



TESIS DE GRADO

EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

PERSIGUIENDO LA RESTRICCIÓN

Autora: MARÍA FLORENCIA CANDÁS

Director de Tesis:

INGENIERO INDUSTRIAL – EDUARDO MILATHIANAKIS

2007



TESIS DE GRADO

EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

PERSIGUIENDO LA RESTRICCIÓN

Autora: MARÍA FLORENCIA CANDÁS

Director de Tesis:

INGENIERO INDUSTRIAL – EDUARDO MILATHIANAKIS

2007

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es conocer y aplicar la Teoría de Restricciones y comprender que todo sistema, por más complejo que sea, tiene una simplicidad inherente. Cuanto más complejo sea, más profunda será dicha simplicidad, pero cuando se logra identificar la restricción que gobierna el sistema completo, se logra entender su simplicidad y obtener importantes mejoras.

Comenzando con una explicación detallada de la Teoría de Restricciones y sus diferentes aplicaciones, se intenta acercar al lector a esta nueva metodología de gestión y mejora continua de una empresa.

Luego, se profundiza la investigación en una de las aplicaciones ofrecidas por el TOC, el método DBR (Drum – Buffer – Rope), que resulta de la aplicación de la Teoría de Restricciones al proceso productivo de una empresa. Este método permite obtener beneficios substanciales en la cadena productiva, asegurando que la planta funcione a su máxima velocidad con el mínimo de inventarios y alcanzando a satisfacer la demanda de sus clientes.

Con el fin de demostrar el alto potencial de esta herramienta, se analiza a través del método DBR, la problemática que presenta una empresa dedicada a la fabricación de manómetros de GNC. Dicha problemática se basa en que los resultados que se obtienen son negativos y que no se logra satisfacer la demanda de los clientes en el tiempo acordado. Por estos motivos, es que la empresa se encuentra en peligro de quiebra.

Al analizar el proceso productivo de la empresa bajo estudio, a partir del método DBR y al simularlo en POWERSIM, se consiguen resultados significativamente positivos. No sólo se logra cumplir con la demanda de los clientes en el tiempo acordado, sino que también, disminuyen los stock semielaborados, reducen los gastos operativos y mejora la rentabilidad de la empresa en un (698%).

ABSTRACT

The purpose of this paper is to understand the Theory of Constraints and reflect that, in spite of the complexity of a system, there will always be a way in which it could be disaggregated into simpler structures. As a system's complexity increases, a more thorough analysis will be required in order to reveal the restriction present in the system and as a result every important improvement which could be implemented will become evident.

By a detailed explanation of the concepts contemplated by the Theory of Constraints and its uses, the reader will be able to grasp the principles of this style of administration.

Throughout this lecture, the research on the DBR (Drum – Buffer – Rope) method is carefully developed. This technique is the result of the application of the Theory of Constraints to any productive process. Implementation of the DBR method results in substantial improvements to the production process, and ensures that the whole process is working at its maximum speed, with minimal inventories and completely satisfying demand.

In order to demonstrate the power and effectiveness of this theory, a GNC manometers manufacturer is evaluated using the DBR method. The manufacturer's main difficulty lies in overcoming negative returns and the fact that it is not able to satisfy its clients' demand in a timely fashion. Due to these setbacks the company is in danger of bankruptcy.

After analyzing its production process through the DBR method, it is possible to reverse this situation and obtain significant positive returns. By these means, the company not only fulfills its clients' demands, but also reduces the stock of semi elaborated products and operating expenses while increasing returns by 698%.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Evolución histórica del concepto de calidad.....	1
1.1.1 <i>Control de la calidad</i>	1
1.1.2 <i>Aseguramiento de la Calidad</i>	3
1.1.3 <i>Gestión de la Calidad Total</i>	3
2. Teoría de Restricciones (TOC – Theory of Constraints).....	5
2.1 Indicadores de la teoría de restricciones.....	6
2.2 Tipos de restricciones.....	8
2.2.1 <i>Restricciones Políticas</i>	9
2.2.2 <i>Restricciones físicas</i>	17
2.3 Aplicaciones de la Teoría de Restricciones.....	20
2.3.1 <i>Sistemas de Distribución TOC</i>	20
2.3.2 <i>Gestión de Proyectos TOC</i>	21
2.3.3 <i>Método Drum – Buffer – Rope (DBR)</i>	21
3. CASO PRÁCTICO	30
3.1 DBR aplicado a un proceso de fabricación de manómetros para GNC	
30	

3.1.1	<i>Situación Actual de la Empresa</i>	30
3.1.2	<i>Descripción del Producto</i>	30
3.1.3	<i>Proceso Productivo</i>	31
3.1.4	<i>Descripción de la tecnología utilizada</i>	34
3.1.5	<i>Capacidad teórica de los recursos</i>	36
3.1.6	<i>Proyección de la demanda</i>	36
3.1.7	<i>Costo Variable del producto</i>	37
3.1.8	<i>Gastos Operativos (GO)</i>	37
3.1.9	<i>Inversiones Operativas Netas (I)</i>	38
3.2	<i>Simulación en POWERSIM</i>	39
3.2.2	<i>PASO 1: Identificación de las restricciones físicas del sistema</i>	40
3.2.3	<i>PASO 2: Explotar las restricciones físicas del sistema</i>	48
3.2.4	<i>PASO 3: Elevar las restricciones físicas del sistema</i>	54
3.2.5	<i>PASO 4: Subordinar el resto del sistema a la restricción</i>	54
4.	COCLUSIONES	59
5.	BIBLIOGRAFIA	61
6.	ANEXO	62

1. INTRODUCCIÓN

1.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE CALIDAD

La evolución del concepto de calidad está vinculada a la propia evolución de las técnicas de gestión empresarial a lo largo del tiempo. Antes de 1950 las empresas se centraban en la búsqueda de eficiencias internas, lográndolas mediante mejoras sucesivas de sus procesos productivos. En esta época la demanda era prácticamente estable y los productores tenían el control del mercado, por lo que el concepto de calidad tenía una importancia secundaria.

Después de la crisis del petróleo en los años 70, la recesión económica, acompañada de una gran inflación con el subsiguiente incremento de los costos financieros, empezó a tener preponderancia el cliente dado que era éste el que controlaba el mercado al disponer de una gran variedad de alternativas para satisfacer sus necesidades. Por consiguiente, el cliente comenzó a demandar cada vez con mayor insistencia productos y servicios de mayor calidad.

En su enfoque más tradicional, la calidad se centraba en evitar que se produjesen fallos durante el proceso de producción, evolucionando a través de las siguientes tres etapas:

1.1.1 Control de la calidad

El control de la calidad aparece por primera vez en los años 30 adquiriendo gran importancia en los años 50 y 60. En estos años, el enfoque de la gestión de la calidad consistía en inspeccionar el producto y separar aquél que cumple con unos determinados estándares de aquellos que no los cumplen.

Este enfoque es el que se describe en la figura 1.1.1-1

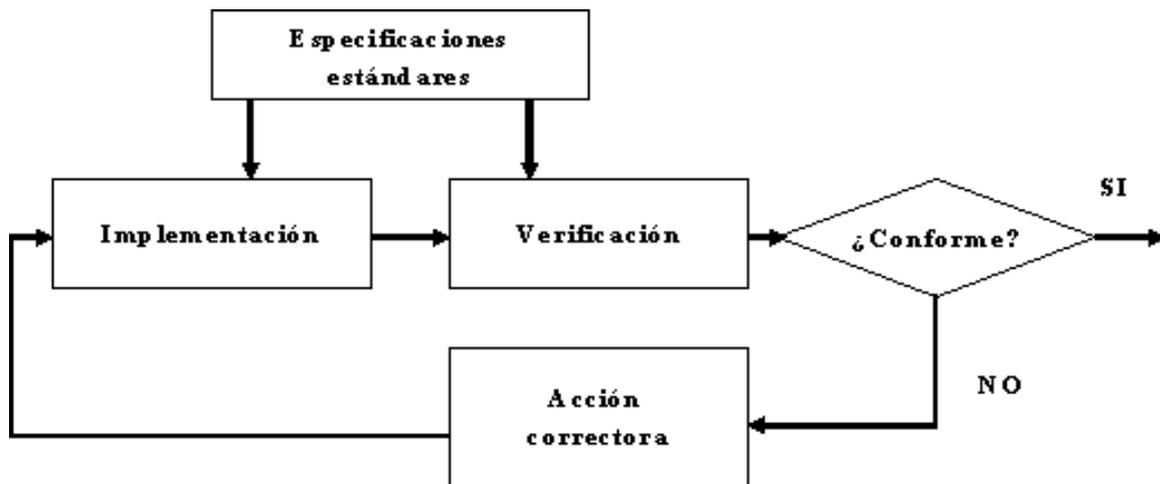


Figura 1.1.1-1 Control de la Calidad

En este enfoque el control de la calidad se considera una actividad dedicada a detectar si se han alcanzado los niveles de calidad deseados para tomar las acciones correctoras en el caso de no cumplirse con las especificaciones estándar. La mejora de la calidad bajo este enfoque residía en la cantidad de controles instalados, por lo que los costos de calidad aumentaban de forma proporcional al número de controles.

La medida de los costos era una medida tradicional, basada en la contabilidad de costos, por lo que en los costos de control de la calidad se incluían costos no relevantes como por ejemplo aquellos correspondientes a recursos fijos sin diferenciar si se trata o no de recursos ociosos. En estos enfoques, las mejoras en la calidad tenían un límite, el cual venía determinado por el punto en el que la curva de costos de control de calidad cortaba, en su sentido descendente, a la curva de costos de oportunidad en su sentido ascendente, tal como puede verse en la Figura 1.1.1-2.

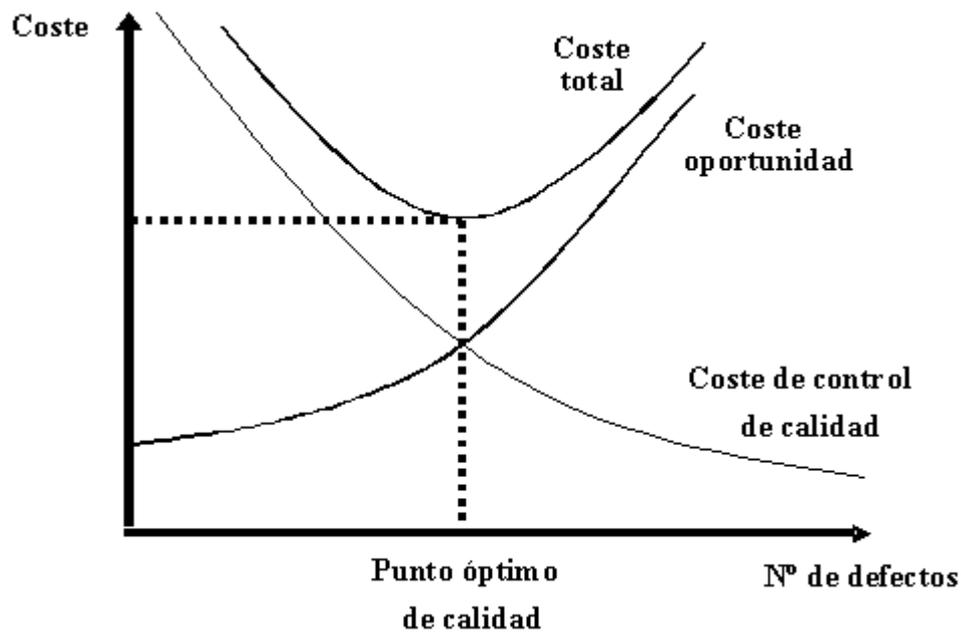


Figura 1.1.1-2 Curva de Costos

1.1.2 Aseguramiento de la Calidad

El aseguramiento de la calidad, se llevó a cabo mediante acciones cuya finalidad era mejorar los procesos productivos para que, de esta forma, se pudiese cumplir con los requerimientos de la calidad demandados por el mercado.

Para que el sistema productivo esté asegurado por terceros ha de documentarse mediante los correspondientes Manuales de Calidad, en los que se recogen los procedimientos y actividades en todas las fases de producción hasta llegar al producto final

1.1.3 Gestión de la Calidad Total

La Gestión de la calidad total (TQM) cubre una etapa en la que el objetivo principal es proporcionar productos y/o servicios que satisfagan plenamente al cliente, por lo que pasa a tener una importancia primordial la “percepción del valor del cliente” dejando de lado a la “percepción del valor del productor”.

En esta etapa surge la necesidad de implicar en la gestión de la calidad a toda la organización, siendo sus objetivos primordiales los siguientes:

- Satisfacción plena de las necesidades de los clientes.
- Conseguir hacer las cosas bien desde el principio (cero defectos).
- Eliminar las actividades que no añadan valor evitando todo tipo de despilfarros.
- Mejorar la capacidad de respuesta del sistema

Todos estos avances en los sistemas de control de calidad vieron limitada su capacidad de mejora, debido al bloqueo de determinadas técnicas de gestión y fundamentalmente al bloqueo derivado de medidas tradicionales, las cuales determinaban los costos de la no calidad utilizando criterios de valoración basados en el concepto de “costo histórico” sin hacer referencia al concepto de “relevancia”.

Surge así un nuevo enfoque, basado en las nuevas medidas y en el proceso de mejora continua que aporta la nueva Contabilidad de Gestión, basada en la Teoría de las Restricciones (TOC).

A continuación, se explica en detalle la Teoría de Restricciones y sus distintas aplicaciones. Luego, se analiza la problemática de una empresa a través de una de las aplicaciones que ofrece la teoría de restricciones. Esta aplicación es el llamado método DBR, Drum – Buffer – Rope, que como se verá en las siguientes secciones, se utiliza para analizar distintos tipos de procesos productivos por medio de la Teoría de Restricciones. Finalmente, a partir de los resultados que se obtienen, se intenta mostrar como se logra revertir la situación por la que estaba atravesando la empresa, luego de aplicar la herramienta ya mencionada.

2. TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC – THEORY OF CONSTRAINTS)

El TOC es una metodología sistémica de gestión y mejora de una empresa creada por el Dr. Eli Goldratt en 1979. Es una metodología sistémica dado que se basa en el pensamiento o paradigma sistémico el cual sostiene que el máximo rendimiento de un sistema no se consigue mediante el máximo rendimiento individual de cada uno de los recursos, sino que sólo unos pocos deberán funcionar al máximo para obtener todo lo esperable del sistema.

