

Modelo Gerencial para toma de decisiones aplicando  
teoría de restricciones en: Cemento Andino S.A. –  
Venezuela.

Informe final de investigación

AUTOR

Ingeniero Javier De La Rotta

TUTORA

Economista Msc. Luz Marina Schotborgh

UNIVERSIDAD EAN

Especialización en Gerencia de procesos y calidad

Bogotá 2012

## RESUMEN

El objetivo de este artículo es determinar mediante la Teoría de restricciones, las mejores opciones de producción y despacho de productos, con las cuales los gerentes pueden tomar las mejores decisiones orientadas a maximizar las utilidades de la empresa Cementos Andino S.A - Venezuela, en la cual se desarrolló la metodología del decálogo, de tal forma que los Trúput obtenidos en los casos planteados como opción de mejora, son el reflejo de los conceptos que enmarcan su aplicación. Los resultados obtenidos a partir del caso nos llevan a concluir que la Teoría de restricciones permite al gerente tomar decisiones más coherentes con los procesos productivos, pues ponen en consideración la administración de los recursos cuello de botella, lo cual facilita la maximización de las utilidades.

*Palabras clave:* Teoría de restricciones, Trúput, Restricciones, Utilidades Netas.

## INTRODUCCION

Hoy en día existen diversas herramientas gerenciales (como Teoría de las Restricciones (Theory of Constraints, TOC), Balanced Scorecard (BSC), Just in Time (JIT), Costos Kaisen, Costos por Actividades, etc.) proponen métodos que llevan a maximizar las utilidades como consecuencia del mejoramiento en los procesos y en la asignación de los recursos, mejoras planteadas por cada una de ellas en sus propios conceptos. El objeto de este trabajo es centrar nuestro análisis en la Teoría de las Restricciones y específicamente en el análisis del Throughput Accounting o como lo vamos a nombrar durante el resto del trabajo el Trúput.

### *Planteamiento Del Problema*

Determinar cuál es la mejor opción desde el punto de vista rentabilidad económica, la selección de los productos óptimos a fabricar y despachar en la empresa “Cemento Andino S.A. – Venezuela”, para maximizar las ganancias en las ventas, mediante la aplicación de la herramienta gerencial “TEORIA DE RESTRICCIONES”.

### *Justificación*

La meta de toda empresa y negocio, más allá de satisfacer las necesidades de la comunidad, la población y el país, es ganar la mayor cantidad de dinero, maximizando las ganancias para poder aumentar la rentabilidad económica, originando nuevas inversiones de mejora y así crecer como organización; pero como sostiene Guerreiro (citado por Gonzales & Escobar, 2008), de no haber restricciones en los procesos de los negocios, la utilidad de éstos sería infinita; por tanto, todo

negocio siempre presentará un cuello de botella, en producción, o una o varias restricciones, en otros tipos de negocios, como los de servicio, que impedirán que esa utilidad sea infinita. En ese sentido, las restricciones se pueden definir como limitaciones, puntos débiles o falta de algún recurso dentro de un proceso, que pueden afectar el desempeño de todo un sistema, entendida la empresa como sistema. La intención del presente estudio, es identificar nuestro “cuello de botella” en la empresa, para que a partir de esto definir las mejores estrategias de producción, en base a los productos a fabricar, para obtener la maximización de los ingresos provenientes de las ventas.

En el proceso productivo de la fabricación de cemento, existe la posibilidad, utilizando la misma maquinaria, de fabricar diversos tipos de cemento, modificando la concentración de la materia prima en cada uno de sus componentes, de manera tal que se puede fabricar varios productos para satisfacer el mercado y diversificar el mercado de potenciales clientes para la empresa. La razón del presente análisis se origina por que el costo de producir y de venta al público, varía para cada tipo de cemento, sirviendo metodologías como la Teoría de Restricciones, como una herramienta poderosa para la toma de decisiones y así optimizar las ganancias originadas de las ventas de los productos.

### *Objetivo General*

Determinar mediante la teoría de restricciones, las mejores alternativas de selección de producción y despacho de productos, que permita maximizar las ganancias económicas de las ventas, en la fábrica “Cemento Andino S.A” perteneciente a la fábrica nacional de cementos Venezuela.

### *Objetivos Específicos*

- Identificar todas aquellas variables que puedan intervenir e identificarse como restricción en el proceso productivo de la empresa.
- Seleccionar el tipo de cemento a fabricar, teniendo en cuenta las ganancias en las ventas que este pueda producir.

### *Aspectos Teóricos*

A continuación se van a definir algunos aspectos teóricos importantes para este trabajo, para poder entender los términos manejados, su significado dentro del contexto y el aporte de cada uno de ellos en los resultados finales de la investigación.

- Sistema: “Podemos definir un sistema como una red de componentes interdependientes, que trabajan juntos para lograr la meta del sistema” (Lepore & Cohen, 2002, p 13).
- Inventario/Inversión (I): Todo el dinero que el sistema invierte para comprar bienes. Decimos inversión para indicar todo el dinero que el sistema entrega a cambio de bienes que tienen valor. El inventario también es una inversión, pero puede definirse mejor como el subconjunto de inversiones que es transformada en tróput y genera beneficios para el sistema. En la industria manufacturera, el inventario es la materia prima adquirida. Una vez ha sido procesada, la materia prima es transformada en producto terminado y se vende. Cuando el cliente paga por el producto, se genera tróput, la inversión produce rendimientos y el inventario se reduce. (Lepore & Cohen, 2002, p 17)

- Trúput (T): La velocidad a la que el sistema genera unidades de la meta. El Trúput en organizaciones con ánimo de lucro es fácil de definir: es la diferencia entre el dinero que el sistema obtiene de sus clientes y lo que paga a sus proveedores por la compra de bienes y servicios que son utilizados directamente para sus productos.
- Gastos de operación (GO): todo el dinero que el sistema gasta transformando el inventario en Trúput.

