I.Q.A. LUIS OMAR JAMED BOZA
Dr. Rafael Lucio No. 199-C
Xalapa Eqz., Ver., México C.P. 91000
Tels. (01 2) 8155385
Email: lojb@xal.megared.net.mx
lojb@dino.coacade.uv.mx

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ZONA XALAPA

ESPECIALIDAD EN CONTROL DE LA CALIDAD

ESTUDIOS DE POSGRADO

PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS CONFORME A LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

I.Q.A. Luis Omar Jamed Boza
Edición 1.00
Septiembre 1999/2000

CONTENIDO

1

1. Introducción.....3

2

2. Ideas y Conceptos Importantes 3
2.1 Empresa 3
2.2 Indicadores de Resultados.....4
2.2.1 Indicadores Contables Clásicos o Tradicionales.....5
2.2.2 Planteamientos Básicos de la Teoría de Restricciones 6
2.2.3 Indicadores de la Teoría de Restricciones.....8

3

3. Ejemplo de Empresa Ideal 9

4

4. Cálculo de Parámetros Financieros 12

5

5. Bibliografía Sugerida 12

1. Introducción

En las áreas de Calidad, a partir de la década de los 70´s hemos estado inmersos en varios movimientos poderosos a nivel mundial tales como TQM[1], JIT[2], TOC[3], MRP[4], MRPII[5], que conjuntamente han modificado conceptos Administrativos que tradicionalmente se aceptaban sin cuestionamiento.

Todos ellos iniciaron siendo aplicaciones particulares y han logrado generalizaciones muy poderosas para la creación de una nueva filosofía administrativa. El tema que enfocaremos en éste Seminario será básicamente el de la Teoría de Restricciones aplicada a la Planeación de la Producción de Bienes y Servicios de las Empresas.

Una de las personas más autorizadas para enfocar y dar cuerpo a la Teoría de Restricciones es el Dr. Eliyahu M. Goldratt el cual plantea lo siguiente: "ES HORA DE QUE NOS PERCATEMOS DE QUE EL ENFOQUE PRINCIPAL DEL JUSTO A TIEMPO (JIT) NO ES LA REDUCCIÓN DE LOS INVENTARIOS DEL PISO DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA. NO SE TRATA DE UNA TÉCNICA MECÁNICA DEL KANBAN. SINO QUE DEFINITIVAMENTE SE TRATA DE UNA NUEVA FILOSOFÍA ADMINISTRATIVA.

ES HORA DE QUE NOS PERCATEMOS DE QUE EL ENFOQUE PRINCIPAL DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC) NO SON LOS CUELLOS DE BOTELLA QUE SE DAN EN LA FÁBRICA. NO SE TRATA SOLAMENTE DE UNA TÉCNICA DE PRODUCCIÓN MECÁNICA OPTIMIZADA. DEFINITIVAMENTE SE TRATA DE TODA UNA NUEVA FILOSOFÍA ADMINISTRATIVA.

ES HORA DE QUE NOS EMPECEMOS A PERCATAR DE QUE EL ENFOQUE PRINCIPAL DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (TQM) NO ES LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS. NO SE TRATA SOLAMENTE DE UNA TÉCNICA MECANIZADA PARA EL CONTROL ESTADÍSTICO DE LOS PROCESOS. DEFINITIVAMENTE SE TRATA DE UNA NUEVA FILOSOFÍA ADMINISTRATIVA"[6].

Para comenzar a tratar el tema de Teoría de Restricciones, es necesario recordar algunos términos comúnmente utilizados en las Empresas, pero antes tocaremos a la misma Empresa.

2. Ideas y Conceptos Importantes

2.1 Empresa

Es una Organización de recursos con el Objetivo Primario de **HACER DINERO**. No existen Empresas Manufactureras o Empresas de Servicios, solo existen Empresas como máquinas para hacer dinero. Esto estimado lector puede parecer un poco tosco, pero primero observe que todas las Empresas de hoy, tienen tanto manufactura como generadoras de servicios y los dueños de las Empresas (accionistas) no arriesgarían su dinero si no tuvieran la expectativa de hacer mas dinero, note que no uso la palabra ganar ya que las Empresas son las únicas **maquinarias para hacer dinero**. Toda Empresa hace o genera dinero por medio del concepto de las Utilidades, por lo tanto permítanme esquematizar una Empresa por medio de la generación de Utilidades, obviamente la **generación de Utilidades** se logra únicamente **después de la venta** del producto o servicio, no antes.

---

[1] TQM, por sus siglas en inglés (Total Quality Management), o bién Administración para la Calidad Total o Calidad Integral.
[2] JIT, por sus siglas en inglés (Just In Time), o bién Justo a Tiempo.
[3] TOC, por sus siglas en inglés (Theory of Constraints), o bién Teoría de Restricciones.
[4] MRP, por sus siglas en inglés (Material Requirements Planning), Planeación de los Requerimientos de Materiales.
[5] MRPII, por sus siglas en inglés (Manufacturing Resource Planning), Planeación de los Recursos de Manufactura.
[6] E.M. Goldratt, "El Síndrome del Pajar", pp. 9

Para que un Producto y Servicio se logren vender en la Sociedad, la Sociedad debe percibir **que lo que pague por él**, **es menor que el Beneficio que logra adquiríendolo**.

Utilidades de la Empresa

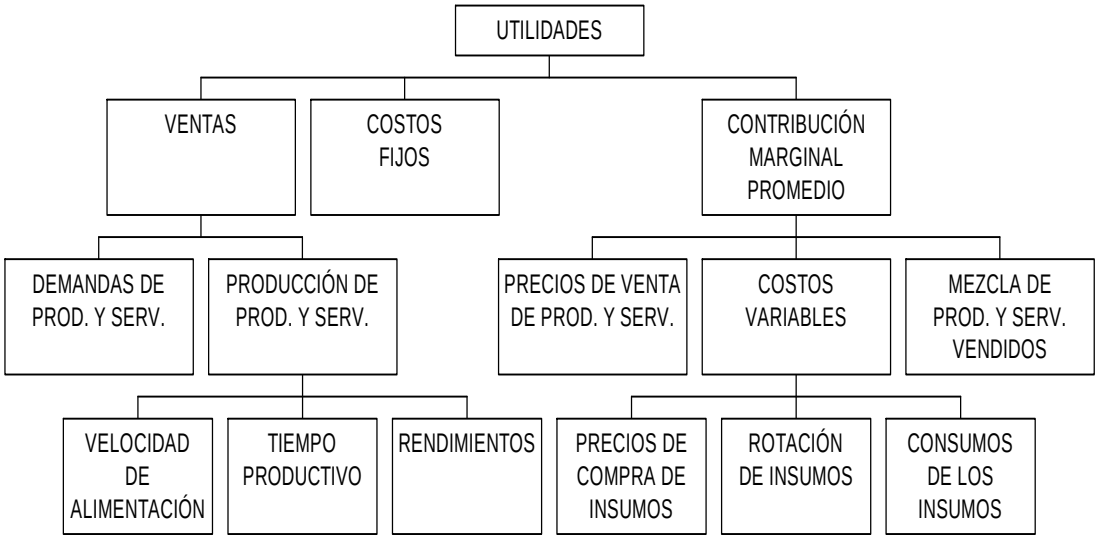


Fig. No. 1
Cadenas de Resultados
Hacia las Utilidades

2.2 Indicadores de Resultados

Existe un dicho absolutamente válido que es el siguiente: **"DIME COMO ME MEDIRÁS, Y TE DIRÉ COMO ME COMPORTARÉ. SI ME MIDES DE MANERA ILÓGICA....., NO TE QUEJES SI TENGO COMPORTAMIENTO ILÓGICO"**. Los Indicadores o medidores que utilicemos para **medir a la Empresa son el resultado directo de la Meta definida para la misma**.