La clave de TOC es que la operación de cualquier sistema complejo consiste, en realidad, de una gran cadena de recursos interdependientes (máquinas, centros de trabajo, instalaciones) pero sólo unos pocos de ellos, los cuellos botella (llamados restricciones), condicionan la salida de toda la producción. Reconocer esta interdependencia y el papel clave de los cuellos de botella es el primer paso que se debe realizar para crear soluciones simples y comprensibles a los diferentes problemas que se presentan.

La teoría de restricciones se basa en las siguientes premisas:

- La meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero, en forma sostenida, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no obtiene ganancias en forma ilimitada, es porque algo se lo está impidiendo, sus restricciones. Toda empresa cuenta con restricciones que le impiden ganar más dinero.
- Hablar de restricciones, no es sinónimo de recursos escasos; es imposible contar con una cantidad infinita de recursos. Las restricciones, aquello que impide a una organización alcanzar su más alto desempeño en relación a su Meta, son políticas erróneas.
- La única vía real para mejorar el funcionamiento de una organización es identificar y eliminar sus restricciones.

Basándose en las premisas anteriores, TOC desarrolla un método científico para la administración de organizaciones que tengan el deseo de implementar

el proceso de mejora continua. Para ello, lo primero que se requiere es una clara definición de la meta de la organización, así como parámetros de medición que estén directamente relacionados con la meta para poder determinar los impactos sobre la misma.

Como se mencionó con anterioridad, la principal meta de toda organización con fines de lucro es aumentar sus beneficios. Es por este motivo que para mejorar la competitividad de una empresa a través de una mejora en la calidad, cualquier esfuerzo que se haga en este sentido ha de tener por finalidad aumentar sus beneficios. Para ello, es necesario comprender con toda claridad el impacto de cualquier decisión en los principales indicadores financieros del negocio. Dado que estos indicadores suelen ser el beneficio, la rentabilidad de la Inversión y la liquidez, las medidas operativas que se utilicen han de estar fuertemente correlacionadas con dichas medidas financieras.

2.1 INDICADORES DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

La Teoría de Restricciones (TOC) utiliza, al efecto, las siguientes medidas operativas:

- El Throughput(T): la velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas. Está expresado por la diferencia entre el ingreso por ventas y los costos variables. Estos costos variables son: la materia prima, las subcontrataciones, las comisiones pagadas a vendedores externos, los aranceles, e incluso, el transporte si no se es dueño del medio de transporte. La mano de obra directa cuando se retribuye por tiempo y no por unidad producida no se la considera costo variable.

$$\text{THROUGHPUT (T)} = \text{PRECIO DE VENTA} - \text{COSTO VARIABLE} \quad (1)$$

- Las Inversiones Operativas Netas (I): Todo el dinero invertido en el sistema para producir el Throughput.

En esta definición se incluyen todos los elementos que se intentan vender, es decir, tanto las inversiones en circulante como en fijo. Se incluye, por lo tanto,

la mercadería en curso y el producto terminado, pero fabricado por la propia empresa. Se valora por los costos variables.

- Gastos Operativos (GO): Todo el dinero que el sistema tiene que gastar para producir el throughput.

Con estos tres parámetros de medición podemos fácilmente calcular la meta de cualquier empresa con fines de lucro:

$$\text{UTILIDAD NETA} = T - \text{GO} \quad (2)$$

$$\text{RENDIMIENTO OPERATIVO DE LA INVERSION (ROI)} = (T - \text{GO}) / I \quad (3)$$

De las tres medidas expuestas, las Inversiones Operativas Netas y los Gastos Operativos tienen unas posibilidades limitadas de mejora, dado que no pueden reducirse por debajo de cero debido a que es necesario realizar inversiones e incurrir en gastos operativos para poder generar Throughput. Esta última medida es por consiguiente a la que se le debe prestar una atención especial, por cuanto constituye el elemento clave de todo proceso de mejora continua en la empresa.

Todo proceso de mejora continua debería llevarse a cabo a través de una secuencia de pasos que superados permitirán alcanzar los beneficios de la empresa. La repetición sucesiva de esta secuencia de pasos da lugar a una secuencia sucesiva de mejoras.

Cuando se evalúa una alternativa, la decisión debe tomarse teniendo en cuenta la relación entre las medidas anteriormente expuestas. Es decir, el beneficio (Utilidad Neta) y el rendimiento operativo de la inversión (ROI).

Cualquier plan de mejora de la calidad ha de tener por finalidad aumentar la utilidad actual y futura de la empresa.

Una de las formas de mejorar el beneficio de la empresa es a través de la mejora de la calidad, por lo que todas las acciones de mejora que se lleven a cabo en este sentido deben estar dirigidas a alcanzar el objetivo global.

Dado que el Throughput se define como el ritmo o velocidad al que la empresa genera dinero, todas las funciones de la empresa deberían describirse teniendo en cuenta el ritmo. Una vez determinado el ritmo, también hay que tener en cuenta la capacidad de los recursos. La incertidumbre es otro aspecto a tener muy en cuenta, dado que no solamente los recursos físicos sino también las funciones individuales que se llevan a cabo en la empresa están sujetas a las leyes que gobiernan la probabilidad y las fluctuaciones estadísticas.

2.2 TIPOS DE RESTRICCIONES

Con el objeto de obtener las soluciones que permitan gestionar a la empresa de forma sistémica y enfocar los esfuerzos de mejora de la calidad de la manera adecuada para acercarse lo más posible a la ya definida meta de toda organización, TOC propone un proceso a través del cual se puedan identificar las restricciones del sistema que le impide, a este último, la generación infinita de utilidades.

La Teoría General de los Sistemas sostiene que cualquiera que sea el sistema y su meta, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad sin importar cuán complejo o complicado éste sea. Estos elementos son las llamadas restricciones del sistema. Hay básicamente dos tipos de restricciones:

- Políticas: Reglas formales o informales erróneas, no alineadas o en conflicto con la meta del sistema, las cuales impiden obtener el máximo provecho de los escasos recursos de la empresa.
- Físicas: Escasez de materias primas, una máquina muy cargada, personal con una habilidad determinada, el Mercado, etc.

Sólo se puede determinar que existen restricciones físicas cuando ya han sido eliminadas las restricciones políticas.

2.2.1 Restricciones Políticas

Para poder identificar las restricciones políticas TOC desarrolla una metodología de tres pasos, basada en el Método de Pensamiento Científico, utilizado por todas las ciencias exactas para encontrar las causas profundas de los efectos que se observan en los diferentes sistemas.

Los tres pasos de esta metodología se basan en encontrar la respuesta a las tres preguntas que se encuentran a continuación (Figura 2.2.1-1):

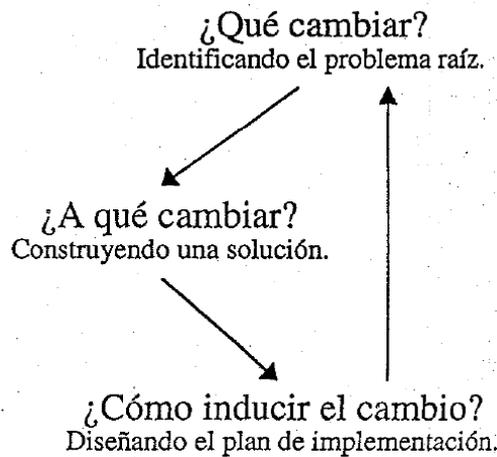


Figura 2.2.1-1 Metodología Restricciones Políticas

Para poder llevar a la práctica esta metodología enfrentando a los factores de cambio necesarios para la eliminación de las Restricciones Políticas se han revivido, modificado y desarrollado las siguientes cinco técnicas.

¿Qué Cambiar?

1- Árboles de realidad actual (Efecto – Causa –Efecto)

Para crear un proceso de mejora más efectivo se debe buscar aquellos elementos, que causan la mayoría de los efectos indeseables.

Figura 2.2.1-2 Árbol de Realidad Actual

¿A Qué Cambiar?

2- Evaporación de nubes

Para resolver el problema raíz, se debe definir claramente el objetivo deseado e identificar las dos condiciones necesarias: aquellos requisitos que son esenciales para lograr el objetivo y el conflicto que resulta de la confrontación de dos prerequisites.

Luego es necesario vencer la tendencia de buscar una negociación. Si hubiera una negociación aceptable, la organización la habría encontrado hace mucho tiempo.

Teniendo en mente que la mejor solución es la eliminación del problema raíz, se debe investigar sistemáticamente que cambios en la realidad eliminan al menos uno de los motivos del conflicto. Se debe “evaporar la nube”. (Figura 2.2.1-3)

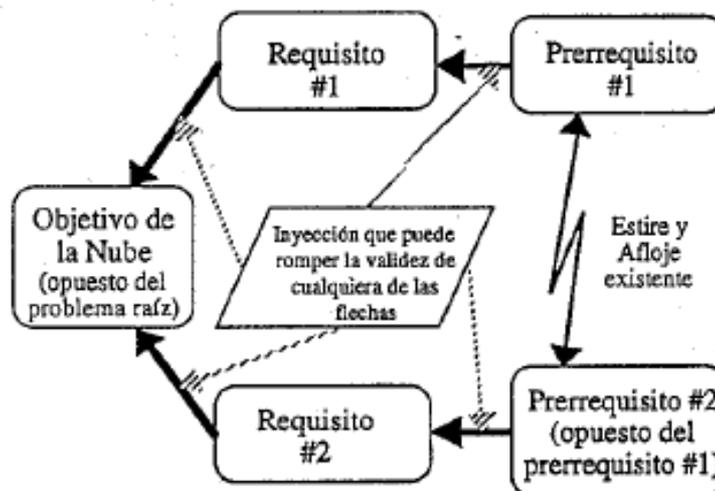


Figura 2.2.1-3 Evaporación de Nubes

3- Árbol de realidad futura

El encontrar una inyección, es el primer paso, sólo indica el punto de partida, pero por sí sola está muy lejos de solucionar los problemas.

La intención original es la eliminación de muchos efectos indeseables específicos. Si se quiere que los esfuerzos de mejora nos lleven a un entorno en donde los efectos deseables correspondientes existan, se debe revisar si la inyección original conduce a esta situación.

Entonces suponiendo que la inyección existe, y recurriendo a las relaciones causa efecto, se debe predecir los resultados lógicos, se debe construir el árbol de realidad futura.

Generalmente la inyección inicial resulta insuficiente, pero el proceso de construir el árbol de realidad futura permite encontrar los elementos faltantes para lograr el objetivo deseado (las inyecciones adicionales).

Recordando que en muchas ocasiones una idea brillante no es perfecta, que el medicamento puede ser más dañino que la enfermedad, se debe examinar cuidadosamente que la solución no provoque nuevos efectos indeseables devastadores. Estos esfuerzos adicionales completan la solución, el conjunto de cosas que deben ser inyectadas a la realidad. (Figura 2.2.1-4)

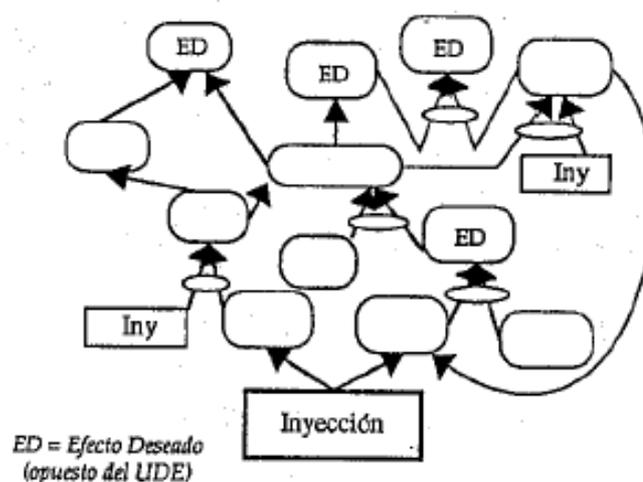


Figura 2.2.1-4 Árbol de Realidad Futura

¿Cómo Inducir el Cambio?

4- Árbol de Prerrequisitos

Una vez definido los objetivos claramente; es necesario implementar cada una de las inyecciones. El árbol de realidad futura muestra que una vez implementadas, se logra el resultado deseado. El conjunto de objetivos estratégicos.

La implementación de las inyecciones no es una tarea fácil. No hay que olvidar que una de estas inyecciones es un descubrimiento importante que se aleja de las formas de trabajo adicionales. Por esto, generalmente es necesario desglosar la implementación en pasos más pequeños. Para esto se usa el árbol de prerrequisitos. Empezando por los obstáculos que se esperan encontrar, se verbalizan los marcadores necesarios, los objetivos intermedios. Cada obstáculo nos ayuda a fijar un objetivo intermedio, un objetivo que será suficiente para sobreponerse al obstáculo correspondiente.

Para completar este paso, se necesita secuenciar los objetivos intermedios; cuál es primero, cuál se puede realizar de forma paralela, etc. Las conexiones surgen de la dependencia cronológica necesaria para vencer todos los obstáculos.

El poder del árbol de prerrequisitos proviene del hecho que no ignora los obstáculos, al contrario, toma ventaja de ellos como la principal herramienta de este paso. (Figura 2.2.1-5)

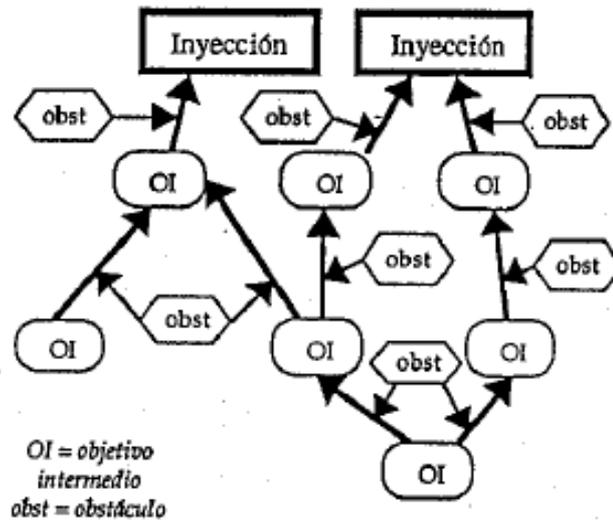


Figura 2.2.1-5 Árbol de Prerrequisitos

5- Árboles de Transición

Identificado el problema raíz que causa la mayoría de los efectos indeseables. Sabiendo donde se quiere estar; se determina las inyecciones que provocarán los resultados deseados.

