación.

8. Kanawaty, G. (1996), *Introducción al estudio de trabajo.* (4ta ed.). Organización Internacional del Trabajo.

9. Kofman F. (2007). *Metamangement: La nueva conciencia de los negocios.* (1era. Ed). Buenos Aires, Argentina: Granica.

10. Krajewski y Ritzman. (2008). *Administración de Operaciones, Estrategia y análisis* (8va. ed.). México D.F., México: Pearson Educación.

11. Nieves, B. y Frieivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12va. ed.) México D.F, México: McGraw Hill.

12. Schroeder, R. (2011). *Administración de operaciones: conceptos y casos contemporáneos.* (5ta. Ed.). México D.F, México: McGraw Hill.

13. Woeppel M. (2008). *Teoría de restricciones*. Recuperado de http://pinnacle-strategies.com (Mayo, 2018).

14. M. Umble; M. Srikanth (1990), *Synchonous Manufacturing principles for a world manufacturing.* Ohio: South Western Publishing Co. (1990).

15. Fernandez, A. (2000). *Seminario de Habilidades gerenciales*, Instituto Avraham Goldratt. Bogotá - Colombia.

16. Morales, J. (2006). Propuesta para implementar un sistema de programación de la producción, bajo Teoría de Restricciones, en una empresa de artes gráficas. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

17. Goldrat, Eliyahu (1993). *Cox, Jeff. The Goal*. North River Press.

18. Pisco R. (2006). Análisis y Planteamiento de Mejoras de una Planta de Producción de Materiales de Aceros Laminados Aplicando Teoría de las Restricciones (TOC), (Tesis no publicada). Escuela Politécnica del Litoral, Quito – Ecuador.

19. Gaudino O. (2000). *Teoría de las restricciones (TOC)y costeo basado en las actividades (ABC).* Instituto de Investigaciones Contables "Prof. Juan Alberto Arévalo" – Buenos Aires Argentina.

20. Golmohammadi, Davood (2015). *A Study of Scheduling Under the Theory of Constraints*. International Journal of Production Economics. Vol. 165.

21. Escalona, Iván. (2009). *Teoría de Restricciones.* Recuperado: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/tocteoriadelasrestricciones/ (Enero 2018).

22. Espinoza, Carlos y Jiménez, Francisco. (2007). *Costos industriales. (1era. Ed.)*. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Recuperado: http://books.google.com.ec/books (2018).

23. Herrera, I. (2003). *Gestión moderna de producción aplicando la Teoría de Restricciones*. Artes Gráficas Tizan. Colombia.

24. COX III James F., SCHLEIER, John G. (2010). Theory of Constraints Handbook. Mc. Graw Hill. United States.

25. Andino R. (2006). Mejora de la Productividad, Just in Time y Lean Manufacturing. EOI Escuela de Negocios.

26. Hay Edward J. (2010). *Justo a tiempo. La teoría japonesa que genera mayor ventaja competitiva.* Grupo Editorial Norma.

27. Japan Management Association, (1998). *Kanban y Just in Time en Toyota*, Primera Edición. Productivity Press. Edición Revisada.

28. Carro R. y González D. (2013). *El sistema de producción y operaciones. Administración de las Operaciones*. Universidad Nacional de Mar del Plata.

29. Prado J. (1992). *La planeación y el control de la producción.* (1era. Ed.), Universidad Autónoma Metropolitana. Azcapolzalco – México.

30. Galindo M. y Ríos V. (2015) *"Productividad" en Serie de Estudios Económicos*, (1era. Ed.), agosto 2015. México DF: México.