Si la Meta fundamental de toda Empresa es **hacer dinero**, y esto estimado lector es obviamente antes de la propia **Misión de la Empresa**, entonces fundamentalmente el mayor indicador que una Empresa va bién es la **GENERACIÓN DE UTILIDADES**. Aquí permítanme usar la analogía[7] del Dr. Goldratt, imagínese que deseamos comprar una Máquina de hacer Dinero, ¿adónde iríamos?, obviamente a la Tienda que vende máquinas para hacer dinero, en ésta Tienda existen muchísimos tipos de máquinas, a Usted le llaman la atención 2 máquinas en particular y se le acerca el vendedor, Usted lanza la siguiente pregunta, **¿cuánto dinero puede hacer ésta máquina, y ésta otra?**, estimado lector tengamos cuidado porque la forma de preguntar condiciona la forma de responder, el vendedor responde ésta máquina hace 1 millón de dólares y ésta otra hace solo ½ millón de dólares, el vendedor nos está contestando lo que preguntamos, nos está dando toda la información que le solicitamos, nosotros podemos esperar que el vendedor nos dé todos los datos relativos a cada máquina (si se los preguntamos), pero no debemos esperar ni desear que el vendedor decida por nosotros. Bién, suponga que escogimos la primera solo para darnos cuenta que hace el millón, pero cada 5 años y la segunda hace el ½ millón cada año. Entonces reformulemos nuestra pregunta inicial **¿A que tasa o velocidad genera dinero ésta máquina, y esta otra?**, el vendedor entonces debe contestar la primera hace dinero a 0.2 millones cada año y la segunda hace dinero a 0.5 millones cada año.

[7] Experimento Gedunken (en Alemán, Gedunken significa Pensado o Pensamiento).

Al menos es menos peor la segunda pregunta que la primera conforme a nuestra visión inicial y limitada de la meta u objetivo fundamental, ahora la decisión de nosotros se inclina a la segunda máquina, tenga en cuenta estimado lector que la máquina que deseamos comprar es una Empresa y ésta es una Organización de Recursos para hacer dinero, la Organización es un todo y solo haremos dinero cuando nuestra Organización interactúe con su entorno.

¿Es completa la segunda pregunta?, **¡NO!**, suponga que decidimos comprar la segunda máquina y a los 3 años se degrada y desintegran los recursos o engranes de la misma sin forma razonable de compostura, en cambio la primera máquina está diseñada para funcionar 20 años, obviamente nosotros como supuestos compradores estamos teniendo en mente 2 cosas más, **(1) ¿Cuánto nos Cuesta la máquina?** y **(2) ¿Cuál es su Gasto de Operación?**, la pregunta (1) está referida al precio de compra y la pregunta (2) está referida a cuanto gasta o cuesta operarla. La pregunta (1) se encuentra en el campo de las Inversiones y la pregunta (2) se encuentra en el campo de los gastos y costos, ambas preguntas generan interpretaciones y lugares diferentes de ubicar sus valores.

¿Entonces, qué preguntas debemos hacernos?, a reserva de análisis más cuidadosos puesto que la naturaleza de cada Empresa tiene sus particularidades sugerimos las 3 siguientes que para toda Empresa son válidas:

1. **¿Cuánto dinero hace la máquina por unidad de tiempo?** (**Throughput**)
2. **¿Cuánto dinero captura la máquina para transformarlo en hacer dinero por unidad de tiempo?** (**Inventario**).
3. **¿Cuánto dinero tendremos que meterle a la máquina de manera continua para hacer que giren sus engranes por unidad de tiempo?** (**Gastos Operacionales**)

Observe estimado lector que estos indicadores no son los que comúnmente utilizamos en nuestros Sistemas Contables (ya sean el SCA[8] o SCV[9]). Ahora bién, lector, hay otro detalle más sutil, todo dato que nos otorgue el vendedor **DEBEMOS TOMARLO COMO UNA ESTIMACIÓN**, recuerde que todo dato está sujeto a variaciones estadísticas aleatorias.

2.2.1 Indicadores Contables Clásicos o Tradicionales

Regresemos a la Figura No. 1, la que representa la cadena de resultados intermedios hacia las Utilidades y definamos lo siguiente:

Sean:

Per ➔ Período de tiempo unidad de medida del tiempo [=] min, día, sem, quin, mes, etc.
U ➔ Las Utilidades Netas por unidad de tiempo [=] $/Per
Q ➔ La Cantidad o Volumen de unidades de Productos y/o Servicios **Vendidos** por unidad de tiempo [=] Un/Per
P ➔ El Precio de Venta Promedio Ponderado de la mezcla de Productos y/o Servicios por unidad de Producto y/o Servicio [=] $/Un
V ➔ El Costo Variable Promedio Ponderado de la mezcla de Productos y/o Servicios por unidad de Producto y/o Servicio [=] $/Un
F ➔ El Costo Fijo por unidad de tiempo [=] $/Per
M ➔ Contribución Marginal Promedio por unidad de Producto y/o Servicio, se obtiene haciendo la resta de (P – V) [=] $/Un

En el esquema tradicional, tendremos que la Utilidad básicamente está soportada por 3 factores que son: Cantidad Vendida (**Q**), Contribución Marginal Promedio (**M**) y los Costos Fijos (**F**) en la ecuación Clásica siguiente:

$$U = (P - V)Q - F = MQ - F \qquad \text{(Ec. No. 1)}$$

[8] SCA, es el Sistema de Costeo Absorbente o Total
[9] SCV, es el Sistema de Costeo Variable o Directo o por Actividad

La ecuación anterior, refleja los 3 factores genéricos y además sugiere que aumentando el producto **MQ** y logrando disminuir **F** aumentaremos el valor de **U** esto es totalmente correcto, pero es necesario identificar el **"como"** aumentar MQ y el **"como"** disminuir F.

Obviamente en la figura están representados los demás factores que intervienen, pero es más importante enfocarnos al Sistema de Restricciones que controlan los factores genéricos anteriores (M), (Q) y (F).

2.2.2 Planteamientos Básicos de la Teoría de Restricciones

Desde mi punto de vista, la Teoría de Restricciones es una filosofía de ver los Sistemas, en los cuales estamos inmersos y debamos buscar su operatividad, así como el mayor incremento posible en la velocidad con que generemos **"dinero"** o **"beneficios medibles"** hacia nuestro Sistema, por medio de acciones exitosas no-reversibles, ésta filosofía tiene alto grado de mecanismos Heurísticos (que involucran: Fundamentos, Conocimientos, Práctica, Desarrollo, Experiencias e Interrelaciones de los Elementos integrantes del Sistema), por lo tanto, no espero que al terminar este Seminario lleguen a ser Expertos en Teoría de Restricciones; pero lo que si espero es haberlos motivado para Observar desde otros puntos de vista el Sistema en que se encuentren y lograr elevar la Productividad global del mismo.