También se fijan los marcadores intermedios en el camino, los objetivos intermedios secuenciados de forma lógica. Se planea todo muy bien, pero si no se toma una acción, la realidad no cambiará. Al determinar las acciones necesarias, se debe fijar la atención no en lo que se planea hacer, sino en lo que se quiere lograr. La “espina dorsal” del árbol de transición es la descripción detallada de los cambios que se visualizan en la realidad.

Las “costillas” son las acciones necesarias para provocar ese cambio gradual hasta lograr los objetivos.

Este método obliga a examinar cuidadosamente que acciones realmente son necesarias y si son suficientes o no para garantizar el logro de los objetivos. (Figura 2.2.1-6)

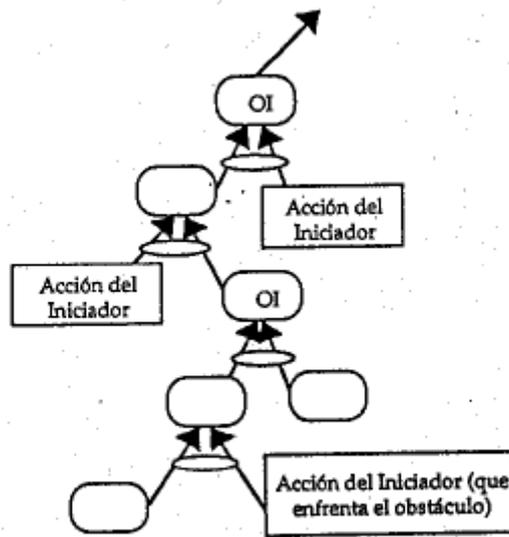


Figura 2.2.1-6 Árbol de Transición

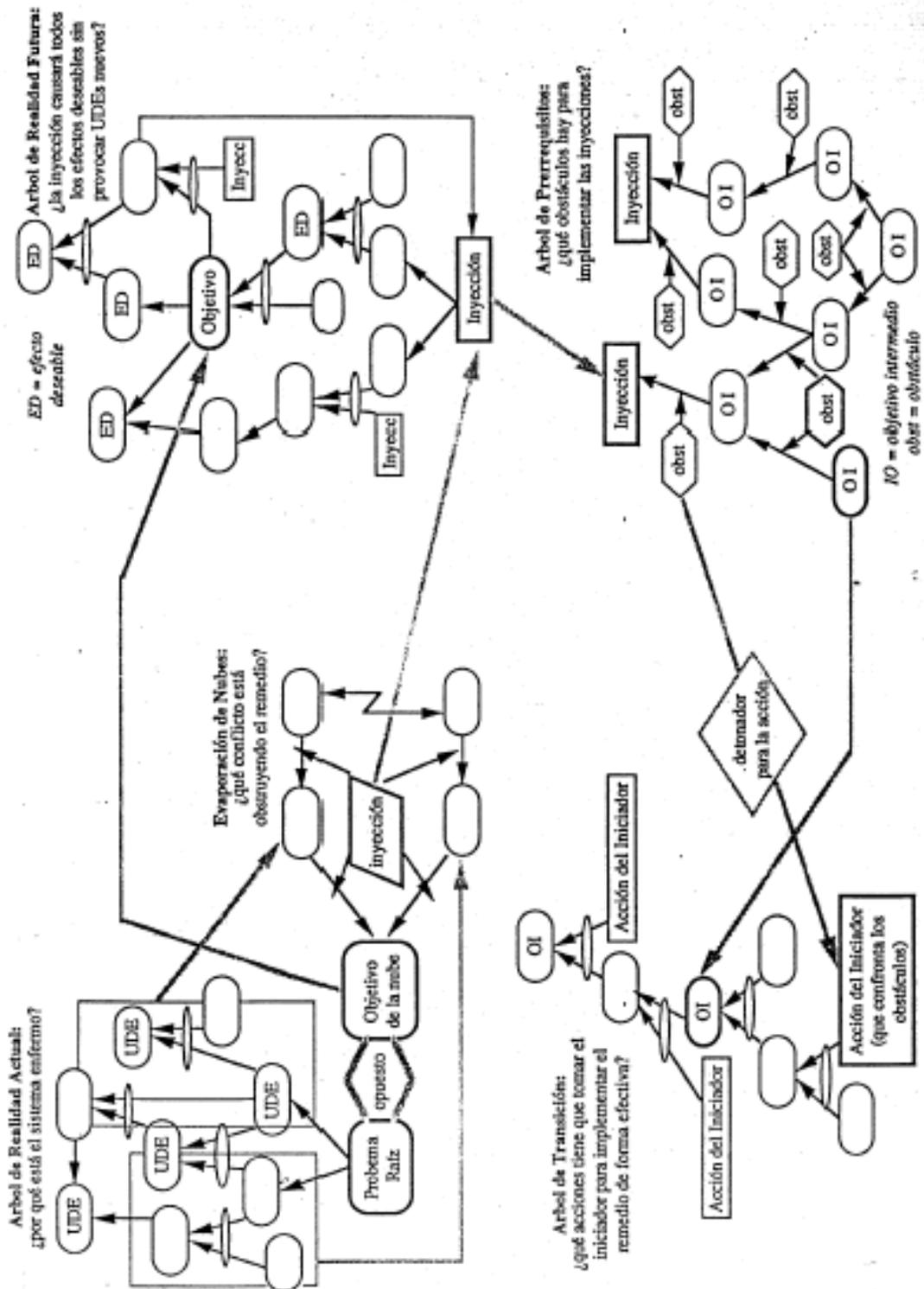


Figura 2.2.1-7 Resumen Cinco técnicas utilizadas

2.2.2 Restricciones físicas

Una empresa es una cadena de eventos o pasos de proceso. La existencia de esta cadena implica el hecho de que halla recursos dependientes (un paso no se puede realizar antes que su anterior) y por la existencia de fluctuaciones estadísticas, el flujo de producto a través de los recursos resulta afectado. Esta realidad puede presentarse en por lo menos tres escenarios: Materias Primas, Proceso y Mercado; en cada una de ellas la medición del Throughput se analiza de diferente forma.

Para obtener una mejora continua en el caso de las restricciones físicas, TOC ha desarrollado un proceso cíclico de cinco pasos simples denominado "Proceso de Focalización". La realización de este proceso garantiza el acercamiento enfocado a la meta de la organización.

El Proceso de Focalización consiste en el ciclo de cinco pasos que se presenta a continuación. (Figura 2.2.2-1)

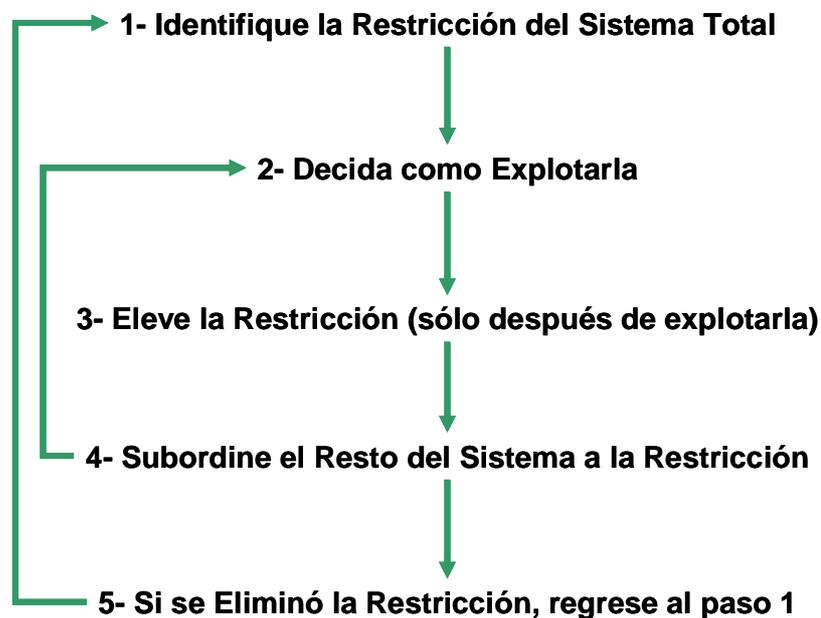


Figura 2.2.2-1 Proceso de Focalización

Paso 1: Identificar las restricciones de la empresa

Normalmente se entiende por “restricción” a los síntomas de no usar adecuadamente el sistema, en vez de comprender que cualquiera que sea el sistema y su meta siempre van a existir elementos que determinen su capacidad, sin importar cuan complejo o complicado éste sea.

Este paso resulta ser, en general, uno de los pasos más difíciles de todo el proceso dado que no es tarea sencilla identificar las restricciones que intuitivamente sabemos que existen.

Paso 2: Decidir cómo Explotar las restricciones

Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su meta. Es fundamental, entonces, decidir cuidadosamente cómo se las explotará para poder obtener lo máximo posible de ellas.

Dependiendo de cuáles sean las restricciones del sistema, existen numerosos métodos para obtener de ellas el máximo provecho.

Ejemplos sencillos de cómo explotar una restricción son los siguientes:

La restricción es una máquina: 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 la debería dotar de un programa óptimo donde cada minuto se aproveche para cumplir los compromisos con los clientes, etc.

La restricción está en el Mercado (No hay ventas suficientes): Asegurarse que todos los pedidos se despachan en el plazo comprometido con los clientes. No hay excusa ya que la empresa tiene más capacidad de producción que la demanda del Mercado. Muchas veces, al bajar la demanda se reduce la capacidad de producción (Despidos), esto lleva a que no se puedan cumplir los plazos comprometidos, lo que a su vez reduce aún más las ventas, lo que aumenta los despidos, etc.

La restricción es una materia prima (El abastecimiento es menor que las necesidades de la empresa): Minimizar el scrap y las pérdidas por mala calidad, no fabricar cantidades mayores a las que se van a vender en el corto plazo, etc.

Paso 3: Elevar las restricciones de la empresa.

Para seguir mejorando es necesario elevar o aumentar la capacidad de las restricciones.

Ejemplos de Elevar las restricciones del sistema son:

- La compra de una nueva máquina similar a la restricción.
- La contratación de más personas con las habilidades adecuadas.
- La incorporación de un nuevo proveedor de los materiales que actualmente son restricción.
- La construcción de una nueva fábrica para satisfacer una demanda en crecimiento.

En general la tendencia es realizar este paso sin haber completado los pasos 2 y 3. Procediendo de ese modo se aumenta la capacidad del sistema sin haber obtenido aún el máximo provecho del mismo según como estaba definido originalmente.

Dado que, normalmente, el Paso 3 implica acciones que exigen mucho esfuerzo, tiempo y dinero, se recomienda no llevarlo a cabo hasta estar seguros de que se hayan implementado con éxito los pasos anteriores. Esta forma de proceder ayuda, además, a generar más recursos propios para afrontar las inversiones necesarias.

Paso 4: Subordinar todo lo demás a la decisión anterior.

Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema.

Como la empresa es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo, no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en el Paso 2.

Es esencial, entonces, tener en cuenta las interdependencias que existen si se quiere realizar con éxito la subordinación. Pueden ser de gran ayuda en este paso la Nube de Conflicto y el Árbol de Realidad Futura

Subordinar todo lo demás al ritmo que marcan las restricciones, obligar a la mayoría de los recursos a trabajar menos de lo que podrían es precisamente lo más complicado de realizar en este paso dado que se opone completamente a nuestro pensamiento tradicional.

Paso 5: Volver al Paso 1

En cuanto se ha elevado una restricción se debe analizar si ésta sigue siendo una restricción para el sistema o si ahora existen otros recursos con menor capacidad. Se debe, entonces, volver al Paso 1, comenzando nuevamente el Proceso.

2.3 APLICACIONES DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

La Teoría de restricciones (TOC), ha desarrollado tres aplicaciones genéricas fundamentales:

2.3.1 Sistemas de Distribución TOC

El objetivo de un Sistema de Distribución es asegurar las ventas con el mínimo stocks en el sistema. La limitación es la inversión en stocks. La aplicación TOC

a Distribución se basa en la reposición del material consumido en cada punto de distribución/ venta desde el anterior punto de distribución. Cada punto de distribución/ venta ha de tener un stocks dimensionado en función del consumo previsible durante el tiempo de suministro desde el punto de distribución anterior. La “gestión de buffer” es adaptada para el control de los stocks en los diferentes puntos de distribución/ venta.

La diferencia de la aplicación TOC a Distribución estriba en la estrategia de contención “aguas arriba” de los materiales demandados en diversos puntos de distribución/ venta; frente a la estrategia “Push” para proteger cada punto de consumo con sus propios stocks en función de sus previsiones locales. Cada stock TOC protege a todos los puntos de consumo “aguas abajo” en función de previsiones globales.

2.3.2 Gestión de Proyectos TOC

El objetivo de la Gestión de Proyectos es la conclusión de los proyectos dentro del plazo, presupuesto y alcance. En la Gestión de Proyectos interactúan dos limitaciones: tiempo y recursos. TOC maneja ambas limitaciones a través del concepto de “Cadena Crítica”, subordinando los proyectos a ella mediante una estrategia de buffers concentrados en puntos selectivos.

La diferencia de la Gestión de Proyectos TOC estriba en el tratamiento de los recursos por los que compiten diferentes actividades del proyecto. Por otra parte, TOC tiene bien en cuenta el hecho casi general de que la intensidad del esfuerzo dedicado a una actividad se concentra en el tiempo inmediatamente anterior al hito de terminación de la misma.

2.3.3 Método Drum – Buffer – Rope (DBR)

El método llamado DBR, Drum-Buffer-Rope, (Tambor - Inventario de Protección - Soga) es una metodología de planeamiento, programación y ejecución que aparece como resultado de aplicar TOC a la programación de una fabrica.