ANEXOS

ANEXO I

DIAGRAMA DE PROCESO DE REMODULARSA S.A

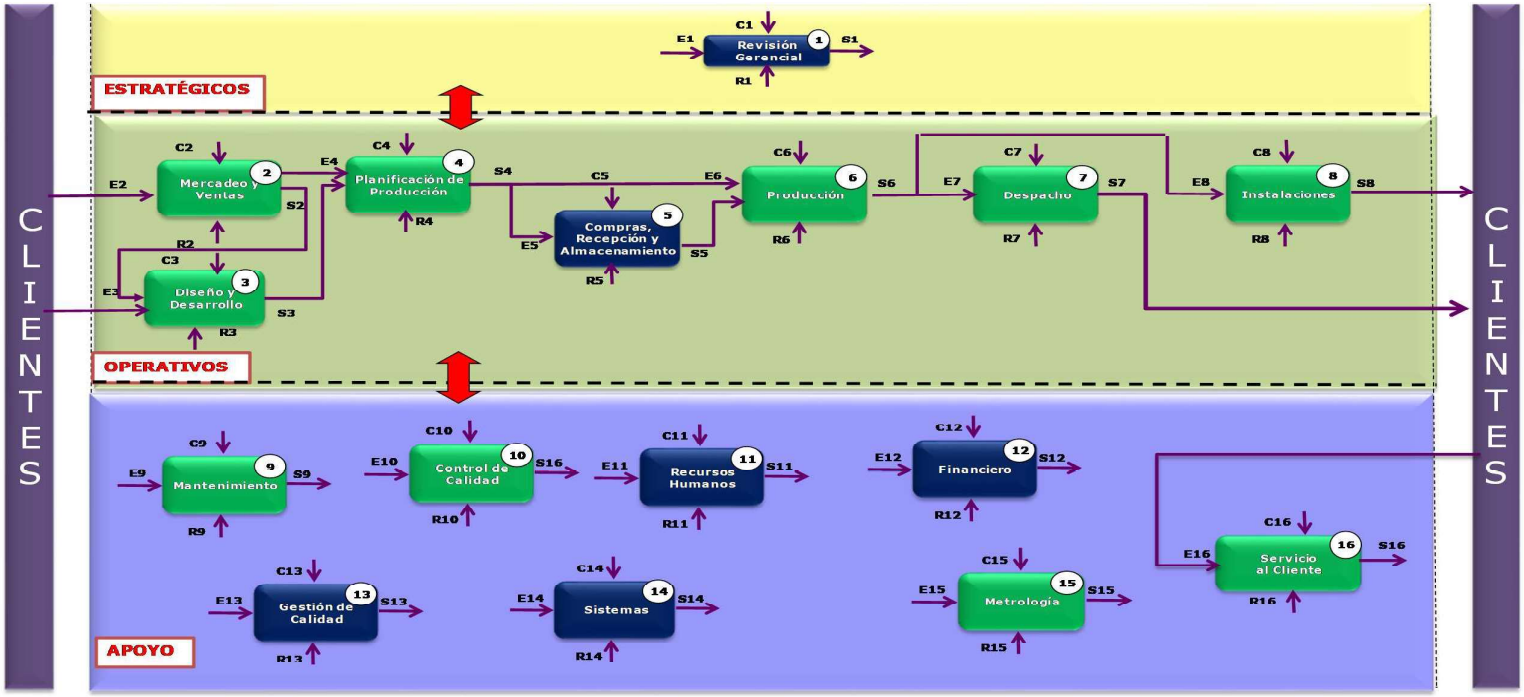

Figura AI. 1. Diagrama de proceso empresa Remodularsa S.A

ANEXO II

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PRODUCTOS MADEVAL

Figura AII. 1. Cocinas – Línea moderna

Figura AII. 2. Cocinas – Línea tradicional

Figura AII. 3. Baños

Figura AII. 4. Closet y Walk In

Figura AII. 5. Walk In Plus y Dynamik

Figura AII. 6. Accesorios

ANEXO III

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PRODUCTOS MOVAL

Figura AIII. 1. Productos moval para cocina

Figura AIII. 2. Productos moval para hogar

ANEXO IV

DESPIECE SEMANA 47 – LOTE 47

OP	Sublote	Lote	CLIENTE	CONTRATO No.	VENDEDOR
22111	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 2 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22112	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 3 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22113	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 4 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22114	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 5 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22115	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 6 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22116	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 7 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22117	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 8 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22118	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 9 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22119	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 10 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22120	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 11 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22121	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 12 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22122	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 13 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22123	47.1	47	VINUEZA CHRISTIAN/CASA 14 / ADIC CASA 14	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22125	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 16 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22126	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 17 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22127	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 18 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22128	47.1	47	INMODIN CIA. LTDA/CASA 19 / CASA PUEMBO	CPVS.17.020	MARCIA TERAN
22022	47.3	47	ALKIMIACONST CONSTRUCTORA S.A	CC.17.080	ANJULI MEZA
19551	47.4	47	ZAPATA PAULINA/PAULINA ZAPATA / PAULINA ZAPATA	CC.16.025	ANJULI MEZA
22161	47.4	47	AYALOCK CIA. LTDA./CARLOS TORRES / CARLOS TORRES	CC.17.108	JUAN DIEGO DONOSO
21964	47.5	47	VALAREZO RAMIRO/DEP T1 - 102 / ADIC LA VICTORIA	CPQ.17.014	MARCIA TERAN
21965	47.5	47	BARRAGAN URVINA HUGO/DEP T1 - 103 / ADIC LA VICTORIA	CPQ.17.014	MARCIA TERAN
18580	47.6	47	ELIZALDE MEZA CARLOS/307 / ADIC - PONTEBELLO - DEPT	CPVS.15.071	NADYA SANTILLAN