Estimado lector, les sugiero las siguientes lecturas sobre el Tema:

1. Goldratt Eliyahu, and Cox, Jeff; **"The Goal"**, North River Press, 1986: Existe traducción que es el libro **"La Meta"**, de los mismos autores, Ediciones Castillo.
2. Goldratt Eliyahu, Robert Fox, **"La Carrera"**, Ediciones Castillo.
3. Goldratt Eliyahu, **"El Síndrome del Pajar"**, Ediciones Castillo.
4. Goldratt Eliyahu, and Fox, R. **"The Theory of Constraints Journal"**, Volume 1, 19488 & 19489, Avraham Y. Goldratt Institute.

Si fuera posible, profundice en aspectos de Contabilidad y Contabilidad de Costos como refuerzo en la compresión de SCA[8] y SCV[9] ya que para las decisiones Administrativas se encuentran involucrados y tienen sus características propias, diferente del enfoque TOC[3]. También me permito sugerir estudios en Investigación de Operaciones, principalmente en las Programaciones Lineal, Dinámica y Estocástica.

En todo Sistema, existen Elementos e Interacciones entre ellos, esto implica que la forma de relacionarse le otorga al Sistema un conjunto de condiciones o restricciones **QUE ES NECESARIO OBSERVAR, VIGILAR E INTERACTUAR** de tal forma que el objetivo fundamental de la Empresa se transforme con el mayor éxito posible (dinero y/o beneficios).

En **"La Carrera"**, aunque se enfocó principalmente al tema de Inventarios, Goldratt y Fox aproximan la interpretación de un Batallón con nuestro Sistema, en el Batallón, que se encuentra en el punto (A), existen elementos que por su propia naturaleza tienen diferentes ritmos en la marcha global del Batallón, unos rápidos y otros lentos. Estimado lector ¿dónde colocaría a los elementos rápidos?, ¿dónde a los lentos?, atrás ó adelante; el objetivo del Batallón es moverse armónicamente como Batallón y llegar a un destino predeterminado (B).

¡Correcto!, los lentos adelante, **¿porqué?**, los lentos deben marcar el ritmo al Batallón ya que sus pasos son mas cortos, ¿qué pasaría si los lentos fueran atrás?, el Batallón se dispersaría ya que los rápidos su paso es largo y no están observando a sus compañeros lentos y un Batallón dispersado no se mueve armónicamente. Al estar los rápidos atrás, tienden a amortiguar empujando ligeramente a la mejor velocidad que pueden ir los lentos.

Estimado lector, hay que dar el **TAMBOR** que guía el ritmo del Batallón a los lentos, la masa global de elementos del Batallón están operando como **AMORTIGUADOR**, ahora veamos el papel que Usted juega en el Batallón, Usted no está dentro del Batallón, el esfuerzo que hace es vigilar el ritmo y la marcha del Batallón para que se traslade o transforme de un lugar (A) a un lugar (B), Usted tiene una **CUERDA** que se le otorgó como símbolo, pero Usted no es el Batallón.

El Modelo **TAMBOR-AMORTIGUADOR-CUERDA**, de la Teoría de Restricciones es muy consistente con la realidad Empresarial, con TQM[1], JIT[2], MRP[4] y MRPII[5] en la anterior comparación encontramos:

1. Las **Restricciones** para el avance del Batallón, son los elementos lentos.
2. El Ritmo para el avance del Batallón, es el **TAMBOR** y éste representa la velocidad con que el Batallón está cumpliendo su objetivo (**Throughput**).
3. La masa del Batallón que se está trasladando o transformando es el **AMORTIGUADOR** que **presiona** a las Restricciones (**Inventario**).
4. La masa del Batallón, también hace que vaya cumpliendo su objetivo en forma compacta, esto implica **menor dispersión**, posibilidad de **mejor control**.
5. Usted en la interpretación anterior no es el Batallón, pero hace que se mueva o transforme del lugar (A) al lugar (B), como símbolo se le otorgó un **CUERDA**, Usted está haciendo que se mueva la maquinaria (**Gastos Operacionales**).

En el libro **"la Meta"**, que es una novela muy interesante y posteriormente en **"el Síndrome del Pajar"**, se comprende y plantea los procedimientos generales de Teoría de Restricciones, en resumen son los siguientes puntos:

1. Identificar la(s) Restricción(es) del Sistema
2. Decidir Cómo Explotar la(s) Restricción(es) del Sistema
3. Subordinar Todo lo Demás a la Decisión Anterior
4. Elevar la(s) Restricción(es) del Sistema
5. Si, en los Pasos Anteriores, se Rompe una Restricción, Regresar al Paso Uno, pero No Permitir que la Inercia Cause una Restricción de Sistema

1. No existe un Sistema sin Restricciones, **IDENTIFICAR** una restricción **SIGNIFICA** que ya tenemos alguna **APRECIACIÓN DE LA MAGNITUD DE SU IMPACTO** en el desempeño general de la Empresa.

2. Explotar significa, **SACAR EL MAYOR PROVECHO POSIBLE**, es claro que se pueden pensar en alternativas diferentes, pero cuidado, **no introduzca restricciones nuevas** al Sistema si no ha comprendido todas las existentes. Debe Explotar la restricción detectada.

3. En éste momento, se debe condicionar todo el Sistema con sus restricciones a sacar el provecho a la restricción limitante del punto 2.

4. En éste paso, ya habremos resuelto el hacer avanzar la Empresa, **ELEVAR** significa agregar mas para que la restricción dé mas, pero llegará el momento en que sobrará y entonces otra restricción será la limitativa.

5. El concepto de **INERCIA**, principalmente se basa en Políticas Internas que pueden mantener **"AMARRADA"** a nuestra Empresa.

2.2.3 Indicadores de la Teoría de Restricciones

En el esquema Clásico o Tradicional, tenemos un Sistema Histórico el cual busca relacionar los 3 factores (Q), (F) y (M), los cuales depende las Utilidades, bajo el Sistema de la Teoría de Restricciones será necesario redefinir varios conceptos.

Sean:

SÍMBOLO	PARÁMETRO	DEFINICIÓN
T	**Throughput**	La Velocidad a la cual el **Sistema Genera Dinero** a **través de las Ventas** [=] **$/Per**
I	**Inventario**	**Todo el Dinero** que el **Sistema Invierte en la Compra** de cosas que el **Sistema pretende Vender** [=] **$/Per**
GO	**Gastos Operacionales**	**Todo el Dinero** que el **Sistema Usa para Transformar** los Inventarios en Throughput [=] **$/Per**

De las definiciones anteriores, podemos plantear la serie de Parámetros Financieros para la medición de Resultados, conforme a TOC.

SÍMBOLO	PARÁMETRO	FÓRMULA	REFERENCIA
U	**Utilidad Neta**	**U = T – GO**	Ec. No. 2
ROI	**Retorno sobre la Inversión**	**ROI = (T – GO) / I (*)** **ROI = (T – GO) / (I + GO)**	Ec. No. 3
RI	**Rotación de Inventarios**	**RI = T / I**	Ec. No. 4
Pd	**Productividad**	**Pd = T / (I + GO)**	Ec. No. 5

(*) Para la mayoría de las Empresas actuales, la Inversión únicamente está en los Inventarios de la TOC.

Note estimado lector, que aunque las fórmulas se parecen, son totalmente diferentes en concepto y en valor ya que por ejemplo los Inventarios están en su valor real del período no hay método PEPS o UEPS del ámbito de Costos, estamos en el ámbito de Throughput.