DBR aplica perfectamente la mecánica de programación de TOC y la hace fácil de entender e implementar en la planta. Esta simplicidad es lo que hace tan poderoso al DBR.

El Drum (tambor) se refiere a los cuellos de botella (recursos con capacidad restringida) que marcan el paso de toda la fábrica, como el ritmo de un tambor en un desfile.

El Buffer es un amortiguador de impactos basado en el tiempo, que protege al throughput (ingreso de dinero a través de las ventas) de las interrupciones que se pueden presentar en el día a día y asegura que el Drum (tambor) nunca se quede sin material.

En lugar de los tradicionales Inventarios de Seguridad "basados en cantidades de material" los Buffer recomendados por TOC están "basados en tiempo de proceso". Es decir, en lugar de tener una cantidad adicional de material, se hace llegar el material a los puntos críticos con una cierta anticipación.

En lugar de situar Buffers de inventario en cada operación, lo cual aumenta innecesariamente los tiempos de fabricación, las compañías que implementan TOC sitúan Buffers de tiempo solo en ubicaciones estratégicas que se relacionan con restricciones específicas dentro del sistema.

El tiempo de preparación y ejecución necesario para todas las operaciones anteriores al Drum, más el tiempo del Buffer, es llamado "Rope-length" (longitud de la soga).

La liberación de materias primas y materiales a la planta, está entonces "atada" a la programación del Drum. Ningún material puede entregarse a la planta antes de lo que la "longitud de la soga" permite, de este modo cada producto es "tirado por la soga" a través de la planta. Esto sincroniza todas las operaciones al ritmo del Drum, lográndose un flujo de materiales rápido y uniforme a través de la compleja red de procesos de una fábrica.

El método de programación DBR (Drum-Buffer-Rope) puede llevar a beneficios substanciales en la cadena de suministros asegurando que la planta esté funcionando a la máxima velocidad con el mínimo de inventarios y alcanzando a satisfacer demandas inesperadamente altas. (Figura 2.3.3-1)

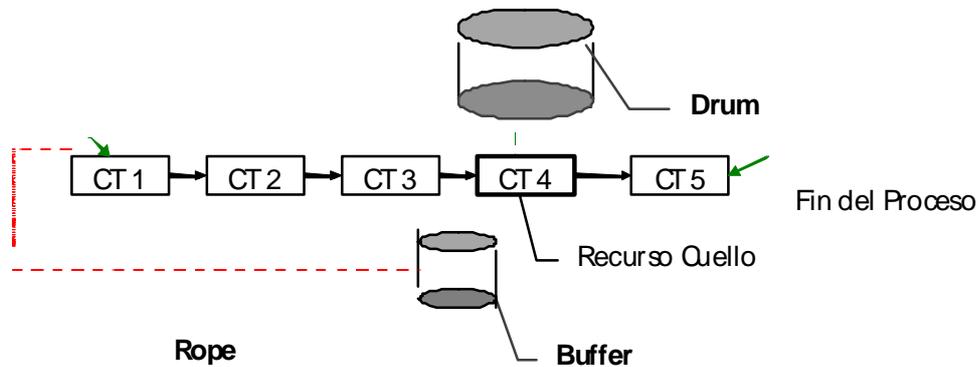


Figura 2.3.3-1 Drum – Buffer – Rope

Al igual que el TOC el DBR también utiliza el proceso de focalización para llevar a cabo su implementación.

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).
- Las necesidades de fabricación para reponer los stocks de producto terminado consumidos.
- 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.

- 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 capacidad del mismo durante el horizonte de planificación. Se denomina utilización del recurso al cociente entre el tiempo necesario para satisfacer la demanda y su capacidad.

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 estamos considerando (horizonte).

Aquellos recursos cuya utilización sea mayor al 100%, son los llamados cuellos de botella (las restricciones del sistema). 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.).

Quizás sea necesario analizar la coordinación entre Ventas y Producción.

Aquellos recursos cuya utilización sea menor al 100%, pero mayor al 80% (este valor depende de cada caso en particular), son recursos con limitación de capacidad (RLC). Esto significa que la demanda que se ejerce sobre ellos es menor que su capacidad, pero que podemos transformarlos en cuellos de botella si no los administramos cuidadosamente.

Aquellos recursos cuya utilización sea menor que 80% (nuevamente, este valor depende de cada caso en particular), se consideran no restricciones para el sistema.

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 de gestión, no a restricciones físicas.

Una vez identificadas las restricciones físicas se deben explotar dichas restricciones con el fin de responder a las preguntas siguientes:

- ¿Qué compromisos conviene tomar?
- ¿Cómo se debe actuar para cumplir con los compromisos contraídos?

Suponiendo que se han adquirido los compromisos correctamente, se desea dar respuesta a la segunda pregunta. Esta última se reformulará de la siguiente manera:

- ¿Cómo se deben explotar las restricciones para asegurarse de cumplir con los compromisos contraídos?
- Las acciones más usuales para explotar restricciones de Capacidad son:
- Definir los tamaños de los lotes de producción mínimos de manera de no convertir las restricciones en cuellos de botella.
- Descargar órdenes de fabricación hacia recursos que no son restricción.
- Asegurar que las restricciones procesen piezas que no tengan defectos previos.
- Asignar a los recursos que son restricción el personal más capacitado para esos puestos.
- Definir secuencias que permitan minimizar la pérdida de tiempo en las restricciones (útiles cuando los tiempos de preparación dependen de la

secuencia, cuando tenemos restricciones que alimentan a otras restricciones, etc.)

- Evitar que las restricciones pierdan tiempo por cuestiones sindicales (Almuerzos, descansos, etc.)

Las acciones más usuales para explotar restricciones de Materiales son:

- Reducir la cantidad de preparaciones de máquina en caso de que provoquen pérdida de un material restricción.
- Extremar los cuidados para no provocar defectos que inutilicen el material.
- Para el caso de las restricciones de Mercado, no hay excusa para no cumplir con los compromisos contraídos con los clientes.
- Si el cumplimiento no es 100% es porque existen restricciones de material o de capacidad y se debe actuar en consecuencia.

Los programas de las restricciones constituyen los Drums (Tambores) que marcarán el ritmo al cual funcionará la fábrica. Es importante destacar que los Drums son los programas de las restricciones y no las restricciones mismas. Es decir, para explotar correctamente las restricciones no es suficiente con que tengan material para procesar, es fundamental que cumplan con el programa establecido. La falta de cumplimiento del programa debe ser tratada como una situación gravísima, aunque las restricciones no hayan tenido que ser detenidas, lo cual sería peor aún.

Cuando se define como se deben explotar las restricciones detectadas se debe subordinar en el contexto de operaciones. Por lo tanto, se debe asegurar que las restricciones no se vean obligadas a incumplir sus programas por razones ajenas a ellas mismas.

Las acciones principales para lograr este objetivo son:

- Establecer Buffers (Amortiguadores) de tiempo que permitan absorber las fluctuaciones aleatorias de las operaciones anteriores a la restricción.

Existen básicamente tres tipos de buffers de tiempo:

- *Interno*: Su objetivo es proteger al programa de una restricción de capacidad.
- *Despacho*: Su objetivo es proteger al programa de entregas a los clientes.
- *Ensamblaje*: Su objetivo es asegurar que las piezas ya procesadas por una restricción no sufran retrasos por piezas que no pasan por ninguna restricción y deben ser ensambladas con ellas.

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.

Establecer Ropes (Cuerdas) de tiempo que permitan sincronizar el flujo de materiales en toda la fábrica.

Al igual que en el caso de los buffers, existen básicamente tres tipos de ropes:

- *Interna*: Su objetivo es sincronizar el lanzamiento de las materias primas a ser procesadas por las restricciones de capacidad con sus respectivos drums.
- *Despacho*: Su objetivo es sincronizar los programas de las restricciones de capacidad con los programas de despacho de productos terminados.

- Ensamblaje: Su objetivo es sincronizar con los drums el lanzamiento de las materias primas que no serán procesadas por ninguna restricción de capacidad.

El tamaño de una rope depende del tamaño del buffer correspondiente y de los tiempos de procesamiento y preparación de la ruta hasta la restricción.

Priorizar las tareas de mantenimiento preventivo en las restricciones y en aquellos recursos con menor capacidad de protección.

Instruir a todos los recursos para que funcionen según las siguientes reglas:

Si un recurso no posee ningún trabajo para realizar, que ese recurso siga en inactividad.

Si este recurso tiene un trabajo determinado que realizar, que lo realice lo más rápido posible.

Si tiene más de un trabajo que realizar, que los haga siguiendo el orden de llegada, salvo que el mecanismo de control de las operaciones indique otra cosa.

Habiendo cumplido correctamente con la Identificación, explotación y subordinación de la restricción, ya estamos obteniendo el máximo del sistema en su condición actual.

Por último, lo que queda por realizar es Elevar las restricciones de manera tal que permita aumentar la capacidad de las mismas. Para ello se pueden analizar las siguientes posibilidades:

- 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.

En esta etapa, Elevar implica realizar acciones que exigen esfuerzo, tiempo y dinero, por este motivo es que se debe estar seguro de haber implementado con éxito los pasos anteriores.

La implementación del DBR tiene varias ventajas, entre ellas:

- Se reduce significativamente el tiempo de programación de las operaciones sin perder el control.
- Se minimiza la probabilidad de reprogramaciones porque se minimiza la transmisión de las fluctuaciones aleatorias.

3. CASO PRÁCTICO

3.1 DBR APLICADO A UN PROCESO DE FABRICACIÓN DE MANÓMETROS PARA GNC

A continuación se desea mostrar, mediante un caso real, como al aplicar el método DBR a un proceso productivo se puede aumentar el throughput, incrementar las utilidades de una organización y obtener un mejor rendimiento de la inversión.

Para tal fin se escoge el proceso utilizado para la fabricación de manómetros de GNC de la empresa Nuova Fima do Brasil Ltda (en el anexo de este documento se encuentra información adicional de la empresa).

Los datos utilizados para la realización de este caso práctico fueron relevados con anterioridad cuando se estudió la viabilidad técnica, económica y comercial futura de este negocio.

3.1.1 Situación Actual de la Empresa

La empresa Nuova Fima do Brasil, es una empresa de tipo familiar que, en la actualidad, se encuentra atravesando una situación bastante delicada.

A pesar del esfuerzo que realizan, obtienen utilidades negativas sin siquiera poder satisfacer la demanda mensual de sus clientes. La empresa puede perder a sus clientes por la falta de cumplimiento de la demanda perjudicando su imagen en el mercado, como así también corre el riesgo de tener que presentar la quiebra al no poder cubrir sus costos.

3.1.2 Descripción del Producto

El producto que elabora Nuova Fima do Brasil es el manómetro MM1-04034/GNV. Éste último es un manómetro para circuitos de G.N.C. vehicular, de tipo bourdon, con caja de hierro pintado, válvula de seguridad, niple,

mecanismo de latón y escala concéntrica sobre cuadrante de metal, escalas 0-400 bar. (Figura 3.1.2-1)

El precio actual de venta de este producto en el mercado es de \$7,5 la unidad.



Figura 3.1.2-1 Manómetro MM1-04034/GNV

3.1.3 Proceso Productivo

A continuación se listan las operaciones necesarias para la elaboración de los manómetros GNV de la firma Nuova Fima y el correspondiente diagrama de flujo, (Figura 3.1.3-1).

Transporte a soldadura

Transporte al sector de soldadura de los bourdones con niples de conexión y terminal correspondientes, provenientes del almacén de componentes en partidas de 500 unidades. El transporte se realiza en cajas de 50x70 pudiendo apilar 4 cajas por viaje.

Soldadura

Soldado del bourdon, niple de conexión y terminal. Existen distintas alternativas de soldadoras para esta operación.

Transporte a lavado

Transporte de piezas soldadas hacia el sector de lavado mediante bandejas con capacidad para 100 subconjuntos sin posibilidad de apilar.

Lavado

El lavado se realiza dentro de bateas con agua con capacidad para 4 bandejas (100 subconjuntos/bandeja).

Transporte a secado

Transporte de subconjuntos al sector de secado mediante las bandejas anteriormente descritas.

Secado

El secado se realiza por medio de un horno con capacidad para 1000 unidades.

Transporte a primer montaje

Transporte de los subconjuntos a I sector de primer montaje mediante las bandejas.

Primer montaje

Se ensambla el subconjunto con el mecanismo de relojería, el cuadrante, el conjunto aguja-buje, el tornillo obturador y la biela del sector.

Transporte a calibración

Transporte de los subconjuntos a sector de calibración en bandejas.

Calibración

En esta etapa es donde se utiliza una bomba hidráulica para realizar la calibración de los manómetros. También es el momento en el cual se verifica la calidad de la soldadura. Pueden existir piezas con exceso o defecto de material de soldadura, tapados o pinchados respectivamente. En cualquiera de estos dos casos se debe reprocesar al subconjunto a partir de la operación de soldadura.

Transporte a segundo montaje

Transporte de los subconjuntos a sector de segundo montaje en bandejas.

Segundo montaje

En esta operación se obtiene el producto terminado. En ella se ensambla al subconjunto el visor y la caja.

Embalaje

El producto se embala en cajas rectangulares de cartón que contienen 50 unidades. Cada caja en su interior está dividida en 25 compartimentos en los cuales se colocan 2 unidades (hueveras). Las dimensiones de las cajas son de 40 x 40 x 6 cm. En cada caja se coloca una etiqueta (estampilla GNC).

Transporte a almacén

Se transportan el producto terminado al sector de almacén mediante las cajas (50 u.) que permiten ser apiladas hasta 4 unidades.