Estos medidores encajan perfectamente con el conocimiento intuitivo que tenemos acerca del desempeño de los sistemas. Es evidente mientras más Trúput generemos, más cerca estamos de la meta de nuestro sistema. Es igualmente claro que tanto la Inversión como los gastos de operación deben tender a minimizar su valor, (...). Esto quiere decir que, hasta cierto grado, entre menor sea el tiempo necesario para generar Trúput menor es el inventario.

Si analizamos detalladamente lo que significa mejorar o aumentar la velocidad de generación de dinero, estaremos más convencidos de que producirá:

- ✓ Un mejor servicio al cliente, al entregar cerca del 100% de los pedidos de los clientes a tiempo y dentro de los requerimientos de calidad. (el Trúput en el corto plazo se incrementa).
- ✓ Se reduce la inversión en materiales, lo que genera una reducción en los gastos de operación. (los GO se reducen).
- ✓ Un potencial para nuevos pedidos adicionales (lo que podría generar una mayor demanda de nuevos productos), que llevaría a un incremento adicional en el Trúput de corto plazo.

- ✓ Crecimiento potencial del Trúput futuro al mejorar la ventaja competitiva.

Así podemos apreciar cómo una reducción en el inventario tiene un impacto positivo sobre los tres medidores – T, I, y GO. Podemos concluir entonces que las acciones a ser consideradas como positivas para el sistema, son aquellas que:

- Incrementan el Trúput.
- Reducen las inversiones y el inventario.
- Reducen los gastos de operación.

Necesitamos tres medidores diferentes, porque la mayoría de las acciones ejecutadas y de las decisiones tomadas por los administradores tienen un impacto positivo en uno de los medidores y un impacto negativo en algún otro. (Lepore & Cohen, 2002, p 18-19)

De aquí podemos definir las siguientes fórmulas para los indicadores y sus mecanismos de evaluación:

1. Utilidad Neta (la definición de la TOC) = T (Trúput) menos GO (Gastos de operación)  
UN (según TOC) = T – GO
2. ROI (TOC) = Utilidad Neta (TOC) / Inversión (I) o ROI (TOC) = (T – GO)/I

Así que tenemos un grupo de medidores: T, I, GO, UN (TOC) y ROI (TOC), que juntos proveen buenas aproximaciones para el desempeño financiero de la organización. (Lepore & Cohen, 2002, p 21)

## *Restricciones*

Estas son algunas de las afirmaciones genéricas de la TOC, que sirven de base para explicar el sistema con sus restricciones:

- Todo sistema tiene una meta – un propósito que se le definió debe lograr.
- El desempeño de todo sistema es finito y por lo tanto todo sistema tiene al menos una restricción.
- La TOC afirma que hay muy pocas clases de restricciones, que hay un número extremadamente pequeño de restricciones por sistema.
- La gerencia al estilo TOC se basa en la aceptación de que las restricciones gobiernan el desempeño del sistema (Cohen, 2010).

Existen dos clases de restricciones: restricciones al Trúput y restricciones de comportamiento.

### *Restricciones de comportamiento*

Sabemos que el factor humano es significativo en el desempeño de los sistemas. Las personas, a través de sus actitudes, voluntades y capacidades pueden causar que el sistema tenga un pobre desempeño. Entonces, asumo que todos podemos estar de acuerdo en que las personas pueden causar deterioro en el desempeño de los sistemas. Al mismo tiempo – todos sabemos que las empresas declaran que las personas son su activo más grande. Además de ser una buena frase de campaña, sabemos que las buenas empresas se basan en personas buenas con una buena cultura que los apoya. (Cohen, 2010, p.26)



Sin embargo, además de algunas herramientas básicas para mejorar la comunicación analítica con personas dedicadas y que apoyen las iniciativas – la fortaleza de la TOC no está en manejar directamente la restricción de comportamiento. Nuestra experiencia nos indica que la gran mayoría de explosiones devastadoras de restricciones de comportamiento suceden debido al hecho de que la empresa no se encontraba en buen estado y las personas estaban temerosas de perder su empleo, debido a la forma como se estaba manejando sus empresas. Por lo tanto, la mejor forma de asegurar que la empresa no sufra de la restricción de comportamiento es asegurando que la empresa sea exitosa y que cada uno disfrute en cierto grado el éxito de la empresa y no esté interesado en destruir la empresa. (Cohen, 2010, p.27)

### *Restricciones al Trúput*

La restricción al Trúput impacta directamente el logro de más o menos Trúput. El Trúput es simple de comprender en empresas que están construidas para generar utilidades. Tienen que generar dinero que se mide en unidades de utilidad neta y retorno sobre la inversión. Podemos utilizar el dinero para explicar las restricciones al Trúput. También son pocas – solamente tres:

- La restricción de Capacidad cuando la demanda impuesta sobre un recurso o una máquina es superior a su capacidad disponible. En el entorno que no es consciente de las restricciones es normal que la restricción no reciba ninguna atención gerencial específica. Cuando los gerentes toman acciones para dejar de desperdiciar la capacidad disponible liberan más capacidad y alivian el estrés causado por la falta de capacidad. Para elevar la restricción los gerentes necesitan tener más capacidad. (Cohen, 2010, p.30)

Plantea que no hay capacidad suficiente de un recurso específico para poder cumplir con todo la demanda que se le impone. Debido a la falta de capacidad, los pedidos de los clientes se entregan tarde. Esto genera que se recolecte tarde el dinero de los clientes. Esto significa que se retrasa el Trúput. La empresa pudo haber hecho más dinero más temprano. (Cohen, 2010, p.27)

- La restricción de tiempo de entrega significa que el tiempo que toma producir un pedido completo del cliente o un proyecto específico es muy largo, en relación a la competencia o en relación con las verdaderas necesidades del mercado. El tiempo de entrega determina el tiempo transcurrido entre recibir el pedido del cliente y obtener todo el dinero por el producto, el servicio, o el proyecto. Si el tiempo de entrega se alarga – se retrasa el Trúput, si el tiempo de entrega se reduce, el Trúput se recibe antes; también existe una buena probabilidad de que el mercado responda positivamente a un tiempo de entrega más corto y solicite más productos o servicios.
- La restricción de mercado significa no tener suficientes pedidos de los clientes. Esta es casi la restricción primordial. La forma como las empresas de operaciones – manufactura, servicios o proyectos – generan Trúput es a través de las ventas. Para las ventas las empresas necesitan clientes que hagan pedidos. El Trúput se reduce cuando hay menos pedidos de los clientes y crece cuando las empresas logran más pedidos de los clientes (que tienen contribución positiva). (Cohen, 2010, p.28)

También existen restricciones de políticas, entendidas como todas aquellas medidas que limitan el buen desempeño de un negocio por medio de normas, reglamentaciones, procedimientos, prácticas actuales o del pasado que son impuestas por la alta gerencia o por el gobierno. (Gonzales & Escobar, 2008, p.212)

## *El Decálogo*

Básicamente el decálogo significa los diez pasos a seguir, para el desarrollo de este trabajo, planteado por Doménico Lepore y Oden Cohen en su libro “El Decálogo”. Esta metodología combina la filosofía de Deming con la teoría de restricciones de Goldratt. Los pasos de la teoría del Decálogo son los siguientes:

1. Defina la meta del sistema, las unidades de medición y los medidores operativos.
2. Entienda el sistema.
3. Haga que el sistema sea estable.
4. Identifique la restricción y aplique los cinco pasos de focalización.
5. Aplique la administración de amortiguadores.
6. Reduzca la variabilidad de las restricciones y de los procesos principales.
7. Desarrolle una estructura administrativa adecuada.
8. Elimine la restricción externa: venda la capacidad excedente.
9. Cuando sea posible, lleve la restricción al interior de la organización.
10. Aplique un programa de aprendizaje continuo.

## METODOLOGIA

### 1. *Defina la meta del sistema, las unidades de medición y los medidores operativos*

La meta del sistema es producir la mayor cantidad de cemento, para así generar la mayor cantidad de Trúput debido a la venta de todo el producto. Es necesario acatar que el mercado compra y siempre está dispuesto a comprar todo el producto que se produce, debido a que la planta está ubicada en una región (Estado Trujillo - Venezuela) donde no hay competidor cercano, y la demanda de este producto crece progresivamente a medida que crece la población, a lo largo de la historia se ha mantenido este comportamiento con los clientes de la fábrica. Por lo que la meta se ratifica en producir la mayor cantidad de cemento de manera que genere la mayor cantidad de Trúput, que se traduce en beneficios para la empresa, beneficios para el empleado y satisfacción del cliente.

El análisis se basa en las unidades de medición y medidores operativos, descritas en el marco teórico: T (Trúput), UN (Utilidad Neta), I (Inversión) y ROI (Retorno de la inversión).

### 2. *Entienda el sistema*

Primero definamos nuestro sistema, este análisis se basa en el proceso productivo de manufactura de cemento, de la empresa Cemento Andino S.A – Venezuela. En la siguiente gráfica se representa esquemáticamente el proceso:

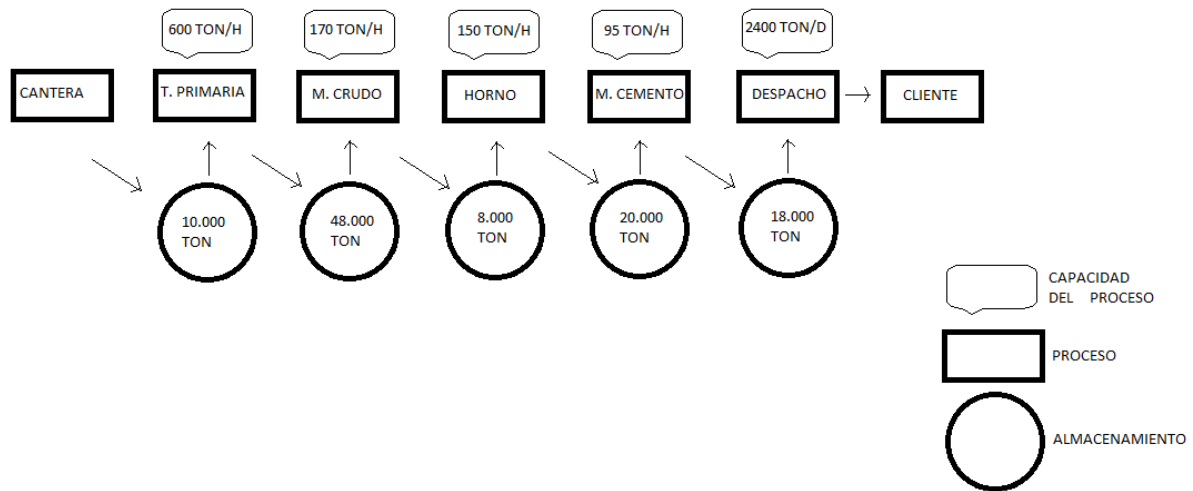


Figura 1 – *proceso productivo de manufactura de cemento en Cemento Andino S.A*

Como se puede apreciar en la Figura 1, es un proceso lineal o un modelo de planta en “I”, cuya estructura se usa para describir un flujo de producción en el que el material fluye en línea recta desde la liberación del material hasta el producto terminado (Cohen, 2010). Debido al diseño del proceso y que el almacenamiento de material viene inmediatamente luego de ser procesado en cualquier etapa, implica que se puede detener una etapa sin necesidad de detener las sucesivas ni las anteriores, siempre y cuando haya material almacenado para alimentar cada etapa del proceso. En la última etapa del proceso la unidad de despacho del producto se estima en ton/día (toneladas por día), el resto del proceso se estima en ton/h. El diseño del sistema de producción contiene una disminución de la capacidad progresivamente, de manera de disminuir la posibilidad de parada de la etapa posterior de cada etapa, por falta de material, de manera que el proceso comienza con una capacidad de 600 ton/h y termina en el molino de cemento en 95 ton/h para cuando se produce cemento CPCA y 90 ton/h para cuando se produce cemento tipo I. El proceso productivo en su última etapa de molienda (Molino de cemento), da la posibilidad de

que cambiando la dosificación de la materia prima, se pueda fabricar varios tipos de cemento. La empresa fabrica dos tipos: Cemento tipo I y cemento CPCA, más adelante veremos el costo y la ganancia de producir cada uno, en cemento andino se produce 50% de cemento Tipo I y 50% de cemento CPCA, estas cantidades se estiman en días de producción, es decir en tiempo, ya que en un mismo tiempo el molino tiene un poco más de capacidad de producción de CPCA que de Tipo I (2,7%), debido a que la cantidad de Clinker en Tipo I es mayor por lo tanto se hace más dura de moler. Existen dos formas de despachar los productos, en sacos y en granel (se llenan los camiones con cemento, descargándose directamente el material en sus tolvas sin necesidad de ningún tipo de empaque), así de esta manera no es necesario empaquetar el cemento.

En cuanto al despacho del producto, existe un cronograma de horarios, se despacha 5 días de la semana en dos turnos, 7am – 3pm y 3pm a 11pm, los cuales dan para 2400 ton/día. Los fines de semana y el tercer turno normalmente no se despachan, a excepción de algunas oportunidades que ha requerido. Adicionalmente, se deben despachar 300 ton diarias de cemento a granel para surtir a los clientes que lo requieran en esta modalidad.

### *3. Haga que el sistema sea estable*

El sistema de producción en Cemento Andino S.A, se debe considerar que es estable, solo algunas fallas de maquinaria normales del proceso, paradas programadas de mantenimiento, problemas externos que obliguen a parar el proceso como falla en el suministro de energía eléctrica y salvo otras contingencias de fuerza mayor, el proceso se mantiene estable y está diseñado para que funcione de esta manera.

#### *4. Identifique la restricción y aplique los cinco pasos de focalización*

##### *Paso de focalización 1: Identifique la restricción*

Es necesario hacer unas acotaciones para identificar la restricción en nuestro sistema, en el proceso productivo de fabricación del cemento siempre se le da prioridad al horno y se identifica como la parte más importante y crítica de todas, debido a que por condiciones físicas y propias de su naturaleza, se debe mantener arrancado el horno, para proteger su sistema de aislamiento interno refractario de calor y poder soportar temperaturas de hasta 1500° C, necesaria para la fabricación de clinker<sup>1</sup>, cuando el horno está fuera de servicio, el material refractario puede caerse y deteriorarse, y si esto ocurriese debe ser reemplazado de inmediato, el horno no puede operar sin este tipo de aislamiento ya que el calor fundiría su carcasa metálica, (ver figura 2). El material refractario tiene un periodo de vida útil de entre 6 meses a 2 años, dependiendo de la zona dentro del horno donde se encuentre y del cuidado que se le haya dado después de su instalación, este material es muy costoso y puede alcanzar hasta el 8% del total de ingresos netos producto de las ventas en un año, de manera que una indebida operación del horno, constantes paradas y arranques, y otros problemas pueden hacer que el material refractario se dañe antes de su período de vida útil, puede hacer gastar un considerable exceso de dinero a la empresa.

---

<sup>1</sup> El clinker se forma tras calcinar caliza y arcilla a una temperatura que está entre 1350 y 1450 °C. El clinker es el producto del horno que se muele para fabricar el cemento.