Para definir con claridad, hagamos un experimento mental de una Empresa Ficticia la cual se le han eliminado todas las imprecisiones e incertidumbres.

3. Ejemplo de Empresa Ideal

Suponga Usted una Empresa Ideal, la cual tiene a su vez un sistema de **"pronóstico ideal"**, sus recursos materiales, de máquinas y recursos humanos hacen sus actividades con **"cero defectos"**, sus proveedores son 100% confiables, sus Clientes tienen absoluta confianza y no forzan fechas de entrega, ellos compran cuando el Producto o Servicio está terminado (la Demanda), se elaboran 2 Productos o Servicios **"X"** y **"Y"**, no hay cargos por vendedores ni comisiones por Ventas, esta Empresa tiene 4 recursos A, B, C y D existe un recurso de cada tipo, están totalmente especializados, cada recurso hace su función y los tiempos de preparación de cada recurso valen cero, es decir están listos **"siempre"** para trabajar. Esta Empresa trabaja 8 horas diarias, 5 días a la semana, es decir (8*5*60) = **2400 minutos a la semana**.

Los Precios de Venta (**P**) están fijos y son: **Px = 90 $/Un** y **Py = 100 $/Un**, la Demanda es fija y se venderán Productos o Servicios terminados de **Qx = 100 Un/sem** y **Qy = 50 Un/sem**. Los Gastos de Operación de la Empresa son **GO = 6000 $/sem**.

Se utilizan 3 materias Primas y una parte es comprada, las cuales llegan exactamente en el momento en que se necesiten. En la figura No. 2 se esquematiza y se da la información adicional de los tiempos que utiliza cada recurso en la Producción.

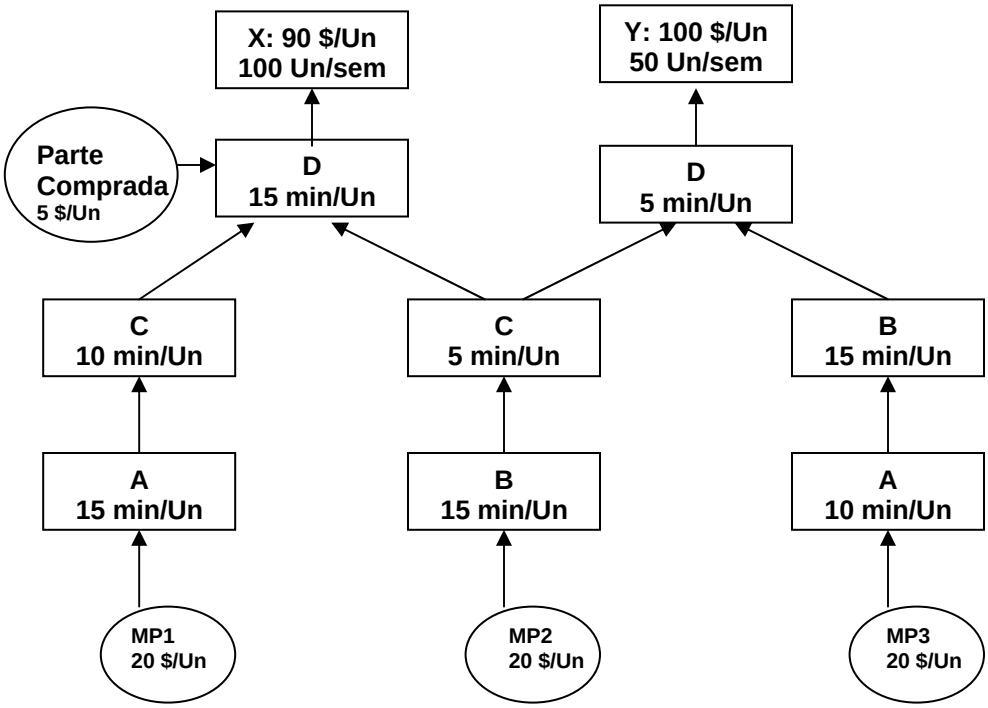


Fig. No. 2
Esquema de Producción
Empresa Ideal

¿Cuál es la **<u>Máxima Utilidad Neta</u>** (o pérdida mínima) que ésta Empresa puede lograr por semana?

Por favor estimado lector, toda la información se encuentra dada, conteste la pregunta anterior calculando la Utilidad tomate tu tiempo, pero no lo desperdicies, antes de seguir a la siguiente página.

La Utilidad Neta Máxima **NO ES 1500 $/sem**, **NO ES – 3000 $/sem**, **NO ES – 1500 $/sem**, tampoco es **– 300 $/sem**. Disculpen no es adivinanza, el resultado **CORRECTO ES: 300 $/sem**.

Cuidado, todos nosotros (me incluyo) los administradores somos muy sistemáticos y queremos resolver el problema aplicando los métodos que ya conocemos inmediatamente **¡¡ PARA AYER !!**. ¿Qué tema estamos viendo?, ¡oh!, ¡por supuesto!, teoría de restricciones.

Estimado lector, ¿antes de comenzar, verificó si el Sistema tiene restricciones que lo limiten?, si lo hizo y no encontró alguna, DE TODAS FORMAS EXISTEN DOS, QUE ES EL MERCADO EXTERNO (solamente podemos vender 100 X´s y 50 Y´s).

ENFOQUE No. 1 Bueno veamos, usando la **Contabilidad Tradicional**, los precios unitarios (**P**) los tenemos son: $\mathbf{P_X = 90}$ **$/Un** para X y $\mathbf{P_Y = 100}$ **$/Un** para Y. Los costos variables (**V**) en nuestra Empresa Ideal son las materias primas y la parte comprada que necesitamos para cada X, por lo tanto los costos variables unitarios son: $\mathbf{V_X = 45}$ **$/Un** y $\mathbf{V_Y = 40}$ **$/Un**. Calculemos las (**M**) contribuciones marginales unitarias son: $\mathbf{M_X = (90\text{-}45)}$ **$/Un = 45 $/Un** y $\mathbf{M_Y = (100\text{-}40)}$ **$/Un = 60 $/Un**.

Los gastos operacionales son constantes en el período (sem) ya que no dependen de la generación de bienes y/o servicios, entonces los costos fijos (F) son: **F = 6000 $/sem**. Entonces usamos la Ec. No. 1 y encontramos una supuesta Utilidad de:

$$\mathbf{U = M_X(100\ Un/sem) + M_Y(50\ Un/sem) - 6000\ \$/sem = 1500\ \$/sem}$$ **¡Pues NO!**

ENFOQUE No. 2 Bueno yo quiero seguir usando lo que sé de **Contabilidad Tradicional**, pero debo de observar **¿qué limita mi problema?**, si observo los 4 recursos A, B, C y D; puede ser que los tiempos de mis recursos no alcancen para elaborar lo que el mercado solicita.

Consumos de tiempos para cumplir con el mercado para cada recurso.

A = (15 min/Un)(100 Un/sem) + (10 min/Un)(50 Un/sem) = (1500 + 500) min/sem = **2000 min/sem**
B = ((15)(100) + (15 + 15)(50)) min/sem = (1500 + 1500) min/sem = **3000 min/sem**
C = ((10 + 5)(100) + (5)(50)) min/sem = (1500 + 250) min/sem = **1750 min/sem**
D = ((15)(100) + (5)(50)) min/sem = (1500 + 250) min/sem = **1750 min/sem**

Lo que limita mi Sistema es mi recurso B, ya que solo tengo 2400 min/sem, entonces no puedo cubrir la demanda del mercado, el enfoque 1 efectivamente está equivocado, puesto que supone únicas restricciones las del mercado.

