# MODELO PARA MAXIMIZAR LAS UTILIDADES EN LA PLANIFICACION DE LA COMERCIALIZACION DE LOS PRODUCTOS DE UNA EMPRESA

Trabajo desarrollado por el alumno.

FERNANDO VAZQUEZ GUTIERREZ

Para presentar examen de grado de maestria en Ingenieria. (Investigacion de Operaciones)

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

O 1168

10
2ej

MODELO PARA MAXIMIZAR LAS UTILIDADES EN LA PLANIFICACION DE LA COMERCIALIZACION DE LOS PRODUCTOS DE UNA EMPRESA

Trabajo desarrollado por el alumno.

FERNANDO VAZQUEZ GUTIERREZ

Para presentar examen de grado de maestría en Ingeniería.
(Investigacion de Operaciones)

Al Dr. Sergio Fuentes Maya
Por su inestimable ayuda
mis más sincero agradecimiento.

A mi nieto
Luis Fernando Vidal Vázquez.
Para que le sirva como una
meta a superar.

# C O N T E N I D O



FALLA DE ORIGEN

## Resumen

Los sistemas productivos continuamente se deben de ajustar obligados por las condiciones cambiantes que impone el medio ambiente. Sin embargo, se cae en la mentalidad compleja porque no se tiene una idea de lo que es un enfoque de sistemas.

Al desconocer las estructuras de tales sistemas, no se planifica racionalmente la producción; la idea de hacer este trabajo es construir un modelo que permita obtener las máximas utilidades en todas las condiciones que se den en dichos sistemas.

Este modelo permitirá desarrollar, diseñar y concluir el quehacer en los sistemas productivos. Considerando los imponderables que pudieran surgir; lo que permitirá implantar los cambios de manera gradual, sin interrumpir las diarias operaciones.

Este modelo proporcionará una forma de pensar en un sistema completo, interrelacionando las partes que lo constituyen, considerando adicionalmente su medio ambiente donde está inmerso, permitiendo además generar alternativas de acción que conduzcan a un estado de satisfacción.

La principal característica del plan de este trabajo es su sencillez en su manejo y el fácil acceso a él.

INTRODUCCION

En la mayoria de los proyectos económicos siempre se determinan metas y objetivos para un corto o largo plazo de duración. Se hacen una serie de supuestos y estimaciones, basados en la estadística, en las probabilidades, en la experiencia, en los buenos juicios, etc.

Pero cuando ocurren cambios importantes en el entorno o bién se tienen fuertes desviaciones estadísticas o también pudiera ser que los buenos propósitos no se cumplieron por regla general se dejan que las cosas como van sucediendo hasta que finalice la duración del proyecto, con resultados catastróficos o bién el proyecto se termina antes porque éste quiebra. Esta es una practica muy generalizada, la razón de que suceda esto es que si bién la ciencia económica proporciona una buena teoria, esta parte de supuestos y de eventos que ya ocurrieron y de los cuales se toma la experiencia que han dejado. Es decir, cuando ha pasado todo y se espera incorporar en un nuevo proyecto las experiencias tenidas con los fracasos y se inicia nuevamente el ciclo con todas las limitaciones e inconvenientes escritos sin conseguir el objetivo de obtener las máximas utilidades.

El hecho de disponer de la riqueza de la teoria económica junto con la de la microeconomia no se cuenta con un recurso que permita superar todos los inconvenientes descritos anteriormente y algunos otros más.

¿Qué hacer, a qué recurrir? el objetivo principal del presente trabajo es diseñar un modelo que permita alcanzar en todo momento del funcionamiento del proyecto el objetivo principal y con otros objetivos específicos que se señalarán más adelante.

Es un deseo que el modelo sea sencillo, flexible y muy manipulable, todo esto está encaminado a contar con el recurso que permita interrumpir el desarrollo de un proyecto en el momento en que se desee y no esperar hasta su terminación, cuando el proyecto va al fracaso. Dicha interrupcion permitirá incorporar las nuevas condiciones imperantes con lo que se pondrá en equilibrio el sistema, donde se está desarrollando el proyecto.

Esto dará la facilidad de alcanzar el éxito en la planificación, permitiendo la posibilidad y la oportunidad de hacer los cambios y las correcciones necesarias dentro del tiempo oportuno, sin interrumpir la operación diaria del sistema.

En los años 70ª del presente siglo surge una corriente de considerar la planificación como un instrumento importante para desarrollar medios de racionalización y coordinación formal sustituyendo la misión simplista y utópica de diseños estándares por una variedad de técnicas para modelar sistemas desde los muy complejos hasta los más sencillos.

Se pretende diseñar el modelo desarrollando la siguiente estrategia, primero se abordará el problema de la fijación y la importancia de los precios de venta de los productos que fabrica la empresa, para que en una forma permanente se logren las máximas utilidades. Por lo tanto el variable precio será relevante.

En seguida se establecerá una estrategia de análisis que permitirá establecer un modelo conceptual y sus alcances, seguidamente se formulará el modelo formal, esto es el modelo matemático en forma integra y a la vez se dará el modelo solución.

