

DISEÑO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DE
RESTRICCIONES (TOC) EN LA GERENCIA DE OPERACIONES DE LA
EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA.

SANDRA ISABEL BUSTOS BLANCO

MARÍA CLAUDIA PADILLA ESCOBAR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.

2008

DISEÑO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DE
RESTRICCIONES (TOC) EN LA GERENCIA DE OPERACIONES DE LA
EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA.

SANDRA ISABEL BUSTOS BLANCO

MARÍA CLAUDIA PADILLA ESCOBAR

Monografía presentada como requisito para optar por el título de Ingeniero
Industrial

Asesor:

Gustavo Royet Rojas

Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.

2008

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena de Indias D. T. y C., 15 de Octubre de 2008

Cartagena de Indias D. T. y C., 15 de Octubre de 2008

Señores:

Comité Curricular Programa de Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Ciudad

Respetados señores,

Con la presente se hace entrega para su estudio, consideración y aprobación la monografía titulada: "DISEÑO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC) EN LA GERENCIA DE OPERACIONES DE LA EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA", para optar por el título de Ingeniero Industrial.

Agradecemos de antemano la atención prestada.

Atentamente,

Sandra Isabel Bustos Blanco

María Claudia Padilla Escobar

Cartagena de Indias D. T. y C., 26 de Noviembre de 2008

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Ciudad

Respetados señores,

Mediante la presente autorizamos la utilización en las bibliotecas de la Universidad Tecnológica de Bolívar y la publicación en el catalogo online de dicha Institución con fines exclusivamente académicos la monografía titulada: "DISEÑO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC) EN LA GERENCIA DE OPERACIONES DE LA EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA."

Atentamente,

Sandra Isabel Bustos Blanco
C.C. 1.047.395.116 de Cartagena

María Claudia Padilla Escobar
C.C. 1.128.050.776 de Cartagena

Cartagena de Indias D. T y C., 15 de Octubre de 2008

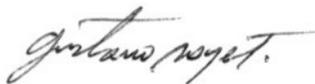
Señores:

Comité Curricular Programa de Ingeniería Industrial
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
Ciudad

Respetados señores,

Tengo el agrado de presentar a su consideración la monografía del cual me desempeño como asesor, titulada: "DISEÑO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC) EN LA GERENCIA DE OPERACIONES DE LA EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA.", desarrollada por las estudiantes Sandra Isabel Bustos Blanco y Maria Claudia Padilla Escobar como requisito para optar por el título de Ingenieros Industriales.

Atentamente,



Gustavo Royet Rojas
Ingeniero Industrial

AGRADECIMIENTOS

Gracias...

A la familia Bustos Reyes por abrirnos las puertas de su empresa, brindarnos tanta atención y estar abiertos a las propuestas del grupo.

A todos los empleados de la empresa por su disposición a colaborar en lo que requeríamos y por aportarnos ideas valiosas para el desarrollo de la monografía.

A Gustavo Royet Rojas, nuestro asesor, por su tiempo, esfuerzo y dedicación, nos acompañó durante todo el camino y nos brindó sus consejos y conocimientos.

Dedico este trabajo a...

Mis padres, Gladys y Samuel

Mis familiares

Mi compañero de locuras y aventuras, Jim

Mi amiga y compañera de traspasos y esfuerzos, Sandra

Mis grandes amigos, Sara Liz, Lady y Milton

Gracias a todos por su apoyo incondicional, su dedicación, su comprensión, por todo lo que me han enseñado... Este no es solo mi triunfo sino el de todos y cada uno de ustedes.

María Claudia

Dedico este trabajo a mis padres, Carlos y Ma. Lorenz, por estar en todo momento apoyándome, enseñándome las cosas buenas de la vida y especialmente por creer en mí.

A mis hermanos, Loren y Carlos Eduardo, y a mi ahijado Miguel Angel, para los cuales soy un ejemplo a seguir.

A mis Abuelos, Tiberio, Isabel, Gladis y en especial a mi abuelo Eugenio por enseñarme a afrontar los obstáculos, a ser cada día más

fuerte y a darme cuenta de la importancia que tiene la familia para
todo ser humana.

A mi Compañera de monografía, por ser quien es, por su
comprensión, tolerancia. Gracias...Lo hicimos!!!

A mis amigos Lady, Liz, Sara, Jim y Milton por estar a mi lado de
manera incondicional .

Y a toda mi familia por estar ahí cuando los necesite y por todo lo que
me han enseñado para mi desarrollo profesional y personal.

Aquí les muestro mi triunfo.

Sandra

RESUMEN

La empresa BUSTOS REYES & CIA Ltda., se dedicada a la elaboración de trabajos de soldadura, de mantenimiento general, trabajos metalmecánicos, y construcción de maquinarias, piezas y partes, esta empresa se encuentra en un sector muy competitivo, lo cual la obliga a desarrollar una ventaja competitiva para poder sobrevivir en el mercado, de ahí la importancia del diseño de la metodología de implementación de la Teoría de restricciones, la cual le dará un cambio en la manera de operar de la empresa.

En el desarrollo de la monografía se desarrollaron cinco capítulos, el primero muestra una descripción de las generalidades de la empresa, es decir, su misión, visión, catalogo de productos y servicios, listado de clientes y mapa de procesos, esto con el propósito de comprender el funcionamiento general de la organización.

El segundo capítulo ofrece un marco teórico que permite una aproximación a la Teoría de restricciones y en particular a la solución de operaciones propuesta por esta filosofía, para esto se explica de qué se trata, cuáles con los indicadores que miden el desempeño, los fundamentos conceptuales sobre los que se sustenta y los pasos de focalización que conforman el proceso de mejoramiento continuo.

El tercer capítulo contiene un análisis de la situación actual de la empresa en las áreas de compras, ventas y producción con el fin de conocer más a fondo como opera la empresa y encontrar los problemas que le estaban impidiendo cumplir con la fechas de entrega a los clientes y generar más Truput.

El cuarto capítulo muestra paso a paso el diseño de la metodología de implementación la Teoría de restricciones en la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda.

El quinto capítulo ofrece un manual de uso de la aplicación desarrollada en Excel para apoyar la gerencia de operaciones y compras de acuerdo a la metodología desarrollada en el capítulo anterior.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA.	3
1.1. GENERALIDADES	3
1.2. MISIÓN	3
1.3. VISIÓN	4
1.4. PRODUCTOS Y SERVICIOS	4
1.5. CLIENTES	5
1.6. MAPA DE PROCESOS	7
2. TEORÍA DE RESTRICCIONES Y SU APLICACIÓN EN LA GERENCIA DE OPERACIONES	9
2.1. DEFINICIÓN	9

2.2.	INDICADORES DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES	11
2.3.	FUNDAMENTOS CONCEPTUALES DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES	12
2.4.	PASOS DE FOCALIZACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES	12
2.5.	TAMBOR – AMORTIGUADOR – CUERDA SIMPLIFICADO (S – DBR SIGLAS EN INGLES)	17
2.6.	GERENCIA DE AMORTIGUADORES	21
2.7.	ÉTICA DEL CORRECAMINOS	22
2.8.	SINGLE MINUTE EXCHANGE DIE (SMED)	22
3.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE COMPRAS Y PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA.	24
3.1.	GESTIÓN DE VENTAS Y COMPRAS	24
3.2.	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	31
4.	METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y COMPRAS DE LA EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA.	34
4.1.	ESTRANGULACIÓN DE LA LIBERACIÓN DE LAS ÓRDENES DE	

PRODUCCIÓN	35
4.2. ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES	38
4.3. LIDIANDO CON LOS CUELLO DE BOTELLA	42
4.4. GESTIÓN DE COMPRAS	53
4.5. CONTABILIDAD DEL TRÚPUT	56
5. MANUAL DEL USUARIO DE LA APLICACIÓN DE TOC	60
5.1. GENERAL	61
5.2. EL MODELO	61
6. CONCLUSIÓN	73
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	78

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización de la empresa Bustos Reyes & CIA Ltda.	4
Figura 2. Componentes de la teoría de restricciones	10
Figura 3. Zonas de los amortiguadores	21
Figura 4. Árbol de Realidad Actual de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.	27
Figura 5. Amortiguadores para cada uno de los tipos de órdenes.	37
Figura 6. Ética de trabajo del Correccaminos	40
Figura 7. Lógica para el establecimiento de prioridades	57

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clientes del área industrial de la empresa Bustos Reyes & CIA Ltda.	6
Tabla 2. Clientes operadores portuarios de la empresa Bustos Reyes & CIA Ltda.	6
Tabla 3. Pasos de focalización de TOC	13
Tabla 4. Tipos de restricciones	13
Tabla 5. Criterios evaluación para la aprobación de proveedores.	28
Tabla 6. Lead Time de las órdenes de producción	36
Tabla 7. Amortiguador de las órdenes de producción	36
Tabla 8. Sistema de priorización basado en colores del amortiguador: zonas del amortiguador y decisiones	41
Tabla 9. Preparaciones internas y externas	44
Tabla 10. Plan de acción de la empresa Bustos Reyes Ltda.	50

Tabla 11.	Sistema de priorización basado en colores del amortiguador: zonas del amortiguador y decisiones para compras	55
Tabla 12.	Campos que constituyen la hoja Órdenes de trabajo	62
Tabla 13.	Campos que constituyen la hoja Órdenes de compra	65
Tabla 14.	Campos que constituyen la hoja Ruta OT	68
Tabla 15.	Campos que constituyen la hoja T- CM	70

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Histograma de frecuencia de los Lead Time de las Órdenes de producción	36
Grafica 2. Carga planeada y la carga detrás por cada uno de los recursos	43

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Mapa de proceso de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.	79
ANEXO B. Formato de solicitud de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.	80
ANEXO C. Formato de Orden de compra de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.	81
ANEXO D. Formato de Orden de servicio de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.	83
ANEXO E. Hoja de cálculo de Excel para el control de las compras de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.	85
ANEXO F. Criterios de selección de proveedores de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.	86
ANEXO G. Formato de selección de proveedores de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.	88
ANEXO H. Formato de Solicitud de servicio de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.	91

ANEXO I.	Formato de Hoja de ruta de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.	93
ANEXO J.	Lead Times individuales de las órdenes durante el periodo de observación	95
		97
ANEXO K.	Identificación del RRC: Estimación de la carga planeada y la carga detrás	
ANEXO L.	Relación de actividades y duraciones para la orden 352 - ABO	99
ANEXO M.	Hoja Orden de Trabajo	101
ANEXO N.	Hoja Orden de compras	103
ANEXO O.	Hoja Ruta OT	105
ANEXO P.	Hoja Carga	106
ANEXO Q.	Hoja T-CM	107

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo, ofrecer una guía metodológica para implementar la filosofía de la Teoría de Restricciones (en inglés: T.O.C), en la gerencia de operaciones de la empresa metalmecánica Bustos Reyes & Cia Ltda., mediante el diagnóstico y análisis de sus procesos, y la contextualización de la TOC en los mismos; en miras de que la compañía aumente la confiabilidad de sus entregas, con respecto a la que obtiene por medio de las prácticas tradicionales. Lo cual, tendría gran impacto en el Throughput de la organización.

La Teoría de restricciones es una filosofía de gerencia y mejoramiento, desarrollada originalmente por el físico israelí Eliyahu Goldratt, a principios de los años 80 en su libro: *La meta*. De acuerdo a la Teoría de Restricciones, las organizaciones deben focalizar todos sus esfuerzos en el alcance de su meta, la cual, no debe ser otra que ganar dinero en el presente y en el futuro. Esto requiere el establecimiento, mantenimiento y mejoramiento de relaciones con sus clientes, quienes son los que permiten que el sistema genere dinero a través de las ventas, basadas en el cumplimiento de los requerimientos de tiempo y calidad.

Para lograr lo anterior, se requiere que todos los componentes del sistema organizacional se alineen en la búsqueda de beneficios globales y no de eficiencias locales. Esto se logra mediante la identificación del eslabón más débil de la cadena; es decir, aquel elemento que limita la habilidad del sistema para alcanzar su meta, y mediante cambios de paradigmas que llevan a las organizaciones a alcanzar un desempeño financiero sin precedentes.

Para la elaboración de este proyecto, se realizó inicialmente un diagnóstico de la situación actual de la empresa, mediante la realización de entrevistas a la

dirección, al personal de producción y de compras. Lo cual, permitió identificar los puntos de choque de la gerencia actual de los procesos de producción y compras, con los propuestos por la Teoría de restricciones. Teniendo en cuenta estas oportunidades de mejora, se desarrolló la guía metodológica que le permitirá a la empresa, implementar la TOC en los procesos de producción y compras.

La guía metodológica se desarrolló teniendo en cuenta los siguientes pasos: estrangulación de la liberación de ordenes de producción a la planta mediante el uso de amortiguadores, establecimiento de las prioridades mediante la gerencia de amortiguadores, lidiando con los cuellos de botella mediante la implementación de la técnica SMED y la gestión de compras que implica la aplicación de los primeros dos pasos en el proceso de compras; es decir, la estrangulación de la liberación de órdenes de compra a los proveedores mediante el uso de amortiguadores, y el establecimiento de las prioridades mediante la gerencia de amortiguadores.

Para gerenciar las operaciones de acuerdo a la guía, se elaboró una herramienta de apoyo en Microsoft Excel, que facilita el proceso de toma de decisiones bajo la óptica de la TOC, al ofrecer información sobre las prioridades de las órdenes de producción y de compras; las fechas de liberación de las órdenes; la redefinición del tamaño de los amortiguadores y la identificación de recursos con capacidad restrictiva, entre otros.

Este trabajo le ofrece a la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda., el camino a seguir y los apoyos para su gestión, en aras del mejoramiento continuo orientado al cumplimiento de su meta.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA.

En este apartado se describirán las generalidades de la empresa BUSTOS REYES Y CIA Ltda., su misión, visión, catalogo de productos y servicios, clientes y su mapa de procesos.

1.1. GENERALIDADES

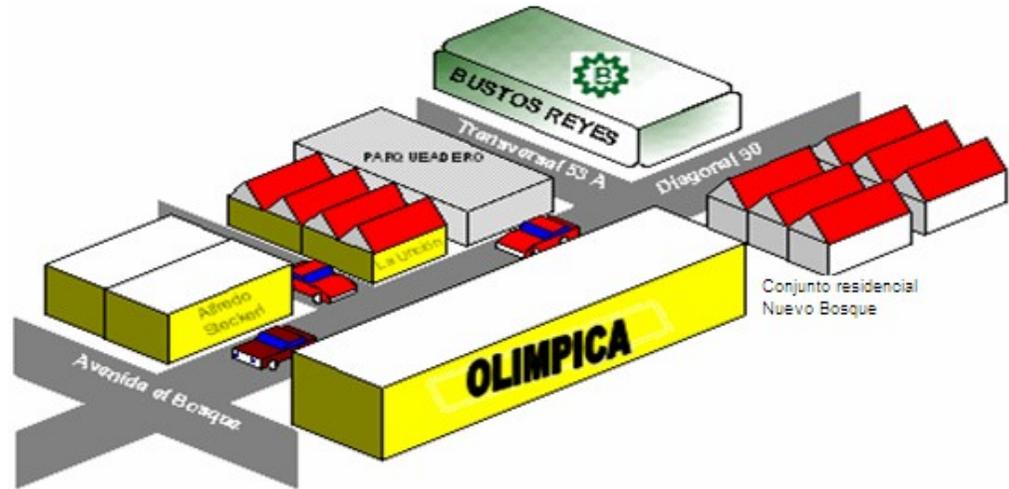
La empresa BUSTOS REYES Y CIA Ltda., es una empresa familiar del área metalmecánica, en ella se elaboran trabajos de soldadura, de mantenimiento general, trabajos de metalmecánica, y construcción de maquinarias, piezas y partes. Se encuentra registrada en la cámara de comercio con el NIT. 890.404.923-7 y su representante legal es Fernando Bustos Reyes. Está localizada en el barrio Nuevo Bosque, Transversal 53 A, # 29E – 155, la Figura 1 muestra un mapa que permite una ubicación mucho más sencilla.

1.2. MISIÓN

Somos una empresa dedicada a la prestación de servicios en el área de los proyectos metalmecánicos para el sector industrial, petroquímico y portuario, orientada a la satisfacción de nuestros clientes, para ello contamos con infraestructura y un recurso humano altamente capacitado, calificado y comprometido con los más altos índices de productividad y competitividad, generando valor agregado para los socios, los clientes y sus empleados.

Estamos apostándole a la asociatividad y el trabajo en equipo como herramienta para el fortalecimiento de la PYME y el desarrollo de la región y del país.

Figura 1. Localización de la empresa Bustos Reyes & CIA Ltda.



Brochure de Bustos Reyes & CIA Ltda.

1.3. VISIÓN

Al año 2010 ser reconocidos a nivel regional y nacional por la excelencia de nuestros productos y servicios, especialmente en la fabricación, reparación y mantenimiento de almejas (cucharas), logrando satisfacer las necesidades y expectativas del mercado metalmecánico local, nacional e internacional, respaldados por el accionar de equipos de trabajo comprometidos con la calidad de sus servicios e impulsados por la fuerza de la asociatividad creada con las empresas que hacen parte de ASIMECAR.

1.4. PRODUCTOS Y SERVICIOS

La empresa ofrece productos y servicios¹, que se dividen en edificaciones y obras de urbanismo, montajes electromecánicos y obras complementarias, sistemas y servicios industriales, obras para minería e hidrocarburos, fabricaciones y servicios especiales. A continuación se detalla en cada uno de ellos.

¹ Manual de Calidad de la empresa BUSTOS REYES & CIA LTDA.

- a) EDIFICACIONES Y OBRAS DE URBANISMO: Estructuras, Cerchas, celosías.
- b) MONTAJES ELECTROMECA'NICOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS: Montajes de ascensores, montacargas y puentes-grúas, montajes de tuberías de alta y baja presión en acero al carbón y acero inoxidable y de bandas transportadoras.
- c) SISTEMAS Y SERVICIOS INDUSTRIALES: Servicios industriales. elaboración de trabajos de soldadura y sistema contra incendio.
- d) OBRAS PARA MINERÍA E HIDROCARBUROS: Ductos para transporte de hidrocarburos, estructuras marinas, plataforma y mono-boyas, tanques metálicos, vasijas de proceso y estaciones de recolección y de bombeo.
- e) FABRICACIONES. Cucharas – almejas (mecánicas, hidráulicas, semiautomáticas y de radio control) para descargue productos al granel, transportadores, elevador de cangilones y ciclones, carrocerías metálicas, isométricos, dampers, divertys, transiciones, ductos y reducciones en S.S. y A.C, tornillos sin fin, tolvas y silos, cucharones para cargadores, prefabricaciones especiales, codos y transiciones e Isométricos.
- f) SERVICIOS ESPECIALES; Torno, corte con plasma, taladro radial, curvado, prensa hidráulica, sandblasting y pintura y trabajos en fibra.

1.5. CLIENTES

CLIENTES DEL ÁREA INDUSTRIAL, son empresas grandes bien organizadas, que procesan y distribuyen sus productos, algunas certificadas con las normas de calidad y que realizan una planificación de sus proyectos y luego los presentan a licitación de muchos contratistas, de tal manera que hay que competir en la búsqueda de una mejor propuesta que cumpla con las condiciones del pliego. Estas empresas generalmente realizan un mantenimiento permanente a sus equipos, maquinarias y estructuras, dentro de estas empresas se encuentran las que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Clientes del área industrial de la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda.

Nº	EMPRESA	UBICACIÓN	CIUDAD
1	ABONOS COLOMBIANOS S.A.	Mamonal km. 7	Cartagena
2	SYNGENTA	Mamonal km. 5	Cartagena
3	ECOPETROL	Mamonal km. 6	Cartagena
4	MONÓMEROS COLOMBO VENEZOLANOS	Vía 40	Barranquilla
5	MALATERÍA TROPICAL S.A.	Mamonal km. 14	Cartagena
6	WOOD GROUP COLOMBIA S.A.	Mamonal km. 6	Cartagena
7	CABOT COLOMBIANA	Mamonal km. 8	Cartagena
8	ZEUS INVESTMENT CARTAGENA SHRIMP COMPANY	Zona franca industrial bodega # 4 - Mamonal	Cartagena.
9	DEXTON S.A.	Mamonal km. 7	Cartagena
10	INDISA	Carrera 75	Medellín
11	THYSSENKRUPP COMERCIAL COLOMBIA S.A.	Calle 33 6B-24	Bogotá D.C.

Manual de calidad de la EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA.

CLIENTES OPERADORES PORTUARIOS, son empresas cuyo fin es el descargue y cargue de buques en los muelles portuarios, descargan productos al granel y otros productos como Carbón y Coque, dentro de estas empresas se encuentran las que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Clientes operadores portuarios de la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda.

Nº	EMPRESA	UBICACIÓN	CIUDAD
1	OSI TRADEMAR	Muelle	Barranquilla
2	SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL BARRANQUILLA	Muelle	Barranquilla
3	LOGISTICA MULTIMODAL DE COLOMBIA (LMC) / GRANELCOSTA	Muelles el bosque	Cartagena

Nº	EMPRESA	UBICACIÓN	CIUDAD
4	SOCIEDAD PORTUARIA	Mamonal Km. 8	Cartagena
5	MUELLES MAMONAL	Mamonal Km. 8	Cartagena
6	MUELLES EL BOSQUE	El Bosque	Cartagena
7	SOCIEDAD PORTUARIA DEL NORTE	Muelle	Barranquilla
8	YARA COLOMBIA	Muelle	Barranquilla
9	ALMAVIVA	Bosque	Cartagena
10	MUELLE COSTA BRAVA LTDA	Bosque	Cartagena
11	MAPESA DE COLOMBIA	Muelle	Barranquilla
12	INTERAMERICAN COAL	Muelles del Bosque	Cartagena

Manual de calidad de la empresa BUSTOS REYES & CIA LTDA.

1.6. MAPA DE PROCESOS

A continuación se muestran los procesos de la empresa Bustos Reyes & CIA Ltda., clasificados y las actividades más relevantes dentro de cada uno² (ver Anexo A).