Mi restricción para elaborar X y Y en las cantidades que solicita mi mercado, es que no tengo suficiente recurso B, entonces no debo desperdiciarlo, **DEBO SACARLE EL MAYOR PROVECHO POSIBLE**, exprimirlo hasta el último jugo que pueda dar. La mejor contribución marginal unitaria la estamos obteniendo para Y que es de 60 $/Un, entonces elaboremos las 50 Un de Y y vemos cuanto podemos elaborar de X después, si elaboramos las 50 de Y se consumen 1500 min/sem de B, nos restan 900 min/sem que podemos usar para X, esto implica que podríamos elaborar (900 min/sem)/(15 min/Un) = 60 Un/sem de X, (aunque nuestros Clientes nos comprarían 100 X´s, 60 es peor es nada), bueno, ya está el plan de elaboración ahora debo ver mis utilidades, elaboro 60 X´s y 50 Y´s.

$$\mathbf{U = M_X(60\ Un/sem) + M_Y(50\ Un/sem) - 6000\ \$/sem = -300\ \$/sem}$$ **¡Oh Dios, Negativa!**

Si tomo la decisión anterior, la probabilidad es de aprox. **0.90** o más que la siguiente semana esté buscando trabajo en otra Empresa. O tomo la opción del Millonario (obtener más recurso B, pero me informo, por favor no haga 100 llamadas telefónicas ninguna resuelve el problema, B es carísimo y no hay para la siguiente semana, hoy es sábado y debo tener la Planeación para que funcione éste lunes), o **CAMBIO DE ENFOQUE PARA VER LAS COSAS**, alguien me dijo, creo que fué un Sirio-Jarocho seguidor y asociado con un Físico Israelí, que la Empresa es **máquina para hacer dinero**, **no para destruirlo** y que el principal medidor debe ser la velocidad con que se genera el dinero a través de las ventas, si hemos reconocido nuestro Sistema de Restricciones y podemos medir su impacto en la Empresa debemos poder encontrar que haga dinero o hacemos una fiesta de clausura (de la Empresa obviamente). La clave está en someter el Sistema (la Empresa) a la restricción (recurso limitado) y ver que el recurso B tiene resultados diferentes.

Se nos dijo que es velocidad, y la velocidad es **"algo entre tiempo"**: cada Producto y/o Servicio tiene su correspondiente Contribución Marginal que tiene unidades de: $/Un y el recurso B (que es la restricción) consume cierto tiempo para elaborar cada X o cada Y y tiene unidades de min/Un, también **me doy cuenta que la dichosa unidad** (**Un**) es la misma ¡diablos!, es X o es Y, entonces puedo dividirlos y encuentro una Velocidad, ahora que significado tiene ésta velocidad, el tiempo que utiliza B para elaborar una X es de 15 min por cada X y el tiempo que utiliza B para elaborar una Y es de 30 min por cada Y.

Vel. que hace dinero B, cada vez que se vende una X es: (45 $/Un)/(15 min/Un) = **3 $/min**
Vel. que hace dinero B, cada vez que se vende una Y es: (60 $/Un)/(30 min/Un) = **2 $/min**

Con este cambio de enfoque, teniendo en cuenta nuestro Sistema de Restriciones, me doy cuenta que B hace más dinero elaborando X y no Y como me indicaba mi Contabilidad Tradicional, entonces en vez de elaborar Y primero, elaboraré X primero y lo que me quede de B se lo aplicaré a Y.

ENFOQUE No. 3 Ahora necesito sacar la Utilidad otorgando a X todo mi apoyo ya que hace más dinero por cada minuto después de la venta y lo que reste se lo daré a Y. El recurso B utiliza 15 min/Un de X, utilizará (15)(100) = 1500 min, restan 900 min que corresponden a elaborar (900/30) = 30 Un de Y entonces:

Utilidad con la **fórmula tradicional** de Contabilidad:

$U = M_X$(100 Un/sem) + M_Y(30 Un/sem) – 6000 $/sem = 300 $/sem ¡Oh, Very Good!

Utilidad con la **fórmula recomendada con la Teoría de Restricciones**, sacaremos el Throughput para X y el Throughput para Y.

T_X = (3 $/min)(1500 min/sem) = 4500 $/sem
T_Y = (2 $/min)(900 min/sem) = 1800 $/sem

T = T_X + T_Y = 6300 $/sem

U = T – GO = 6300 $/sem – 6000 $/sem = 300 $/sem ¡Oh, Very Good!

¿Qué perdimos?, claro una Fiesta de Clausura; ¿Qué ganamos?, Empresa y semana SANA y todo el contratiempo de buscar otro empleo.

¿Cuánto vale el Inventario?, ¿Cuánto vale el **ROI**?, ¿Cuánto vale el **RI**?, ¿Cuánto vale la **Pd**?, bueno cuanto vale todas las estrellitas y etiquetas que queramos llenar nuestra sala, pues, hay que calcularlas, el parámetro mas importante es el **Throughput**, en segundo lugar la masa de nuestro Batallón (**Inventario**), y en tercer lugar ¿se acuerdan de la cuerda que nos otorgaron para dirigir al Batallón?, los **Gastos Operacionales**.

Si nosotros analizando nuestra Empresa logramos por medio de: TQM[10], JIT[11], MRP[12], MRPII[13], reducir nuestros Inventarios y Gastos Operacionales tendremos mejores parámetros Financieros y ante todo mejorar nuestro **Throughput** entonces tenemos segura la sobreviviencia, existencia y posibilidades de Desarrollos y Área de Influencia de nuestra Empresa.

4. Cálculo de Parámetros Financieros

Tenemos a la Empresa con otro enfoque, **NO CON EL MUNDO DE LOS COSTOS**, tenemos a la Empresa en el **MUNDO DEL THROUGHPUT**, que es el ambiente de observación de la velocidad con que la Empresa hace dinero a través de las Ventas.

Calculemos los parámetros de medición financiera en éste Ambiente.

Throughput: T = 6300 $/sem
Utilidad: U = 300 $/sem
Inventario: I = 100(20 + 20 + 5) + 30(20 + 20) = 5700 $/sem
Gtos.Oper: GO = 6000 $/sem

Ret. sobre la Inversión: ROI = U/I = (300/5700) = .052632 o **5.2632 %** (Máximo) (*)

(*) Para éste ejemplo éste ROI es el adecuado ya que Inventarios corresponde a ser el Ámbito de las Inversiones en la TOC, en cambio GO corresponde al Ámbito de los Costos.

Ret. sobre la Inversión: ROI = U/(I+GO) = (300/11700) = .025641 o **2.5641 %** (Mínimo) (**)

(**) Dependiendo la naturaleza de la Empresa, parte del gasto operacional puede ser colocado en Inventario, pero mantenga las definiciones de T, I y GO, en ésta Empresa Ideal la fuerza laboral tiene un Salario fijo a la semana y no hay Depreciaciones ni Amortizaciones ni horas extras, por lo tanto no corresponde al Ámbito de las Inversiones en la TOC.