Figura 2 – Horno de la industria cementera (Derecha). Interior del horno donde se puede observar la llama que se utiliza para calcinar el material y producir el clinker, también se puede observar los ladrillos refractarios que protegen la chapa metálica (Izquierda). Imagen extraída de <http://www.coboce.com/web/index.php?idsector=3&idlink=72&idsublink=197&nivel=2>.

De lo dicho anteriormente, y es lógico suponerlo, la restricción por condiciones físicas y prácticas del sistema es el horno. Ahora bien, analizando desde el punto de vista productivo, y de manera de cómo está diseñado el sistema, la restricción sería el molino de cemento, por diversas razones, la principal es que el sentido de la empresa es vender cemento y todo lo que se produzca de cemento se vende, el mercado no es limitante como ya lo habíamos mencionado, entonces este equipo mientras más tiempo permanezca en operación más producto producirá y más se venderá. También se puede considerar por ser la etapa que tiene menos capacidad en ton/h de procesar material. Por lo tanto, y entendiendo la importancia de los dos tipos de restricciones, el conjunto Horno-Molino de cemento, es la restricción general de nuestro sistema.

Existe además de estas restricciones, una de carácter político, la empresa por lineamientos del Ministerio de Industrias Básicas e Intermedias, las plantas de cemento en Venezuela deben



producir al menos 30 % de cemento Tipo I que es de resistencia moderadamente alta, que se utiliza para estructuras, edificios, puentes, etc... De resto la empresa decidirá que producto fabricar, la empresa está fabricando además del Tipo I cemento CPCA.

Existe una restricción interna de producción del molino de cemento, debido a fallas de energía eléctrica, paradas por mantenimiento programado y no programado (fallas), el molino trabaja en promedio mensual 26 de los 30 días mensuales.

*Paso de focalización 2: Decida como explotar la restricción del sistema*

En este punto establecemos la necesidad y la prioridad, de sacar las cuentas utilizando la metodología de la contabilidad del Trúput, para así determinar y responder la pregunta planteada en el planteamiento del problema.

Primero tabularemos todos los GO:

GASTOS MENSUALES	
RUBRO	US\$
SALARIOS	300.000
ENERGIA	580.000
ACARREO	250.000
OTROS	166.000
TOTAL	1.296.000

Tabla 1 – *Gastos Operativos del proceso productivo en Cemento Andino*

Como se indica en la tabla anterior los GO de la empresa son 1.296.000 US\$ en un mes.

La empresa tiene 2 productos, despachados en dos presentaciones diferentes y la escala de rentabilidad de los productos es la siguiente:

PRODUCTO	PRECIO (US\$/Ton)	CTV (US\$)	Tu (US\$)	TIEMPO en RRC (h)	Tu/Tiempo en RRC (US\$/h)
CPCA (sacos)	70	10	60	1	60
Tipo I (sacos)	70	15	55	1	55
CPCA (granel)	50	5	45	1	45
Tipo I (granel)	50	10	40	1	40

Tabla 2 – *Tabla de rentabilidad de los productos, el Tiempo en RRC señalado es en el molino de cemento.*

Ya al tener todos estos datos, se puede proyectar el desempeño financiero, se pueden sacar algunos cálculos y así ver el panorama que muestra este método, el siguiente cuadro muestra con la capacidad máxima de producción actual, en los 26 días de producción al mes para estimar el Trúput máximo mensual posible con las restricciones actuales del sistema:

PRODUCTO	DEMANDA (Ton)	MEZCLA T. MAX.	UTIL. ACUM. DEL RRC %	TRUPUT TOTAL PRODUCTO
CPCA (sacos)	26.000	26.000	45,04	1.560.000
Tipo I (sacos)	26.000	26.000	90,08	1.430.000
CPCA (granel)	8.000	5.720	100	257.400
Tipo I (granel)	8.000	0	0	0

Tabla 3 – *cuadro Trúput máximo mensual por producto*

Se puede entender en el cuadro anterior, que los 3 productos más rentables que generan mayor Trúput que acumulan el 100% el RRC, da como resultado:

Trúput Total: 3.247.400 US\$, Gastos de Operación: 1.296.000 US\$, Utilidad Neta 1.951.400 US\$, Inversión (estimada) 100.000.000 US\$, ROI 1.95% Anual.

Si se sigue el régimen actual de producción y despacho de producto, los ingresos actuales estimados son los siguientes:

- Se producen y se despachan como ya lo habíamos mencionado 50% de la cantidad mensual promedio del molino de cemento, para cemento CPCA que da para 29.640 Ton<sup>2</sup>, las cuales se despachan 5.500 Ton a granel y 24.140 Ton en sacos.
- Se producen y se despachan 50% de la cantidad mensual promedio del molino de cemento, para Cemento Tipo I que da para 28.080 Ton<sup>3</sup>, las cuales se despachan 5.500 Ton a granel y 22.580 Ton en sacos.

Dan Como resultado:

PRODUCTO	DEMANDA (Ton)	MEZCLA T. MAX.	UTIL. ACUM. DEL RRC %	TRUPUT TOTAL PRODUCTO
CPCA (sacos)	26.000	24.140	41,75	1.448.400
Tipo I (sacos)	26.000	22.580	80,94	1.241.900
CPCA (granel)	8.000	5.500	90,97	247.500
Tipo I (granel)	8.000	5.500	100	220.000

Tabla 4 – Trúput total mensual por producto actual

La tabla 4 da como resultado lo siguiente:

Trúput total: 3.157.800 US\$, Gastos de operación Gastos de Operación: 1.296.000 US\$,

Utilidad Neta: 1.861.000 US\$, Inversión (estimada) 100.000.000 US\$, ROI 1.86% Anual.