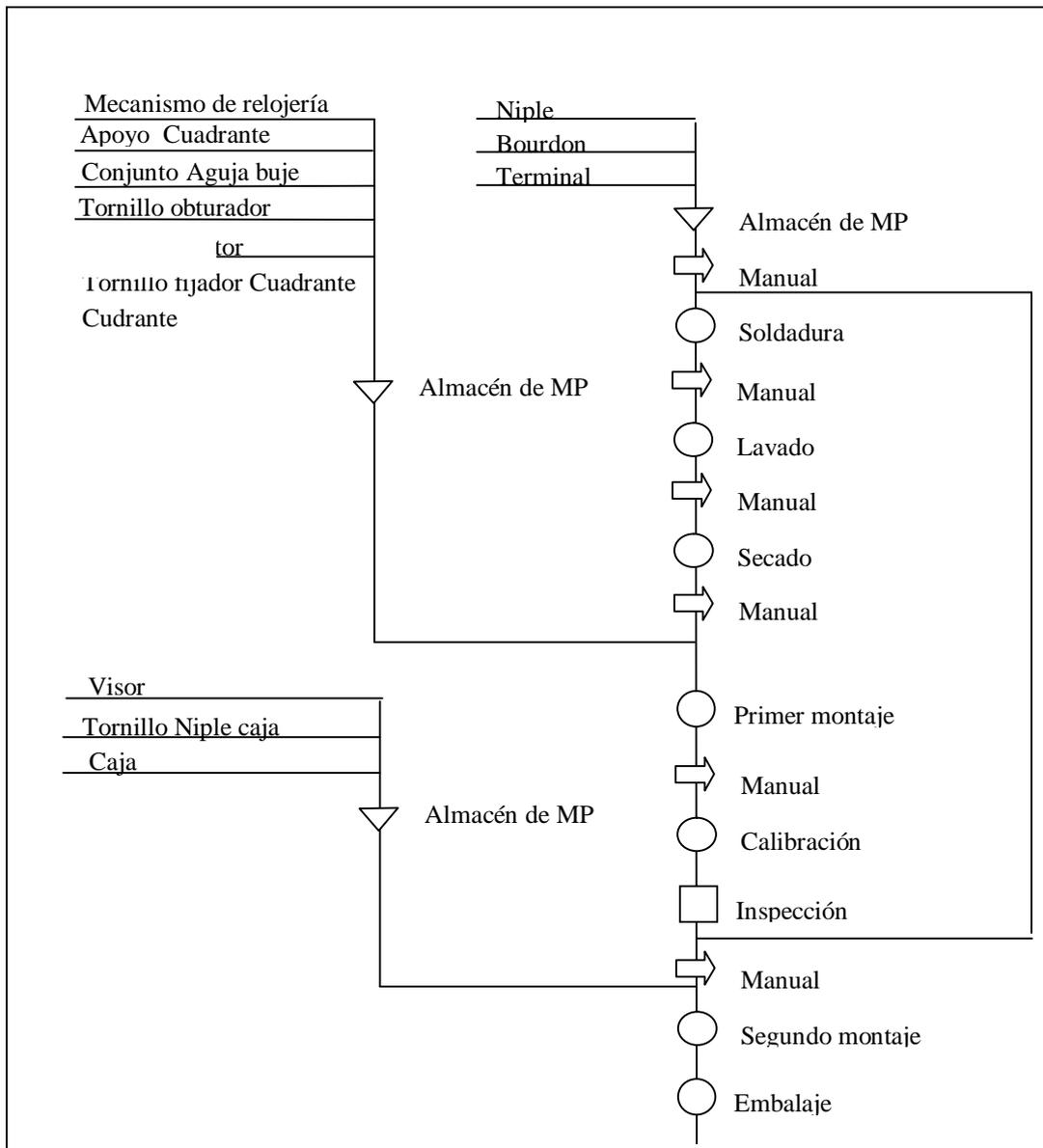


Figura 3.1.3-1 Diagrama de Flujo del Proceso

3.1.4 Descripción de la tecnología utilizada

El proceso productivo para la elaboración de manómetros para GNC de la empresa Nuova Fima do Brasil Ltda. cuenta con dos máquinas distintas, las cuales se describen a continuación.

Soldadora automática (Máquina Transfer)

Para la operación de soldadura se utiliza una soldadora automática de tipo Transfer para soldadura de conjuntos niple bourdón.

La máquina tiene una forma circular y cuenta con seis estaciones en donde se deben colocar los niples. Estos se encuentran sujetos mediante unos elementos de fijación que posee la máquina.

Una vez que la máquina es puesta en marcha, comienza a girar hasta que una de las estaciones que contiene uno de los seis niples llega hasta la boca de los sopletes. El tubo bourdon es acercado al niple mediante un brazo mecánico y los sopletes son los encargados de realizar la soldadura utilizando el material correspondiente para esta función. Dicho material consta de un alambre de 1.4 a 1.6 mm. de diámetro de una aleación que contiene 97% de estaño y 3% de cobre y un fundente cuya denominación es B1.

Para la refrigeración, la máquina dispone de dos salidas de agua: una permanente que se debe orientar hacia el tubo bourdon y la otra intermitente que debe estar orientada hacia el niple.

Todas las operaciones efectuadas por la máquina están controladas por el PLC que se encuentra instalado en el interior del tablero.

Bomba Hidráulica

Para realizar la operación de calibración de los manómetros, se utiliza una bomba hidráulica y un computador.

Dicha bomba cuenta con un pico en donde se coloca el manómetro para su calibración. Una vez colocado el manómetro en la bomba se debe determinar una presión deseada en el computador. El agua llega al manómetro con esa presión ya determinada y es en ese momento en el que se calibra el manómetro.

Por último la presión es disminuida para poder extraer el manómetro del pico y así continuar con el proceso.

3.1.5 Capacidad teórica de los recursos

En la Figura 3.1.5-1, que se muestra a continuación, se muestran las capacidades teóricas de los recursos utilizados en el proceso de fabricación de los manómetros.

RECURSO	CAPACIDAD (unidades/minu
Soldadora [R1]	17
Lavado [R2]	400
Horno [R3]	17
Primer Montaje [R4]	9
Bomba Hidráulica [R5]	8
Segundo Montaje y Embalaje [R6]	9

Figura 3.1.5-1 Capacidad teórica de los recursos

3.1.6 Proyección de la demanda

A continuación se detalla la demanda estimada para el año 2008.

La demanda total estimada para el año 2008 es de 776.832 unidades y dado que este producto no presenta estacionalidad se observa una demanda uniforme durante todo el año. (Figura 3.1.6-1)

MES	DEMANDA ESTIMADA [UNIDADES]
ENERO	64.736
FEBRERO	64.736
MARZO	64.736
ABRIL	64.736
MAYO	64.736
JUNIO	64.736
JULIO	64.736
AGOSTO	64.736
SEPTIEMBRE	64.736
OCTUBRE	64.736
NOVIEMBRE	64.736
DICIEMBRE	64.736
TOTAL	776.832

Figura 3.1.6-1 Plan de Ventas

3.1.7 Costo Variable del producto

Este costo variable, en el caso de Nuova Fima, es igual al monto en el que se debe incurrir por la compra de la materia prima para fabricar los manómetros y la aparte variable de los gastos generales de fabricación. Esto se debe a que la empresa no realiza ningún tipo de subcontratación, no paga comisiones a vendedores externos y la mano de obra se retribuye por tiempo y no por unidad producida. Es decir, sólo el costo de la materia prima y la parte variable de los gastos generales de fabricación varían en función de las piezas producidas. (Figura 3.1.7-1)

MAQUINA	VALOR [PESOS]
Materia Prima	6,64
GGFV	0,11
TOTAL	6,75

Figura 3.1.7-1 Costos Variables

3.1.8 Gastos Operativos (GO)

Los gastos operativos en los cuales la empresa debe incurrir se detallan en el cuadro siguiente (Figura 3.1.8-1):

RUBRO	MONTO [PESOS]	
	Fijos	Variables
GGF	9.636	-
Adm	4.550	0,00414
Comercial	1.418	0,00085
Finanzas	2.739	0,04266
MOD	22.583	-
TOTAL	40.927	-

Figura 3.1.8-1 Gastos Operativos

3.1.9 Inversiones Operativas Netas (I)

Las inversiones operativas netas es la suma de las inversiones realizadas en maquinaria y la inversión que resulta de mantener stock de productos semielaborados a lo largo de toda la cadena de producción.

La inversión que la empresa tiene hecha en maquinaria se muestra a continuación en el siguiente cuadro. Cabe mencionar, que todas las máquinas con las que la empresa cuenta poseen más de diez años de antigüedad por lo cual ya se encuentran amortizadas en su totalidad. Es decir, están valuadas al valor residual obtenido del mercado. (Figura 3.1.9-1)

MAQUINA	VALOR [PESOS]
Soldadora	10.000
Horno	3.000
Bomba	5.000
TOTAL	18.000

Figura 3.1.9-1 Inversión en Maquinaria

Con respecto a la inversión que se obtiene por los productos semielaborados en proceso, ésta varía en función de cómo decida trabajar la empresa. En los siguientes apartados, se calcula la misma para diferentes escenarios propuestos.

3.2 SIMULACIÓN EN POWERSIM

Powersim es un programa de simulación que permite construir modelos de sistemas complejos con el fin de analizar su comportamiento en distintos escenarios.

El paradigma tradicional que separa todo en piezas y estudia sólo las piezas por separado, no es la mejor aproximación en todas las situaciones. A menudo las interacciones y las conexiones entre los elementos del sistema son muy importantes.

El proceso productivo para la fabricación de manómetros de GNC, es uno de los sistemas a los que se los conoce como sistemas de configuración "A". Una de las cualidades de estos sistemas es que poseen muchos puntos de entrada y pocos puntos de salida, dado que se necesita una gran cantidad de componentes, generalmente comprados, para obtener como producto terminado un único producto.

La característica principal de esta configuración es la existencia de muchos puntos de ensamblaje, donde se necesitan varios componentes o submontajes para realizar las operaciones correspondientes.

Un problema típico en estas configuraciones es la falta de sincronización que conduce a grandes pérdidas de tiempo afectando negativamente al Troughput (T) y al monto de los Gastos de Operación (GO) e Inversión (I).

Por este motivo, se elige esta herramienta de simulación para modelar la producción de manómetros de GNC de la empresa Nuova Fima. Con ella, se puede analizar el proceso bajo estudio de manera sistémica, viéndolo como un todo y evitando caer en el pensamiento cartesiano que analiza los recursos por

separado basándose, erróneamente, en que el máximo rendimiento del sistema se obtiene con cada uno de los recursos que lo componen trabajando al máximo de su capacidad.

A continuación se presenta un diagrama en el cual se encuentra una simplificación del modelo realizado en Powersim que simula el proceso productivo de los manómetros para GNC (Figura 3.2.1-1).

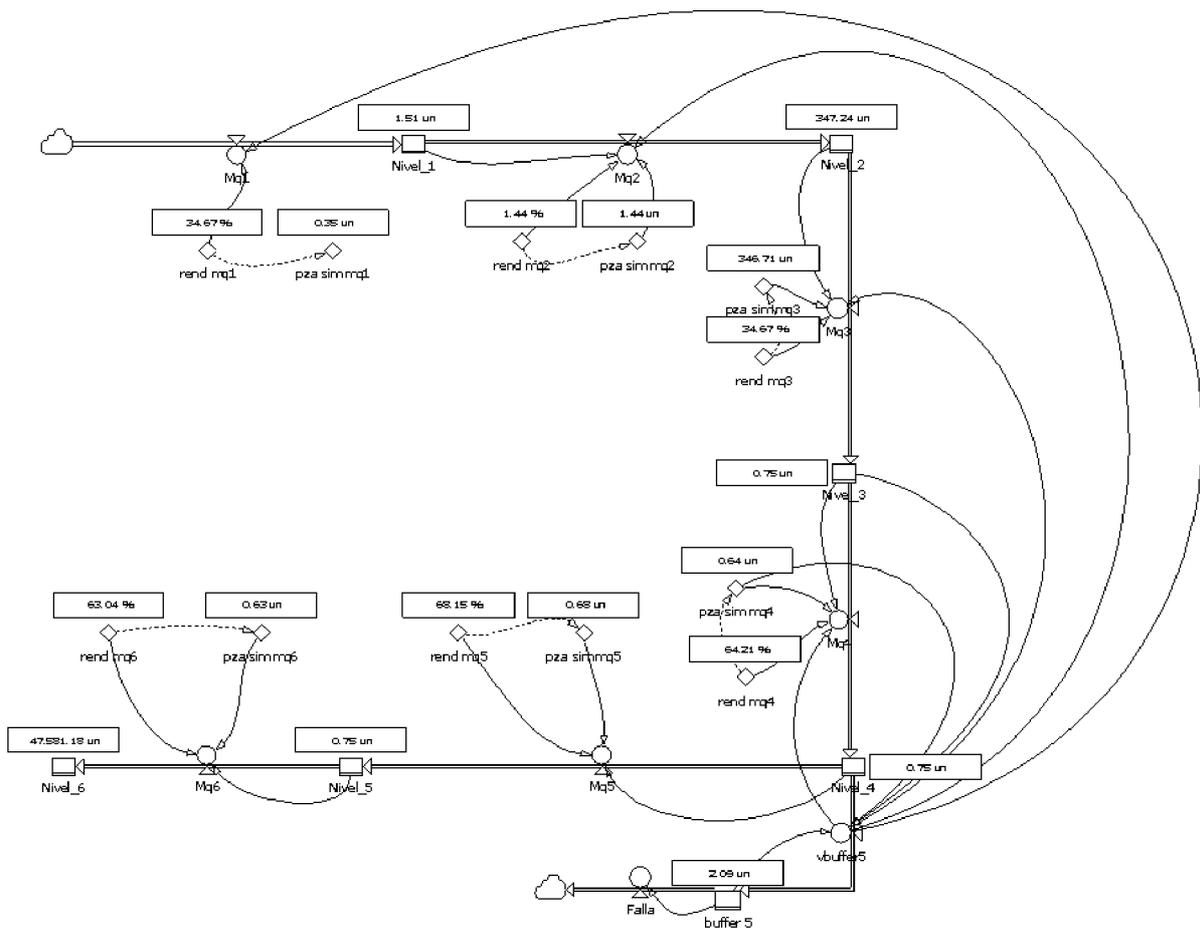


Figura 3.2.1-1 Modelo del proceso de fabricación de manómetros para GNC

3.2.2 PASO 1: Identificación de las restricciones físicas del sistema

A continuación se encuentra el diagrama de flujo de materiales para el proceso productivo utilizado en la fabricación de manómetros de GNC. Dicho diagrama

ofrece una visión global a través de la cual se puede comprender las distintas relaciones entre los recursos utilizados en este proceso.