Rot.de Inventarios: RI = T / I = (6300/5700) = 1.1053
Productividad: Pd = T / (I + GO) = (6300/11700) = .538462 o 53.08462 %

5. Bibliografía Sugerida

1. Goldratt Eliyahu, and Cox, Jeff; **"The Goal"**, North River Press, 1986: Existe traducción que es el libro **"La Meta"**, de los mismos autores, Ediciones Castillo.
2. Goldratt Eliyahu, Robert Fox, **"La Carrera"**, Ediciones Castillo.
3. Goldratt Eliyahu, **"El Síndrome del Pajar"**, Ediciones Castillo.
4. Goldratt Eliyahu, and Fox, R. **"The Theory of Constraints Journal"**, Volume 1, 19488 & 19489, Avraham Y. Goldratt Institute.
5. Andre McHose, **"MANUFACTURA: Calidad y Productividad"**, Addison Wesley Iberoamericana.
6. Heriberto Quintanilla García, **"Calidad y Utilidades"**, Ediciones Castillo.

[10] TQM, por sus siglas en inglés (Total Quality Management), o bién Administración para la Calidad Total o Calidad Integral.
[11] JIT, por sus siglas en inglés (Just In Time), o bién Justo a Tiempo.
[12] MRP, por sus siglas en inglés (Material Requirements Planning), Planeación de los Requerimientos de Materiales.
[13] MRPII, por sus siglas en inglés (Manufacturing Resource Planning), Planeación de los Recursos de Manufactura.

I.Q.A. LUIS OMAR JAMED BOZA
Dr. Rafael Lucio No. 199-D
Xalapa Eqz., Ver., México C.P. 91000
Tel. (01)(228)8155385
Cel. (044228)8361568
lojb33@hotmail.com
lojb@xal.megared.net.mx

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ZONA XALAPA

MANUAL DEL SIMULADOR DE LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS CONFORME A LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

I.Q.A. Luis Omar Jamed Boza
Edición 1.00
Septiembre/Agosto 1999/2000

CONTENIDO

1

1. Introducción 3

2

2. Simbología de las Abreviaciones 3

3

3. Determinación de Unidades a Elaborar 5

4

4. Ejecución del Simulador 6

5

5. Ubicación de Información en el Esquema 7

1. Introducción

La elaboración de este Simulador lleva como finalidad comprender y familiarizar al estudiante con las relaciones que existen en el juego de variables que se encuentran involucradas en la Planeación de la Producción de Bienes y/o Servicios, solo involucra las principales variables y no pretende hacer una Simulación de un Proceso Específico de Producción, intenta mostrar como herramientas de uso común en computación tal como el Excell de Microsoft[1], nos pueden ayudar en las tomas de decisiones bajo la Teoría de Restricciones.

2. Simbología de las Abreviaciones

h/d	➔	Horas al día laborables.
d/s	➔	Días a la Semana laborables.
FTR	➔	Factor de Tiempo, FTR = 60, representa 1 minuto real corresponde 60 minutos de tiempo en el Simulador.
TPR	➔	Porcentaje de Tiempo Productivo.
H Inicial	➔	Hora Inicial del Proceso de Simulación de la Producción.
MP	➔	Materias Primas para ser Utilizadas por los Recursos en las Actividades.
MinDeServ	➔	Minutos de Servicio en tiempo del Simulador.
Pco	➔	Partes Compradas que se integran en los Productos y/o Servicios.
Cant	➔	Cantidades necesarias de MP o Pco por unidad de Producto o Servicio.
Cto	➔	Costo Unitario de MP o Pco.
GOBase	➔	Gastos Operacionales Básicos, sin Incremento (%) de Recursos Usados.
GOTotal	➔	Gastos Operacionales Totales.
Flujo Cja. Inicial	➔	Efectivo que se tiene al inicio de la Semana del Simulador.
Flujo de Caja	➔	Efectivo que se tiene en cualquier momento del Simulador.
Rec	➔	Recursos que se tienen en el Sistema identificados con **Letra y Color**.
TP	➔	Tiempo de Preparación o Mantenimiento para cada Recurso.
NTP	➔	Número de TP necesarios a la semana.
%GOB	➔	Porcentaje del Gasto Operacional Base, requerido para el Recurso.
TD	➔	Tiempo disponible de trabajo en minutos a la semana.
PoS	➔	Producto o Servicio.
Dem	➔	Demanda Semanal de PoS.
P	➔	Precio de Venta Unitario.
CV	➔	Costo Variable Unitario.
CM	➔	Contribución Marginal Unitaria CM = (P – CV).
Proy	➔	Número de unidades de PoS proyectadas ha elaborar.
InEst	➔	Inventario Estimado después de la Proyección.
Uest	➔	Utilidad Estimada después de la Proyección.
Inv	➔	Inventario utilizado en el transcurso de la Semana.
U	➔	Utilidad obtenida en el transcurso de la Semana.
Throughp	➔	Throughput obtenido en el transcurso de la Semana.
ROIe	➔	Retorno sobre la Inversión Estimada después de la Proyección.
RIes	➔	Rotación de Inventarios Estimado después de la Proyección.
ROI	➔	Retorno sobre la Inversión obtenida en el transcurso de la Semana.
RI	➔	Rotación de Inventarios obtenido en el transcurso de la Semana.
PC	➔	Parte comprada en el Esquema.
Min	➔	Minutos Utilizados en cada Recurso para elaborar las Unidades de PoS.
Trest	➔	Tiempo Restante Proyectado de cada Recurso o Excedentes Semanales.
Act	➔	Actividad Identificada con **Letra**.
TI	➔	Tiempo Inicial programado.
TF	➔	Tiempo Final programado.
Unid	➔	Unidades X, Y o Z.
Prod	➔	Producción ha lograr por la Simulación.
Vel	➔	Velocidad que cada Recurso otorga al elaborar X, Y o Z.

[1] Microsoft®, Marca Registrada.

El Simulador se presenta en las Figuras 2-1 y 2-2:

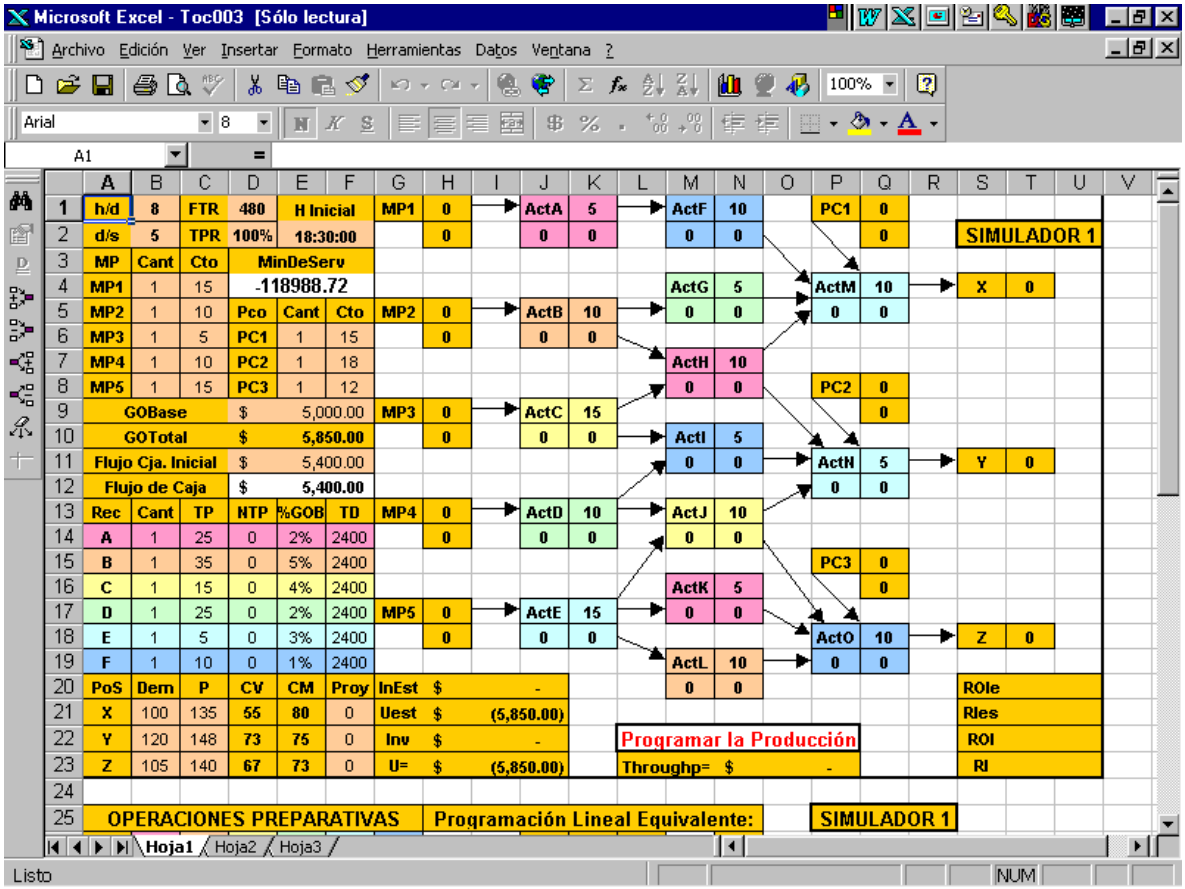
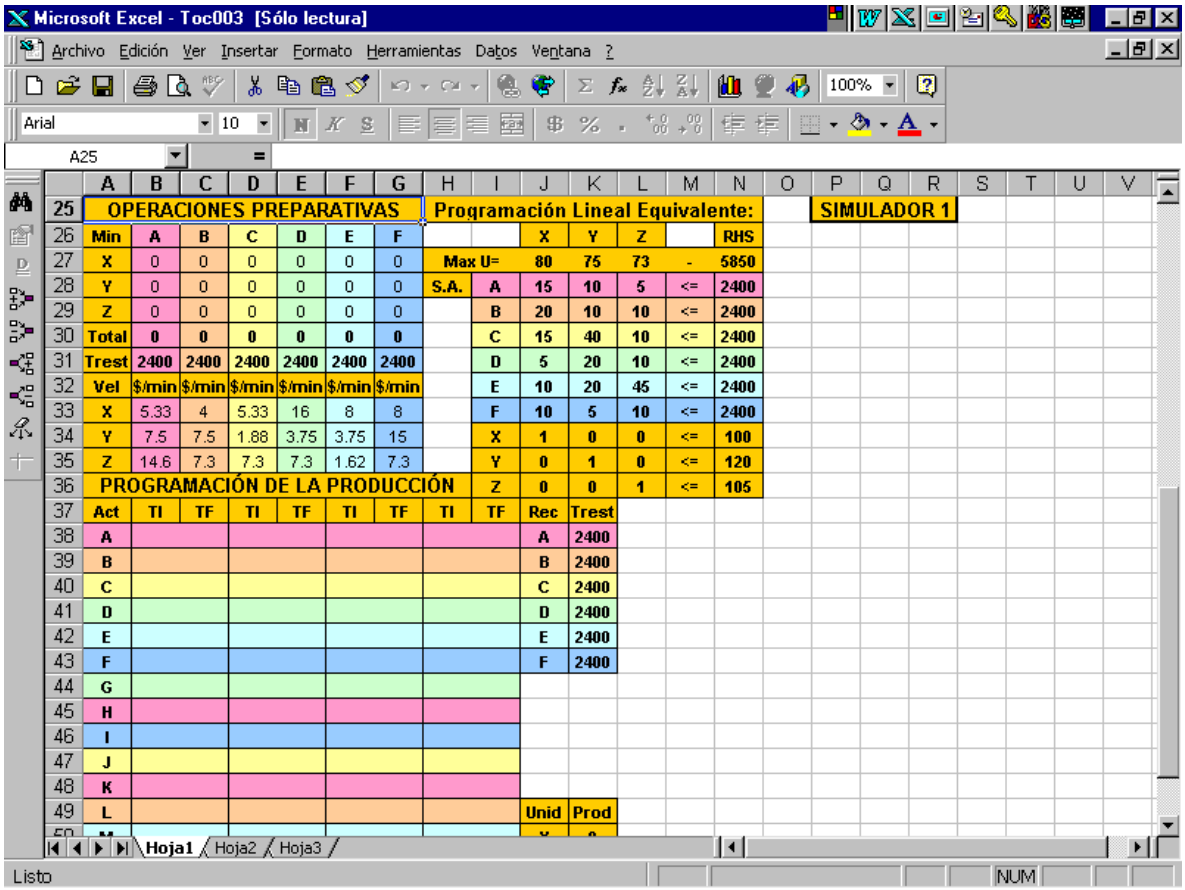


Fig. 2-1

De las columnas A a la F y los renglones del 1 al 23 se tiene la información que es modificable para efectuar diferentes condiciones sobre el Esquema general de las Actividades y Recursos, los valores que se encuentran en color Canela son modificables. La zona Blanca ubicada en las columnas L a P en el renglón 22 es el cuadro de avisos del propio Simulador (ver Fig. 2-1).

A partir de las columnas G a la U y hasta el renglón 23 se encuentran valores otorgados por el Simulador (en la Simulación 1). De los renglones 25 al 52 se encuentra la sección de Operaciones Preparativas y donde se debe ubicar la Programación en Tiempos Iniciales y Finales de Trabajo por las Actividades utilizando sus Recursos respectivos (ver Fig. 2-2).

En la sección H a N, 25 a 36 se ubica el planteamiento equivalente del Sistema como Modelo de Programación Lineal, esta sección solo es indicativa y plantea para que se tengan ubicación rápida de los tiempos que utiliza cada Recurso para elaborar una unidad de X, Y o Z.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
25	OPERACIONES PREPARATIVAS							Programación Lineal Equivalente:						
26	Min	A	B	C	D	E	F			X	Y	Z		RHS
27	X	0	0	0	0	0	0	Max U=		80	75	73	-	5850
28	Y	0	0	0	0	0	0	S.A.	A	15	10	5	<=	2400
29	Z	0	0	0	0	0	0		B	20	10	10	<=	2400
30	Total	0	0	0	0	0	0		C	15	40	10	<=	2400
31	Trest	2400	2400	2400	2400	2400	2400		D	5	20	10	<=	2400
32	Vel	$/min	$/min	$/min	$/min	$/min	$/min		E	10	20	45	<=	2400
33	X	5.33	4	5.33	16	8	8		F	10	5	10	<=	2400
34	Y	7.5	7.5	1.88	3.75	3.75	15		X	1	0	0	<=	100
35	Z	14.6	7.3	7.3	7.3	1.62	7.3		Y	0	1	0	<=	120
36	PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN								Z	0	0	1	<=	105
37	Act	TI	TF	TI	TF	TI	TF	TI	TF	Rec	Trest			
38	A									A	2400			
39	B									B	2400			
40	C									C	2400			
41	D									D	2400			
42	E									E	2400			
43	F									F	2400			
44	G													
45	H													
46	I													
47	J													
48	K													
49	L									Unid	Prod			

Fig. 2-2

3. Determinación de Unidades a Elaborar

Cuando nuestra capacidad no puede cumplir con los requerimientos de la Demanda, es necesario identificar que Productos o Servicios son los más adecuados ofertar al Mercado, y después de haber hecho la programación inmediata, podemos explotar las restricciones que limitan nuestro Sistema, liberándolo de dichas restricciones.