La diferencia entre el Trúput total entre los dos casos anteriores es 90.000 US\$, está claro que las restricciones actuales del sistema no permiten viable la decisión de cambiar el sistema actual de despacho, al sistema de despacho con ganancia máxima mostrado en la Tabla 3.

<sup>2</sup> 13 días x 24 h/1 día x 95 Ton/h = 29.640 Ton

<sup>3</sup> 13 días x 24 h/1 día x 90 Ton/h = 28.080 Ton

De todos los datos, cálculos y tablas anteriores, se pueden comenzar a simular casos y cuadros que permitan tomar decisiones favorables para maximizar las ganancias, a continuación enumeramos los casos, la forma de ver la diferencia claramente es tabulando los resultados en un mismo cuadro, la situación actual y la nueva condición.

1. *Caso 1:* La empresa despacha actualmente 500 Ton diarias a granel (250 CPCA y 250 Tipo I), cuando solo debe despachar 300 diarias por restricción. Si despacha las 300 Toneladas diarias( 150 CPCA y 150 Tipo I) los resultados serían los siguientes:

PRODUCTO	DEMANDA (Ton)	MEZCLA T. MAX.	MEZCLA VENTAS	UTIL. ACUM. DEL RRC %		TRUPUT TOTAL PRODUCTO	
CPCA (sacos)	32.000	24.140	26.340	41,75	45,63	1.448.400	1.580.400
Tipo I (sacos)	30.000	22.580	24.780	80,94	88,56	1.241.900	1.362.900
CPCA (granel)	8.000	5.500	3.300	90,97	94,28	247.500	148.500
Tipo I (granel)	8.000	5.500	3.300	100	100	220.000	148.500

Tabla 5 – Tabla comparativo para el caso 1

	Actual	Propuesta
Trúput Total:	3.157.800 US\$	3.240.300 US\$
Gastos de Operación:	1.296.000 US\$	1.296.000 US\$
Utilidad Neta:	1.861.000 US\$	1.944.300 US\$
Diferencia de Utilidad Neta:	83.300 US\$	

Esta opción tiene una diferencia de 83.300 US\$ mensuales respecto al sistema actual, manteniendo los gastos operativos, la cual la hace favorable si se aplica.

2. *Caso 2:* Incrementar el despacho de cemento CPCA, el cual genera mayor Trúput por producto, el despacho actual de este producto es 50%, llevarlo a 70% de manera de respetar la restricción política de 30% de despacho de Cemento Tipo I. Los resultados son los siguientes:

PRODUCTO	DEMANDA (Ton)	MEZCLA T. MAX.	MEZCLA VENTAS	UTIL. ACUM.	DEL RRC %	TRUPUT TOTAL PRODUCTO	
CPCA (sacos)	32.000	24.140	34.904	41,75	60,47	1.448.400	2.094.240
Tipo I (sacos)	30.000	22.580	11.816	80,94	80,94	1.241.900	649.880
CPCA (granel)	8.000	5.500	5.500	90,97	90,97	247.500	247.500
Tipo I (granel)	8.000	5.500	5.500	100	100	220.000	220.000

Tabla 6 – *Tabla comparativo para el caso 2*

	Actual	Propuesta
Trúput Total:	3.157.800 US\$	3.211.620 US\$
Gastos de Operación:	1.296.000 US\$	1.296.000 US\$
Utilidad Neta:	1.861.000 US\$	1.915.620 US\$
Diferencia de Utilidad Neta:	54.620 US\$	

Esta opción tiene una diferencia de 54.620 US\$ mensuales respecto al sistema actual, manteniendo los gastos operativos, la cual la hace favorable si se aplica.

3. *Caso 3:* Reducir las paradas en la operación del sistema Horno-Molino de Cemento, para así aumentar los días promedios mensuales de operación de 26 a 29 días, mejorando el flujo de energía eléctrica y evitando paradas por esta causa, restaurando los 2 generadores de 4 M Vatios para un total de 8 M Vatios, se incrementarían los gastos de

operación debido al consumo de combustible y otros a 1.396.000 US\$, la producción mensual promedio subiría de 57.720 Ton a 64.380 Ton:

PRODUCTO	DEMANDA (Ton)	MEZCLA T. MAX.	MEZCLA VENTAS	UTIL. ACUM. DEL RRC %		TRUPUT TOTAL PRODUCTO	
CPCA (sacos)	32.000	24.140	27.560	41,75	42,8	1.448.400	1.653.600
Tipo I (sacos)	30.000	22.580	25.820	80,94	82,9	1.241.900	1.420.100
CPCA (granel)	8.000	5.500	5.500	90,97	91,05	247.500	247.500
Tipo I (granel)	8.000	5.500	5.500	100	100	220.000	220.000

Tabla 7 – Tabla comparativo para el caso 3

	Actual	Propuesta
Trúput Total:	3.157.800 US\$	3.541.200 US\$
Gastos de Operación:	1.296.000 US\$	1.396.000 US\$
Utilidad Neta:	1.861.000 US\$	2.145.200 US\$
Diferencia de Utilidad Neta:	284.200 US\$	

Esta opción tiene una diferencia de 284.200 US\$ mensuales respecto al sistema actual, manteniendo los gastos operativos, la cual la hace favorable si se aplica.