Los materiales están identificados según la siguiente nomenclatura:

- MP1: conjunto bourdon - terminal
- MP2: niple
- MP3: estaño
- MP4: líquido fundente
- MP5: conjunto mecanismo HB
- MP6: tornillo fij. cuadrante
- MP7: tornillo obturador
- MP8: conjunto aguja buje
- MP9: válvula de seguridad
- MP10: muñón
- MP11:apoya de cuadrante
- MP12: cuadrante
- MP13: tornillo niple caja

- MP14: visor
- MP15: caja
- MP16: etiqueta
- MP17: interior estuche
- MP18: estuche

Mientras que los recursos que procesan dichos materiales se los identifican según lo siguiente:

- R1: Soldadura
- R2: Lavado
- R3: Secado
- R4: Primer Montaje
- R5: Calibración
- R6: Segundo Montaje y embalaje

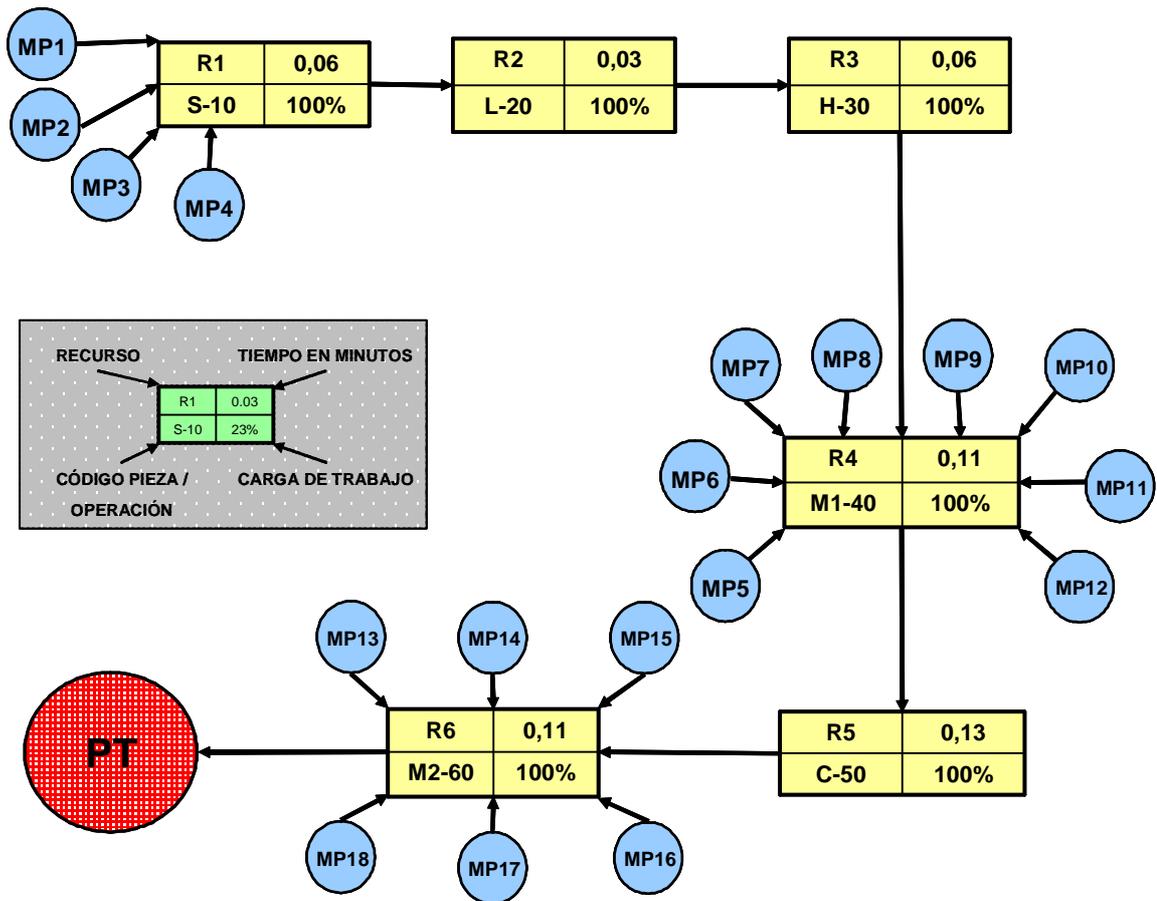


Figura 3.2.2-1 Diagrama de Flujo de Materiales – Paso 1

Dado que esta empresa presenta rasgos culturales propios de las empresas pymes de tipo familiar, las decisiones son tomadas bajo un evidente componente “intuitivo” basado en las “percepciones” y no en análisis concretos.

Por lo anteriormente expuesto, es que en el diagrama de flujo (Figura 3.2.2-2) se observa que todos los recursos que intervienen en la cadena productiva se encuentran operando con su carga de trabajo al 100%. Es decir, con el fin de poder llegar a producir la cantidad de piezas requeridas por el mercado y revertir la situación por la que está atravesando, la decisión de la empresa es poner a trabajar a todos sus recursos al máximo. Esta decisión es consecuencia de lo que se denomina “Pensamiento Cartesiano”. Este último, sostiene que el máximo rendimiento del sistema se obtiene cuando todos los recursos funcionan al máximo.

Por el contrario, la Teoría de restricciones (TOC), propone analizar el proceso productivo desde un punto de vista sistémico enfocando los esfuerzos de mejora en los recursos más débiles de la cadena productiva.

Para analizar el proceso productivo de Nuova Fima, desde un punto de vista sistémico, se comienza por estudiar las relaciones de los distintos recursos que intervienen en él. De esta forma, se detectan aquellos recursos a los cuales se les debe prestar especial atención ya que pueden originar, debido a un problema de calidad o de cualquier otro tipo, un importante detrimento sobre la producción. Para ello, se debe tener en cuenta los siguientes dos interrogantes:

¿Cuál es el impacto de un fallo o problema de calidad en el Throughput, cuando dicho fallo se produce en la restricción primaria del sistema?

¿Cuál es el impacto de un fallo o problema de calidad en el Throughput, cuando dicho fallo se produce en un recurso no limitado pero con escasa capacidad de protección (un recurso de limitación secundaria)?

Las respuestas a estos interrogantes permiten obtener los siguientes recursos a los cuales es necesario cuidar de manera especial:

Los recursos que se encuentran ubicados desde la restricción hasta el recurso que realiza la operación final de la cadena productiva.

Aquellos recursos cuyas características son esenciales para la restricción.

Aquellos recursos que crean “huecos” en el buffer debido a rechazos o fallos.

Para el caso de Nuova Fima, las respuestas a estos interrogantes llevan a la identificación de los siguientes recursos:

Recurso R5: Calibración

Dado que la empresa trabaja con una carga de trabajo del 100% en todos sus recursos, hablar de restricción primaria es lo mismo que hablar de recurso más lento (el recurso que más tarda en procesar una pieza). Al observar el diagrama de flujo, se encuentra que el recurso R5 demora 2,48 minutos en procesar una pieza mientras que el resto de los recursos demoran un tiempo menor a éste. Por este motivo, este recurso es identificado como la restricción primaria del sistema o a lo que se denomina cuello de botella del sistema. Este último es el que marca el ritmo de producción, el llamado tambor (drum) del método DBR. Detener la producción de este recurso, implica poner en riesgo el cumplimiento de los plazos de entrega de los productos y por lo tanto, la satisfacción del cliente.

Recurso R6: Segundo montaje y embalaje

Al ser el último recurso de la cadena productiva y al encontrarse a continuación del recurso R5 (la restricción del sistema), debe protegerse ante la posibilidad de cualquier fallo que pueda poner en peligro la entrega a tiempo del producto final.

Recurso R4: Primer Montaje

Este recurso es esencial en el abastecimiento de la restricción primaria (R5) dado que es el más lento dentro del subsistema comprendido por los recursos R1, R2, R3 y R4. Cualquier problema que se presente en él puede poner en riesgo la continuidad de procesamiento de la limitación.

Recurso R1: Soldadura

Es el único recurso que posee un porcentaje de rechazo dentro de toda la cadena productiva y es lo que lo convierte en un recurso al cual se le debe prestar especial atención. Este porcentaje de rechazo es del 2%. El posible fallo ocurrido en este recurso sólo puede ser detectado una vez que el producto semielaborado llega al recurso R5, la restricción primaria del sistema. El recurso R5 es el que se encarga de la calibración de los manómetros a través de una bomba hidráulica. Dicha bomba, además de utilizarse para la

calibración, permite detectar si el manómetro se encuentra pinchado o tapado, producto de un defecto o exceso de material de soldadura respectivamente.

Si se llegara a detectar, en el recurso R5, que dicho fallo se produjo, el producto semielaborado debe regresar al proceso de soldadura, recurso R1, para poder ser reparado. Una vez reparado, debe ser procesado nuevamente por todos los otros recursos provocando una pérdida de tiempo para todo el sistema y un determinado costo asociado.

Simulación en Powersim

Al volcar los datos en el modelo realizado en powersim y al simular el proceso durante un mes, se obtienen los resultados que se enuncian a continuación (Figura 3.2.2-2 y Figura 3.2.23)

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Capacidad [u/m]	16,67	400,00	16,67	9,00	7,67	9,17
Carga de Trabajo	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Stock semielaborado [u]	74	1.029	63.082	10.932	1	0
Stock semielaborado [\$]	221,38	3.086,30	189.061,08	62.298,27	6,46	0
Unidades Producidas [u]	138.245	138.171	137.142	74.060	63.128	63.127

Figura 3.2.2-2 Resultados obtenidos de la simulación - Paso 1

Unidades totales producidas [u]	63.127
Stock SE [u]	75.118
Stock SE [\$]	254.673,49
Gastos Operativos [\$]	52.418,79

Figura 3.2.2-3 Resumen de Resultados Simulación - Paso 1

Cálculo de Indicadores

Throughput

$$\text{Throughput} = \text{Unidades Vendidas} \times (\text{Precio de Venta} - \text{Costo Variable}) \quad (4)$$

Donde:

Unidades vendidas = 63.127 unidades

Precio de Venta = 7,5 \$/unidad

Costo Variable = 6,75 \$/unidad

Por lo tanto, el valor del Throughput que se obtiene es de \$47.345,25.

Utilidad

$$\text{Utilidad} = \text{Throughput} - \text{Gastos Operativos} \quad (5)$$

Donde:

Throughput = \$47.345,25.

GO = \$52.418,79

Por lo tanto, el valor de la Utilidad percibido por la empresa es de \$-5.073,54

ROI

$$\text{ROI} = \text{Utilidad} / \text{Inversión} \quad (6)$$

Donde:

Utilidad = \$-5.073,54

Inversión en maquinaria = \$18.000

Inversión en stock semielaborado = \$254.673,49

Inversión Total = \$272.673,49

Por lo tanto, que se obtiene para el ROI es de -1,86% mensual.

Observaciones

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes observaciones:

Se verifica que la empresa está funcionando a pérdida dado que se obtiene una utilidad y un ROI mensual negativo.

A partir de esta configuración se obtiene una producción mensual de 63.127 unidades las cuales no alcanzan a satisfacer demanda mensual que es de 64.736 unidades.

De los resultados arrojados por la simulación se verifica que el cuello de botella del sistema es el recurso R5 dado que el stock semielaborado entre este recurso y el recurso R6 es prácticamente nulo. Es decir, el recurso R5 no puede procesar tantas piezas como las que necesita el recurso R6. De esta manera, el recurso R6 se debe adaptar al ritmo de producción del recurso R5 disminuyendo su velocidad de producción.

Al estar el sistema desequilibrado, trabajando con todos sus recursos al 100%, hay una acumulación innecesaria de stocks semielaborados a lo largo de toda la cadena productiva. Los stocks de semielaborados que se encuentran luego de los recursos R1 y R2 oscilan entre dos valores constantes una vez que el sistema entra en régimen. Los stocks de semielaborados ubicados después de los recursos R3 y R4 crecen indefinidamente a través del tiempo.

3.2.3 PASO 2: Explotar las restricciones físicas del sistema

Las restricciones son las que impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño, por lo tanto, es fundamental decidir cuidadosamente cómo se van a utilizar y cómo se van a explotar.

En el paso anterior (Identificación de las restricciones del sistema) se citan cuatro recursos (R1, R4, R5 y R6) a los cuales es necesario prestarle una especial atención. Esto se debe a que uno de ellos es la restricción primaria del sistema, el cuello de botella (R5), y los tres recursos restantes (R1, R4 y R6) presentan las características enunciadas en el paso anterior que los convierten en recursos críticos para un buen desempeño del sistema.

Dado que el recurso R5, el cuello de botella del sistema, se encuentra trabajando con los operarios más calificados, que no posee demoras ni paros de ningún tipo y que posee buffers de tiempo que lo cubren ante cualquier fallo de calidad de una pieza resulta imposible explotar esta restricción de manera independiente. Es decir, es necesario equilibrar todo el sistema teniendo en cuenta el ritmo de producción de la restricción primaria para intentar cumplir con la demanda del mercado, disminuir los stocks de semielaborados y los gastos operativos. De esta manera se obtendría una menor inversión operativa y una mayor utilidad lo que permitiría mejorar el ROI de manera significativa.

Cabe mencionar que, al nivelar la línea, los stocks de semielaborados prácticamente desaparecen, incluso el stock de semielaborados que se encuentra antes del cuello de botella del sistema (R5). Debido a esto, con el objeto de proteger la continuidad de la cadena de producción ante una falla en cualquiera de los recursos previos a la restricción primaria, es necesario incorporar un buffer de tiempo como medida de contingencia.

El recurso R1 es el único que puede presentar fallas dentro de toda la cadena de producción y el recurso R5 es el recurso encargado de detectar esa falla una vez producida. Entonces, al dimensionar el buffer de tiempo, se tiene en cuenta el porcentaje y la frecuencia de rechazo del recurso R1, la capacidad de producción del recurso R4; el más lento dentro del subsistema que precede a la restricción y la capacidad de producción de la restricción (R5). El recurso R1 posee un 2% como índice de fallas con una dispersión de 1/50 según el fabricante, lo que equivale a una falla cada cincuenta piezas. A su vez, el recurso R4 tiene una capacidad de producción de 9 piezas por minuto mientras

que el recurso R5 sólo consume 8 piezas por minuto. Por lo tanto, el recurso R4 cuenta con una capacidad ociosa de una pieza por minuto que le permite generar un stock adicional de productos semielaborados con una frecuencia tres veces superior a la frecuencia de falla del recurso R1. Es decir, el recurso R1 demora tres minutos en producir una pieza fallada, mientras que el recurso R4 en esos tres minutos es capaz de fabricar tres piezas adicionales.