Los procesos directivos son:

- Gestión Dirección. Las actividades más relevantes son: la asignación de recursos, contabilidad (realización de los pagos, recaudos, facturación, consignación, causación de compras, control de proveedores, conciliaciones bancarias, realización de impuestos y estados financieros), revisión por la dirección del sistema de gestión de la calidad de la organización y el direccionamiento estratégico.
- La gestión del sistema de calidad sirve para controlar y verificar que se cumplan con las especificaciones técnicas y del sistema, y consiste en la

² BUSTOS Sandra; PADILLA, María *et al.* Mejoramiento de la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda. Cartagena, 2006, 28 p. Trabajo aplicativo (Ingeniería de Productividad). Universidad Tecnológica de Bolívar. Programa de Ingeniería Industrial.

realización de auditorías, de control, implementación de acciones preventivas y correctivas, medición de indicadores de gestión, análisis de datos y mantenimiento del sistema.

Los procesos claves son:

- Las ventas constan de las siguientes actividades: Gestión Comercial (atención de los clientes, visitas para mostrar catálogos y línea de productos, e inversiones en publicidad), cotización y negociación (establecimiento de las condiciones generales del trabajo: tiempo de entrega, validez de la oferta, precio del producto, lugar de entrega).
- La fabricación consta de las siguientes actividades: planificación del trabajo (asignación de los recursos, determinación de tiempos), realización de productos (montaje, fabricación, reparación y mantenimiento), control de la producción (verificación de las especificaciones iniciales para realizar acciones correctivas, preventivas o mejoras de acuerdo a lo ejecutado), evaluación del cumplimiento de los requisitos y liberación del producto para ser entregado al cliente.

Los procesos de apoyo son:

- Recursos humanos se encarga de la contratación del personal necesario para la realización de los trabajos.
- Mantenimiento: se encarga de mantener la infraestructura requerida para la realización del producto en condiciones de operación, previniendo daños o reparándolos cuando se han producido. Las actividades que aquí se desarrollan son: la planificación de mantenimiento, preparación del mantenimiento preventivo, asignación de recursos humanos, técnicos y materiales, ejecución del mantenimiento y control de mantenimiento.
- Compras: se encarga de la entrega de materiales de acuerdo a las especificaciones requeridas por parte de cada uno de los procesos solicitantes.

2. TEORÍA DE RESTRICCIONES Y SU APLICACIÓN EN LA GERENCIA DE OPERACIONES

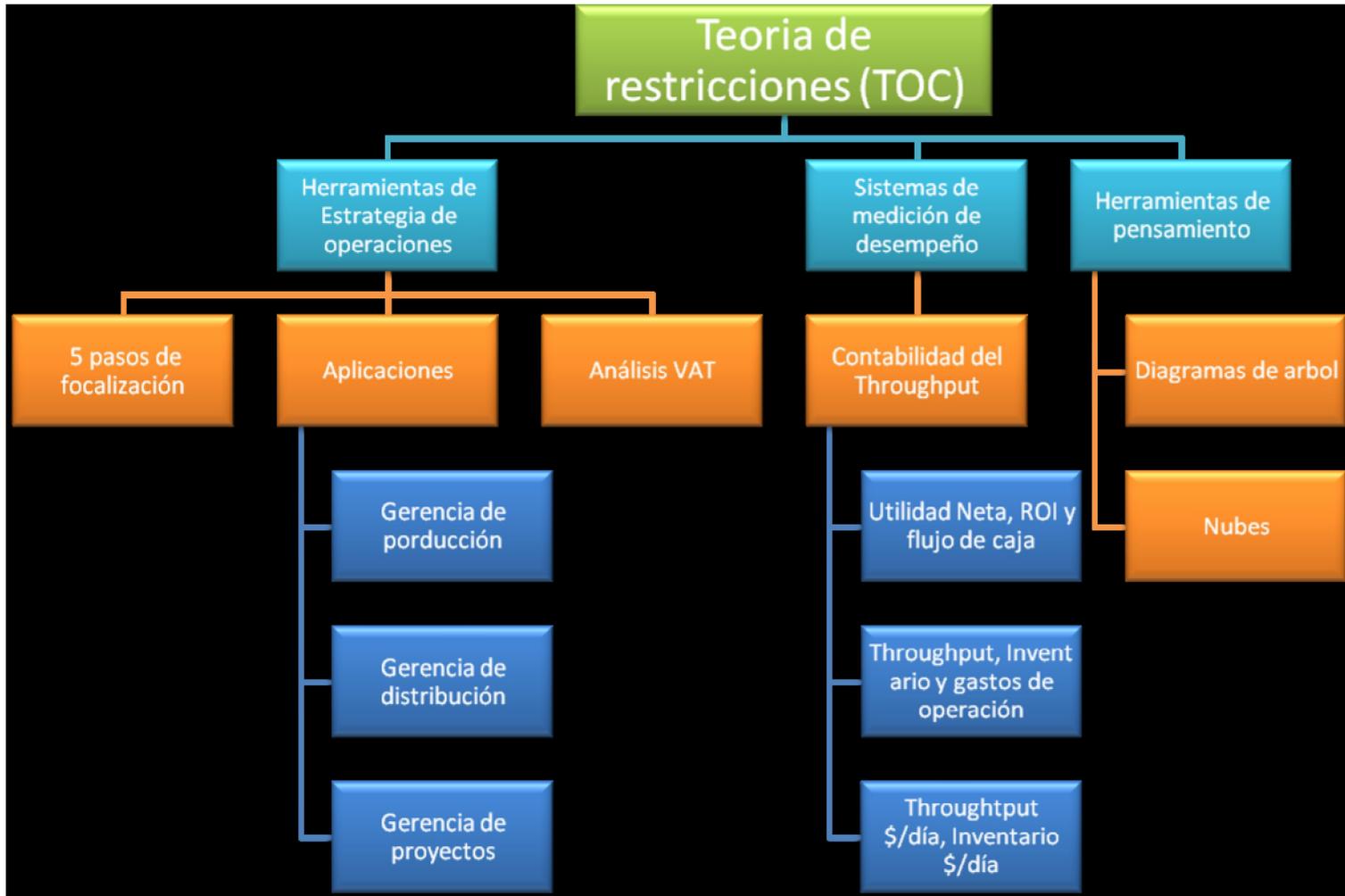
En primer lugar se tratara el tema de la teoría de restricciones, es decir, de qué se trata, cuáles con los indicadores que miden el desempeño, los fundamentos conceptuales sobre los que se sustenta y los pasos de focalización que conforman el proceso de mejoramiento continuo. En segundo lugar, se explicará una estrategia de mejoramiento continuo utilizada por la filosofía Lean Manufacturing o manufactura esbelta.

2.1. DEFINICIÓN

TOC debe ser visto como algo más que un conjunto de herramientas o técnicas, es fundamentalmente un cambio de paradigma que procura un acercamiento distinto a los problemas, metas, objetivos, políticas, procedimientos y mediciones. TOC permite obtener una visión intrínseca de las relaciones de causa y efecto existentes entre la meta de la compañía, las decisiones del día a día y las acciones de la gerencia y los empleados, de modo que estas puedan ser productivas. Según Goldratt, la meta de cualquier compañía con fines de lucro debe ser ganar dinero en el presente y en el futuro, aunque muchas veces la confunde con los medios para alcanzarla como son: compras a buen costo, empleo de un buen personal, alta tecnología, producción de productos, productos de calidad, entre otros³. Al comprender que la meta de cualquier compañía ahora y en el futuro es hacer dinero, Goldratt encontró que las acciones que se toman para mejorar la rentabilidad de la compañía parecen generalmente no estar de acuerdo con la perspectiva global. En la Figura 2, se muestran los componentes que hacen parte de la Teoría de restricciones.

³ GOLDRATT, Eliyaju. La meta. Monterrey: Castillo, 2002. p. 50 -51.

Figura 2. Componentes de la teoría de restricciones.



MABIN, Victoria y BALDERSTONE, Steve.

2.2. INDICADORES DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

Según Goldratt, la manera de hacer dinero es maximizar el Throughput, mientras se minimiza el Inventario y los Gastos de operación.

El *Throughput* (o *Trúput*) se define como “la tasa a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas”⁴. Se deben considerar los costos de incrementar las ventas a hora de definir el Throughput, de esta forma éste está dado por la diferencia entre las ventas en pesos y el costo de los materiales directos de los productos vendidos. Los materiales directos incluyen la materia prima, componentes y subcomponentes que hacen parte de los productos que son vendidos (James).

El Inventario se define como “todo el dinero que el sistema invierte en cosas que intenta vender o todo el dinero inmovilizado en el sistema”⁵. El inventario de productos (materia prima, productos en proceso y productos terminados) hacen parte de los ítems que se intentan vender a los consumidores pero el inventario también incluye la inversión que la organización hace en instalaciones físicas, maquinaria y equipo. Eventualmente, las maquinarias, equipos e instalaciones obsoletas se intentan vender también, así sea a una parte de su valor (Dettmer, 1997).

Los Gastos de operación se definen como “los costos de convertir el inventario en Throughput”⁶, como son el costo de mano de obra directa, los gastos fijos de la planta, los costos de venta y administrativo.

Tradicionalmente, las empresas han enfocado sus esfuerzos en primer lugar a disminuir los costos de operación, en segundo lugar al incremento de las ventas y por último a reducir sus inventarios. Para mejorar la compañía debe cambiar sus prioridades, de forma que en primer lugar se preocupe por incrementar el

⁴ *Ibíd.*, p. 89.

⁵ *Ibíd.*, p. 90.

⁶ *Ibíd.*, p. 91.

Throughput y en segundo lugar por reducir su inventario y sus gastos de operación (Ruhl, 1996). La idea es enfocarse en estos indicadores globales en vez de hacerlo en indicadores locales.

2.3. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

Se requiere que la organización sea vista como una cadena, donde el desempeño de cada uno de los eslabones depende fuertemente del desempeño de los demás, de modo que todos se esfuercen de manera sincrónica (Goldratt, 2002). Lo anterior, va en contra de las prácticas tradicionales que favorecen la idea del uso de *eficiencias locales* como indicadores principales, con el propósito de reducir el desperdicio, basado en el supuesto equivoco que un recurso ocioso es un desperdicio mayor (Marún, 2008).

Es importante también que se conozca que la resistencia de la cadena está determinada por la resistencia del eslabón más débil, por lo cual la administración de ese eslabón puede convertirse en una ventaja para la organización. El eslabón más débil es conocido como *Restricción*, y se refiere a cualquier cosa que limita que la empresa logre su objetivo, es decir, que impide que gane más dinero.

2.4. PASOS DE FOCALIZACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

La identificación de la restricción(es) de la organización o del sistema es el primer paso de los cinco pasos de focalización que hacen parte de la metodología de mejoramiento continuo de TOC, los cuales se muestran en la Tabla 3, junto con su expresión en términos de mejoramiento continuo y las herramientas de pensamiento apropiadas para cada uno de ellos.

Tabla 3. Pasos de focalización de TOC

Cinco pasos de focalización	Pasos expresados en términos de mejoramiento continuo	Como implementar
1. Identificar la (s) restricción(es) del sistema	¿Qué cambiar?	Usar el método de Causa - Efecto para identificar las restricciones.
2. Decidir como explotar la (s) restricción(es) del sistema	¿Hacia qué cambiar? Construcción de soluciones simples y practicas	Usar el método de la evaporación de la nube para idear soluciones simples.
3. Subordinar todo lo demás a la decisión del paso anterior	¿Cómo inducir el cambio? Como vencer la Resistencia emocional al cambio	Usar el método Socrático para inducir a la gente a la invención de soluciones. El método socrático reduce o elimina la resistencia emocional al cambio y permite que la gente se apropie de sus ideas.
4. Elevar la(s) restricción(es) del sistema		
5. Si en los pasos anteriores se ha roto alguna restricción regresar al paso uno, pero no permitir que la INERCIA sea causa de restricciones en el sistema		

Management And Accounting Web

1. Identificar la (s) restricción(es) del sistema. Previamente se había definido como restricción cualquier cosa que limita que la empresa logre su objetivo, es decir, que impide que gane más dinero. Se debe entonces distinguir entre varios tipos de restricciones (ver tabla 4).

Tabla 4. Tipos de restricciones

FÍSICAS	Externas	De materiales	Cuando el suministro, la calidad y la oportunidad de los materiales impide cumplir con la demanda
		De mercado	Cuando la demanda del mercado atendido es menor que la capacidad de la empresa
	Internas	De	Cuando un recurso de la empresa tiene

	recursos	capacidad insuficiente para satisfacer la demanda del mercado
	Logísticas	Cuando métodos de trabajo específicos que impiden el flujo adecuado del producto desde las fuentes de materia prima los consumidores finales. Por ejemplo el uso de lotes de proceso o de procedimientos que restringen las operaciones
POLÍTICAS		Cuando la gerencia refuerza reglas y mediciones limitan la habilidad de la compañía para reaccionar a las oportunidades
DE PARADIGMA		Cuando existen creencias y supuestos que permiten el desarrollo, aceptación y seguimiento de las restricciones políticas

Goldratt, 1990 (b)

Según Debernardo, para identificar las *restricciones físicas* de la empresa se debe analizar cuál sería la carga de trabajo sobre cada recurso, y qué cantidad de cada material se necesitaría, si se quisiera producir todo lo que el Mercado está dispuesto a comprar. Para ello se necesita conocer: los compromisos contraídos con los clientes (Productos, fechas y cantidades), los materiales e insumos necesarios para fabricar cada producto, las rutas de fabricación posibles para cada producto, incluyendo tiempos de procesamiento y tiempos de puesta a punto de los recursos y las características de las máquinas y personal disponibles. Con estos datos se puede calcular el tiempo que se necesita de cada recurso para satisfacer la demanda, el cual se debe comparar con la capacidad⁷ del mismo durante el horizonte de planificación.

- Aquellos recursos cuya utilización⁸ sea mayor al 100%, son *Cuellos De Botella*. “Un cuello de botella es un recurso cuya capacidad es igual o

⁷ Cabe aclarar que la CAPACIDAD de un recurso se define como la cantidad de tiempo que está disponible para ser programado durante el periodo de tiempo que se está considerando (llamado HORIZONTE). La cantidad de unidades, o metros cuadrados, o metros cúbicos, o kilogramos, o dinero, etc., que se obtendrán en el horizonte de programación, dependerá de la mezcla de productos (DEBERNARDO, Junio 2001).

⁸ Se le llamara UTILIZACIÓN del recurso al cociente entre el tiempo necesario para satisfacer la demanda y su capacidad (DEBERNARDO, Junio 2001).

menor a la demanda que hay en él"⁹. Esto significa que se ha vendido más tiempo (bajo la forma de "productos") del que tienen disponible. Una situación como ésta significa que no se podrá cumplir con los compromisos contraídos, a menos que se aumente la capacidad de estos recursos en el horizonte de programación (Horas extraordinarias, un nuevo turno, minimización de pérdidas de tiempo, etc.).

- Aquellos recursos cuya utilización sea menor al 100%, pero mayor al 80%, son *Recursos con Restricciones de Capacidad (RRC)*. Esto significa que la demanda que se ejerce sobre ellos es menor que su capacidad, pero que pueden ser transformados en cuellos de botella si no son administrados cuidadosamente.
- Aquellos recursos cuya utilización sea menor que 80% se consideran *No-Restricciones*.
- Si se dispone de algún material, componente, etc., en una cantidad menor que la necesaria para satisfacer la demanda, entonces estos materiales son una *Restricción* y deben tomarse las precauciones para abastecerse de los mismos o, en su defecto, seleccionar qué productos se fabricarán y qué no.
- Cuando no existen restricciones de materiales ni de capacidad de recursos, entonces se dice que las *restricciones son de Mercado*. En caso de haber incumplimiento de los compromisos con los clientes, éste se deberá a restricciones políticas o de paradigma, no a restricciones físicas¹⁰.

En el caso de las *restricciones políticas o de paradigma*, se recomienda emplear *métodos de causa – efecto*, con el propósito de especular la causa de ciertos efectos y predecir otros efectos de la misma causa, el *Árbol de Realidad Actual* permite explicitar las interdependencias que existen en el

⁹ *Ibíd.*, p. 166.

¹⁰ DEBERNARDO, Héctor. Gestionando las operaciones de una empresa (3ra parte). Boletines de TOC. Publicación mensual del Instituto Goldratt (Argentina) y la empresa CIMATIC. No. 9 (jun. 2001).

sistema en estudio y encontrar los problemas medulares o restricciones (Goldratt, 1990 b).

2. Decidir como explotar la (s) restricción(es) del sistema. Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su Meta., entonces, dependiendo de cuáles sean las restricciones del sistema, existen numerosos métodos para obtener de ellas el máximo provecho (Martin):
 - *Restricción de recurso:* El cuello de botella nunca debe estar ocioso porque una hora perdida en el cuello de botella, es una hora pérdida en todo el sistema. O también, una hora ahorrada en un cuello de botella es una hora ahorrada en todo el sistema. Por otro lado, una hora ahorrada en un NO cuello de botella es un espejismo. Por lo cual, se le deberían asignar los operarios más hábiles, se debería hacer control de calidad antes de que la misma procese las piezas, se debería evitar las paradas para almorzar (Rotando a la gente), se debería evitar que quedara sin trabajar por falta de materiales (Incorporación de buffers de tiempo), se lo debería dotar de un programa óptimo donde cada minuto se aproveche para cumplir los compromisos con los clientes, etc.
 - *Restricción de Mercado:* Incrementando la publicidad, la promoción de mercado y desarrollando nuevos canales de distribución.
 - *Restricción de materiales:* Minimizar las pérdidas por mala calidad, no fabricar cantidades mayores a las se van a vender en el corto plazo, localizar nuevos proveedores, de preferencia certificados para que se cumplan los estándares concernientes a la calidad y los programas de entrega.
3. Subordinar todo lo demás a la decisión del paso anterior. Este paso consiste en poner a funcionar al resto de los recursos al ritmo que marcan las restricciones del sistema, según fue definido en el paso anterior. La idea es balancear el flujo de trabajo, para lo cual, se debe diseñar un sistema

conocido como Tambor (D) – Amortiguador (B) – Cuerda (R) simplificado o S - DBR por sus siglas en ingles, se debe implementar la gerencia de amortiguadores (o Buffer Management - BM, en ingles) y la ética del correccaminos, dichos conceptos serán explicados más adelante en los numerales 2.5, 2.6 y 2.7 respectivamente.

4. Elevar la(s) restricción(es) del sistema. Significa aumentar la capacidad de las restricciones internas de la empresa al: comprar una nueva máquina similar a la restricción, contratar más personas con las habilidades adecuadas, construir una nueva fábrica para satisfacer una demanda en crecimiento, avanzar en la formación de personal polivalente, etc. (Goldratt, 2002). Elevar implica acciones que exigen esfuerzo, tiempo y dinero, de allí que se recomienda no llevarlo a cabo hasta estar seguro de haber implementado con éxito los pasos anteriores. Esta forma de proceder ayudará, además, a generar más recursos propios para afrontar las inversiones necesarias (Debernardo, 2001).
5. Si en los pasos anteriores se ha roto alguna restricción regresar al paso uno, pero no permitir que la INERCIA sea causa de restricciones en el sistema. El ciclo nunca termina, deben mantenerse la búsqueda de restricciones y su rompimiento. También, se debe tener presente que debido a la interdependencia y la variación, cada cambio que se hace al sistema tendrá consecuencias en las restricciones que se han roto, por lo tanto es necesario su revisión y actualización.

2.5. TAMBOR – AMORTIGUADOR – CUERDA SIMPLIFICADO (S – DBR SIGLAS EN INGLES)

La demanda del mercado es la mayor restricción aun cuando exista un RRC activo, ya que fallar en la subordinación al mercado puede llevar a un hundimiento

de la demanda del mercado, además, elevar la restricción interna no mejorará nada a menos que se eleve también la demanda del mercado.

Supuestos básicos del S – DBR. Según Schragenheim y H. W. Dettmer, los supuestos que sustentan al S – DBR son:

- a. El mercado dicta una serie de requerimientos que la compañía debe satisfacer, de lo contrario, la demanda de los productos y/o servicios de la empresa disminuirá y quizás desaparezca por completo en el futuro. En ocasiones, estos requerimientos impuestos por el mercado entran en conflicto con la explotación total de una restricción interna (RRC). Hay varias ramificaciones de este primer supuesto:
 - I. Cuando se decide cómo explotar el RRC, se debe considerar cuidadosamente el impacto a largo plazo de esta decisión en el mercado. Por ejemplo, no se desea rechazar a un cliente cuya orden actual consume una gran cantidad de la capacidad del RRC, cuando dicha orden puede ser importante para las relaciones a largo plazo con dicho cliente.
 - II. Una vez la empresa se ha comprometido con el mercado, el daño por no cumplir totalmente con tal compromiso puede ser más severo que, el que se incurre cuando se sacrifica algo de la capacidad del RRC.
 - III. Las dos ramificaciones anteriores implican que cuando existe un RRC activo, la empresa se encuentra en una situación de restricciones interactivas ya que se tienen tanto restricciones de capacidad como de demanda del mercado. El RRC puede restringir el Throughput actual pero la insatisfacción de la demanda seguramente afectará el Throughput en el futuro.
 - IV. Las restricciones internas van y vienen pero las del mercado siempre se mantienen.

Es por lo anterior que S – DBR asume que la demanda del mercado es la mayor restricción aun cuando exista un RRC activo, porque si no se satisfacen

los requerimientos del mercado, la demanda futura de la empresa disminuirá. En otras palabras, existe una relación directa entre que la satisfacción actual de los clientes de la empresa y la visión que ellos tengan de esta en un futuro.

- b. Un pequeño cambio en la secuencia actual de producción dentro de una restricción interna de recurso no tendrá gran impacto en el desempeño general del sistema, debido a que cuando se subordina dicho recurso a los compromisos hechos con el mercado, se mantiene algo de capacidad de protección¹¹.