4. *Caso 4:* Aumentar el rendimiento del Molino de Cemento, mejorando la calidad del aditivo de molienda (también llamado ayudante de molienda), el cual facilita la molienda de Cemento CPCA de 95 ton/h a 98 Ton/h y Cemento Tipo I de 90 ton/h a 93 ton/h, aumentando el total de producción mensual de 57.720 Ton a 59.592 Ton (30.576 Ton de CPCA y 29.016 Ton de Tipo I), los gastos operativos subirían a 1.346.000:

PRODUCTO	DEMANDA (Ton)	MEZCLA T. MAX.	MEZCLA VENTAS	UTIL. ACUM. DEL RRC %		TRUPUT TOTAL PRODUCTO	
CPCA (sacos)	32.000	24.140	25.076	41,75	42,1	1.448.400	1.504.560
Tipo I (sacos)	30.000	22.580	23.516	80,94	81,56	1.241.900	1.293.000
CPCA (granel)	8.000	5.500	5.500	90,97	90,15	247.500	247.500
Tipo I (granel)	8.000	5.500	5.500	100	100	220.000	220.000

Tabla 8 – *Tabla comparativo para el caso 4*

	Actual	Propuesta
Trúput Total:	3.157.800 US\$	3.265.060 US\$
Gastos de Operación:	1.296.000 US\$	1.346.000 US\$
Utilidad Neta:	1.861.000 US\$	1.919.060 US\$
Diferencia de Utilidad Neta:	58.060 US\$	

Esta opción tiene una diferencia de 58.060 US\$ mensuales respecto al sistema actual, manteniendo los gastos operativos, la cual la hace favorable si se aplica.

Hemos planteado 4 posibles acciones, del cual el caso 3 es el más rentable para aplicar con diferencia de Utilidad Neta: 284.200 US\$, tomaremos este caso para continuar con el desarrollo de la metodología.

*Paso de focalización 3: Subordinar todo lo demás a la decisión tomada para restricción*

Tomamos como prioridad la operación del sistema Horno-Molino de Cemento, subordinando todo el sistema a esta restricción. Principalmente las interrupciones de estos equipos se están produciendo por cortes en el fluido eléctrico, obligando a detener instantáneamente las secciones perdiendo horas valiosas de producción, dependiendo del stock de material almacenado en los silos se toma la decisión de detener determinada sección, inclusive el molino de cemento como posible primera opción de parada en caso de bajo voltaje; al aplicar este paso de focalización la prioridad la tendrá las secciones Horno-Molino de cemento, por lo que se debe garantizar la

continuidad de la operación en las restantes secciones, cuando el suministro de energía eléctrica sea suficiente para mover todos los equipos y así evitar paradas imprevistas (paradas que se puedan evitar), cuando lleguen las paradas de las demás secciones por voltaje, aprovechar este tiempo para corregir fallas o ajustar detalles que puedan ser motivo de otra parada. Los 8 M vatios que aportan los generadores de energía eléctrica, son suficientes para mantener la operación del grupo Horno-Molino de Cemento, por lo que se debe destinar esta energía exclusivamente a estas secciones.

#### *Paso de focalización 4: Elevar la restricción*

Como lo vimos anteriormente en el paso de focalización 2, decidimos explotar la restricción seleccionando el caso planteado 3, ahora para elevar la restricción, se debe invertir dinero y sustituir o mejorar la maquinaria existente, para que produzca mayor cantidad de producto y tenga más capacidad de producción, ese no es el caso planteado en esta propuesta, por lo que este paso solo se menciona.

#### *Paso de focalización 5: regrese al paso de focalización 1*

En este punto ya la restricción del tiempo de operación del Horno-Molino de Cemento ya dejó de serlo, por lo que se debe volver a evaluar el sistema e identificar una nueva restricción. También solo se menciona este paso.



Siendo así y por la naturaleza de este trabajo, tiene alcance hasta este punto 4 de la metodología el decálogo, de identificar la restricción y aplicar tres de los cinco pasos de focalización, los demás puntos que faltan para completarlo, habría que implementar el sistema, y después que este en proceso definir los 6 pasos restantes, lo que resta en los sucesivos pasos es aplicar herramientas gerenciales para mantener la efectividad y la continuidad en esta metodología. El objetivo es proponer a la empresa Cemento Andino S.A – Venezuela, utilizando la teoría de restricciones, nuevas estrategias para generar la mayor cantidad de Trúput. Los seis pasos que restarían por aplicar y terminar el decálogo son:

Paso 5: Aplique la administración de amortiguadores.

Paso 6: Reduzca la variabilidad de las restricciones y de los procesos principales.

Paso 7: Desarrolle una estructura administrativa adecuada.

Paso 8: Elimine la restricción externa: venda la capacidad excedente.

Paso 9: Cuando sea posible, lleve la restricción al interior de la organización.

Paso 10: Aplique un programa de aprendizaje continuo.