22164	47.6	47	GRUPACIF S.A./RODRIGO VELEZ / RODRIGO VELEZ	CG.17.094	ANDREA ROMERO
22173	47.6	47	MAQUILON YEPEZ FREDDY/SR FREDDY MAQUILON	CG.17.098	MAGALY PARRA
21902	47.8	47	GABRIEL RIVERA/GABRIEL RIVERA / GABRIEL RIVERA	CC.17.053	MARÍA LEON

Figura AIV. 1. Detalle del despiece para el lote de producción 47

ANEXO V

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LOS SUBPROCESOS DE PRODUCCIÓN

Figura AV. 1. Fotografía subproceso de abastecimiento

Figura AV. 2. Fotografía subproceso de Corte

Figura AV. 3. Fotografía subproceso de laminado

Figura AV. 4. Fotografía subproceso de perforado

Figura AV. 5. Fotografía subproceso de partes y piezas

Figura AV. 6. Fotografía de almacenamiento de partes y piezas

Figura AV. 7. Fotografía subproceso de armado

Figura AV. 8. Fotografía subproceso de ensamble

Figura AV. 9. Fotografía subproceso de despacho

Figura AV. 10. Fotografía subproceso de control de calidad

ANEXO VI

RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA 1

RESUMEN DEL ESTUDIO LÍNEA 1 DE PRODUCCIÓN											
Empresa:	Remodularsa S.A		**Departamento:**			Producción			**Sistema:**	Producción	
Observado por:		Andrea García	**Inicio:**	jul-17		**Fin:**	oct-17		**Estudio núm:**	1	
Observación	**CORTE**		**LAMINADO**			**PERFORADO**			**PARTES Y PIEZAS**		
	Tiempo tipo	**Tiempo por pieza**	**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**		**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**		**Tiempo tipo**	**Tiempo por pieza**	
	(min)	(min)	(min)	(min)		(min)	(min)		(min)	(min)	
1	12,41	0,48	10,17	0,57		2,91	2,91		1,60	1,60	
2	8,00	0,67	5,25	2,63		2,93	2,93		1,00	1,00	
3	12,46	0,83	6,85	0,68		2,95	2,95		1,11	1,11	
4	13,97	1,00	7,49	0,47		2,97	2,97		1,13	1,13	
5	9,65	0,88	7,80	0,52		2,99	2,99		1,26	1,26	
6	11,87	0,91	8,46	0,71		3,01	3,01		1,28	1,28	
7	9,70	1,08	7,68	0,48		3,03	3,03		1,34	1,34	
8	4,20	2,10	7,36	0,49		3,05	3,05		1,19	1,19	
9	31,20	0,68	4,22	4,22		3,07	3,07		1,17	1,17	
10	20,18	0,67	4,39	4,39		3,10	3,10		1,21	1,21	
11	30,67	1,33	4,20	4,20		3,12	3,12		1,38	1,38	
12	32,98	1,32	4,27	4,27		3,14	3,14		1,21	1,21	
13	30,12	0,58	4,27	4,27		3,16	3,16		1,28	1,28	
14	11,51	0,46	4,16	4,16		3,18	3,18		1,26	1,26	
15	33,20	0,83	4,16	4,16		3,20	3,20		1,28	1,28	
16	10,98	1,37	4,16	4,16		3,22	1,61		1,13	1,13	
17	31,02	1,03	4,16	4,16		3,24	1,62		1,23	1,23	
18	10,54	0,88	4,18	4,18		3,26	3,26		1,28	1,28	
19	32,98	0,75	3,94	3,94		3,28	3,28		1,19	1,19	
20	12,30	0,95	3,92	3,92		3,30	0,08		1,26	1,26	
21	13,15	1,31	4,14	4,14		3,33	0,09		1,13	1,13	
22	10,12	1,27	4,31	4,31		3,35	0,06		1,32	1,32	
23	11,47	0,82	4,12	4,12		3,49	0,08		1,34	1,34	
24	18,99	1,19	4,18	4,18		3,70	0,07		1,15	1,15	
25	17,69	1,97	4,18	4,18		3,18	0,08		1,21	1,21	
26	22,11	1,84	4,16	4,16		4,22	0,08		1,28	1,28	
27	16,97	1,06	4,18	4,18		3,81	0,08		1,40	1,40	
28	12,85	1,61	4,14	4,14		4,14	0,08		1,23	1,23	
29	11,60	1,05	4,16	4,16		3,33	0,07		1,32	1,32	
30	22,60	1,51	4,20	4,20		3,07	0,09		1,53	1,53	
Tiempo promedio =		1,08		3,28			1,88			1,26	
Productividad =		**444**	**piezas/día**	**146**	**piezas/día**		**255**	**piezas/día**		**382**	**piezas/día**