Reglas básicas del S - DBR. Para Schragenheim y H. W. Dettmer, las tres reglas básicas del S-DBR:

1. El tambor está basado en las órdenes de la empresa. Al entrar las ordenes, se verifica la carga total del RRC, mientras no éste no esté sobrecargado se acepta la orden y es liberada inmediatamente para ser procesada. Cuando el RRC parezca estar muy cargado se necesitan llevar a cabo medidas a corto plazo para aliviar la carga como horas extras, más turnos, etc., de forma que se pueda asegurar el desempeño de entregas a tiempo.
2. El amortiguador es un Lead time estimado para la movilización de la materia prima desde el punto de liberación a través del proceso de producción hasta su embarque para ser entregado al cliente. Este estimado debe considerar el impacto de Murphy, de modo que las órdenes puedan ser entregadas a tiempo. Este amortiguador se denomina amortiguador de embarque porque protege el embarque a tiempo para los clientes. El tamaño de cada buffer depende de la magnitud de las fluctuaciones aleatorias y de la capacidad de protección en los recursos que están en la ruta hacia la restricción. Existe una regla para determinar el tamaño inicial del amortiguador, el cual estaría dado como el 50% del lead time existente.

¹¹ SCHRAGENHEIM, Eli y DETTMER, H. William. Op.cit., p. 5 - 6.

3. La cuerda constituye el programa de liberación de material, la cual está atada a las órdenes recibidas. Esta asegura que el trabajo en proceso no se libera antes que el amortiguador de tiempo de la fecha de entrega¹². Según Cohen y Hutchin, el tamaño de una cuerda depende del tamaño del buffer correspondiente y de los tiempos de procesamiento y preparación de la ruta hasta la restricción.¹³.

El control en S – DBR. De acuerdo a Schragenheim, la gerencia de amortiguadores se aplica al amortiguador de embarque. En cada centro de trabajo (incluyendo el RRC), la decisión de en cual orden trabajar depende del estado de los amortiguadores (buffer status) de las ordenes relevantes, es decir, depende del porcentaje que se ha consumido del amortiguador. Entre más alto sea el buffer status mayor será la prioridad de la orden.

Un cuello de botella emergente se puede detectar al observar que el número de órdenes en la zona roja del amortiguador aumenta considerablemente. Para esto S - DBR ofrece un mecanismo de control adicional que complementa la gerencia de amortiguadores: la *carga planeada*.

La *carga planeada* es el tiempo requerido del RRC para completar todo el trabajo que le ha sido formalmente liberado en el sistema pero que no ha sido procesado por él. Para determinar si existe un cuello de botella emergente, se debe comparar la carga planeada para el RRC con el amortiguador de embarque. El resultado es una indicación inmediata de si el RRC se convertirá en un cuello de botella o si existe una capacidad protectora suficiente¹⁴.

¹² SCHRAGENHEIM, Bi. What's really new in Simplified DBR. En: TOCICO CONFERENCE (Noviembre, 2006: Miami). p. 6.

¹³ COHEN A. y HUTCHIN T. Implementing Constraint Based Scheduling Through Linking Computer Simulation and the Theory Of Constraints. En: International Symposium on Advanced Manufacturing Processes Systems and Technologies AMPST 96 (University of Bradford, 26-27 March 1996). Memorias del Simposio de AMPST, p. 411-420, ISBN 0 85298 989 X.

¹⁴ SCHRAGENHEIM, Bi. What's really new in Simplified DBR. En: TOCICO CONFERENCE (Noviembre, 2006: Miami). p. 18 – 20.

2.6. GERENCIA DE AMORTIGUADORES

La gerencia de amortiguadores (o Buffer Management - BM, en inglés) da los medios para manejar el programa en el piso de la planta. BM consiste en aprovechar los programas de las restricciones y la definición de los buffers para controlar si los materiales llegan a las restricciones suficiente tiempo antes como para que se pueda seguir con el programa, es decir, que no se controla toda la planta, sino solamente los buffers. Periódicamente se observa el contenido real de cada buffer, se lo compara con el contenido que debiera tener según el plan y se actúa para corregir las desviaciones.

Los amortiguadores se dividen en tres zonas, como se ve en la Figura 3. La zona verde indica que todo está bien, si está porción se consume la gerencia no hace nada. La zona amarilla indica que hay que observar y planear, es decir, se debe elaborar un plan que se debe poner en acción cuando se consuma. La última zona, la roja, indica que se debe actuar, aquí es donde se deben iniciar los planes para prevenir su agotamiento. El establecimiento de los tamaños de cada zona definirá el grado de involucramiento de la gerencia en el operaciones (Cook, 1998).

Figura 3. Zonas de los amortiguadores



Youngman, 2003

La gerencia de amortiguadores involucra un acceso en tiempo real al estado de los amortiguadores, la actualización diaria del estado del proyecto y de los

amortiguadores y la realización de reuniones periódicas de la gerencia de amortiguadores donde se discuta acerca de los amortiguadores que están en amarillo o rojo. La única información que se requiere al final de cada día es un estimado actual del tiempo requerido para completar la tarea que se tienen a la mano.

2.7. ÉTICA DEL CORRECAMINOS

Debernardo dice que también se hace necesario instruir a todos los recursos para que funcionen según la *Ética del correccaminos*, esto es:

- Si un recurso no tiene nada que hacer, que no haga nada.
- Si tiene algo que hacer, que lo haga tan rápido como le sea posible.
- Si tiene más de una cosa que hacer, que haga siguiendo el orden de llegada, salvo que el mecanismo de control de las operaciones, Buffer Management, indique otra cosa¹⁵.

2.8. SINGLE MINUTE EXCHANGE DIE (SMED)

Esta metodología nació en Japón durante la década de los setenta y fue desarrollada por Shigeo Shingo, uno de los mayores contribuyentes a la consolidación del Sistema de Producción Toyota, con el propósito de disminuir el desperdicio, a través de la reducción del tiempo de preparación. Esto conduce a tiempos de fabricación más cortos, lo que permite que los procesos sean más flexibles y así puedan hacer frente a las variaciones de la demanda¹⁶. Según Paredes, para reducir el tiempo de preparación, el método SMED se sirve de cuatro conceptos principales:

¹⁵ DEBERNARDO, Héctor. Gestionando las operaciones de una empresa (4ta parte). Boletines de TOC. Publicación mensual del Instituto Goldratt (Argentina) y la empresa CIMATIC. No 10 (jul. 2001)

¹⁶ CENTRO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO EMPRESARIAL DE CATALUNYA (CIDEM). Guías de gestión de la innovación Producción y logística. España, 2004.1 ed. P. 64, ISBN 84-393-6186-6. Disponible en la página de internet: http://www.cidem.com/cidem/binaris/imprologcastella_tcm50-9005.pdf.

1. Separar las operaciones internas de las externas. Diferenciar entre la preparación con la máquina parada (preparación interna) y la preparación con la máquina en funcionamiento (preparación externa) :

- Preparación interna: son aquellas operaciones que necesitan inevitablemente que la máquina esté parada.
- Preparación externa: son las operaciones que se pueden realizar con la máquina en funcionamiento.

El tiempo es reducido eliminando del tiempo de preparación interna todas las tareas que pueden ser desempeñadas mientras el equipo está en funcionamiento, este es el primer paso en las mejoras. Se pueden conseguir reducciones de tiempo de hasta 50% sin casi nada de inversión.

2. Convertir operaciones internas en externas. Convertir cuando sea posible las operaciones internas en externas. Se trata del concepto esencial de todo el sistema.

3. Organizar las operaciones externas. Durante la preparación externa, todas las herramientas y materiales deben estar dispuestos al lado de la máquina tras haberse realizado toda reparación de los componentes que deben entrar. Probablemente se deben inversiones en activos. Asimismo, se deben tener grúas y elementos de transporte.

4. Reducir el tiempo de las operaciones internas. Eliminar los procesos de ajuste. Una de las formas de eliminación de este tipo de operaciones es la estandarización de las características de los sistemas de sujeción de los elementos móviles de las máquinas. Otro aspecto que hay que tener en cuenta en este concepto es el tiempo perdido con los ajustes para conseguir la calidad del producto. En este caso, debemos pensar en la estandarización de las operaciones del proceso de cambio de utillajes que tengan relación directa con los parámetros de calidad clave. Los trabajos paralelos y las mejoras de ingeniería nos ayudarán a reducir el tiempo de las operaciones externas¹⁷.

¹⁷ PAREDES, Francis. Preparación rápida de máquinas: El sistema SMED. Perú: 2007. Disponible en la página de internet: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/SMED.pdf>.

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE COMPRAS Y PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA.

A continuación se muestra una descripción detallada de la forma cómo se gestionan los procesos de ventas, compras y producción en la empresa BUSTOS REYES & CIA LTDA., esto para conocerlos más a fondo de manera que se puedan proponer mejoras en el marco de la Teoría de Restricciones. Paralelo a esto, se va desarrollando el Árbol de Realidad Actual de la empresa, con el propósito de conocer las causas raíces que están provocando el problema del incumplimiento de las entregas.

3.1. GESTIÓN DE VENTAS Y COMPRAS

En primer lugar, se describirá el proceso que se ejecuta con los trabajos normales que maneja la empresa y luego lo que ocurre cuando llegan trabajos urgentes.

Proceso para trabajos ordinarios. En un comienzo, la encargada de ventas recibe la solicitud del cliente para que se le cotice un trabajo, luego ella en conjunto con el Gerente de producción y/o el Gerente General determinan los materiales, maquinas, equipos requeridos y mano de obra y sus respectivas cantidades y los tiempos estimados para la realización del trabajo. Los requerimientos de materiales y de maquinas o equipos (con los que la empresa no cuenta y que deben ser alquilados o subcontratar los servicios) son remitidos al proceso de compras en el Formato de solicitud (ver ANEXO B).

El jefe de compras recibe y revisa las solicitudes, verificando que exista claridad y que se definan todas las características o especificaciones del producto o servicio requerido. Luego, pide cotizaciones a los proveedores que hacen parte del listado

de proveedores seleccionados y aprobados. En caso, que el proveedor del producto o servicio requerido no haga parte del listado, se le involucra en un proceso de selección, evaluación y aprobación de proveedores, dicho proceso será descrito más adelante.

Al recibir las cotizaciones de los distintos proveedores, el Jefe de compras diligencia los campos del Formato de solicitud que corresponden a la colocación de los precios ofrecidos por ellos. Esta información es enviada a ventas, quien en conjunto con el Gerente de producción y/o el Gerente General, elaboran la cotización que es enviada al cliente.

En algunos casos el cliente propone unos ajustes en el precio o las especificaciones que deben ser analizadas para su aceptación. Una vez, el cliente aprueba la realización del trabajo, el encargado de ventas y/o producción envía la aprobación para la compra de materiales, por medio de la firma de autorización escrita en el Formato de solicitud. Al recibir la autorización, el jefe de compras selecciona el proveedor teniendo en cuenta el menor precio para cada uno de los ítems evaluado y el que ofreció un tiempo de entrega favorable, luego, se elabora la orden de compra y/o de servicio (ver ANEXO C y D) y se envía al proveedor vía email o fax.

Dada la fecha de entrega del producto y/o servicio, se realiza un seguimiento durante el tiempo establecido entre la fecha de colocación de la orden de compra y/o servicio y la fecha de entrega prometida por el proveedor. Dicho monitoreo se maneja mediante el uso de una hoja de cálculo de Excel (ver ANEXO E), en ella se controla el estado de la orden teniendo en cuenta la fecha del día, la fecha de entrega programada y la fecha de entrega real, de acuerdo a esto, una orden puede estar:

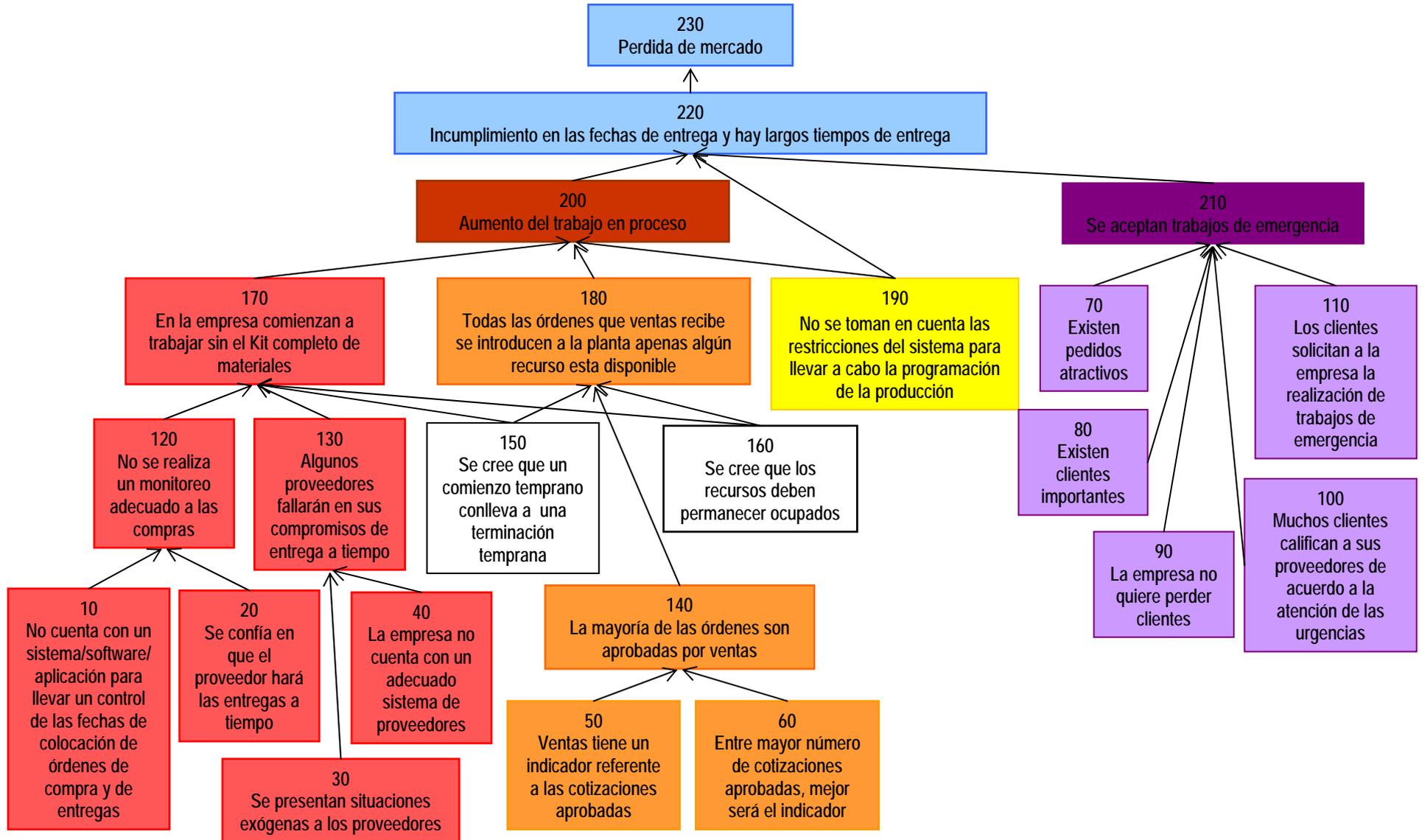
- En curso cuando la fecha del día es menor que la fecha de entrega programada.
- Atrasada cuando la fecha actual es mayor que la fecha de entrega programada.
- Cerrada cuando se realiza la entrega.

Teniendo en cuenta la longitud del Lead Time del proveedor se realiza un control del estado de la orden directamente con el proveedor por medio de una llamada telefónica. Si el Lead Time es de más de dos semanas (lo que se considera largo), se realiza el control a la mitad de éste, y luego el día anterior a la fecha de entrega programada. Si el Lead Time es menor que el periodo antes mencionado se confirma con el proveedor el día anterior o dos días antes de la fecha programada (Figura 4. Cuadro No. 120).

Cuando se recibe el material, se verifica que esté de acuerdo con las especificaciones que suministro el cliente, lo anterior con el fin de determinar si éste debe ser aceptado o rechazado. Dicha inspección es realizada por el gerente de producción, el supervisor, el jefe de taller o el encargado del almacén, por medio de una revisión de las especificaciones del producto consignadas en la orden de compra y su comparación con las definidas en el certificado de calidad del material (cuando lo requiera). Durante la inspección se revisan características tales como la cantidad ordenada, el tipo de material y las dimensiones. Si se acepta el material, se prosigue a ser entregado a fabricación sino se envía la no conformidad al proveedor y se espera su pronta solución.

Luego, el Jefe de compras evalúa al proveedor teniendo en cuenta el cumplimiento en las especificaciones (tipo y dimensiones), de la fecha de entrega, de la cantidad y de la calidad de la materia prima recibida, de acuerdo a la presentación de certificado de calidad del material.

Figura 4. Árbol de Realidad Actual de la empresa Bustos Reyes Cia



Autoras de la monografía

El proceso de selección, evaluación y aprobación de los proveedores, se describe a continuación. Para seleccionar a sus proveedores la empresa tiene en cuenta sus productos y servicios críticos, los proveedores potenciales y una serie de criterios de selección, que han sido definidos para cada uno de los tipos de proveedores, los cuales se muestran en el ANEXO F.

Luego de definir los criterios de selección, se recopila la información anotada en el registro de proveedores. Con esta información se diligencia el formato de selección de proveedores (ver ANEXO G) en el cual se asigna la calificación que servirá para seleccionar a dicho proveedor, la cual se define de 1 a 5, donde 1 es la calificación más baja; 3 es la calificación media; y 5 es la calificación más alta. Cuando se analizan los criterios con su respectiva calificación se saca el promedio y la calificación final, que tiene que ser superior o igual a 3.2 para que el proveedor sea seleccionado por la empresa. Después de seleccionar los proveedores, se procede a definir los criterios de evaluación para su aprobación, los cuales se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Criterios evaluación para la aprobación de proveedores.

PROVEEDORES	CRITERIO
De materia prima	tiempo de entrega
	especificaciones del material
	cantidad solicitada
	certificados de calidad
De transporte	tiempo de entrega de los materiales y/o productos enviados
	tiempo de respuesta al llamado
	estado del material y/o productos enviados
De mantenimiento de maquinaria y equipos	tiempo de respuesta
	tiempo de entrega de la maquinaria y/o equipo
	calidad del servicio
De servicios	Tiempo de entrega
	Cantidad
	Especificaciones del servicio

Bustos Reyes & Cia Ltda.

Ya definidos los criterios de evaluación, se procede a aplicarlos a los proveedores para que sean aprobados por Bustos Reyes. Para la aprobación se evalúa la primera compra de acuerdo a los criterios definidos anteriormente y las ponderaciones establecidas para cada uno de ellos según sea el caso.

Para los proveedores de materia prima, se evalúa el servicio de la siguiente manera:

- Si cumple en los cuatro criterios la calificación será cinco (5.0)
- Si no cumple con el tiempo de entrega y/o las especificaciones del material se restara 1.5 por cada criterio incumplido.
- Si no cumple con la cantidad solicitada y/o los certificados de calidad se restara 1.0 por cada criterio incumplido.

Para los proveedores de transporte, se evalúa el servicio de la siguiente manera:

- Si cumple en los tres criterios la calificación será cinco (5.0)
- Si no cumple en alguno de los tres criterios se restara por cada criterio incumplido 1.66

Para los proveedores de mantenimiento, se evalúa de la siguiente manera:

- Si cumple en los tres criterios la calificación será cinco (5.0).
- Si cumple en la calidad del servicio pero no cumple en el tiempo de entrega y/o en el tiempo de respuesta será de menos 1.5 por cada criterio.
- Si no cumple en la calidad del servicio sin importar si cumple o no en los otros dos criterios la calificación será cero (0).

Para los proveedores de servicios, se evalúa de la siguiente manera:

- Si cumple en los tres criterios la calificación será cinco (5).
- Si no cumple con el tiempo de entrega y/o especificaciones del servicio se restara 2 por cada criterio incumplido.
- Si no cumple con la cantidad solicitada se restara 1.0

Trimestralmente se realiza la reevaluación a los proveedores que están aprobados por la empresa y con los cuales se ha venido trabajando, para realizar un seguimiento y verificar si están cumpliendo con las exigencias de la empresa. Esta reevaluación mostrará si los proveedores pueden continuar en el listado de proveedores aprobados de Bustos Reyes. La calificación de esta reevaluación está basada en el promedio de todas las calificaciones obtenidas en cada una de las órdenes de compra, orden de servicio, solicitud servicio de transporte y de mantenimiento. La calificación mínima establecida es 3.5. Cuando el proveedor quede por debajo de 3.5, entra en un periodo de prueba, notificándole a través de un comunicado escrito los detalles del incumplimiento. En este periodo se le dará la oportunidad para que mejore su desempeño; si no muestra ninguna mejoría se deja la decisión en manos de la dirección, pero si por el contrario muestra mejoría y no alcanza la calificación de 3.5, continuara en periodo de prueba, hasta que alcance nuevamente la calificación de 3.5 o mayor para entrar a ser reevaluado normalmente.

Proceso para trabajos extraordinarios: Urgencias. La encargada de ventas decide si se aceptan o no las emergencias (FIGURA 4. Cuadro No. 210), teniendo en cuenta el tipo de cliente que la presente. De ahí se hace necesaria la definición de aquellos clientes importantes para la empresa (FIGURA 4. Cuadro No. 80), aquellos que ella considera VIP, estos son: Abocol y Wood Group S.A. (CLIENTES INDUSTRIALES) y todos los CLIENTES PORTUARIOS mencionados en el apartado de las Generalidades de la empresa. Vale resaltar, que el proceso se ejecuta como se describió para los trabajos ordinarios, excepto por la fase de cotización que se omite al inicio y se lleva a cabo luego de entregar el trabajo al cliente.

3.2. GESTIÓN DE PRODUCCIÓN

Una vez, el cliente aprueba la realización del trabajo, el encargado de ventas, envía la aprobación para producción, por medio de la Solicitud de servicio (ANEXO H), donde se encuentra especificado cuales son los materiales, máquinas, equipos, herramientas y mano de obra que se van a utilizar, las características críticas exigidas por el cliente y la fecha de entrega con la cual se comprometió la empresa, si existe algún pliego de especificaciones emitidas por el cliente también se remite a producción. Luego, producción realiza la planificación para la ejecución del trabajo, re calcula la cantidad de materiales necesarios para fabricar el producto y envía la solicitud de estos a compras mediante el formato de solicitud (ANEXO B), donde especifica la fecha que requiere que le llegue el material, sino cuenta con la mano de obra suficiente, se remite a la encargada de recursos humanos y pide la cantidad de personas necesarias para cumplir con la fecha de entrega.