Por lo tanto, se dimensiona el buffer en 2 unidades, lo que equivale al doble de lo necesario para hacer frente a una falla.

Teniendo en cuenta el ritmo de producción que marca el cuello de botella y el buffer previamente mencionado, se obtiene que los recursos deben trabajar con los siguientes rendimientos con el fin de obtener un flujo sincronizado de producción (Figura 3.2.3-1):

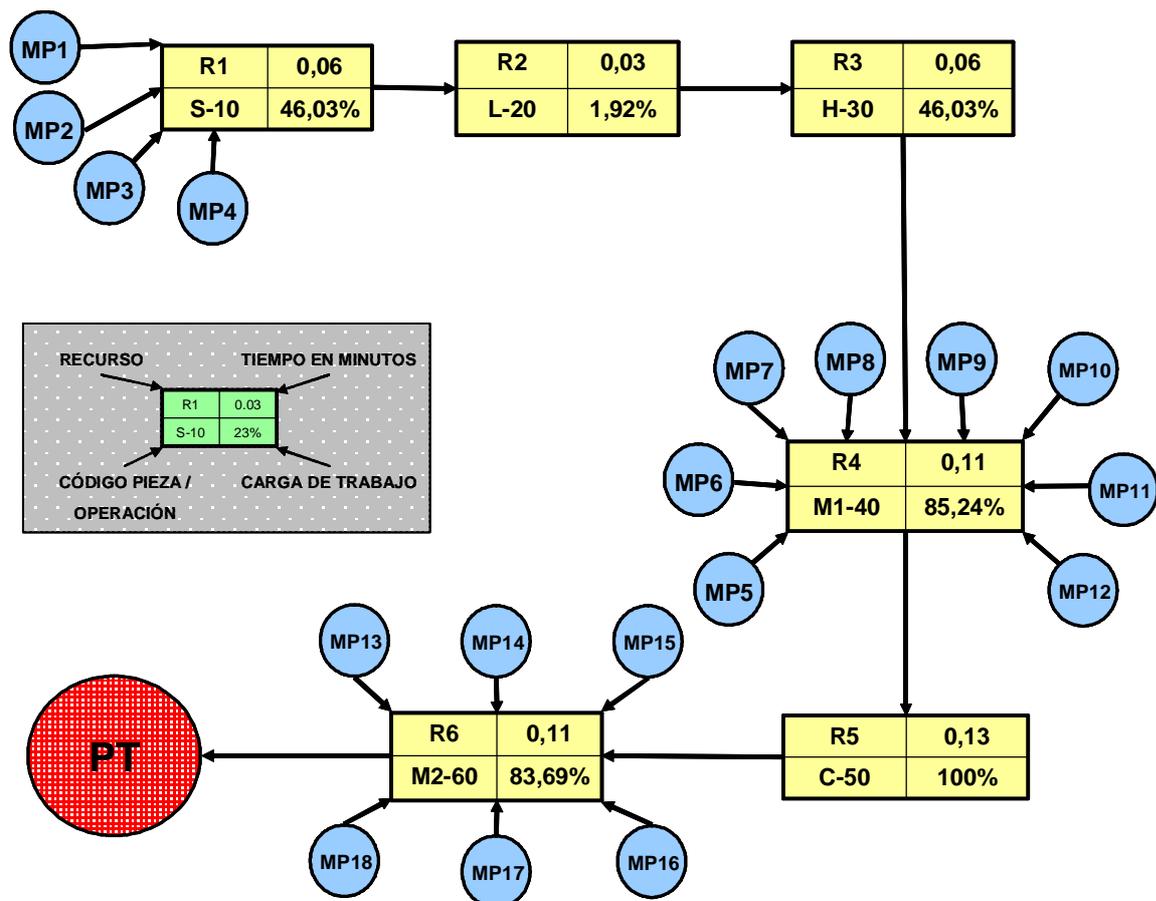


Figura 3.2.3-1 Diagrama de Flujo de Materiales – Paso 2

Simulación en Powersim

Al aplicar las modificaciones sobre las cargas de trabajo en el modelo realizado en el Powersim, se vuelve a correr el mismo para un mes de trabajo, llegando a los siguientes resultados (Figura 3.2.3-2 y Figura 3.2.3-3):

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Capacidad [u/m]	16,67	400,00	16,67	9,00	7,67	9,17
Carga de Trabajo	46,03%	1,92%	46,03%	85,24%	100,00%	83,69%
Stock semielaborado [u]	2	461	1	2	1	0
Stock semielaborado [\$]	6,03	1.381,65	3,00	11,32	5,70	0
Unidades Producidas [u]	63.634	63.632	63.171	63.170	63.168	63.167

Figura 3.2.3-2 Resultados obtenidos de la simulación - Paso 2

Unidades totales producidas [u]	63.167
Stock SE [u]	467
Stock SE [\$]	1.407,70
Gasto Operativi [\$]	43.989,90

Figura 3.2.3-3 Resultados Totales de la simulación - Paso 2

Cáculo de Indicadores

Throughput

$$\text{Throughput} = \text{Unidades Vendidas} \times (\text{Precio de Venta} - \text{Costo Variable}) \quad (7)$$

Donde:

Unidades vendidas = 63.127 unidades

Precio de Venta = 7,5 \$/unidad

Costo Variable = 6,75 \$/unidad

Por lo tanto, el valor del Throughput que se obtiene es de \$47.375,25.

Utilidad

$$\boxed{\text{Utilidad} = \text{Throughput} - \text{Gastos Operativos}} \quad (8)$$

Donde:

Throughput = \$47.375,25

GO = \$43.989,90

Por lo tanto, el valor de la Utilidad percibido por la empresa es de \$3.385,35.

ROI

$$\boxed{\text{ROI} = \text{Utilidad} / \text{Inversión}} \quad (9)$$

Donde:

Utilidad = \$3.385,35

Inversión en maquinaria = \$18.000

Inversión en stock semielaborado = \$1.407,70

Inversión Total = \$19.407,70

Por lo tanto, que se obtiene para el ROI es de 17,44% mensual.

Observaciones

En esta segunda simulación, de los resultados se desprenden las siguientes conclusiones:

Se logra reducir los gastos operativos en un 16,08% pasando de \$52.419 a \$43.989,90.

Se percibe un aumento en el Throughput debido al pequeño aumento de producción logrado gracias a la sincronización del flujo de producción.

Se obtiene una utilidad positiva de \$3.385,35, gracias al aumento y a la reducción, ya mencionados, del throughput y los gastos operativos respectivamente.

A pesar del aumento en la cantidad de piezas producidas, (63.167.unidades), no se consigue cumplir con la demanda mensual que es de 64.736 unidades.

Se lograron reducir los stocks de materiales semielaborados en un 99,38% (74.651un) sobre la totalidad de las unidades distribuidas a lo largo de toda la cadena productiva.

Gracias a la reducción mencionada en el punto anterior, se obtiene una reducción en la inversión operativa neta de un 92,88%.

En consecuencia de la gran disminución que sufre la inversión operativa neta y el aumento de la utilidad, el ROI mejora notoriamente, pasando de un -1,86% a un 17,44%.

Por lo tanto, al aplicar el paso 2 del método DBR al proceso productivo de fabricación de manómetros, en el cual lo único que se realiza es una sincronización del flujo de producción sin tener que incurrir en alguna inversión, se consigue lograr la rentabilidad positiva de la empresa.

3.2.4 PASO 3: Elevar las restricciones físicas del sistema

Si bien con el paso anterior se obtuvieron resultados positivos, las medidas adoptadas para la optimización del proceso no fueron suficientes como para producir las unidades necesarias para satisfacer la demanda de los clientes. Para ello, es necesario aumentar la capacidad de la restricción primaria del sistema (R5) siendo necesaria la adquisición de nueva maquinaria.

El recurso al cual se le debe aumentar la capacidad de producción es el recurso R5, la bomba hidráulica, el cuello de botella del sistema. A continuación se detalla la composición de este recurso y la inversión en la que habría que incurrir para aumentar su capacidad.

Este recurso consta de 19 puestos de trabajo los cuales están compuestos por una bomba hidráulica y un operario a cargo de su operación. La capacidad de cada uno de estos puestos de trabajo es de 0,4 unidades / minuto, lo que significaría que habría que adquirir dos puestos de trabajo adicionales para poder cumplir con el plan de producción deseado. La adquisición de estos dos puestos de trabajo representan una inversión de \$5.526,32 por la compra de las bombas más \$1.000 de instalación y puesta en marcha de las mismas. Adicionalmente se deberían incorporar dos operarios calificados lo cual redundaría en un aumento del gasto operativo total de 800 \$/mes por cada uno de ellos.

3.2.5 PASO 4: Subordinar el resto del sistema a la restricción

Por último, se debe sincronizar nuevamente el flujo de producción de acuerdo al ritmo que marca la restricción del sistema con la nueva capacidad adquirida y el buffer de tiempo de dos piezas ubicado antes del cuello de botella (R4).

A continuación se muestra el diagrama de flujo con las cargas de trabajo equilibradas y con la capacidad del recurso R5 incrementada (Figura 3.2.5-1).

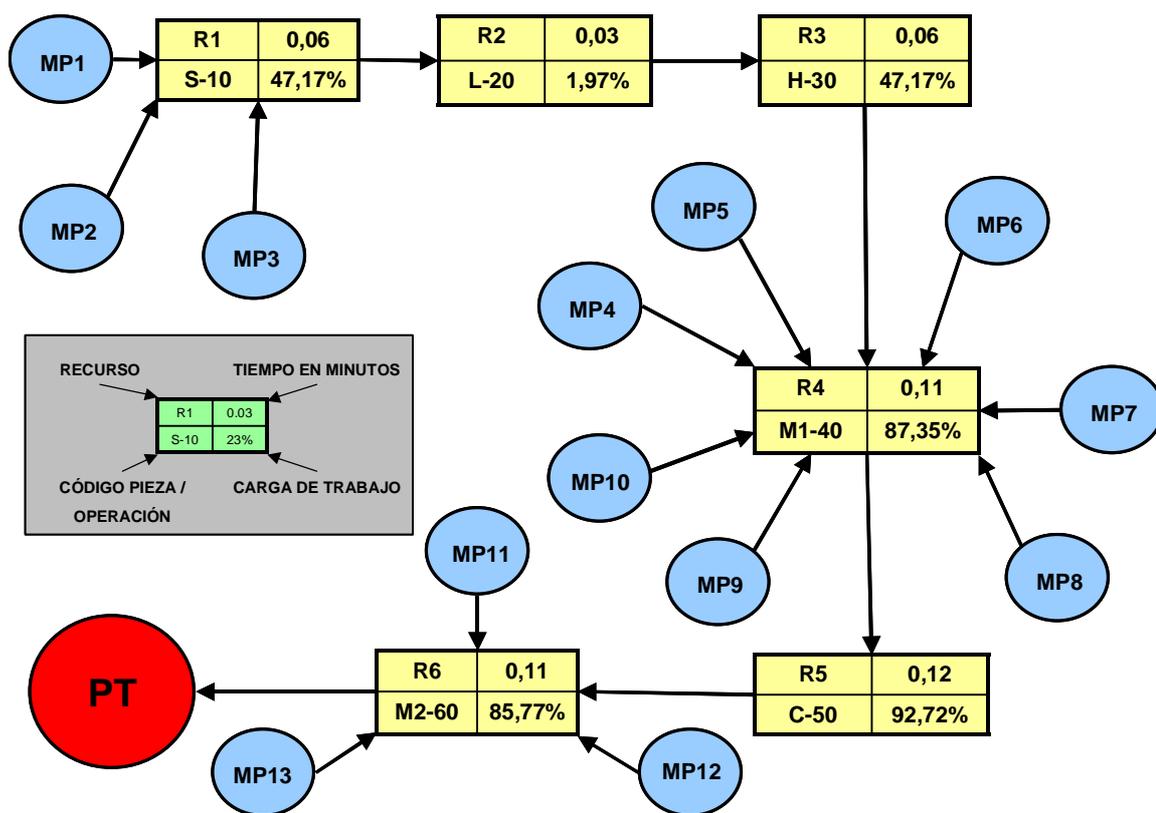


Figura 3.2.5-1 Diagrama de flujo materiales – Paso 4

Simulación en Powersim

Al aplicar las modificaciones sobre las cargas de trabajo en el modelo realizado en el Powersim, se vuelve a correr el mismo para un mes de trabajo, llegando a los siguientes resultados (Figura 3.2.5-2 y Figura 3.2.5-3):

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Capacidad [u/m]	16,67	400,00	16,67	9,00	8,48	9,17
Carga de Trabajo	47,17%	1,97%	47,17%	87,35%	92,72%	85,77%
Stock semielaborado [u]	2	472	1	1	1	0
Stock semielaborado [\$]	6,14	1.415,93	3,07	5,84	5,84	0
Unidades Producidas [u]	65.214	65.212	64.739	64.738	64.737	64.736
Costo Variable [\$]	195,450,94	0	0	174.889,78	0	60.949,70

Figura 3.2.5-2 Resultados obtenidos de la simulación – Paso 3

Unidades totales producidas [u]	64.736
Stock SE [u]	477
Stock SE [\$]	1.436,82
Gastos Operativos [\$]	45.665,81

Figura 3.2.5-3 Resultados Totales de la simulación- Paso 3

Cáculo de Indicadores

Throughput

$$\text{Throughput} = \text{Unidades Vendidas} \times (\text{Precio de Venta} - \text{Costo Variable}) \quad (10)$$

Donde:

Unidades vendidas = 63.736 unidades

Precio de Venta = 7,5 \$/unidad

Costo Variable = 6,75 \$/unidad

Por lo tanto, el valor del Throughput que se obtiene es de \$48.552.