3.1 Procedimiento Heurístico de la Teoría de Restricciones

A reserva de que cada persona pueda usar su propio método heurístico al comprender los fundamentos de la Teoría de Restricciones el autor de éste Simulador le recomienda lo siguiente:

3.1.1 Determinar el número Óptimo de Unidades a Elaborar:

Ya sea aplicando las relaciones de **Velocidad** (**$/min**) provenientes del fundamento básico de la Teoría de Restricciones o pueden ser utilizadas Programación Lineal o Dinámica para la determinación óptima estimada de las unidades a elaborar, la sección A a G, 32 a 35 muestra las velocidades con que cada Recurso contribuye al **Throughput** total de la semana de trabajo.

Utilizaremos la Técnica Heurística de Teoría de Restricciones en nuestro Simulador, en la sección A a G, 26 a 31 se muestran los minutos utilizados por cada Recurso para la elaboración de las Unidades que Usted desea Proyectar, en la sección columna F, de 20 a 23 ubicará el número de unidades óptimas proyectadas.

Para determinar las Unidades Proyectadas se recomienda lo siguiente:

1. En la sección (**Proy**), ubicar la demanda de X, Y y Z para verificar si logramos cumplir la demanda total que se nos pide, esto lo podemos ver en el renglón 31 (**Trest**), si alguno de nuestros Recursos genera tiempos negativos ➔ que no es posible cumplir con la Demanda Total, por lo tanto en la seccion (**Proy**), colocar nuevamente ceros.
2. Colocar individualmente la demanda de (**X, Y ó Z**) y ver si la podemos satisfacer, ajustar la demanda individual de (**X, Y ó Z**) a las unidades que podamos elaborar, cumpliendo con los fundamentos de la Teoría de Restricciones (**TOC**), en éste momento habremos determinado las velocidades que otorga cada Recurso y además el orden con que debemos elaborar cada uno de los **PoS**.
3. Ya habiendo obtenido las unidades óptimas a intentar elaborar y además el orden con que deben elaborarse, procederemos a Programar la Producción en tiempos utilizados por cada Recurso, conforme a la Teoría de Restricciones en la sección A a I, 37 a 52; cumpliendo el orden otorgado por la TOC. Es muy factible que existan conflictos en la utilización de Recursos, intente reordenar los tiempos, si continúan los conflictos, entonces deberá de sacrificar algunas unidades conforme al orden otorgado por la TOC.
4. La secuencia de la programación de tiempos se recomienda que sea de atrás hacia delante, es decir comience por el final. Verifique la ausencia de conflictos en tiempos y las cantidades que obtendrá en el Simulador.

Ya hechos los cuatro pasos anteriores, estaremos listos para ver el comportamiento generado por el Simulador.

4. Ejecución del Simulador

El Simulador opera mediante el medidor de tiempo que tiene su computadora dentro del Windows[2], por lo tanto tiene un factor **FTR** que representa a un factor de escala en tiempos y éste implica que si por ejemplo tiene un valor de 480 representa 1 minuto real corresponde a 480 minutos de Simulación de la Producción.

Para hacer que se ejecute la Simulación deberá preparar los siguientes pasos:

1. Ver la hora que tiene su computador en la esquina inferior derecha de su Monitor y darse suficiente tiempo (el que Usted requiera) para encontrar el número de unidades a elaborar (sec. 3 de éste Manual), la hora que Usted quiere que inicie la ejecución del Simulador se colocará en la sección **H Inicial**, E a F, renglón 2 del Simulador; con el formato de 24:00 horas, a vía de ejemplo, suponga que Usted desea que inicie a las 5:30 PM, entonces colocará la hora 17:30 y enter. Automáticamente verá que en la celda minutos de servicio (MinDeServ) aparece un número negativo que representa los minutos faltantes para iniciar la Producción, en la sección del recuadro blanco de las columnas L a P, renglón 22 aparecerá con letra roja: **Programar la Producción**, ya habiendo hecho su programación en tiempos para cada Recurso aplicado en cada Actividad, estará listo para iniciar la ejecución de la Simulación.
2. A partir de haber hecho el paso 1 anterior, mantenga pulsada la tecla **F9** del teclado para que vea la ejecución del Simulador, dependiendo el Factor **FTR** a mayor valor verá todas las acciones en forma más rápida, en el proceso de ejecución puede ser que no haya previsto el suficiente dinero en efectivo representado en el Flujo de Caja, entonces el Simulador le reportará: **No Hay Efectivo**, esto implica que para la programación de tiempos que Usted generó, no alcanza el flujo de caja que tiene.

[2] Windows®, Marca comercial de Microsoft®

3. Si Usted no verificó correctamente su programación de tiempos y le resultara **PoS** en proceso negativo entonces el Simulador le reportará: **Programación Inválida**, y esto implica que tiene alguna de las siguientes situaciones en su programación de tiempos: A) **Empalme de Tiempos sobre un mismo Recurso**, B) **La velocidad** con que un **Recurso** elabora unidades **agota rápidamente** las unidades elaboradas por el recurso utilizado en actividad anterior.
4. Confirme no estar usando simultaneamente **un mismo Recurso en dos o más Actividades**.

Teniendo la precaución de cumplir los pasos anteriores, podrá identificar las asociaciones hechas en la Teoría de Restricciones (**TOC**), con el **TAMBOR-AMORTIGUADOR-CUERDA**.

5. Ubicación de Información en el Esquema

En la sección que corresponde al Esquema de Actividades y Recursos, cada actividad está identificada por una **Letra**, en la esquina superior izquierda del cuadro de 2X2. El **Recurso utilizado** representa el color del cuadro y en la parte superior derecha se ubica el tiempo que le dedica el recurso correspondiente a ese color y es modificable por Usted.

La ubicación de las Materias Primas se encuentran señaladas con MP1, MP2, ..., MP5 y la ubicación de las Partes Compradas están señaladas con PC1, ..., PC3, el cuadro inferior de ambas representa la cantidad de MP´s y PC´s que habría que comprar para la Producción Proyectada por Usted, el cuadro superior representa la cantidad que se han comprado en cualquier minuto de la Simulación, la cantidad que Usted coloque de MP´s o PC´s en la sección de información representa por unidad de X, Y o Z correspondientes.

En la parte inferior derecha del esquema, se reporta los Inventarios y la Utilidad tanto estimada para su proyección como la obtenida después de la Simulación, en la parte inferior central se encuentra el recuadro de información y el Throughput obtenido y a la derecha los Retornos sobre la Inversión y las Rotaciones de Inventarios.