Cuando se reciben los recursos, se identifican y verifican como se mencionó anteriormente. Luego, se definen los elementos de la hoja de ruta (características críticas, instrumentos de medición, responsables, muestreos), el cual es el método de control para la fabricación del proyecto/producto (ANEXO I). Seguidamente a la realización y aprobación de las hojas de rutas, estas se entregan al personal que realizara las labores indicadas en ella, adjuntándole los planos necesarios. Después, se ejecutan las actividades según las especificaciones entregadas, de acuerdo a la programación realizada.

Todas las órdenes que llegan a fabricación se liberan enseguida al piso, teniendo en cuenta que se cuente con algunos de los recursos críticos (humanos y materiales) necesarios para realizar cualquiera de las actividades que conforman la hoja de ruta (FIGURA 4. Cuadro No. 180). En la planta existen dos personas autorizadas para llevar a cabo dicha liberación, las cuales son el jefe de taller y el supervisor de planta.

Para cada uno de los recursos, la programación de la producción está condicionada por los siguientes factores:

- La fecha de entrega, es decir, prima aquel trabajo cuya fecha de entrega sea más próxima.
- El tiempo de producción, es decir, prima aquel trabajo que tenga un mayor tiempo.
- Las actividades dependientes, es decir, prima aquel trabajo que tenga el mayor número de actividades dependientes con respecto a dicho recurso.
- La importancia del cliente, es decir, priman los trabajos de aquellos clientes que la empresa considera más importantes.

Si existe una emergencia se trabaja en ella y se prioriza antes que otras órdenes, sin importar que estas tengan una fecha de entrega próxima (FIGURA 4. Cuadro No. 210).

Si llega algún tipo de material para una orden determinada, se comienza a trabajar en aquellos ítem que necesiten del material, sin importar que se deba suspender más adelante porque no se cuenta con el material restante, lo importante es que se gane tiempo en esa orden (FIGURA 4. Cuadro No. 170).

Lo anterior significa que producción generalmente empieza a trabajar sin tener el conjunto de elementos que se necesitan para completar una tarea, esto se conoce como el *Kit completo*, de acuerdo a este concepto, se debe comenzar a trabajar en una tarea solo cuando se tienen a la mano todos los componentes necesarios para su terminación, los cuales pueden ser información, materiales, componentes, planos, documentos y herramientas.

Cuando la empresa obra de acuerdo a la creencia antes mencionada “el comienzo temprano de las tareas siempre conlleva a la terminación temprana de estas” y comienza a trabajar sin el kit completo, ocurre lo opuesto a lo que la empresa cree

que pasara ya que aumenta el inventario de trabajo en proceso, lo cual trae como consecuencia el aumento de los tiempos de respuesta.

Una vez se terminan cada uno de los procesos dentro de la fabricación se verifican el cumplimiento de las características. Si no cumple con las especificaciones se toman medidas según el tipo de no conformidad y se registran. Al terminar la fabricación se identifican las piezas, se elabora la remisión y/o acta de recibo, se entrega la pieza al cliente y se devuelven las muestras y/o planos propiedad del cliente si se es requerido.

4. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y COMPRAS DE LA EMPRESA BUSTOS REYES & CIA LTDA.

A continuación se explican una serie de pasos que constituyen la metodología de implementación de Teoría de Restricción propuesta para la gerencia de operaciones y la gestión de compras de la empresa BUSTOS REYES & CIA LTDA., estos son:

- Estrangulación de la liberación de materia prima a la planta. Aquí se explicará en detalle la forma como debe la empresa restringir la liberación de materia prima acorde con la filosofía TOC de trabajar sólo para lo que se necesita pronto, no importando si hay recursos que queden ociosos.
- Establecimiento de las prioridades. Aquí se explicará la gerencia de amortiguadores como sistema único de priorización para las órdenes que se van a liberar y las que están liberadas en la planta.
- Lidando con los cuellos de botella. Cuando se establecen los dos pasos anteriores se pueden identificar las restricciones de la planta y se proponen propuestas de mejora.
- Gestión de compras. Aquí se explicará el nuevo sistema que debe adoptar el departamento de compras acorde con la filosofía TOC, esto con el objetivo de garantizar la disponibilidad de materiales para la producción de una forma sistemática.
- Contabilidad del Trúput. Aquí se explicará la manera de usar el Trúput, como método alterno de priorización, en caso de que exista un recurso sobrecargado en la planta.

4.1. ESTRANGULACIÓN DE LA LIBERACIÓN DE LAS ÓRDENES DE PRODUCCIÓN

Para balancear el flujo de trabajo en la planta se debe diseñar un sistema conocido como Tambor (D) – Amortiguador (B) – Cuerda (R) Simplificado o S - DBR por sus siglas en ingles.

El **Tambor** está dado por un programa detallado de trabajo para la restricción, como en este caso la restricción está en el mercado, el tambor es el listado de pedidos con sus respectivas fechas de entrega deseadas por parte de producción, es decir, el momento en el cual deben ser entregadas por fabricación como producto terminado.

El **Amortiguador** es el horizonte de planeación que está dado por un intervalo de tiempo en el cual las ordenes son liberadas, con el propósito de evitar que el sistema se sobrecargue.

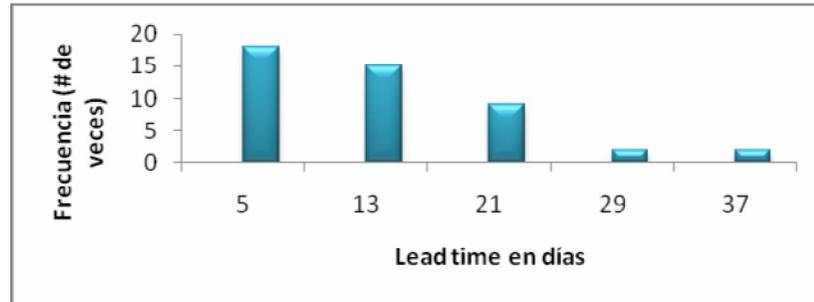
Luego de analizar las órdenes de producción en los últimos 6 meses se puede considerar que la empresa maneja tres tipos: Lentas, Normales y Rápidas, dicha clasificación se refiere al Lead Time (LT) de cada una de ellas, que está dado por el tiempo transcurrido desde la liberación de la orden al piso de la planta hasta la entrega del producto terminado por parte de producción.

Para determinar el Lead Time de cada uno de los tipos de órdenes se hace necesario realizar una tabulación de los Lead Times individuales de las órdenes durante el periodo de observación, como se muestra en el Anexo J, con esos datos, se construye el histograma de frecuencia¹⁸ que se muestra en la Grafica 1, el cual permite diferenciar las modas. Luego, con esta información y el apoyo del

¹⁸ Para la construcción del histograma se determino el número de clases y su tamaño, los cuales están dados por la siguiente formulas $\sqrt[3]{n}$ (donde n es el número de observaciones) y $\frac{\text{Rango}}{\sqrt[3]{n}}$ (donde el rango es la diferencia entre el máximo y el mínimo valor observado) respectivamente.

personal de producción de la empresa se definen los Lead Time para las órdenes de producción tipo lento, normal y rápido, como se observa en la Tabla 6.

Grafica 1. Histograma de frecuencia de los Lead Time de las Órdenes de producción



Autoras de Monografía - Datos de la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda.

Tabla 6. Lead Time de las órdenes de producción

Tipo de orden	Lento	Normal	Rápido
Lead Time (días)	30	15	7

Autoras de Monografía - Datos de la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda.

Por cada tipo de orden se estipula un amortiguador de tiempo que es igual al Lead Time del tipo de orden como se muestra en la Tabla 7. Las órdenes de trabajo se liberan al piso de la planta un amortiguador de tiempo antes de la fecha de entrega.

Tabla 7. Amortiguador de las órdenes de producción

Tipo de orden	Lento	Normal	Rápido
Amortiguador (días)	30	15	7

Autoras de Monografía

Los amortiguadores se dividen en tres zonas: verde, amarillo y rojo, análogo a las luces de un semáforo. Cada una de ellas representa el 33% del total del tamaño del amortiguador. En la Figura 8, se muestra un esquema de los amortiguadores para cada uno de los tipos de órdenes.

Figura 5. Amortiguadores para cada uno de los tipos de órdenes.

Amortiguador para orden rápida (7 días)		Amortiguador para orden normal (15 días)		Amortiguador para orden lenta (30 días)	
0% - 7 días		0% - 15 días		0% - 30 días	
	33% - 5 días		33% - 10 días		33% - 20 días
	66% - 2 días		66% - 5 días		66% - 10 días
	100% - 0 días		100% - 0 días		100% - 0 días

Autoras de Monografía

La **cuerda** está dada por el programa de liberación de las órdenes de producción al piso de la planta y su objetivo es evitar que las órdenes sean liberadas antes de tiempo.

La empresa debe encargar a un empleado de la Liberación de las órdenes, el cual debe tener las competencias para poder determinar el amortiguador de cualquier orden de acuerdo a su tipo (lenta, normal o rápida) como se mostro en la Tabla 12.

Teniendo en cuenta el amortiguador, se calcula la cuerda para cada una de las órdenes, que es la diferencia entre la fecha de entrega deseada por parte de producción y el amortiguador. Ese valor corresponde a una penetración del 0% del amortiguador, es decir, es el punto inicial del amortiguador en el cual la orden debe ser liberada. Liberar en este punto asegura el hecho que no se admitirá exceso de trabajo o que no se empezará a trabajar en algo antes de tiempo, esto

con el propósito de proteger el sistema del exceso de trabajo en proceso, ya que esto resulta en un lead time más largo de lo necesario y un decremento de la calidad. En últimas, el exceso de trabajo en proceso impacta el Throughput del sistema. Por otro lado, liberar después del punto cero, reduce la protección del tambor contra las variaciones que se presenten en los recursos no restrictivos y que puedan afectarlo, y con esto mermar el Throughput del sistema.

Pero existen situaciones en las cuales no es posible liberar la orden justo en ese momento, por lo cual se hace necesario establecer prioridades, para tal fin se hace uso de un indicador denominado Buffer Status, el cual indica el grado de consumo del amortiguador y está dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Buffer Status} = \frac{A - (FEDP - FA)}{A} \times 100\%$$

Donde, A es el amortiguador respectivo, FEDP es la fecha de entrega deseada por producción y FA es la fecha actual.

Dichas situaciones se explican a continuación:

- a. Si las órdenes pasan por el mismo punto de liberación, prevalece aquella que tiene un mayor Buffer Status. Si no pasan por el mismo punto de liberación pueden ser liberadas paralelamente.
- b. Si se sabe que la planta va a estar sobrecargada en el momento en el que se deben liberar ciertas órdenes, entonces se debe adelantar su liberación teniendo en cuenta aquellas con el Buffer Status más cercano al 0% para evitar congestiones en la planta.

4.2. ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES

Una vez liberadas las ordenes, se debe definir la priorización de estas dentro del flujo de producción para lo cual cada uno de los centros de trabajo que no son

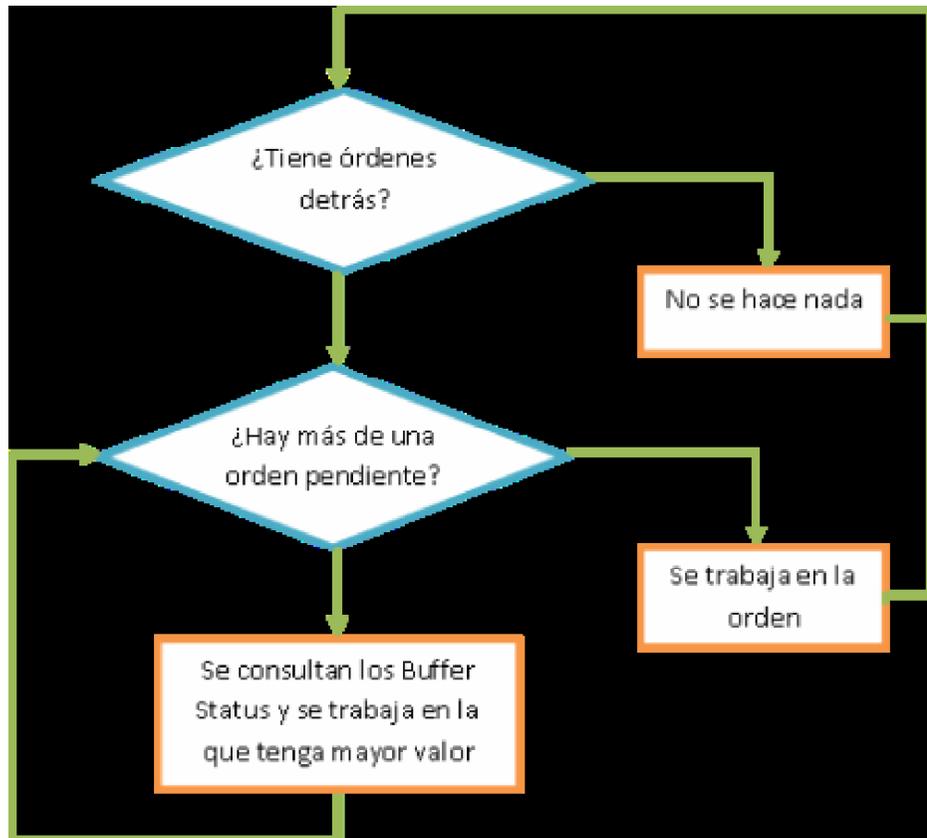
puntos de liberación de órdenes de producción deben seguir la lógica de trabajo conocida como la *Ética del correccaminos*, la cual insta a los empleados a que empiecen a trabajar en una tarea tan pronto como les es asignada, a que trabajen continuamente en ella hasta que se complete y den aviso inmediato de su finalización (Jacob y McClelland, 2001) pero si no tienen nada que hacer deben permanecer así, evitando adelantar cualquier trabajo, se puede decir que para esta ética existen dos estados: Acción y Quietud, como se muestra en la Figura 6.

Esta ética choca con la ética tradicional de trabajo que maneja la empresa, la cual está orientada a que los empleados y las maquinas se mantengan trabajando todo el tiempo, ya que existe una constante preocupación de la gerencia por tener altas eficiencias locales, esto se basa en la idea de que un recurso ocioso es un desperdicio mayor (FIGURA 4. Cuadro No. 160).

La gerencia considera que el hecho de que un recurso esté ocioso puede generar inconformidades con los demás recursos porque unos no hacen nada mientras otros trabajan arduamente todo el tiempo. Además, un recurso que está desocupado cada vez que se revisa la planta, es un recurso que no se necesita, simplemente se le está pagando porque él no haga nada y eso es una pérdida de dinero.

Los trabajadores consideran que podrían sentirse inseguros al trabajar con la ética del correccaminos, ya que el no mostrarse ocupados es una señal de que son prescindibles para la empresa, y que pueden ser despedidos en cualquier momento. Por eso, es importante establecer un compromiso por parte de la gerencia, ya que el incumplimiento de las fechas de entrega es una señal de déficit de capacidad, no de exceso, por eso no se deben tomar medidas de recorte de personal sino procurar generar confianza en los trabajadores para que actúen de acuerdo a los principios de la Teoría de Restricciones y se comprometan con la meta de la organización.

Figura 6. Ética de trabajo del Correcaminos



Autoras de la monografía

La ética de trabajo tradicional no impacta positivamente el alcance de la meta, ya que muchas veces, tener los recursos trabajando al 100% es el mayor desperdicio. Se debe tener claro entonces, que muchos de los mejoramientos locales no tienen un impacto sobre el sistema como un todo, debido, a la interdependencia y a las variaciones.

Para poder actuar de acuerdo a la *Ética del Correcaminos*, se hace necesaria la actualización diaria del Buffer Status para cada una de las órdenes. Como se menciono anteriormente, a medida que transcurre el tiempo la orden va tomando distintos valores de Buffer Status, debido al consumo del amortiguador. Dichos

valores se van ubicando en las distintas zonas del amortiguador, las cuales tienen un significado con respecto a la actitud y acciones que debe emprender la empresa para cada uno de los casos, en la Tabla 8 se muestra tal información.

Tabla 8. Sistema de priorización basado en colores del amortiguador: zonas del amortiguador y decisiones¹⁹

ZONA	DECISIONES
Zona de sobre inventario	No se debe liberar órdenes, exceptuando la situación (b) explicada en la cuerda.
Zona de liberación	Asegurar que las ordenes estén en el piso de la planta o en la programación del día.
Zona de alerta o de precaución	Indica que hay que observar y planear, es decir, se debe elaborar un plan que se debe poner en acción cuando se consuma.
Zona de emergencia	Se debe actuar, aquí es donde se deben iniciar los planes para agilizar la terminación de la orden de trabajo, ya sea asignando más recursos a ciertas operaciones, trabajando fines de semana, etc.
Zona de retraso	Se debe renegociar la fecha de entrega con el cliente y trabajar lo más rápido posible en la orden.

Autoras de la monografía

Actualmente, la empresa no cuenta con ningún sistema definido para priorizar la liberación de las órdenes a la planta y a cada uno de los recursos, la ordenación se da de acuerdo al criterio del supervisor, para lo cual considera la fecha de entrega, el Lead time de la orden, el tipo de cliente y la urgencia de la orden. Con el sistema de priorización por colores, el supervisor sabrá claramente que orden debe entregar primero a cada uno de los recursos si se quiere cumplir con las fechas de entrega, adicionalmente, sabrá cual es el momento indicado para apurar

¹⁹ Las zonas azul y negra son adicionales a las establecidas previamente en la página 59, esto con el propósito de mostrar todo el marco temporal en el cual se encuentran las ordenes de producción.

al recurso, programar horas extras, subcontratar algunas partes, entre otros, cuando se vea en peligro el compromiso de entrega a tiempo creado con el cliente. En conclusión, se está haciendo más objetivo el trabajo del supervisor de planta al definir un criterio único de priorización que garantiza el cumplimiento de las fechas de entrega.

La empresa no permite que ningún recurso esté ocioso, cada vez que alguno se desocupa se le da cualquier trabajo que requiera ser procesado por él, lo que ocasiona una sobrecarga en la planta y por lo tanto reduce su capacidad de responder a los trabajos que se presenten como emergencias. Con el sistema de prioridades solo se trabajara en las ordenes definidas por la gerencia de amortiguadores, con esto se evitaría el tener que decirle a un recurso que deje de trabajar en la orden actual y comience a trabajar en otra, lo cual le permitiría a la planta trabajar más rápido debido a la reducción del trabajo en proceso y esto habilitaría a la planta a responder a las emergencias de sus clientes.

Si después de seguir el procedimiento de liberación y priorización varias órdenes terminan en la zona roja o negra, puede que el tamaño del amortiguador sea muy pequeño, por tal motivo se hace necesario aumentarlo en un 33%. Si por el contrario, después de seguir el procedimiento de liberación y priorización varias órdenes terminan en la zona amarilla, puede que el tamaño del amortiguador sea muy grande, por tal motivo se hace necesario disminuirlo en un 33%²⁰.

4.3. LIDIANDO CON LOS CUELLO DE BOTELLA

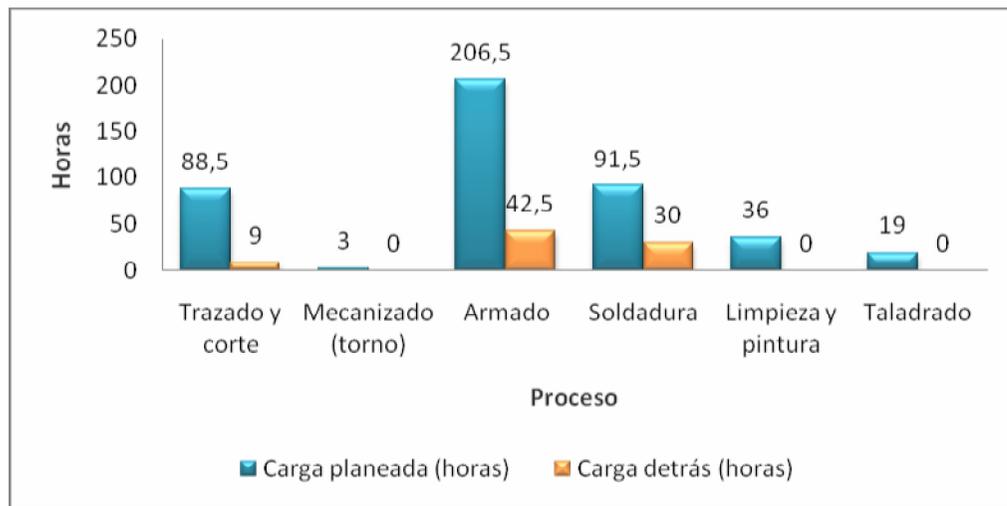
El día 15 de Septiembre del 2008 se tomaron las órdenes que estaban abiertas en el piso de la planta para cada una de ellas se tomaron los tiempos planeados en cada uno de los procesos que intervenían en su realización y se determinó la

²⁰ ROYET, Gustavo. Distribución y supply chain. En: MINOR DE TOC. (1º: 2008: Cartagena). Memorias del I Minor en TOC.

carga planeada de cada uno de los recursos, dada por la sumatoria de los tiempos de uso de estos por cada una de las órdenes (ver ANEXO K).

Teniendo en cuenta las cargas planeadas (horas totales planeadas por proceso) y la carga detrás de los procesos, la cual está dada por el tiempo de aquellas órdenes que están esperando ser procesados por dicho recurso, se puede concluir que, el proceso de Armado es el que presenta una mayor carga, como se muestra en la Grafica 2. Cabe anotar que este se asume sin la aplicación de los dos primeros pasos antes mencionados (estrangulación de la liberación de las órdenes y el establecimiento de prioridades).

Grafica 2. Carga planeada y la carga detrás por cada uno de los recursos



Autoras de Monografía

Armado es el proceso que consiste en la unión de las piezas de acuerdo a planos, en él se da el ensamble de todas las piezas siguiendo los patrones definidos por las especificaciones del trabajo. Éste proceso está a cargo de cinco armadores, quienes son los que desempeñan tal labor y los cuales hacen uso de los

siguientes equipos, maquinas y herramientas: Maquinas de soldar, equipos de oxicorte, equipos de medición y herramientas manuales. Los armadores trabajan de lunes a viernes de 7:30 am a 5:00 pm y los sábados de 7:30 am a 1:00 pm.