Utilidad

$$\text{Utilidad} = \text{Throughput} - \text{Gastos Operativos} \quad (11)$$

Donde:

Throughput = \$48.552.

GO = \$45.665,81

Por lo tanto, el valor de la Utilidad percibido por la empresa es de 2.886,19

ROI

$$\text{ROI} = \text{Utilidad} / \text{Inversión} \quad (12)$$

Donde:

$$\text{Utilidad} = \$2.886,19$$

$$\text{Inversión en maquinaria} = \$18.000$$

$$\text{Inversión en stock semielaborado} = \$1.407,70$$

$$\text{Inversión Total} = \$19.407,70$$

Por lo tanto, que se obtiene para el ROI es de 11,12% mensual.

Observaciones

En esta última simulación, de los resultados se desprenden las siguientes conclusiones:

La cantidad de unidades producidas se incrementa a 64.736 cumpliendo con la demanda mensual.

Se obtiene un Throughput mayor de \$48.552 gracias al aumento de la producción.

Se obtiene un Gasto Operativo de \$45.665,81 lo que representa una reducción del 12,88% con respecto a la situación inicial.

La utilidad obtenida es de \$2.886,19, positiva con respecto a la situación original.

La inversión aumenta a \$19.407,70, debido a la adquisición de la nueva maquinaria.

En este caso se obtiene un ROI positivo de un 11,12%.

4. COCLUSIONES

Luego de haber investigado y analizado La Teoría de Restricciones (TOC), se decidió estudiar la problemática de una empresa real a través de una de sus aplicaciones (DBR Drum – Buffer – Rope), con el fin de corroborar de manera empírica los beneficios que se pudieran obtener.

En la tabla siguiente (Figura 4.1.1-1), se muestra un resumen de los principales resultados que se obtuvieron luego de ser aplicados cada uno de los pasos de la teoría de restricciones.

	PASO 1	PASO 2	PASO3
Unidades Producidas	63.127	63.167	64.736
Inversion Total	272.673	19.408	25.963
Gastos Operativos [\$]	52.419	43.990	45.666
Throughput	47.345	47.375	48.552
Utilidad Neta	-5.074	3.385	2.886
ROI	-1,86%	17,44%	11,12%

Figura 4.1.1-1 Resumen Resultados Totales

El Paso 1, permitió encontrar la restricción del sistema, como así también, conocer en la situación en la que se encontraba la empresa. Las unidades producidas no alcanzaban a cumplir la demanda de los clientes y se obtenían utilidades negativas las cuales no hacían rentable la continuidad del negocio.

A partir del Paso 2, en el cual se sincroniza el flujo productivo en función del ritmo de producción de la restricción, se observa que la rentabilidad de la empresa mejora de manera significativa pasando de -1,86% a un 17,44%. Esto se debe a que la sincronización permitió trabajar con menos cantidad de stock de semielaborados a lo largo de toda la cadena productiva originando una disminución de la inversión total (93%) como así también de los gastos operativos (16%). Si bien luego de aplicar este paso, se percibe un aumento en el total de unidades producidas (40 unidades), se sigue sin poder satisfacer la demanda de los clientes.

Finalmente, es en el paso 3 donde se consigue satisfacer la demanda de los clientes a través de lo que se denomina “explotar la restricción”. Esto significa que se aumentó la capacidad de la restricción con el fin de poder incrementar la cantidad de unidades producidas y con ellas el Throughput resultante. Para ello, se debió incurrir en una inversión adicional de \$5.526,32 respecto al paso 2 y en mayores gastos operativos. Por otra parte, debido a lo anteriormente expuesto, se obtiene una utilidad \$2.886 y un ROI del 11,12%.

A pesar de haber obtenido en el paso 3 una utilidad y un ROI menor que en el paso 2, la ventaja competitiva que se obtiene al satisfacer la demanda de los cliente, permite cumplir con uno de los principales objetivos de la empresa sin impactar de manera significativa en los resultados económicos de la misma.

El paso subsiguiente a este análisis realizado, es efectuar un estudio sobre los desvíos que pudieran existir, ya sean culturales, paradigmáticos, comunicacionales, etc., que atenten contra la implementación de este nuevo modelo de mejora. Dicho estudio permitirá obtener un plan de implementación el cual deberá contemplar las tareas y los plazos de ejecución con una exacta definición.

5. BIBLIOGRAFIA

- GOLDRATT, ELIYAHU M.; COX, JEFF (1993). **La Meta**. Ed. Castillo S.A.
- GOLDRATT, ELIYAHU M.; FOX, ROBERTO E. (1993). **La Carrera**. Ed. Castillo S.A.
- GOLDRATT, ELIYAHU M. (1993). **El Síndrome del Pajar**. Ed. DIAZ DE SANTOS
- GOLDRATT, ELIYAHU M. (2001). **No fue la suerte**. Ed. Castillo S.A.

6. ANEXO

Generalidades

HISTORIA DE LA EMPRESA

Nuova Fima América Latina nace en el año 2000 a partir de la asociación estratégica entre Nuova Fima Italia y CIMPA SA. La composición accionaria de la nueva sociedad otorga a la firma italiana la titularidad del 51% del paquete accionario mientras que el 49% restante pertenece a la empresa argentina.

Nuova Fima Italia se funda en el año 1948 en Inverio (N.F.) cuando Don Vincenzo Zaveri y un grupo de emprendedores, la crean a partir de una pequeña industria fundada en 1925 llamada Fima (Fabbrica Italiana Manometri e Afini) orientada al sector ferroviario y energético.

De característica familiar, esta empresa PyME ingresa en la década del '50 a la fabricación de manómetros y termómetros, manteniéndose desde aquella época en continuo crecimiento.

Las políticas de producción basadas en el desarrollo tecnológico y productos de calidad, la posicionan como líder del mercado italiano y entre las primeras marcas a nivel mundial, situación que se ve reflejada a través de una importante faceta exportadora (presente en los mercados de U.E., U.S.A., Medio y Extremo Oriente).

Las excelentes condiciones de expansión que la empresa posee le dan la posibilidad de desarrollar una estrategia de globalización, situación que comienza con la adquisición en 1999 de una Planta Productiva en España para el mejor abastecimiento de Europa y se reafirma a principios del 2000 a través de su asociación con CIMPA para el abordaje del mercado latinoamericano. Actualmente, sólo una tercera parte de su producción es vendida en Italia.

Actualmente, Nuova Fima Italia cuenta con dos establecimientos productivos, el de Invorio y el de Riells i Viabrea (España), además tiene presencia en 80 países y cuenta con una dotación de personal de 240 empleados.

El Grupo CIMPA S.A. es una empresa argentina fabricante de elementos de medición térmica y de presión, que desde hace más de medio siglo se encuentra presente en el mercado argentino. Actualmente controla diversos emprendimientos productivos en Argentina bajo las denominaciones comerciales de CIMPA Servicios S.A., Beyca S.A., Teadit Argentina S:A. y Stel S.A., cuenta con una planta fabril para la fabricación de termómetros y manómetros y una posición de liderazgo en el mercado argentino.

La relación comercial entre ambos comienza algunos años antes cuando Nuova Fima Italia elige a CIMPA como su brazo comercial en Sud América. Fruto de la excelente relación Inter Empresaria y para aprovechar las ventajas mutuas de una integración formal es que deciden la constitución de Nuova Fima América Latina, donde Nuova Fima Italia aporta su sofisticado conocimiento tecnológico y CIMPA contribuye con un implante productivo, su conocimiento y penetración del mercado Argentino.

Fieles a su estrategia de expansión y con el fin de atender adecuadamente el importante mercado brasileño se decide la constitución de Nuova Fima do Brasil, la que comienza su actividad como una oficina comercialización con sede en San Pablo Brasil. Al poco tiempo, producto de la evolución de la oficina comercial brasilera y de la particular situación imperante en la Argentina y Brasil, se decide, tras un análisis comercial – tecnológico – financiero, se decide optimizar el negocio mediante la implantación de una planta productiva en Brasil.

Definición del negocio

Nuova Fima América Latina está radicada en Brasil desde 1998 y oficializada desde 2001, bajo la firma Nuova Fima do Brasil. Su dirección estratégico – comercial está monitoreada desde Buenos Aires (Argentina) y ejecutada por un representante comercial.

Antes de la implantación de la planta productiva Nuova Fima do Brasil planteaba una estrategia de negocio basada en la comercialización de bienes y servicios vinculados a la medición, registración y control de variables industriales como la presión y temperatura, atendiendo una amplia gama de clientes que se extiende desde la venta directa hasta el aprovisionamiento de la industria O&M, con dispositivos tanto para aplicaciones generales como específicos (instrumental de precisión de laboratorio).

La oferta de productos se desarrolla sobre una base mixta constituida por productos que se importan desde Argentina, desde Nuova Fima Italia y en la actualidad, por los manómetros para GNC que se fabrican en la nueva planta.

La mayor parte de su venta se registra en los manómetros para GNV, fue por este motivo que luego de resultar positivo el análisis comercial – tecnológico – financiero, Nuova Fima América Latina decidió continuar comercializando este producto en el mercado brasileño a partir de su producción y montaje en Brasil.

El objetivo de Nuova Fima América Latina es ir ampliando el porfolio de productos fabricados en Brasil en función de las condiciones de mercado. Esta situación se orienta a optimizar la ecuación de costos, lo que sumado a uno de sus mayores potenciales (el know – how de fabricación y el acceso a tecnologías de producción de punta), pondrán a Nuova Fima do Brasil en condiciones de acceder al mercado y competir con elementos diferenciados sostenibles.

En el sentido de lo dicho precedentemente, Nuova Fima do Brasil se presenta como una oportunidad de reforzar la presencia en el mercado latinoamericano y de incrementar la flexibilidad del grupo en cuanto a su capacidad de atender de la forma más eficiente al mercado local.

Dirección y organización

Nuova Fima do Brasil, como unidad de negocios de Nuova Fima América Latina, está gestionada localmente por su representante comercial local pero bajo las directivas de Nuova Fima América Latina en Buenos Aires.

Nuova Fima América Latina presenta un estilo de dirección de tipo “empresa familiar”, las decisiones son tomadas por un grupo de tres personas (Presidente, Gerente General y Gerente de producción), aunque dichas decisiones son confrontadas con las posibilidades económico – financieras de la empresa, a cargo de la contaduría de Nuova Fima América Latina.

Presenta rasgos culturales propios de las empresas pymes de tipo familiar, por lo que manifiesta un claro componente “intuitivo” basado en la experiencia, en la que las decisiones son tomadas sobre la base de las “percepciones” del equipo de dirección.

Como cultura empresarial subyacente se aprecia una mayor orientación a la producción que al mercado, es decir que prima este aspecto sobre el comercial.

La presión es una variable física que está determinada por la razón de una fuerza al área sobre la que actúa la fuerza. La unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el Pascal (Pa), aunque suelen emplearse otras unidades tales como atmósferas, bar, libras por pulgadas (psi), Kg/cm².

En general, la presión se mide ya sea en forma absoluta o diferencial, por medio de un instrumento denominado manómetro.

El manómetro de tubo de Bourdon es tal vez el más utilizado en plantas de procesos que requieran medición de presiones y para circuitos de G.N.C. vehicular. Este manómetro, consiste de un tubo metálico achatado y curvado en forma de “C”, abierto sólo en un extremo. (Figura 6.1.1-1)

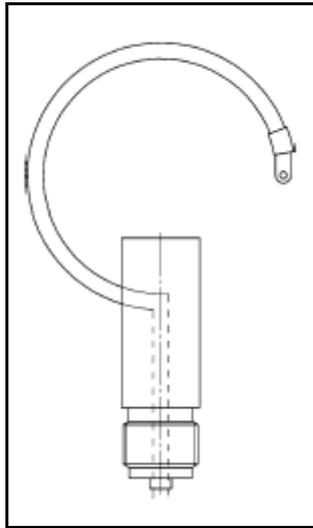


Figura 6.1.1-1 Tubo Bourdon

Al aplicar una presión al interior del tubo la fuerza generada en la superficie (área) exterior de la "C" es mayor que la fuerza generada en la superficie interior, de modo que se genera una fuerza neta que deforma la "C" hacia una "C" más abierta. Esta deformación es una medición de la presión aplicada y puede trasladarse a una aguja indicadora por medio de un mecanismo multiplicador.

En argentina, la Norma vigente para definir las características constructivas y metrológicas de los manómetros de tipo Bourdon es la IRAM-IAP A5 165, mientras que e Brasil es la NBR 13196

En la figura 6.1.1-2 se puede observar las piezas que constituyen los manómetros de tipo Bourdon.

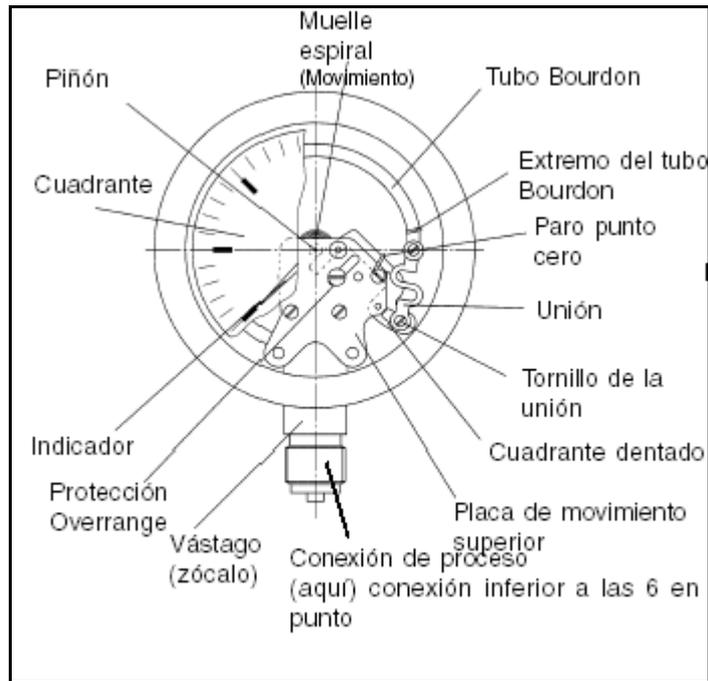


Figura 6.1.1-2 Manómetro de tubo Bourdon