Figura AVI. 1 Resumen del estudio para la línea 1 de producción

ANEXO VII

RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA 2

RESUMEN DEL ESTUDIO LÍNEA 2 DE PRODUCCIÓN						
Empresa:	Remodularsa S.A		**Departamento:**		Producción	
Observado por:		Andrea García	**Inicio:**	sep-17	**Fin:**	nov-17

Ítem	ARMADO		ENSAMBLE		DESPACHO	
	Tiempo tipo	Tiempo por mueble	Tiempo tipo	Tiempo por mueble	Tiempo tipo	Tiempo por mueble
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
1	11,49	11,49	8,56	8,56	6,06	6,06
2	9,44	9,44	7,16	7,16	4,92	4,92
3	8,93	8,93	6,63	6,63	4,48	4,48
4	10,56	10,56	6,74	6,74	4,57	4,57
5	9,21	9,21	8,28	8,28	5,83	5,83
6	9,78	9,78	9,10	9,10	6,50	6,50
7	7,90	7,90	7,92	7,92	5,54	5,54
8	8,49	8,49	6,89	6,89	5,75	5,75
9	10,22	10,22	8,99	8,99	6,41	6,41
10	8,74	8,74	7,46	7,46	6,20	6,20
11	10,73	10,73	7,81	7,81	7,83	7,83
12	12,01	12,01	8,88	8,88	7,61	7,61
13	11,46	11,46	6,95	6,95	5,68	5,68
14	10,45	10,45	8,49	8,49	7,23	7,23
15	11,49	11,49	8,56	8,56	7,29	7,29
16	9,78	9,78	7,70	7,70	5,15	5,15
17	8,32	8,32	6,89	6,89	5,62	5,62
18	11,49	11,49	8,67	8,67	7,40	7,40
19	12,01	12,01	9,10	9,10	6,54	6,54
20	10,33	10,33	9,57	9,57	7,01	7,01
21	7,61	7,61	7,83	7,83	5,63	5,63
22	8,61	8,61	8,67	8,67	6,46	6,46
23	9,16	9,16	6,00	6,00	6,02	6,02
24	8,34	8,34	7,81	7,81	6,72	6,72
25	7,34	7,34	6,00	6,00	6,02	6,02
26	8,50	8,50	7,44	7,44	6,35	6,35
27	8,06	8,06	8,72	8,72	5,41	5,41
28	9,25	9,25	7,81	7,81	7,83	7,83
29	8,17	8,17	7,18	7,18	6,09	6,09
30	8,79	8,79	8,72	8,72	6,52	6,52
Tiempo promedio =		9,56		7,88		6,22
Productividad =		**50**	**muebles/día**	**61**	**muebles/día**	**77** **muebles/día**