Para lidiar con este recurso es fundamental decidir cuidadosamente cómo se va a utilizar, para lo cual se debe observar cuidadosamente el proceso y describir las actividades que en él se dan y sus respectivas duraciones. Para este fin se ha observado el proceso de armado de la orden 352 – ABO que corresponde a la Fabricación de portón para puerta, cuya fecha de liberación a la planta fue el día 17 de Septiembre de 2008, y se han registrado todas las actividades realizadas por duraciones de cada una de ellas, en el Anexo L se muestra tal información.

Luego, de analizar los resultados obtenidos y escuchar las percepciones del equipo de producción, se procede a la elaboración de propuestas referentes a las actividades susceptibles a cambios con respecto al método de trabajo y a los tiempos muertos que deben ser eliminados, de manera que permitan mejoras en tiempo del recurso con capacidad restrictiva teniendo en cuenta la metodología japonesa Single Minute Exchange Die (SMED) y las apreciaciones de las autoras del proyecto.

Single Minute Exchange Die (SMED)

- a. Separación de las preparaciones internas y externas. En la Tabla 9, se muestra las preparaciones internas y externas.

Tabla 9. Preparaciones internas y externas

Preparaciones internas	Preparaciones externas
Búsqueda de las herramientas y equipos al almacén	Movilización de materiales, herramientas y equipos al área de

Preparaciones internas	Preparaciones externas
trabajo	
Entrega del dibujo al Armador por parte del Supervisor y explicación del trabajo	
Análisis de los planos por parte del armado	
Adecuación del área de trabajo	
Verificación de medidas de las piezas	
Ajuste de las piezas de acuerdo a las medidas	

Autoras de monografía

- b. Convertir operaciones internas en externas. Los métodos utilizados en esta etapa no pueden ser aplicados ya que dada las condiciones de los trabajos que suelen ser únicos es muy complicado desarrollar estándares, plantillas o constantes.
- c. Organizar las operaciones externas. Todos los procesos que alimentan a Armado deben llevar todas las piezas hasta un punto del área de trabajo designado por el equipo de armado, adicionalmente los procesos que reciben piezas del proceso de armado, deben recogerlas del área de armado hasta el punto donde realizaran sus actividades, la movilización de estas piezas se deben realizar en el momento adecuado. Cabe resaltar que para la movilización de de dichas piezas no se debe hacer uso de ningún miembro del equipo de armado.
- d. Reducir el tiempo de las operaciones internas.
 - Reducir el tiempo de espera por la entrega de los equipos y herramientas.
Para tales fines el Almacenista debería realizar una ronda antes de

finalizar la jornada y preguntar al equipo de armado y al supervisor de planta sobre las herramientas y equipos que se necesitaran al día siguiente para realizarles los ajustes y preparaciones necesarias y tenerlas listas al día siguiente procurando que tengan prioridad a la hora de ser entregadas, es decir, que las herramientas y equipos necesitadas por armado sean las primeras en salir del almacén.

- Reducción del tiempo de explicación del trabajo por parte del supervisor y del análisis de los planos por parte del equipo armado. Para tales fines se hace necesario capacitar al equipo en las competencias de metrología y de interpretación de planos, con el fin de facilitar el entendimiento de dicha labor.
- Reducción del tiempo de adecuación del área de trabajo. Dada la naturaleza de los trabajos que se presentan en la planta es muy difícil mantener una adecuación estándar por lo cual lo que se sugiere es que durante dicha preparación participe otro personal aparte del equipo de armado, de manera que se reduzca el tiempo en dicha actividad.
- Reducción del tiempo de verificación de medidas de las piezas y ajuste de las piezas de acuerdo a las medidas. Para tales fines se sugiere la realización de un control de calidad a la salida de cada uno de los procesos que alimentan a Armado, de modo que los ajustes necesarios sean realizados por cada uno de ellos.

Otras propuestas

- a. Se deben cumplir el programa de mantenimiento, de modo, que las maquinas y equipos utilizados por Armado no presenten averías que afectan el lead time de las ordenes y que hayan podido ser evitadas.

- b. Todos los miembros del equipo de armado no deben salir a almorzar al mismo tiempo sino que se deben establecer turnos para la salida al almuerzo.
- c. Establecer un turno nocturno de armado para aumentar la capacidad de la planta cuando sea necesario.
- d. Incentivar al personal de la empresa por medio de charlas para que trabajen con ánimo, interés y compromiso y para generar en ellos el deseo de superación y mejora, ya que algunos miembros del equipo de armado son buenos trabajadores pero no se esmeran ni se muestran comprometidos con la empresa, con ellos mismos y con su futuro.
- e. Procurar que el supervisor de la planta se mantenga al tanto del funcionamiento del proceso de armado, con el fin de que si se presenta un inconveniente sea resuelto prontamente.

De acuerdo a la empresa, la mayoría de las propuestas son fáciles de implementar, en primer lugar porque la inversión es muy baja, y en segundo lugar porque al implementarse se verán cambios en el proceso rápidamente, pero es necesario realizar algunas adecuaciones para poderlas llevar a cabo. A continuación se muestran las apreciaciones de la gerencia de la empresa con respecto a cada una de las propuestas.

Propuesta: Todos los procesos que alimentan a Armado deben llevar todas las piezas hasta un punto del área de trabajo designado por el equipo de armado en el momento adecuado. La empresa piensa que podría generar inconformismo entre los trabajadores, debido a que los empleados pertenecientes a los demás procesos de fabricación son los que siempre tendrán que movilizar las piezas al lugar necesario para facilitar el trabajo de armado. La gerencia propone que para prevenir o aminorar la reacción de los trabajadores se realicen charlas de sensibilización a todos los miembros de la empresa, instándolos a trabajar en equipo, y haciéndolos conscientes de que en la empresa existe un recurso restrictivo y que se necesita que todos pongan de su parte para que este proceso

no lleve a cabo actividades que no son claves, ya que esto ayudará a la empresa no solo a cumplir con los tiempos de entrega, sino también a aumentar su capacidad, lo cual le permitirá la aceptación de trabajos que pueden resultar rentables para la organización.

Propuesta: Reducción del tiempo de espera por la entrega de los equipos y herramientas. La empresa considera que no existiría inconvenientes por parte del equipo de armado ni de los almacenistas, adicionalmente, la empresa piensa que se podrían comprar varias cajas de herramientas donde se ordenen las herramientas que se necesitaran, esto reduciría considerablemente el tiempo de espera y el desorden por tener tantas herramientas en la planta.

Propuesta: Reducción del tiempo de explicación del trabajo por parte del supervisor y del análisis de los planos por parte del equipo armado. La gerencia considera que en la empresa existen algunos trabajadores que se resisten al cambio, que no están de acuerdo con retomar nuevamente los estudios, que piensan que con la experiencia que tienen es suficiente, existen otros que han tomado los cursos pero no se ven los resultados, pero no porque no hayan aprendido, porque muchos conocen la teoría pero no la ponen en practica.

Propuesta: Reducción del tiempo de verificación de medidas de las piezas y ajuste de las piezas de acuerdo a las medidas. Sería fácil de implementar porque en la empresa se cuenta con un practicante de inspección de soldadura que podría ayudar al jefe de taller a estar pendiente de las verificaciones necesarias.

Propuesta: Cumplimiento del programa de mantenimiento. La empresa ha venido trabajando en el cumplimiento del programa de mantenimiento, pero considera que si se le muestra al jefe de mantenimiento la importancia que tiene el hecho de que las maquinas, equipos y herramientas requeridas, principalmente para el

proceso de armado, estén listas cuando se necesiten, entonces él se comprometería en cumplir a toda costa con dicho plan.

Propuesta: Todos los miembros del equipo de armado no deben salir a almorzar al mismo tiempo sino que se deben establecer turnos para la salida al almuerzo. Esta propuesta es difícil de implementar de manera permanente, solo se podría cuando se esté trabajando en ciertas ordenes que lo demanden, debido a que las piezas que se manejan en las ordenes son muy grandes y se necesita que trabaje el equipo completo, ya que por un lado, sería peligroso maniobrar la pieza con la mitad del grupo de armadores y por otro lado, el avance que se conseguiría en la orden adicionando el tiempo del almuerzo sería mínimo.

Propuesta: Establecer un turno nocturno de armado para aumentar la capacidad de la planta cuando sea necesario. Existe una restricción con respecto al trabajo nocturno en la empresa, ella tiene como política no trabajar después de las 10:00 p.m., porque el trabajo que se realiza produce ruido y molesta a los vecinos. Lo que piensa la gerencia es realizar turnos de 6:00 a.m. – 2:00 p.m. y de 2:00 p.m. - 10:00 p.m.

Propuesta: Procurar que el supervisor de la planta se mantenga al tanto del funcionamiento del proceso de armado, con el fin de que si se presenta un inconveniente sea resuelto prontamente. La empresa considera que es fácil de cumplir porque el supervisor asistió a una charla de sensibilización sobre la Teoría de Restricciones aplicada a la organización y es consciente de la importancia de supervisar constantemente ese proceso.

Para la implementación de las propuestas de mejora, se debe tener en cuenta que la empresa no debe ejecutarlas al mismo tiempo, debido a que en primer lugar enredaría la planta, ya que los empleados no sabrían que mejora realizar primero o cual es la que está dando los mayores resultados, y en segundo lugar

las propuestas no darían los resultados esperados. Por tal motivo se le recomienda a la empresa seguir el plan de acción mostrado en la Tabla 10, las actividades se encuentran ordenadas de acuerdo al impacto generado en el desempeño global de la empresa, al final de la lista se encuentran aquellas actividades que generan el menor impacto o las que tienen un mayor obstáculo para su realización.

Tabla 10. Plan de acción de la empresa Bustos Reyes Ltda.

<p>Todos los procesos que alimentan a Armado deben llevar todas las piezas hasta un punto del área de trabajo designado por el equipo de armado, adicionalmente los procesos que reciben piezas del proceso de armado, deben recogerlas del área de armado hasta el punto donde realizaran sus actividades, la movilización de estas piezas se deben realizar en el momento adecuado.</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacitación a todo el personal sobre la filosofía de Teoría de Restricciones. 2. Charlas de sensibilización a todos los miembros de la empresa, instándolos a trabajar en equipo. 3. Charlas a todos los empleados en las que se les da a conocer que en la empresa existe un recurso restrictivo y que se necesita que todos pongan de su parte para que este proceso no lleve a cabo actividades que no son claves, ya que esto ayudará a la empresa no solo a cumplir con los tiempos de entrega, sino también a aumentar su capacidad, lo cual le permitirá la aceptación de trabajos que pueden resultar rentables para la organización. 4. Implementación de la propuesta. 5. Recolección de datos sobre los tiempos gastados en la realización de las órdenes. 6. Socializar los resultados con todos los miembros de la organización.
<p>Reducción del tiempo de espera por la entrega de los equipos y</p>

herramientas.
<p>7. Charla con el almacenista, donde se le explique la importancia de tener los equipos y herramientas que necesite el proceso de armado listas al comienzo de la mañana, evitando que este grupo pierda tiempo.</p> <p>8. Realización de rondas por parte del almacenista antes de finalizar la jornada de trabajo y preguntar al equipo de armado y al supervisor de planta sobre las herramientas y equipos que se necesitaran al día siguiente.</p> <p>9. Realizar ajustes y preparaciones a las herramientas y equipos que se necesitaran al día siguiente.</p> <p>10. Crear una lista de prioridades a la hora de entregar las herramientas, el grupo de armado debe ser el primero de esta lista.</p> <p>11. Tomar datos sobre los tiempos ahorrados con la propuesta.</p> <p>12. Socialización de resultados y generación de propuestas de mejora.</p>
Procurar que el supervisor de la planta se mantenga al tanto del funcionamiento del proceso de armado, con el fin de que si se presenta un inconveniente sea resuelto prontamente.
<p>13. Realizar la supervisión detallada del proceso de armado.</p> <p>14. Realización de ajustes al proceso de armado de acuerdo a lo que se presenta en el desarrollo de las actividades.</p>
Reducción del tiempo de verificación de medidas de las piezas y ajuste de las piezas de acuerdo a las medidas.
<p>15. Realizar una evaluación al practicante de inspección de soldadura, para verificar que tenga las competencias en metrología.</p> <p>16. Determinación de los procesos que alimentan al proceso de armado y las características críticas que se deben verificar para cada una de las órdenes.</p> <p>17. Capacitación por parte del supervisor al practicante de inspección de soldadura, sobre la forma de realizar las verificaciones y la manera de diligenciar los formatos luego de realizar dicha actividad.</p> <p>18. Acompañamiento al practicante por parte del supervisor durante los primeros</p>

días que realice las verificaciones.
Cumplimiento del programa de mantenimiento.
<p>19. Revisión diaria del plan de mantenimiento.</p> <p>20. Determinar un pequeño stock de las piezas que más se dañan en los equipos, para minimizar el tiempo de arreglo.</p> <p>21. Realizar los mantenimiento justo en la fecha planificada, se debe tener otro equipo para remplazar el que entre a mantenimiento.</p>
Establecer un turno nocturno de armado para aumentar la capacidad de la planta cuando sea necesario.
<p>22. Consecución de personal calificado para el área de armado.</p> <p>23. Determinación de los grupos de armado que trabajaran en los diferentes turnos.</p> <p>24. Recolección de datos sobre el tiempo y los costos incurridos en las órdenes luego de aplicar esta propuesta.</p> <p>25. Análisis de resultados y socialización de resultados.</p>
Todos los miembros del equipo de armado no deben salir a almorzar al mismo tiempo sino que se deben establecer turnos para la salida al almuerzo.
<p>26. Aplicación de la propuesta a las órdenes que manejen piezas pequeñas, y pocas personas las puedan manipular.</p> <p>27. Observación de resultados.</p> <p>28. Toma de decisión sobre la continuación de la aplicación de dicha propuesta.</p>
Reducción del tiempo de explicación del trabajo por parte del supervisor y del análisis de los planos por parte del equipo armado.
<p>29. Charla con una psicóloga, sobre la importancia del desarrollo del individuo en el aspecto cognitivo, profesional y personal.</p> <p>30. Charla sobre la importancia de adquirir nuevos conocimientos y la aplicación de estos, evidencias de las ventajas que se obtienen no solo para la empresa, sino para cada una de las personas que se superan día a día.</p>

31. Realización de programas de capacitación al personal del área de trabajo.
32. Realización de reuniones de sugerencias e inquietudes sobre problemas que se hayan presentado en la semana.
33. Analizar las reducciones obtenidas con la aplicación de las propuestas

Autoras de la monografía

Al llevar a cabo todas las propuestas se deben determinar la carga de todos los recursos, para verificar que no ha saltado el recurso restrictivo a otro proceso.

4.4. GESTIÓN DE COMPRAS

Como se había mencionado anteriormente durante la explicación de la situación actual del proceso de compras en la empresa, el encargado de dicho proceso emite las órdenes de compra a los proveedores inmediatamente el cliente aprueba la cotización, esto lo hace porque cree que con esta decisión va a proteger la fecha de entrega del producto, debido a que existe el supuesto de que entre más pronto se coloque la orden, más rápido llegaran los pedidos, para así empezar lo más pronto posible el trabajo y con ello terminar antes del tiempo acordado o en el peor de los casos a tiempo. El problema de lo anterior es que se fomenta el comportamiento de empezar a trabajar sin Kit completo, un concepto tratado en apartados previos y que tiene graves consecuencias en los tiempos de respuesta y en el cumplimiento de las fechas de entrega.

La filosofía TOC propone que se restrinja la liberación de órdenes de compra a los proveedores por medio del establecimiento del sistema DBR, con el fin de que los materiales estén disponibles en el momento indicado, es decir que no afecte la fecha de entrega acordada, por no estar a tiempo en la planta, además permite invertir el dinero justo en el momento que se necesita dándole a la empresa un flujo de dinero más rápido.

De esta forma, el **Tambor** estaría dado por el listado de pedidos con sus respectivas fechas de entrega deseadas por parte del proveedor, dichas fechas deben coincidir con la fecha programada de liberación de la orden de producción a la planta, ya que lo que se busca es que los materiales estén en la planta justo en el momento en el que producción empieza a trabajar en la orden.

El **Amortiguador** estaría dado por un intervalo de tiempo variable dependiendo, en primer lugar, del tiempo de respuesta del proveedor, y en segundo lugar, del tipo de material/servicio requerido. Para cumplir con el anterior propósito, la empresa debe determinar la confiabilidad y el tiempo de respuesta de los proveedores, convirtiéndose en los criterios que tiene que utilizar para evaluar el desempeño de estos en cada una de las compras realizadas. La confiabilidad estará definida por los cuatro criterios establecidos por la empresa para la reevaluación, los cuales son: cumplimiento en los tiempos de entrega, en las especificaciones, en las cantidades y en el suministro de certificados de calidad.

La **cuerda** está dada por el programa de liberación de las órdenes de compras al proveedor y su objetivo es evitar que las órdenes sean liberadas antes de tiempo. El encargado de compras debe determinar el amortiguador de cualquier orden de acuerdo al proveedor y al tipo de material como se mencionó previamente, entonces, teniendo en cuenta el amortiguador definido, se calcula la cuerda para cada una de las órdenes como la diferencia entre la fecha de entrega deseada por parte del proveedor y el amortiguador. Ese valor corresponde a una penetración del 0% del amortiguador, es decir, es el punto inicial del amortiguador en el cual la orden debe ser liberada.

Se debe calcular diariamente el Buffer Status para cada una de las órdenes de compra, de forma que se tomen decisiones de acuerdo a la zona del amortiguador donde se ubique. Al igual que con los amortiguadores de producción, los amortiguadores de compras también se dividen en cinco zonas representadas por

colores, las cuales deben promover la toma de ciertas decisiones por parte del encargado de compras, esto se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Sistema de priorización basado en colores del amortiguador: zonas del amortiguador y decisiones para compras

ZONA	DECISIONES
Zona de sobre inventario	No se debe liberar órdenes
Zona de liberación	Asegurar que las ordenes estén en manos del proveedor o en la programación del día del encargado de compras.
Zona de alerta o de precaución	Indica que hay que observar y planear, es decir, se debe elaborar un plan que se debe poner en acción cuando se consuma.
Zona de emergencia	Se debe actuar, aquí es donde se deben iniciar los planes para garantizar la entrega de los materiales/servicios requeridos por producción, ya sea hablado con el proveedor, dividiendo la compra entre varios proveedores, cambiando de proveedor, etc.
Zona de retraso	Se debe renegociar la fecha de entrega con el cliente y trabajar lo más rápido posible en la orden.

Autoras de la monografía

La empresa debe mantener actualizado el estado de la compra de acuerdo al Buffer Status, adicionalmente debe contar con un acceso en tiempo real al estado de los amortiguadores, y realizar reuniones periódicas donde se discuta acerca de aquellas órdenes que están en amarillo, rojo o negro, para tomar acciones preventivas o correctivas de acuerdo a cada uno de los casos.

4.5. CONTABILIDAD DEL TRÚPUT

Cuando la planta se encuentra sobrecargada²¹, es decir, cuando la carga planeada sea mayor a 30 días, que es el tamaño del amortiguador de las ordenes lentas, se debe hacer uso de un nuevo criterio de priorización: el *Trúput por unidad de tiempo en el Recurso con Restricción de Capacidad*, para saber cuáles ordenes son las que presentan una mayor velocidad para generar dinero al sistema de producción.

El Trúput de un producto es el resultado de restar de su precio de venta los costos totalmente variables (TVC). Un (TVC) es aquella cantidad en la que se incurre cuando una unidad adicional es vendida. El ejemplo obvio es el costo de materia prima: para cada unidad extra que es vendida, la compañía incurre en el valor de la materia prima de este producto. Otros costos también podrían ser clasificados como (TVC), dependiendo de la naturaleza de la operación. Si la variación de costo es directamente proporcional a la variación del volumen de producción, entonces es un TVC, y debería ser restado del precio de venta de un producto para calcular su Trúput.

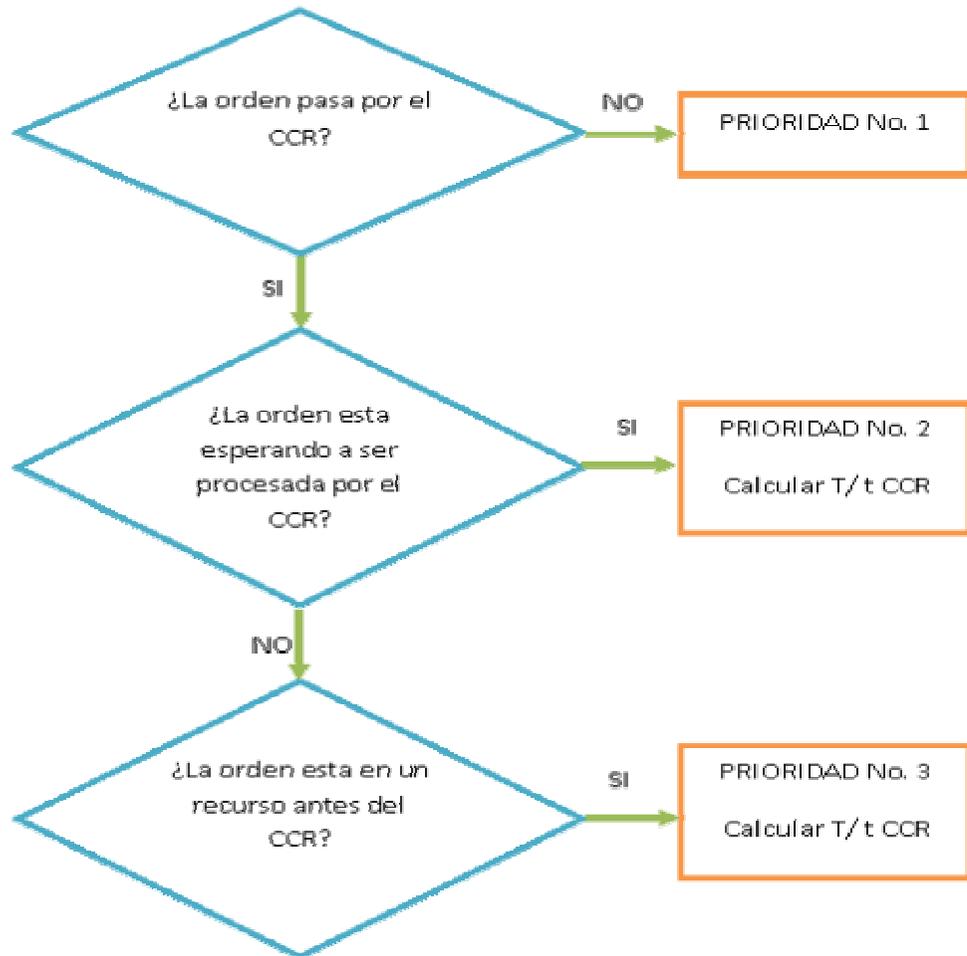
Para establecer las prioridades se debe seguir la lógica que se muestra en la figura 7. De acuerdo a esta, primero, se debe determinar si la orden pasa o no por el RRC. Si no pasa, se debe asignar la prioridad principal en el programa de producción. Si pasa, entonces, hay que determinar si la orden está esperando a ser procesada por el RRC o si está en otro recurso antes del RRC, ya que en la escala de prioridades las primeras ocupan una posición superior.