## RESULTADOS

Los resultados de las opciones planteadas en los casos, descritos en el *paso de focalización 2*, ordenados en orden decreciente por diferencia en el incremento de utilidad neta son los siguientes:

1. *Caso 3*: 284.200 US\$
2. *Caso 1*: 83.300 US\$
3. *Caso 4*: 58.060 US\$
4. *Caso 2*: 54.620 US\$

Por lo que la primera opción de la empresa, para incrementar el Trúput y la utilidad neta, es lo planteado en el *caso 3*, es la que genera mayor diferencia de utilidad neta, respecto a las condiciones actuales; como la metodología indica al eliminar o minimizar la restricción, se debe volver a comenzar con otra, se recomienda seguir el orden de las propuestas descritos en los casos numeradas anteriormente, para siempre asegurar obtener el mayor Trúput lo más pronto posible, el cual generará mayor Utilidad Neta, cumpliendo el objetivo de toda empresa de generar recursos. Si la empresa decide aplicar la propuesta planteada en esta investigación, debe continuar desarrollando los pasos restantes del decálogo, para garantizar la eficiencia y la continuidad del método.

La metodología utilizada en esta investigación, sería de gran aporte que la gerencia de empresa tome este modelo como referencia para la toma de decisiones y para evaluar el comportamiento del rendimiento de la empresa de manera rápida, clara y de una manera menos compleja, que la que ofrece la tradicional contabilidad de costos la cual en ciertas ocasiones no ofrece estas ventajas.

El objetivo de esta investigación se cumplió al determinar utilizando la teoría de restricciones, las mejores alternativas de producción y despacho de productos, que permiten maximizar las ganancias económicas en las ventas, referentes a la empresa Cemento Andino S.A – Venezuela.

## REFERENCIAS

Cohen, O. (2010). *Mejorar siempre*. Medellín, Colombia. Solingraf

Doménico, L., Cohen, O. (2002). *El decálogo*. Medellín, Colombia. Ediciones piénsalo.

Thomas, C. (2005). *La contabilidad del Trúput*. Bogotá, Colombia. Ediciones piénsalo.

Gonzales, P., Escobar, J (Enero-Junio 2008). Teoría de las restricciones (TOC) y la mecánica del Throughput Accounting (TA), Una aproximación a un modelo gerencial para toma de decisiones: caso compañía de Cementos Andino S.A. *Revistas Javerianas*, 7(24), 209-228.  
Recuperado de: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuacont/article/view/3248>

LICENCIA DE USO – AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES

Actuando en nombre propio identificado (s) de la siguiente forma:

Nombre Completo JUANES ENRIQUE DE LA ROSA ARANGO

Tipo de documento de identidad: C.C.  T.I.  C.F.  Número: 408718

Nombre Completo \_\_\_\_\_

Tipo de documento de identidad: C.C.  T.I.  C.E.  Número: \_\_\_\_\_

Nombre Completo \_\_\_\_\_

Tipo de documento de identidad: C.C.  T.I.  C.F.  Número: \_\_\_\_\_

Nombre Completo \_\_\_\_\_

Tipo de documento de identidad: C.C.  T.I.  C.E.  Número: \_\_\_\_\_

El (Los) suscritor(s) en calidad de autor (es) del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado, documento de investigación, denominado:

Modelo GERENCIAL PARA TOMA DE DECISIONES APLICANDO TEORIA DE RESTRICCIONES EN: CEMENTO ANDINO S.A. - VENEZUELA

Dejo (dejo) constancia que la obra contiene información confidencial, secreta o similar: Si  NO   
(Si marqué (marcamos) SI en un documento adjunto explicaremos tal condición, para que la Universidad EAN mantenga restricción de acceso sobre la obra).

Por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Universidad EAN, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad EAN y a los usuarios de bases de datos y sitios webs con los cuales la Institución tenga convenio, a ejercer las siguientes atribuciones sobre la obra anteriormente mencionada:

- Conservación de los ejemplares en la Biblioteca de la Universidad EAN.
- Comunicación pública de la obra por cualquier medio, incluyendo Internet.
- Reproducción bajo cualquier formato que se conozca actualmente o que se conozca en el futuro.
- Que los ejemplares sean consultados en medio electrónico.
- Inclusión en bases de datos o redes o sitios web con los cuales la Universidad EAN tenga convenio con las mismas facultades y limitaciones que se expresan en este documento.
- Distribución y consulta de la obra a las entidades con las cuales la Universidad EAN tenga convenio.

Con el debido respeto de los derechos patrimoniales y morales de la obra, la presente licencia se otorga a título gratuito, de conformidad con la normatividad vigente en la materia y teniendo en cuenta que la Universidad EAN busca difundir y promover la formación académica, la enseñanza y el espíritu investigativo y emprendedor.

Manifiesto (manifiestan) que la obra objeto de la presente autorización es original, el (los) suscritos es (son) el (los) autor (es) exclusivo (s), fue (fueron) producido (s) por (por mí / nosotros) ingenio y esfuerzo personal y lo realizo (zamos) sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de exclusiva autoría y tengo (tenemos) la titularidad sobre la misma. En vista de lo expuesto, asumo (asumimos) la total responsabilidad sobre la elaboración, presentación y contenidos de la obra, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Universidad EAN por estos aspectos.

En constancia suscribimos el presente documento en la ciudad de Bogotá D.C.,

NOMBRE COMPLETO: <u>Juive Eduardo De la Rosa</u>	NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: <u>Juive De la Rosa</u>	FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: <u>4028732</u>	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: <u>Docencia</u>	FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: <u>Esp. Gerencia, Procc. y C.A.</u>	PROGRAMA ACADÉMICO: _____

NOMBRE COMPLETO: _____	NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: _____	FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: _____	FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: _____	PROGRAMA ACADÉMICO: _____

Fecha de firma: 3/12/2012