Figura AVII. 1. Resumen del estudio para la línea 2 de producción

ANEXO VIII

ESCALAS DE VALORACIÓN PARA DEL RITMO

Cuadro 17. Ejemplos de ritmos de trabajo expresados según las principales escalas de valoración

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable	
60-80	75-100	100-133	0-100 (norma británica)		(mi/h)	(km/h)
0	0	0	0	Actividad nula		
40	50	67	**50**	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3,2
60	75	100	**75**	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	3	4,8
80	100	133	**100 (Ritmo tipo)**	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4	6,4
100	125	167	**125**	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8,0
120	150	200	**150**	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	6	9,6

Figura AVIII. 1. Ejemplos de ritmos de trabajos expresados según las principales escalas de valoración
(Kanawaty, 1996, p.318).

ANEXO IX

DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN

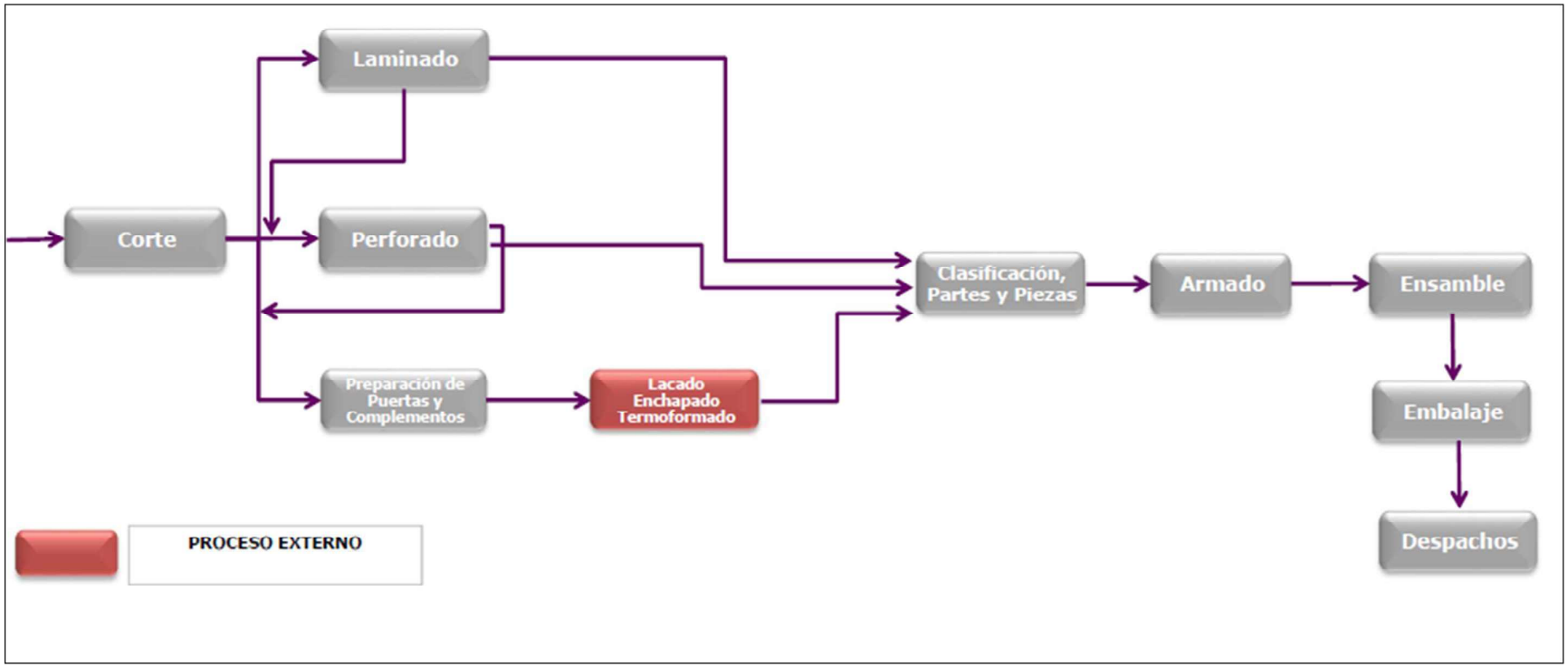

Figura AIX. 1. Diagrama del proceso de producción de la empresa Remodularsa S.A