En el caso que la orden pase por el RRC, se debe calcular el cociente entre el Trúput y el tiempo que consume esa orden en dicho recurso. De esta forma, las

²¹ Cuando la carga de un recurso sobrepasa el 80% del tiempo de reaprovisionamiento más largo se puede afirmar que la planta comienza a sobrecargarse (SCHRAGENHEIM, Eli y BURKHARD).

órdenes que obtengan los valores más grandes, tendrán una prioridad superior, ya que presentan una mayor velocidad para generar dinero al sistema de producción.

Figura 7. Lógica para el establecimiento de prioridades



Autores de monografía

Una vez, se tienen las prioridades establecidas, se debe definir un mecanismo para determinar las fechas de entrega con las que producción se puede comprometer y así conocer si se puede o no cumplir con la fecha deseada de entrega. Teniendo en cuenta el Trúput de las órdenes que pueden ser entregadas

a tiempo, se calcula el Trúput total de la empresa; que es la sumatoria del Trúput de cada una de ellas. Para eso se propone calcular una fecha de entrega estimada basada en la carga planeada más el 50% del amortiguador de embarque²².

Para poder definir la fecha de entrega estimada de las órdenes se debe identificar una de las siguientes situaciones:

1. La orden está esperando ser procesada por el RRC, entonces, la fecha de entrega estimada se determina adicionándole a la fecha de salida estimada de la orden del RRC (corresponde a adicionarle a la fecha de entrada de la orden, el tiempo que ésta demora en el RRC), el 50% del amortiguador correspondiente a la orden. Cabe anotar que para la siguiente orden en prioridad, la fecha que se toma como de entrada corresponde a la fecha de salida estimada de la orden anterior. Todas las órdenes que están esperando a ser procesadas por el RRC constituyen la carga planeada.
2. La orden está en otro recurso antes del RRC, entonces, la fecha de entrega estimada es igual a la carga planeada más el 50% del amortiguador correspondiente a la orden.

Los valores de Trúput de las órdenes cuya fecha se pueda cumplir, son los que se deben considerar a la hora de calcular el Trúput total.

Procedimiento para la evaluación trabajos de emergencia

Cuando a la empresa llegan trabajos de emergencia y se debe decidir si aceptarlos o no, se debe comparar el *Trúput total* generado con la inserción de dicho trabajo versus el generado bajo condiciones normales. Si es mayor, se coloca en la posición dada por el ordenamiento de prioridades basado en el *Trúput*

²² SCHRAGENHEIM, Eli y BURKHARD, Rudi. Drum Buffer Rope and Buffer Management in a Make-to-Stock Environment. p. 11.

por unidad de tiempo en el Recurso con Restricción de Capacidad, de lo contrario, se rechaza el trabajo, exceptuando aquellos casos en los que por otras razones particulares de la gerencia (tipo de cliente, importancia de las relaciones futuras, etc.), no se pueden rechazar, en estos casos el trabajo se coloca inmediatamente después de las ordenes que están esperando ser procesadas por el RRC; es decir, las pertenecientes al numeral 1 explicado previamente.

5. MANUAL DEL USUARIO DE LA APLICACIÓN DE TOC

La aplicación desarrollada como herramienta de toma de decisiones (ver CD: Aplicación De TOC), de acuerdo, a los principios de la Teoría de Restricciones tiene los siguientes objetivos para las distintas áreas de la empresa:

Producción:

- a. Decidir el momento en el cual se liberará la orden de producción a la planta, teniendo en cuenta la Cuerda.
- b. Establecer prioridades entre las órdenes de acuerdo al Buffer status.
- c. Tomar acciones preventivas y/o correctivas de acuerdo a la Zona del amortiguador donde se encuentre la orden.
- d. Decidir acerca del tamaño del amortiguador, teniendo en cuenta la Zona del amortiguador donde la orden sea terminada.
- e. Controlar el cumplimiento de la ruta de trabajo de la orden.
- f. Tomar decisiones para controlar la emergencia de cuellos de botella, de acuerdo a la identificación de los recursos más cargados, teniendo en cuenta la carga planeada y la carga detrás.
- g. Tomar decisiones con respecto a la prioridad de las órdenes, cuando exista un recurso sobrecargado en la planta, teniendo en cuenta los valores de Trúput de cada una de ellas.

Compras:

- a. Decidir el momento en el cual se liberará la orden de compra al proveedor, teniendo en cuenta la Cuerda.
- b. Establecer prioridades entre las órdenes de acuerdo al Buffer status.
- c. Tomar acciones preventivas y/o correctivas de acuerdo a la Zona del amortiguador donde se encuentre la orden.

- d. Decidir acerca del tamaño del amortiguador, teniendo en cuenta la Zona del amortiguador donde los pedidos lleguen a la planta.

Ventas:

- a. Tomar decisiones acerca de si aceptar o no, las órdenes urgentes que lleguen a la empresa teniendo en cuenta el Trúput generado por ellas.

5.1. GENERAL

Esta herramienta consta de cinco hojas de cálculo: Ordenes de trabajo, Orden de Compra, Ruta OT, Carga y T-CM.

En cada una de las hojas que conforman el modelo existen cinco tipos de campos: celda para introducir datos, celda para seleccionar datos de una lista desplegable, celda de cálculo, celda con información y botones de acción

Únicamente se pueden manipular las celdas destinadas a la introducción de datos y selección de datos, el resto de celdas se encuentran protegidas frente a escritura.

NOTA 1: Para el correcto funcionamiento de esta aplicación se requiere que la fecha y hora del computador se encuentren actualizadas y que no sean modificadas de manera arbitraria.

5.2. EL MODELO

A continuación se describen los campos que constituyen las hojas y el funcionamiento de cada una de ellas.

Ordenes de trabajo. La primera hoja del modelo consta de celdas donde se debe se debe rellenar con información básica de la orden de trabajo. La Tabla 12 describe los campos que la constituyen (ver anexo M).

Tabla 12. Campos que constituyen la hoja Órdenes de trabajo

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
O.T.	Celda para introducir datos	En este campo se digita el número de la orden de trabajo.
DESCRIPCIÓN	Celda para introducir datos	En este campo se digita una breve descripción de la orden de trabajo.
CANTIDAD	Celda para introducir datos	En este campo se digita la cantidad requerida por la orden de trabajo.
UNIDAD	Celda para introducir datos	En este campo se digita la unidad de medida del ítem.
FECHA DESEADA	Celda para introducir datos	En este campo se digita la fecha deseada para la terminación de la orden por parte de producción.
AMORTIGUADOR (DÍAS)	Celda para seleccionar datos de una lista desplegable	En este campo se selecciona el tamaño del amortiguador. Cabe recordar que para las órdenes rápidas es de 7 días, para las normales de 15 días y para las lentas es de 30 días.
ESTADO DE LA ORDEN	Celda para seleccionar datos de una lista desplegable	En este campo se selecciona el estado de la orden: abierta, en proceso o terminada.
FECHA DE LIBERACIÓN PROGRAMADA	Celda de cálculo (PROTEGIDA)	En este campo se calcula la fecha programada de liberación de la orden, de acuerdo al procedimiento de cálculo de la Cuerda.
FECHA DE LIBERACIÓN REAL	Celda para introducir datos	En este campo se digita la fecha real de liberación de la orden a la planta para su producción.
RECURSO	Celda para seleccionar datos de una lista desplegable	Cuando la orden está en proceso, en este campo se selecciona el recurso en el cual se encuentra: trazado, corte, maquinado, taladrado, armado, soldado y, limpieza y pintura. Si está abierta no se selecciona

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
		ningún recurso.
BUFFER STATUS	Celda de cálculo (PROTEGIDA)	En este campo se calcula el estado del amortiguador.
ZONA DEL AMORTIGUADOR	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra la zona del amortiguador donde se encuentra la orden: azul, verde, amarillo, rojo o negro.
FECHA DE TERMINACIÓN REAL	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra la fecha de terminación real de la orden, aquella que se tiene al cambiar su estado a CERRADA.
LEAD TIME DE LA ORDEN (DÍAS)	Celda de cálculo (PROTEGIDA)	En este campo se calcula el Lead time de la orden como la diferencia entre la fecha de terminación real y la fecha de liberación real de la orden.
ZONA DEL AMORTIGUADOR AL TERMINAR AL ORDEN	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra la zona del amortiguador (azul, verde, amarillo, rojo o negro) donde se encuentra la orden al cambiar su estado a CERRADA.
AGREGAR ORDEN DE TRABAJO	Botón de acción	Al hacer clic sobre este botón se agrega una nueva orden al listado.
ACTUALIZAR PRIORIDADES	Botón de acción	Al hacer clic sobre este botón se actualizan las prioridades dadas por la zona del amortiguador.
ACTUALIZAR CARGA PLANEADA	Botón de acción	Al hacer clic sobre este botón se actualiza la cantidad de horas que tiene planeado cada uno de los recursos.

Autores de la monografía

Para agregar una nueva orden de trabajo se hace clic sobre el botón “*Agregar orden de trabajo*”, luego se introducen todos los datos que se requieren y se pulsa el botón “*Actualizar prioridades*”, con este botón se actualizan las prioridades quedando mas arriba aquellas órdenes que se encuentren *En Proceso* o *Abiertas*, además, dentro de esta clasificación se ordenan primero las que se encuentran en la zona del amortiguador *negra*, luego en la *roja*, en la *amarillo*, en la *verde* y, por último, en la *azul*. Dicha actualización se debe hacer diariamente con el propósito

de tomar decisiones respecto a que producir, en otras palabras, se aclara el panorama con respecto a las órdenes en las cuales la planta debe enfocar sus esfuerzos de acuerdo a las prioridades asignadas por la Gerencia de amortiguadores.

Cuando la orden se encuentra en el estado *En proceso*, es muy importante que se lleve a cabo la actualización del recurso donde ésta se encuentra, para lo cual se debe seleccionar el recurso de las opciones que ofrece la columna *Recurso: trazado, corte, maquinado, taladrado, armado, soldado y, limpieza y pintura*. Dicha actualización se debe hacer inmediatamente la orden cambie de recurso. Además, cuando se realiza cada cambio se debe hacer clic en el botón “*Actualizar carga planeada*”, el resultado de dicha actualización se pueden observar en la hoja de calculo llamada *Carga planeada*, la cual se explicará en la parte 4.

Una vez la orden cambia de estado, ya sea de *Abierta* a *En Proceso*, o de *En proceso* a *Terminada*, debe seleccionarse el nuevo estado de las opciones de la lista y oprimir el botón “*Actualizar prioridades*”.

Al cambiar el estado de una orden a *Terminada* aparecerá un mensaje de alerta, donde se podrá cancelar o confirmar la decisión de dar por terminada la orden. Si se selecciona *cancelar*, la orden regresará a su estado previo a ser colocada como *Terminada*. Si selecciona *ok*, la orden cambiará definitivamente su estado a *Terminada*.

NOTA 2: No es posible cambiar el estado de una orden de *Terminada* a *Abierta* o *En proceso*, al tratar de hacerlo aparecerá un mensaje de alerta que informa de la imposibilidad de dicho cambio, cuando aparezca deberá hacer clic en *ok*.

Luego, de cambiar el estado de una orden a *Terminada* y aceptar dicho cambio, se debe oprimir el botón “*Actualizar prioridades*”. Al hacerlo, la orden se coloca

automáticamente al final de la lista, además, la fecha del día en que se terminó y la zona del amortiguador donde se terminó se capturan de forma automática en los campos: *Fecha de terminación real de la orden* y *Zona del amortiguador al terminar al orden* respectivamente. Este último campo permite tomar decisiones acerca del tamaño del amortiguador ya que el hecho de que más de un 15% de las órdenes termine en rojo es un indicador de que se necesita aumentar el tamaño del amortiguador, al igual, que si muchas órdenes terminan en verde o amarillo, se debe considerar reducir el tamaño del mismo.

Orden de compra. La segunda hoja del modelo consta de celdas donde se debe se debe rellenar con información básica de la orden de compra. La Tabla 13 describe los campos que la constituyen (ver anexo N).

Tabla 13. Campos que constituyen la hoja Órdenes de compra

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
O.T.	Celda para introducir datos	En este campo se digita el número de la orden de trabajo.
OC	Celda para introducir datos	En este campo se digita el número de la orden de compra.
SS	Celda para introducir datos	En este campo se digita el número de la solicitud.
DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	Celda para introducir datos	En este campo se digita una breve descripción del material requerido por la orden de trabajo.
CANTIDAD	Celda para introducir datos	En este campo se digita la cantidad requerida del material.
UNIDAD	Celda para introducir datos	En este campo se digita la unidad de medida del material.
FECHA DESEADA	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra la fecha deseada para la entrega de los materiales a producción, esta fecha coincide con la fecha programada de liberación de la orden de producción.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
AMORTIGUADOR (DÍAS)	Celda para introducir datos	En este campo se selecciona el tamaño del amortiguador en días.
ESTADO DE LA ORDEN	Celda para seleccionar datos de una lista desplegable	En este campo se selecciona el estado de la orden: abierta o terminada.
FECHA DE LIBERACIÓN PROGRAMADA	Celda de cálculo (PROTEGIDA)	En este campo se calcula la fecha programada de liberación de la orden de compra, de acuerdo al procedimiento de cálculo de la Cuerda.
FECHA DE LIBERACIÓN REAL	Celda para introducir datos	En este campo se digita la fecha real de liberación de la orden de compra al proveedor.
BUFFER STATUS	Celda de cálculo (PROTEGIDA)	En este campo se calcula el estado del amortiguador.
ZONA DEL AMORTIGUADOR	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra la zona del amortiguador donde se encuentra la orden: AZUL, VERDE, AMARILLO, ROJO O NEGRO.
FECHA DE CIERRE DE LA ORDEN	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra la fecha de entrega real de la orden, aquella que se tiene al cambiar su estado a CERRADA.
LEAD TIME DE LA ORDEN (DÍAS)	Celda de cálculo (PROTEGIDA)	En este campo se calcula el Lead time de la orden como la diferencia entre la fecha de cierre de la orden y la fecha de liberación real de la orden.
ZONA DEL AMORTIGUADOR AL CERRAR LA ORDEN	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra la zona del amortiguador (AZUL, VERDE, AMARILLO, ROJO O NEGRO) donde se encuentra la orden al cambiar su estado a CERRADA.
AGREGAR ORDEN DE COMPRA	Botón de acción	Al hacer clic sobre este botón se agrega una nueva orden de compra al listado.
ACTUALIZAR PRIORIDADES	Botón de acción	Al hacer clic sobre este botón se actualizan las prioridades dadas por la zona del amortiguador y las fechas deseadas de las órdenes de compra.

Autores de la monografía

Para agregar una nueva orden de compra se hace clic sobre el botón “*Agregar orden de compra*”, luego se introducen todos los datos que se requieren y se pulsa el botón “*Actualizar prioridades*”, el cual, en primer lugar permite que se muestren las fechas deseadas de entrega de cada uno de los materiales requeridos por una orden de trabajo en la columna *Fecha deseada*, dichas fechas coinciden con la fecha programada de liberación de la orden de producción a la planta. En segundo lugar, actualiza las prioridades de las ordenes, quedando más arriba aquellas órdenes que se encuentren *abiertas*, además, dentro de esta clasificación se ordenan primero las que se encuentran en la zona del amortiguador *negra*, luego en la *roja*, en la *amarillo*, en la *verde* y, por último, en la *azul*. Dicha actualización se debe hacer diariamente con el propósito de tomar decisiones respecto a que producir, en otras palabras, se aclara el panorama con respecto a las órdenes de compra en las cuales en encargado de las adquisiciones debe enfocar sus esfuerzos de acuerdo a las prioridades asignadas por la Gerencia de amortiguadores.

Una vez la orden cambia de estado, ya sea de *Abierta* a *Cerrada*, debe seleccionarse el nuevo estado de las opciones de la lista y oprimir el botón “*Actualizar prioridades*”.

Al cambiar el estado de una orden a *Cerrada* aparecerá un mensaje de alerta, donde se podrá cancelar o confirmar la decisión de dar por terminada la orden. Si se selecciona *cancelar*, la orden regresará a su estado previo a ser colocada como *Terminada*. Si selecciona *ok*, la orden cambiará definitivamente su estado a *Terminada*.

NOTA 2: No es posible cambiar el estado de una orden de *Terminada* a *Abierta*, al tratar de hacerlo aparecerá un mensaje de alerta que informa de la imposibilidad de dicho cambio, cuando aparezca deberá hacer clic en *ok*.

NOTA 3: Al cambiar el estado de la orden de trabajo a *Terminada*, también cambiara(n) a *Cerrada* el(los) estado(s) de la(s) orden(es) de compra asociada(s) a dicha orden de trabajo.

Luego, de cambiar el estado de una orden a *Cerrada* y aceptar dicho cambio, se debe oprimir el botón "*Actualizar prioridades*". Al hacerlo, la orden se coloca automáticamente al final de la lista, además, la fecha del día en que se terminó y la zona del amortiguador donde se terminó se capturan de forma automática en los campos: *Fecha de terminación real de la orden* y *Zona del amortiguador al terminar al orden* respectivamente. Este último campo permite tomar decisiones acerca del tamaño del amortiguador ya que el hecho de que más de un 15% de las órdenes termine en rojo es un indicador de que se necesita aumentar el tamaño del amortiguador, al igual, que si muchas órdenes terminan en verde o amarillo, se debe considerar reducir el tamaño del mismo.

Ruta OT. La tercera hoja del modelo consta de celdas donde se debe se debe rellenar con información básica de la orden de trabajo. La Tabla 14 describe los campos que la constituyen (ver anexo O).

Tabla 14. Campos que constituyen la hoja Ruta OT

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
O.T.	Celda para introducir datos	En este campo se digita el número de la orden de trabajo.
RECURSO	Celda para seleccionar datos de una lista desplegable	En este campo se selecciona el recurso: trazado, corte, maquinado, taladrado, armado, soldado y, limpieza y pintura.
TIEMPO PLANEADO(HORAS)	Celda para introducir datos	En este campo se digita el tiempo planeado por recurso.

Autores de la monografía

Para cada una de las ordenes se debe elaborar la secuencia de producción: se escribe el numero de la orden de trabajo en el campo *O.T.*, luego se selecciona el primer recurso por el que la orden va a pasar del listado que aparece en la columna *Recurso*, y luego se escribe el tiempo que se planea dure en ese recurso, Así, se hace con cada uno de los recursos por donde tenga que pasar la orden. Este procedimiento se aplica a cada una de las órdenes de trabajo que se encuentren abiertas.

Carga. La cuarta hoja del modelo consta de celdas que muestran información de cada uno de los recursos de la empresa, su carga planeada y carga detrás, adicionalmente se muestra una grafica con esta información para facilitarle a las personas de producción determinar cuál es el recurso más cargado en cualquier momento que desee consultar la aplicación y así tomar las medidas sugeridas en la guía (ver anexo P).

NOTA 4: En esta hoja no hay que ingresar datos, la información que ahí se muestra es el resultado de oprimir el botón “*Actualizar carga planeada*” de la hoja de calculo *Órdenes de pedido*.

La gráfica de barras muestra en el eje (x) cada uno de los procesos que maneja la empresa y en el eje (y) el tiempo en horas. En dicha grafica aparecerán para cada uno de los procesos, dos barras, una de color azul y otra de color rojo, la primera representa la cantidad de horas que tiene planificado ese recurso, teniendo en cuenta todas las órdenes de trabajo que se encuentren abiertas en el momento y la segunda representa la cantidad de horas que tiene detrás ese recurso, teniendo en cuenta las órdenes de trabajo que están esperando ser procesadas por él.

T-CM. La cuarta hoja del modelo consta de celdas que muestran información acerca de las prioridades dadas por el *Trúput por unidad de tiempo en el Recurso con Restricción de Capacidad* y las fechas de finalización estimada de las ordenes, con el propósito de saber cuáles ordenes puede cumplir la empresa y cuáles no. El anexo Q muestra una imagen de esta hoja y la Tabla 15 describe los campos que la constituyen.

Tabla 15. Campos que constituyen la hoja T-CM

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
O.T.	Celda para introducir datos	En este campo se digita el número de la orden de trabajo.
TRÚPUT	Celda para introducir datos	En este campo se digita el valor del Trúput de la orden.
TIEMPO EN RRC (HORAS)	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra el tiempo que dura la orden en el RRC seleccionado.
TRÚPUT / TIEMPO RRC	Celda de cálculo (PROTEGIDA)	En este campo se muestra el valor del indicador <i>Trúput por unidad de tiempo en el Recurso con Restricción de Capacidad</i> para cada una de las órdenes.
ESTADO DE LA ORDEN	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra el estado de la orden: abierta, en proceso o terminada.
RECURSO	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra el recurso en el cual se encuentra la orden: trazado, corte, maquinado, taladrado, armado, soldado y, limpieza y pintura.
FECHA DESEADA	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra la fecha deseada para la terminación de la orden por parte de producción.
BUFFER STATUS	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra el estado del amortiguador.
AMORTIGUADOR (DÍAS)	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra el tamaño del amortiguador. Cabe recordar que para las órdenes rápidas es de 7 días, para las normales de 15 días y para las lentas es

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
		de 30 días.
FECHA ESTIMADA DE FINALIZACIÓN	Celda de cálculo (PROTEGIDA)	En este campo se calcula la fecha estimada de finalización de la orden.
RRC	Celda para seleccionar datos de una lista desplegable	En este campo se selecciona del listado, el recurso que se encuentra sobrecargado de acuerdo a la carga planeada.
CARGA PLANEADA (HORAS Y DÍAS)	Celda con información (PROTEGIDA)	En este campo se muestra el valor de la carga planeada en horas y días, para el recurso seleccionado anteriormente.
ORDENE POR TRÚPUT/CM	Botón de acción	Al hacer clic sobre este botón se actualizan las prioridades dadas por <i>Trúput por unidad de tiempo en el RRC</i> .
TRÚPUT PROYECTADO	Botón de acción	Al hacer clic sobre este botón se calcula el valor del Trúput total proyectado.

Autores de monografía

Cuando hay un recurso sobrecargado, se deben registrar las órdenes de trabajo con sus respectivos valores de Trúput, luego, se selecciona el RRC del listado, al hacer esto aparece la información referente a la carga planeada, el Trúput / Tiempo, el estado de la orden, el recurso en el que se encuentra, la fecha deseada de liberación, el tamaño del amortiguador y el estado de éste. Después, se oprime el botón “Ordene por Trúput/CM”, y al hacer esto, las órdenes se organizan de acuerdo a las prioridades dadas por el *Trúput por unidad de tiempo en el RRC* y las otras consideraciones tratadas en el numeral 4.5, y se muestra la fecha estimada de finalización. Luego, se oprime el botón “Trúput Proyectado”, y en la celda de al lado se muestra el valor del Trúput total proyectado.

NOTA 5: En caso que se quiera evaluar la aceptación de un trabajo de emergencia, se debe copiar todo el archivo de Excel correspondiente a la aplicación, guardar con otro nombre e ingresar la nueva orden de trabajo correspondiente a la urgencia, y llevar a cabo todo el proceso descrito para cada una de las hojas de calculo de la herramienta. De acuerdo a las prioridades dadas

por el *Trúput por unidad de tiempo en el RRC* y a la fecha estimada de finalización, se determina si se puede cumplir con la entrega de la orden y en base a esto se calcula el Trúput total. Dicho Trúput se compara con el obtenido sin introducir la emergencia en la programación de producción, si es mayor, se acepta la emergencia y se le asigna el orden establecido por las prioridades sino se rechaza.

6. CONCLUSIÓN

Se puede concluir que el principal problema que presenta la empresa actualmente, es el incumplimiento de los tiempos de entrega, esto obedece a que no existe sincronización entre los procesos de compra, venta y fabricación, y a que existen indicadores que son mutuamente excluyentes y que dificultan el desarrollo de las operaciones; además de esto, el proceso de fabricación no cuenta con una herramienta para priorizar las ordenes que llegan a la planta (todas las ordenes son importantes en todo momento), por lo tanto, la eficiencia de los procesos se ve comprometida y la empresa no logra cumplir con todas las ordenes en los tiempos establecidos.

Al aplicar la metodología propuesta, la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda., logrará agilizar las ordenes de trabajo en el piso de la planta y reducir el tiempo de éstas en el recurso restrictivo, mejorando así la principal problemática que tiene actualmente. Cabe resaltar que bajo este enfoque, se controlaran más los datos y se podrán conocer diariamente las prioridades que deben seguir las ordenes de trabajo que se encuentran en el piso de la planta, las horas de carga del recurso restrictivo y lo más importante, saber en qué momento hay que tomar una decisión para cumplir con la entrega pactada con el cliente.

La empresa debe monitorear contantemente la carga del recurso restrictivo, debido a que, en el momento que éste se encuentre sobrecargado, el área de ventas deberá evaluar si es rentable o no aceptar un nuevo trabajo, ya que si se recibe y no es pertinente, lo único que se está generando es un aumento en el tiempo de la salida de todas las ordenes que se encuentran en el sistema, y una reducción en el Trúput de la empresa. Además, todas las mejoras deben estar enfocadas en el recurso restrictivo, debido a que éste es el que determina el

Trúput de la empresa; para el caso de Bustos Reyes & cía. Ltda., las mejoras deben estar encaminadas al proceso de armado.

Para poder aplicar esta metodología de forma idónea, es necesario realizar una campaña para concienciar a la alta gerencia de la empresa, sobre la manera como se deben dirigir los procesos de producción bajo este enfoque, exponiendo las incapacidades del modo de operación tradicional, frente al nuevo modelo, en la búsqueda de las metas de la organización (generar utilidades). Adicionalmente, se debe demostrar que la reducción de los lead time, permitirá desarrollar ventajas competitivas frente a las demás empresas del sector.

BIBLIOGRAFÍA

BUSTOS, Sandra; PADILLA, María *etal.* Mejoramiento de la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda. Cartagena, 2006, 28 p. Trabajo aplicativo (Ingeniería de Productividad). Universidad Tecnológica de Bolívar. Programa de Ingeniería Industrial.

CENTRO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO EMPRESARIAL DE CATALUNYA (CIDEM). Guías de gestión de la innovación Producción y logística. España, 2004.1 ed. P. 64, ISBN 84-393-6186-6. Disponible en la página de internet: http://www.cidem.com/cidem/binaris/imprologcastella_tcm50-9005.pdf.

COHEN A. y HUTCHIN T. Implementing Constraint Based Scheduling Through Linking Computer Simulation and the Theory Of Constraints. En: International Symposium on Advanced Manufacturing Processes Systems and Technologies AMPST 96 (University of Bradford, 26-27 March 1996). Memorias del Simposio de AMPST, p. 411-420, ISBN 0 85298 989 X.

COOK, Stephen Carl. Applying Critical Chain to Improve the Management of Uncertainty in Projects. Massachusetts Institute of Technology, June 1998.

DEBERNARDO, Héctor. Gestionando las operaciones de una empresa. Boletines de TOC: Publicación mensual del Instituto Goldratt (Argentina) y la empresa CIMATIC. No. 9 (jun. 2001); No 10 (jul. 2001); No 11 (Sep. 2001)

DETTMER, William H. Goldratt's Theory of constraints. A system approach to continuous improvement. ASQ Quality Press Book, 1997. ISBN 0 -87389-370-0.

GOLDRATT, E. M. The Haystack Syndrome: Sifting Information Out of the Data Ocean. New York: North River Press, 1990 (a). Original no consultado. Resumen en: Management and Accounting Web. MURPHY, Sean. University of South Florida, 2003. Disponible en: <http://maaw.info/ArticleSummaries/ArtSumHaystackSyndrome90.htm>.

GOLDRATT, E. M. What is this thing called Theory of Constraints and how should it be implemented? New York: North Press, Inc. 1990 (b). Original no consultado. Resumen en: Management and Accounting Web. MARTIN, James R. Disponible en: <http://maaw.info/ArticleSummaries/ArtSumGoldratt90WhatTOC.htm>

GOLDRATT, Eliyahu. La meta: un proceso de mejora continua. 11 ed. Monterrey: Castillo, 2002.

HUFF, P. Using drum-buffer-rope scheduling rather than just-in-time production. Management Accounting Quarterly, (Winter, 2001) p. 36-40. Original no consultado. Resumen en: Management and Accounting Web. JOHNSON, Jae. University of South Florida (Fall, 2004). Disponible en: <http://maaw.info/ArticleSummaries/ArtSumHuff01.htm>

MABIN, Victoria y BALDERSTONE, Steven J. The World of the Theory of Constraints: A Review of the International Literature, 2000.

MARTIN, James. Management Accounting: Concepts, Techniques & Controversial Issues. [En línea]. Florida, Estados Unidos. Cap. 8. Just-In-Time, Theory of Constraints and Activity Based Management Concepts and Techniques. Disponible en: <http://maaw.info/Chapter8.htm#The%20Theory%20of%20Constraints>.

MARUN, Jaime. Excelencia en operaciones. En: MINOR DE TOC. (1º: 2008: Cartagena. Memorias del I Minor en TOC.

PAREDES, Francis. Preparación rápida de máquinas: El sistema SMED. Perú: 2007. Disponible en la página de internet: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/SMED.pdf>.

ROYET, Gustavo. Distribución y supply chain. En: MINOR DE TOC. (1º: 2008: Cartagena). Memorias del I Minor en TOC.

RUHL, J. M. An Introduction to the Theory of Constraints. *Journal of Cost Management*, 1996; p. 43-48. Original no consultado. Resumen en: Management and Accounting Web. LUIS, José M. University of South Florida, 2000. Disponible en: <http://maaw.info/ArticleSummaries/ArtSumRuhl96.htm>

SCHRAGENHEIM, Eli. What's really new in Simplified DBR. En: TOCICO CONFERENCE (November, 2006: Miami).

SCHRAGENHEIM, Eli y BURKHARD, Rudi. Drum Buffer Rope and Buffer Management in a Make-to-Stock Environment.

SCHRAGENHEIM, Eli y DETTMER, H. William. Simplified Drum-Buffer-Rope: A Whole System Approach to High Velocity Manufacturing, 2000.

SCHRAGENHEIM, Eli y WALSH, Daniel P. The Distinction between Manufacturing and Multi-Project And the Possible Mix of the Two.

YOUNGMAN, K. J. A Guide to Implementing the Theory of Constraints (TOC) [En línea], 2008. Disponible en: <http://www.dbrmfg.co.nz/Overview%20Preface.htm>

ANEXOS

ANEXO A. Mapa de procesos de la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda.



Manual de calidad de la empresa BUSTOS REYES & CIA LTDA.

VERIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS COMPRADOS

FECHA: _____ HORA: _____

C. Cal. y/o Gar.

ÍTEM RECIBIDOS: _____

V.B.

RECIBIDO POR: _____

OBSERVACIONES: _____

REGISTRO DE NO CONFORMES

ÍTEM:
DESCRIPCIÓN DEL NC: _____

DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO: _____

ÍTEM:
DESCRIPCIÓN DEL NC: _____

DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO: _____

VERIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS COMPRADOS						
FECHA: _____			HORA: _____			
ÍTEM RECIBIDOS: _____						
RECIBIDO POR: _____						
Item						
Característica						
Inst. Medicion						
Criterio Aceptacion						
Tamaño del lote						
Muestra Reg. Verif.						
OBSERVACIONES: _____						

REGISTRO DE NO CONFORMES						
ÍTEM:						
DESCRIPCIÓN DEL NC: _____						

DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO: _____						

ANEXO E. Hoja de cálculo de Excel para el control de las compras de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.

CONSECUTIVO ORDEN DE COMPRA													
												CERTIFICADOS DE	
MES	FECHA	Solic. No.	O.C. No.	PROVEEDOR	Estado	Fecha prog.	Fecha Real	Calif.	NC	Tipo NC	SOLICITO	RECIBIDO	
Enero	02/01/2008	001-08	001-08	Empaquetaduras y	Cerrada	02/01/2008	03/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	03/01/2008	002-08	002-08	La Casa del Tornillo	Cerrada	03/01/2008	03/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	03/01/2008	003-08	003-08	Ropain Ltda.	Cerrada	03/01/2008	03/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	03/01/2008	003-08	004-08	Ferreteria Ignacio sierra	Cerrada	03/01/2008	03/01/2008	5,0			si	si	
Enero	03/01/2008	005-08	006-08	Cia. General de Aceros	Cerrada	03/01/2008	03/01/2008	5,0			si	si	
Enero	03/01/2008	004-08	007-08	Ferreteria Ignacio sierra	Cerrada	03/01/2008	03/01/2008	4,0			si	no	
Enero	03/01/2008	006-08	008-08	Metal-Prest	Cerrada	03/01/2008	10/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	04/01/2008	002-08	009-08	Ferreteria Alemana	Cerrada	04/01/2008	04/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	04/01/2008	008-08	010-08	Central de soldaduras	Cerrada	04/01/2008	04/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	04/01/2008	006-08	012-08	Talleres Castellon	Cerrada	04/01/2008	04/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	04/01/2008	010-08	013-08	Talleres Castellon	Cerrada	08/01/2008	08/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	04/01/2008	002-08	014-08	Ferreteria Alemana	Cerrada	04/01/2008	04/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	05/01/2008	NA	015-08	Ferreteria & Asociados	Cerrada	05/01/2008	05/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	04/01/2008	011-08	016-08	Ferreteria Ignacio sierra	Cerrada	05/01/008	05/01/2008	5,0			si	si	
Enero	08/01/2008	NA	017-08	Central de soldaduras	Cerrada	08/01/2008	08/01/2008	NA			NA	NA	
Enero	09/01/2008	013-08	019-08	Ferreteria Alemana	Cerrada	03/01/2008	03/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	09/01/2008	013-08	020-08	PA - FC A. Steckerl Hierros y Aceros	Cerrada	03/01/2008	03/01/2008	5,0			si	si	
Enero	10/01/2008	NA	021-08	Jonan S.A.	Cerrada	11/01/2008	11/01/2008	NA			NA	NA	
Enero	10/01/2008	014-08	022-08	PA - FC A. Steckerl Hierros y Aceros	Cerrada	10/01/2008	10/01/2008	5,0			si	si	
Enero	10/01/2008	015-08	023-08	Oxigeno Optimo	Cerrada	11/01/2008	11/01/2008	5,0			si	si	
Enero	10/01/2008	016-08	024-08	Impofer	Cerrada	10/01/2008	10/01/2008	5,0			NA	NA	
Enero	11/01/2008	014-08	025-08	PA - FC A. Steckerl Hierros y Aceros	Cerrada	11/01/2008	11/01/2008	5,0			si	si	
				Ferreteria Tornillos y									

ANEXO F. Criterios de selección de proveedores

Criterios de selección proveedores de materiales

Criterios	Calificación		
	1	3	5
Forma de pago	De contado	Menor o igual a 1 Mes	Mayor a 1 Mes
Certificados de calidad	No	X	Si
Años de funcionamiento	Menor a 3 años	3 a 6 años	Mayor a 6 años
Precios	Altos	Razonables	Bajos
Sistema Gestión de calidad	No tiene	En proceso	Implementado

Criterios de selección proveedores de transporte

Criterios	Calificación		
	1	3	5
Forma de pago	Contra entrega	50% anticipo, 50% después de entrega	8 días o mas después de la entrega
Tiempo de Respuesta	Retrasos	X	A tiempo
Años de funcionamiento	Menor a 3 años	3 a 6 años	Mayor a 6 años
Sistema Gestión de calidad	No tiene	En proceso	Implementado
Precios	Altos	Razonables	Bajos
Documentación	Incompletos	Algunos	Completos

Criterios de selección proveedores de mantenimiento

Criterios	Calificación		
	1	3	5
Forma de pago	Contado	15 días	30 días
Garantía del Servicio	Menor a 3 Meses	3 a 6 Meses	Mayor a 6 meses
Años de funcionamiento	Menor a 3 años	3 a 6 años	Mayor a 6 años
Sistema Gestión de calidad	No tiene	En proceso	Implementado
Precios	Altos	Razonables	Bajos
Servicio Transporte Puerta a Puerta	No	X	Si

Criterios de selección proveedores de Servicios Electrónicos e Hidráulicos

Criterios	Calificación		
	1	3	5
Forma de pago	De contado	menor o igual a un mes	Mayor a 1 mes
Garantía del Servicio	menor a 1 año	1 a 2 años	mayor a 2 años
Sistema de Gestión de Calidad	No	En Proceso	Si
Experiencia	menor a 1 año	de 1 a 3 años	mayor a 3 años
Precios	Altos	razonables	Bajos

Bustos Reyes & Cia Ltda.

ANEXO G. Formato de selección de proveedores de la empresa Bustos Reyes
Cia Ltda.



BUSTOS REYES & CIA. LTDA.

SERVICIO DE INGENIERIA METALMECANICA

Fabricación - Montaje - Mantenimiento

NIT. 890.404.923-7

FORMATO SELECCIÓN DE PROVEEDORES

RAZON SOCIAL:

NIT o CC:

Criterios	Calificación		
	1	3	5
Forma de pago			
Certificados de calidad			
Años de funcionamiento			
Sistema Gestión de calidad			
Precios			

Calificación:

Seleccionado: Si No Firma (Jefe de compras): _____



BUSTOS REYES & CIA. LTDA.
SERVICIO DE INGENIERIA METALMECANICA
Fabricación - Montaje - Mantenimiento
NIT. 890.404.923-7

FORMATO SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE MANTENIMIENTO

RAZON SOCIAL O NOMBRE:

NIT o CC:

Criterios	Calificación		
	1	3	5
Forma de pago			
Servicio Transporte Puerta a Puerta			
Años de funcionamiento			
Sistema Gestión de calidad			
Garantía del Servicio			
Precios			

Calificación:

Seleccionado: Si No Firma (Jefe de compras): _____



BUSTOS REYES & CIA. LTDA.
SERVICIO DE INGENIERIA METALMECANICA
Fabricación - Montaje - Mantenimiento
NIT. 890.404.923-7

**FORMATO SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE SERVICIOS ELECTRONICOS E
HIDRAULICOS**



RAZON SOCIAL:

NIT:

Criterios	Calificación		
	1	3	5
Experiencia			
Garantía del servicio			
Sistema Gestión de Calidad			
Precios			
Forma de pago			

Calificación:

Seleccionado: Si ___ No ___ Firma (Jefe de compras): _____

Bustos Reyes & Cia Ltda.

ANEXO H. Formato de Solicitud de servicio de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.

	SOLICITUD DE SERVICIO	No. _____	
Fecha: _____	Empresa: _____	Contacto: _____	Recepción: Tel: ____ Personal: ____ e-mail: ____
Cotización ____ - No _____		Servicio ____ - OT No _____	Interventor: ____ - Nombre: _____
ITEM	DESCRIPCION	CANT	
Item relacionado			
Característica crítica			
Criterio de aceptación			
Planos	Físico _____ Magnético _____	No. _____	Muestra ____ - Cant ____ - Estado: B _____, R _____, M _____
Pliego ____ No: _____		Otros: ____ - Cual (es): _____	
Fecha entrega cotización: _____		Tiempo de entrega: _____	Recibido por: _____
Confirmación de requisitos: _____			Revisado por: _____



SOLICITUD DE SERVICIO

No. _____

Visita de obra

Lugar: _____

MANO DE OBRA	CANT	DIAS
Supervisor		
Soldador		
Metalista		
Ayudante		
Tubero		
Tornero		

MATERIALES FUNGIBLES	CANT
Soldadura	
Discos de pulir	
Oxigeno	
Gas	
Argón	

MAQUINAS Y HTAS	CANT	DIAS
Maquina de soldar		
Equipo de corte		
Pulidora		
Equipo de plasma		
Torno		
Taladro		

MATERIALES	CANT.

MATERIALES	CANT.

Bustos Reyes & Cia Ltda.

ANEXO I. Formato de Hoja de ruta de la empresa Bustos Reyes Cia Ltda.

HOJA DE RUTA

FECHA INICIO: _____		FECHA DE ENTREGA: _____			Q.T.: _____			
DESCRIPCIÓN TRABAJO: _____				PIEZA / PARTE: _____			CANTIDAD: _____	
#	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	MÁQUINA	TIEMPO	DESCRIPCIÓN	C	NC	Solicitud
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
MODIFICACIONES:		FECHA: _____ INFORMÓ: _____			AUTORIZÓ: _____			
DESCRIPCIÓN:		_____						
PLAN DE CONTROL DEL PROYECTO								
CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN / CRITERIO DE ACEPTACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	REGISTRO DE LA CARACTERÍSTICA	INST. DE MEDICIÓN	FIRMA		

ANEXO J. Lead Times individuales de las órdenes durante el periodo de observación

ORDEN DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	FECHA DE ENTREGA	FECHA DE INICIO	LT
311- ABO	Fabricación de plataforma y anillo para los tanques clarificadores.	25/02/2008	29/03/2008	33
319-INT	Fabricación tren trasero apilador 1 y tiro	26/03/2008	27/04/2008	32
327 – ABO	Fabricación de malla para filtro slurry	18/04/2008	14/05/2008	26
337-ABO	Fabricación ductos de descarga plata NICA	03/06/2008	29/06/2008	26
336- INT	Fabricación de baranda y escaleras	30/05/2008	18/06/2008	19
344 – ABO	Fabricación cabezales de los Cooler Nan	24/07/2008	12/08/2008	19
298-YARA	Reparación y MTO de cuchara	21/01/2008	08/02/2008	18
334-CAP	Ducto exosto planta	23/05/2008	09/06/2008	17
343 – JS	Fabricación de cubierta para oficina Abocol	17/07/2008	02/08/2008	16
297-ABO	Reparación de cuchara	02/01/2008	17/01/2008	15
333-INT	Fabricaciones de trenes	22/05/2008	06/06/2008	15
309-INT	Fabricación de extensión para banda	15/02/2008	29/02/2008	14
310-INT	Fabricación de gatos mecánicos	25/02/2008	10/03/2008	14
303-ABO	Fabricación tráiler	31/01/2008	13/02/2008	13
315 – OPT	Reparación de pulpo mecánico	13/03/2008	26/03/2008	13
324 – OPT	Reparación de pulpo mecánico No. 2	03/04/2008	16/04/2008	13
339 – ABO	Proyecto control de PH en R - 5003 de la UNA II	01/07/2008	14/07/2008	13
317- ABO	Fabricación de Cangilones	27/03/2008	08/04/2008	12
321- INT	Fabricación de rampas para cargadores	29/03/2008	10/04/2008	12
313- MAL	Fabricación plataforma con barandas	26/02/2008	08/03/2008	11
299-YARA	Fabricación e instalación de sistema electro hidráulico	06/02/2008	16/02/2008	10
326 – ABO	Fabricación de tanque colector de aceite	15/04/2008	25/04/2008	10

296-ABO	Fabricación de cangilones	17/01/2008	24/01/2008	7
323 – MAL	Fabricación de tensores	02/04/2008	09/04/2008	7
328- MEB	Reparaciones Predes	25/04/2008	02/05/2008	7
306 – INT	Fabricación de plataformas y adicional (tolva de recibo)	07/02/2008	13/02/2008	6
346 – LAV	Fabricación tanque lavadora	09/08/2008	15/08/2008	6
347 – ABO	Propela tope espuma	02/08/2008	08/08/2008	6
304-MEB	Reparación Traversa superior almeja electro – hidráulica	01/02/2008	06/02/2008	5
307-WOOD	Fabricación de soportes	11/02/2008	16/02/2008	5
308-INT	Fabricación de guarda	14/02/2008	19/02/2008	5
316–YARA	Reparación de cuchara # 2	14/03/2008	19/03/2008	5
302-WOOD	Fabricación de soportes	29/01/2008	02/02/2008	4
314- INT	Reparación de tolva	10/03/2008	14/03/2008	4
348 – ABO	Nueva línea de succión SS 500	04/08/2008	08/08/2008	4
294- MAL	Fabricación de escalera en ss 304	06/01/2008	07/01/2008	1
300-WOOD	Fabricación de soportes tubulares	25/01/2008	26/01/2008	1
301-ABO	Fabricación de ducto generador norte	28/01/2008	29/01/2008	1
320 – INT	Fabricación soportes encausador	28/03/2008	29/03/2008	1
322 –INT	Fabricación de tren para extensión	02/04/2008	03/04/2008	1
330-ABO	Fabricación de anillos	30/04/2008	01/05/2008	1
332- INT	Tramo Banda Transportadora	08/05/2008	09/05/2008	1
295-WOOD	Fabricación de platinas y tambores ss	02/01/2008	02/01/2008	0
305-WOOD	Fabricación de perforaciones en caja metálica	04/02/2008	04/02/2008	0
318- WOOD	Fabricación de soporte en acero inoxidable	27/03/2008	27/03/2008	0
325 – ACU	Reparación de balde	04/04/2008	04/04/2008	0

Autoras de Monografía - Datos de la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda.

ANEXO K. Identificación del RRC: Estimación de la carga planeada y la carga detrás

Descripción de las órdenes abiertas y tiempos planeados por proceso

ORDEN	DESCRIPCIÓN	CLIENTE
339 ABO	Fabricación de control de PH en R-5003 de la UNAI	ABOCOL
341 ABO	Instalación de línea suministro de gas de la Planta Sur	ABOCOL
346 LAV	Fabricación de tanque para lavadora	LAVAMEJOR
349 FMO	Fabricación de tornillos sin fin	FRANCISCO MONTES
351 INT	Fabricación de tráiler	INTERAMERICAN COAL

Órdenes y tiempos planeados por proceso

PROCESO (HORAS)	ORDEN	TIEMPO PLANEADO POR PROCESO (HORAS)	TOTAL DE TIEMPO PLANEADO POR PROCESO (HORAS)
Trazado y corte	339 ABO	8	88.5
	341 ABO	½	
	346 LAV	51	
	349 FMO	20	
	351 INT	9	
Mecanizado (torno)	351 INT	3	3
Armado	339 ABO	16	206.5
	341 ABO	3	
	346 LAV	42.5	
	349 FMO	110	
	351 INT	35	
Soldadura	339 ABO	8	91.5
	341 ABO	2	
	346 LAV	42.5	
	349 FMO	30	
	351 INT	9	
Limpieza y	339 ABO	8	36

pintura	341 ABO	5	
	349 FMO	20	
	351 INT	3	
Taladrado	346 LAV	17	19
	351 INT	2	

Carga detrás de los procesos

PROCESO (HORAS)	ORDEN	TIEMPO PLANEADO POR PROCESO (HORAS)
Trazado y corte	351 INT	9
Armado	346 LAV	42.5
Soldadura	349 FMO	30

Autoras de Monografía - Datos de la empresa Bustos Reyes & Cia Ltda.

ANEXO L. Relación de actividades y duraciones para la orden 352 - ABO

ACTIVIDAD	DURACIÓN
Entrega del dibujo al Armador por parte del Supervisor y explicación del trabajo	20 minutos
Análisis de los planos por parte del armado	30 minutos
Adecuación de un mesón a un metro de altura con el fin de que la pieza descansa en una superficie nivelada	3 horas
Movilización de 2 tubos de 3" de diámetro y 9089 mm de longitud al mesón	10 minutos
Movilización de 3 tubos de 3" de diámetro y 3000 mm de longitud al mesón	7 minutos
Movilización de 4 tubos de 3" de diámetro y 2200 mm de longitud al mesón	5 minutos
Verificación de las medidas del tubo	10 minutos
Ajustes de los tubos a las medidas necesarias	10 minutos
Unión de los tubos de 90089 mm con los de 2200 mm, hasta formar un rectángulo	3.5 horas
Armado de tubos interiores (unión de los dos tubos de 2200 mm y 3 tubos de 3000 mm al rectángulo anterior)	4.5 horas
Arriostar (colocación de soportes para mantener la forma de la pieza)	30 minutos
Movilización de 14 tubos de 3" de diámetro y 1100 mm al mesón (Esta actividad se repite 6 veces)	15 minutos
Medir distancias entre barra, marcar dichos puntos(Esta actividad se repite 84 veces)	3 minutos
Puntear los tubos en las marcas indicadas (Esta actividad se repite 84 veces)	10 minutos

Los Armadores almuerzan de 12:00 pm a 1:00 pm, en este tiempo cesan las actividades de armado.

Diariamente al iniciar la jornada de trabajo el equipo de armado busca las herramientas al almacén, dicha actividad tiene una duración promedio de 15 minutos, debido a que se debe hacer cola para recibir las herramientas y equipos que serán utilizados.

Autores de monografía

ANEXO M. Hoja Orden de trabajo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3	Agregar Orden de Trabajo	Actualizar prioridades	Actualizar Carga Planeada						
4									
5									
6									
7	OT	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	FECHA DESEADA	AMORTIGUADOR (DÍAS)	ESTADO DE LA ORDEN	FECHA DE LIBERACIÓN PROGRAMADA	FECHA DE LIBERACIÓN REAL
8	302 - ABO	Fabricacion de escalera en ss 304	2,00	EA	14/Oct/2008	7	EN PROCESO	07/Oct/2008	10/Oct/2008
9	313 - ZEU	Fabricacion de bandeja en ss	1,00	EA	16/Oct/2008	15	EN PROCESO	01/Oct/2008	01/Oct/2008
10	303 - ABO	Fabricacion de cucharas de 7 yardas cubicas	2,00	EA	17/Oct/2008	7	ABIERTA	10/Oct/2008	10/Oct/2008
11	312 - LMC	Fabricacion de estructura de elevador	1,00	EA	31/Oct/2008	30	EN PROCESO	01/Oct/2008	02/Oct/2008
12	304 - MAL	Reparacion de tornillo sin fin	5,00	EA	01/Nov/2008	30	EN PROCESO	02/Oct/2008	05/Oct/2008
13	310 - SPN	Reparacion de cuchara # 2	1,00	EA	18/Oct/2008	7	EN PROCESO	11/Oct/2008	11/Oct/2008
14	305 - MEB	Fabricacion de ductos	75,00	Mts	07/Nov/2008	30	EN PROCESO	08/Oct/2008	08/Oct/2008
15	308 - OPT	Reparacion de pulpo mecanico	1,00	EA	27/Oct/2008	15	ABIERTA	12/Oct/2008	14/Oct/2008
16	309 - WOO	Fabricacion de soportes tubulares	1,00	EA	29/Oct/2008	15	ABIERTA	14/Oct/2008	
17	314 - CDI	Fabricacion de tovas	3,00	EA	18/Nov/2008	30	ABIERTA	19/Oct/2008	
18	311 - CAP	Fabricacion de linea de gas	206,00	Mts	07/Nov/2008	15	ABIERTA	23/Oct/2008	
19	306 - INT	Fabricacion de plataformas y tovas de recibo	1,00	EA	10/Nov/2008	15	ABIERTA	26/Oct/2008	
20	307 - MAL	Fabricacion de Linner	3,00	EA	30/Oct/2008	7	ABIERTA	23/Oct/2008	
21	301 - ABO	Fabricacion de platinas y tambores en ss	2,00	EA	15/Oct/2008	15	TERMINADA	30/Sep/2008	20/Sep/2008
22	300 - ABO	Fabricacion de cangilones	2,00	EA	05/Nov/2008	7	TERMINADA	29/Oct/2008	
23									
24									
25									

(a)

	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7	ESTADO DE LA ORDEN	FECHA DE LIBERACIÓN PROGRAMADA	FECHA DE LIBERACIÓN REAL	RECURSO	BUFFER STATUS	ZONA DEL AMORTIGUADOR	FECHA DE TERMINACIÓN REAL	LEAD TIME DE LA ORDEN (DÍAS)	ZONA DEL AMORTIGUADOR AL TERMINAR AL ORDEN
8	EN PROCESO	07/Oct/2008	10/Oct/2008	Soldado	114,29%	NEGRO			
9	EN PROCESO	01/Oct/2008	01/Oct/2008	Limpieza y F	93,33%	ROJO			
10	ABIERTA	10/Oct/2008	10/Oct/2008	Maquinado	71,43%	ROJO			
11	EN PROCESO	01/Oct/2008	02/Oct/2008	Armado	46,67%	AMARILLO			
12	EN PROCESO	02/Oct/2008	05/Oct/2008	Armado	43,33%	AMARILLO			
13	EN PROCESO	11/Oct/2008	11/Oct/2008	Soldado	57,14%	AMARILLO			
14	EN PROCESO	08/Oct/2008	08/Oct/2008	Corte	23,33%	VERDE			
15	ABIERTA	12/Oct/2008	14/Oct/2008	Trazado	20,00%	VERDE			
16	ABIERTA	14/Oct/2008			6,67%	VERDE			
17	ABIERTA	19/Oct/2008			-13,33%	AZUL			
18	ABIERTA	23/Oct/2008			-53,33%	AZUL			
19	ABIERTA	26/Oct/2008			-73,33%	AZUL			
20	ABIERTA	23/Oct/2008			-114,29%	AZUL			
21	TERMINADA	30/Sep/2008	20/Sep/2008		100,00%	NEGRO	06/Oct/2008	16	AMARILLO
22	TERMINADA	29/Oct/2008			-200,00%	AZUL	06/Oct/2008	39727	VERDE
23									
24									
25									

(b)

Autores de monografía

ANEXO N. Hoja Orden de compra

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1										
2	Agregar Orden de Compra			Actualizar prioridades						
3										
4										
5										
6										
7	OT	OC	SS	DESCRIPCIÓN LOS MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	FECHA DESEADA	AMORTIGUADOR (DÍAS)	ESTADO DE LA ORDEN	FEC LIBE PROG
8	305 - MEB	127	325	Niples y codos de 1" y 1 1/2"	9,00	EA	08/Oct/2008	1	ABIERTA	07/O
9	303 - ABO	121	320	Eje rosc 4140 de 1" x 790mm	4,00	EA	10/Oct/2008	4	ABIERTA	06/C
10	310 - SPN	141	345	Lamina de 1 1/2" antidesgastes 1mts x 4mts	2,00	EA	11/Oct/2008	3	ABIERTA	08/C
11	308 - OPT	130	332	Eje 4140 de 1"	2,00	EA	12/Oct/2008	2	ABIERTA	10/C
12	308 - OPT	137	333	Epoxipoliamida verde 110046	2,00	Gal	12/Oct/2008	2	ABIERTA	10/C
13	308 - OPT	136	329	Lamina de 1/4" 4 x 8 A-36	2,00	EA	12/Oct/2008	3	ABIERTA	09/C
14	309 - WOO	139	335	Tubo de agua negra de 2"	14,00	Mts	14/Oct/2008	3	ABIERTA	11/C
15	309 - WOO	167	368	Bridas de 2" de 150n lb	4,00	EA	14/Oct/2008	3	ABIERTA	11/C
16	309 - WOO	140	338	Pintura acabado verde	2,00	Gal	14/Oct/2008	2	ABIERTA	12/C
17	306 - INT	134	326	Rejillas Tipo T	15,00	EA	26/Oct/2008	15	ABIERTA	11/C
18	309 - WOO	138	337	Codos y uniones de 2"	12,00	EA	14/Oct/2008	1	ABIERTA	13/C
19	314 - CDI	157	378	Angulo de 1/2" x 1/2" a.c	12,00	Mts	19/Oct/2008	4	ABIERTA	15/C
20	314 - CDI	156	376	Lamina de 1 1/2" ac	5,00	EA	19/Oct/2008	3	ABIERTA	16/C
21	300 - ABO	098	287	Lamina 1/8" 4 x 8	3,00	EA	29/Oct/2008	7	ABIERTA	22/C
22	307 - MAL	134	331	Lamina de 1" 5 x20	2,00	EA	23/Oct/2008	4	ABIERTA	19/C
23	311 - CAP	145	349	Tubo de 3" SCH 40	4,00	EA	23/Oct/2008	4	ABIERTA	19/C
24	306 - INT	132	334	Angulo de 3" x 3/8"	4,00	EA	26/Oct/2008	4	ABIERTA	22/C
25	307 - MAL	133	330	Varilla de 12mm	6,00	Mts	23/Oct/2008	3	ABIERTA	20/C

(a)

	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7	ESTADO DE LA ORDEN	FECHA DE LIBERACIÓN PROGRAMADA	FECHA DE LIBERACIÓN REAL	BUFFER STATUS	ZONA DEL AMORTIGUADOR	FECHA DE CIERRE DE LA ORDEN	LEAD TIME DE LA ORDEN DE COMPRA (DÍAS)	ZONA DEL AMORTIGUADOR AL CERRAR LA ORDEN	
8	ABIERTA	07/Oct/2008	09/Oct/2008	800,00%	NEGRO				
9	ABIERTA	06/Oct/2008	10/Oct/2008	225,00%	NEGRO				
10	ABIERTA	08/Oct/2008	10/Oct/2008	233,33%	NEGRO				
11	ABIERTA	10/Oct/2008	10/Oct/2008	250,00%	NEGRO				
12	ABIERTA	10/Oct/2008	10/Oct/2008	250,00%	NEGRO				
13	ABIERTA	09/Oct/2008	09/Oct/2008	200,00%	NEGRO				
14	ABIERTA	11/Oct/2008	11/Oct/2008	133,33%	NEGRO				
15	ABIERTA	11/Oct/2008	11/Oct/2008	133,33%	NEGRO				
16	ABIERTA	12/Oct/2008	14/Oct/2008	150,00%	NEGRO				
17	ABIERTA	11/Oct/2008	11/Oct/2008	26,67%	VERDE				
18	ABIERTA	13/Oct/2008	14/Oct/2008	200,00%	NEGRO				
19	ABIERTA	15/Oct/2008		0,00%	VERDE				
20	ABIERTA	16/Oct/2008		-33,33%	AZUL				
21	ABIERTA	22/Oct/2008		-100,00%	AZUL				
22	ABIERTA	19/Oct/2008		-100,00%	AZUL				
23	ABIERTA	19/Oct/2008		-100,00%	AZUL				
24	ABIERTA	22/Oct/2008		-175,00%	AZUL				
25	ABIERTA	20/Oct/2008		-166,67%	AZUL				

(b)

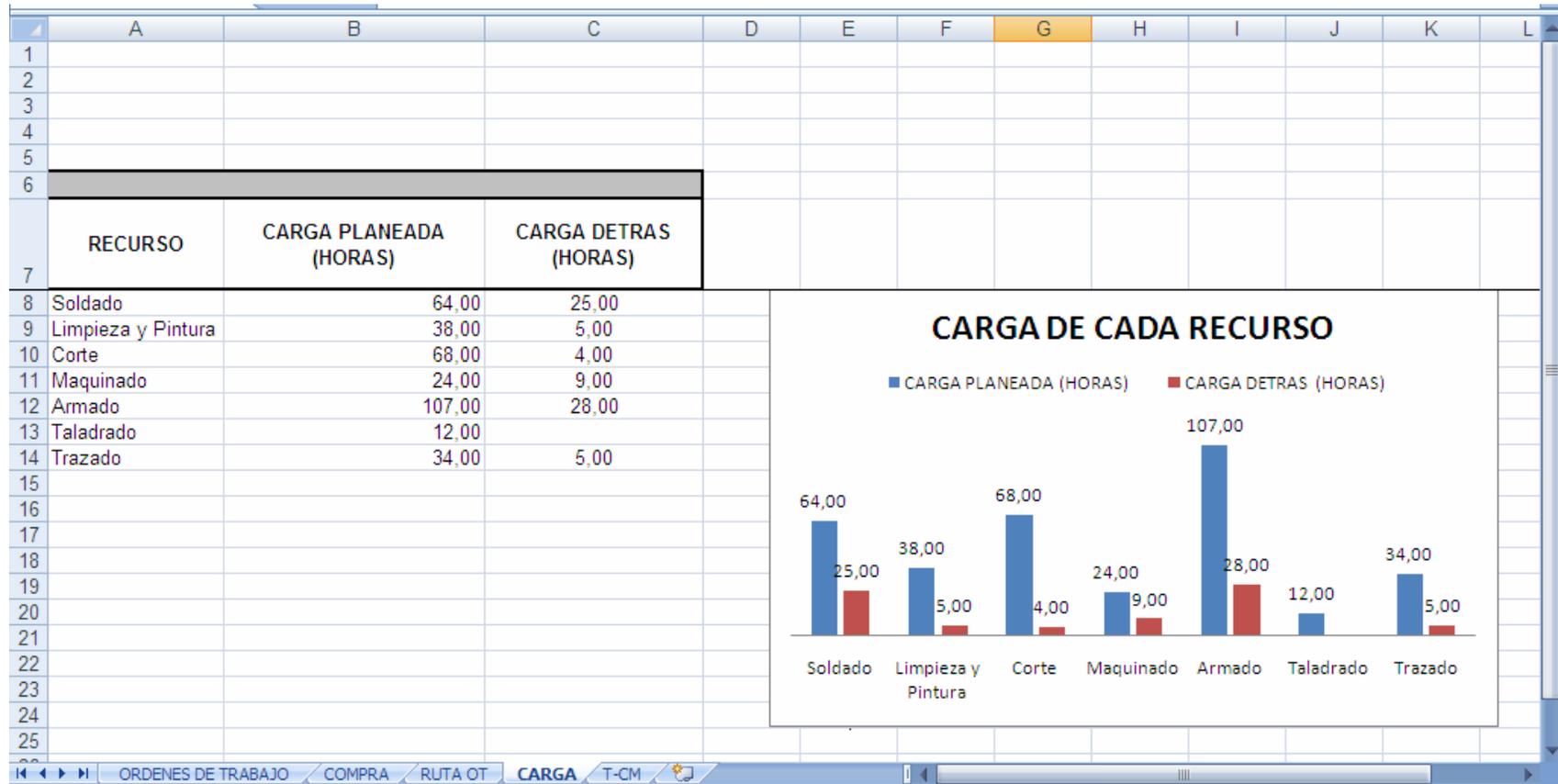
Autores de la monografía

ANEXO O. Hoja Ruta OT

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7	OT	PROCESO	TIEMPO PLANEADO (HORAS)										
8	300 - ABO	Trazado	7,00										
9	300 - ABO	Corte	10,00										
10	300 - ABO	Armado	15,00										
11	300 - ABO	Soldado	12,00										
12	301 - ABO	Maquinado	15,00										
13	301 - ABO	Soldado	9,00										
14	301 - ABO	Limpieza y Pintura	5,00										
15	302 - ABO	Corte	9,00										
16	302 - ABO	Armado	24,00										
17	302 - ABO	Soldado	16,00										
18	302 - ABO	Limpieza y Pintura	7,00										
19	303 - ABO	Trazado	15,00										
20	303 - ABO	Corte	18,00										
21	303 - ABO	Maquinado	9,00										
22	303 - ABO	Armado	11,00										
23	303 - ABO	Soldado	6,00										
24	304 - MAL	Corte	7,00										
25	304 - MAL	Taladrado	12,00										

Autores de la monografía

ANEXO P. Hoja Carga



Autores de monografía

ANEXO Q. Hoja T-CM

F18											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M
1											
2											
3											
4	RRC	Armado		CARGA PLANEADA (HORAS)	119		Ordene por Trúput/CM		Trúput Proyectado		\$ 43.540.000
5											
6											
7	OT	TRUPUT	TIEMPO EN RRC (HORAS)	TRUPUT / TIEMPO RRC	ESTADO DE LA ORDEN	RECURSO	FECHA DESEADA	BUFFER STATUS	AMORTIGUADOR (DIAS)	FECHA ESTIMADA DE FINALIZACION	
8	304 - MAL	\$ 3.750.000	13	288.462	EN PROCESO	Armado	01-nov-08	43,33%	30	31-oct-08	
9	312 - LMC	\$ 3.250.000	15	216.667	EN PROCESO	Armado	31-oct-08	46,67%	30	02-nov-08	
10	310 - SPN	\$ 6.500.000	15	433.333	EN PROCESO	Soldado	18-oct-08	57,14%	7	01-nov-08	
11	313 - ZEU	\$ 4.675.000	29	161.207	EN PROCESO	Limpieza y Pintura	16-oct-08	93,33%	15	05-nov-08	
12	303 - ABO	\$ 1.250.000	11	113.636	EN PROCESO	Maquinado	17-oct-08	71,43%	7	01-nov-08	
13	302 - ABO	\$ 2.000.000	24	83.333	EN PROCESO	Soldado	14-oct-08	114,29%	7	01-nov-08	
14	305 - MEB	\$ 4.500.000	0	0	EN PROCESO	Corte	07-nov-08	23,33%	30	13-nov-08	
15	308 - OPT	\$ 3.670.000	0	0	EN PROCESO	Trazado	27-oct-08	20,00%	15	05-nov-08	
16	309 - WOO	\$ 7.500.000	12	625.000	ABIERTA		29-oct-08	6,67%	15	05-nov-08	
17	306 - INT	\$ 6.000.000	10	600.000	ABIERTA		10-nov-08	-73,33%	15	05-nov-08	
18	311 - CAP	\$ 3.200.000	10	320.000	ABIERTA		07-nov-08	-53,33%	15	05-nov-08	
19	314 - CDI	\$ 6.900.000	30	230.000	ABIERTA		18-nov-08	-13,33%	30	13-nov-08	
20	307 - MAL	\$ 2.345.000	0	0	ABIERTA		30-oct-08	-114,29%	7	01-nov-08	
21	300 - ABO	\$ 1.000.000	15	66.667	TERMINADA		05-nov-08	-200,00%	7	01-nov-08	
22	301 - ABO	\$ 3.500.000	0	0	TERMINADA		15-oct-08	100,00%	15	05-nov-08	
23											
24											

Autores de monografía