Posteriormente se implementará el modelo propuesto con aplicaciones prácticas con ejemplos numéricos para terminar, se analizarán y se comprobarán los resultados obtenidos en tales ejemplos numéricos, en la última parte se darán las conclusiones de este trabajo.

Dentro de los objetivos alternativos se buscará que el modelo que se proponga ayude a lograr una mayor formulación de proyectos. Esto es, que pueda permitir la simulación del funcionamiento de un sistema cuando los parámetros se modifiquen, esto es que dicho modelo permitirá la generación de alternativas paralelamente, se buscará prescindir totalmente de los aspectos estocásticos de las variables que intervienen, se buscará que el modelo sea del tipo de estática comparada por lo que pudiera ser más funcional que un modelo dinámico, en tanto se pueda eliminar el peso de las variables aleatorias buscando que los ajustes que se le hagan al modelo se logren.

Por otro lado, se buscará que los datos necesarios para implementar el modelo que se propondrá sean mínimos y que estén disponibles.

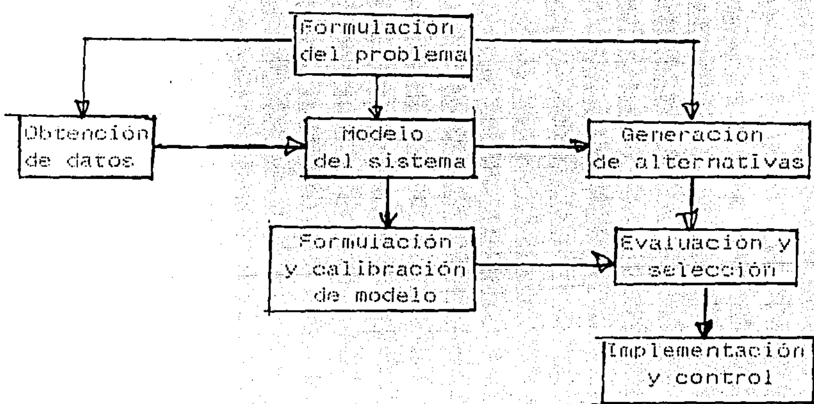
Dichos datos son:

Por lo menos dos pronósticos del mercado sobre los precios y las cantidades demandadas.

Otro dato será los costos de fabricar una unidad de producto, así como, la determinación de los costos fijos para un periodo de tiempo determinado.

Estos son los datos necesarios por lo que se evitará tener que depender de grandes observaciones, tabulaciones y refinamientos de los datos, lo que muchas veces impide tener la información necesaria.

A continuación y de acuerdo con el procedimiento señalado el trabajo se presenta en el siguiente esquema:



CAPITULO I

## 1. Descripción del problema.

La fijación de precios es un problema de decisión que tiene que resolver el cuerpo administrativo de una empresa, y obedece a la necesidad de vender sus mercancías para obtener una ganancia. La empresa propondrá el precio buscando maximizar su ganancia. Este propósito es el fin último que tiene toda empresa en un sistema de mercado, aunque aqui no consideramos el hecho de que las empresas a veces se proponen metas diferentes a la maximización de la ganancia, pero siempre como un medio para lograr su fin último.

La fijación de precios consiste en proponer un precio de venta para cada tipo de mercancía que se ofrece. Es evidente que para tal efecto tiene que considerarse un conjunto de elementos tales como el tipo de mercado en que se ofrecen las mercancias, los gustos de los compradores, la estructura de costos de la empresa, la temporada del año, etc. Podemos suponer de manera correcta que fundamentalmente es el precio de la mercancía en cuestión la variable que "resume" toda la información relevante que influye sobre la cantidad que se puede comprar y vender a dicho precio.

La FUNCION DE DEMANDA, donde el precio es la variable independiente y la cantidad demandada, la variable dependiente, es el concepto que resume la relación funcional, desde el punto de vista del comprador, entre el precio y la cantidad demandada. Por otro lado, la FUNCION DE COSTOS resume la relación funcional entre la cantidad producida y los costos en los que se incurre al producir dicho nivel de mercancías. Podemos suponer también que los costos dependen básicamente de la cantidad producida.

Como se explica adelante, no es necesario presuponer una función de producción en particular puesto que la metodologia que se seguirá solo requiere que se proporcione información de la relacion entre costo y cantidad producida mediante dos puntos de manera confiable.

El objetivo de este trabajo de tésis es presentar una metodologia para la fijación de precios. Con objeto de simplificar la exposición construiremos un modelo determinista que supone varias cosas en un principio. Primero, supondremos que se trata de una economía estable en donde no existe incertidumbre, es decir la economía no recibe choques de economías externas, y la propia se desarrolla con confianza en el sistema. Los precios se fijan por lo tanto tomando en cuenta los costos de producción y las ganancias normales; no se busca una ganancia extraordinaria o especulativa. En segundo lugar supondremos que la empresa que pretende fijar su precio es una empresa ya establecida y funcionando, es decir, la empresa no tiene un costo por entrar al mercado a competir, y los productos que ofrece ya tienen un cierto mercado. Y en tercer lugar supondremos que la empresa en cuestión produce y vende un solo producto. Este último supuesto se levantará para luego extender el análisis al caso en que la empresa produce y ofrece varios productos. Aquí cabe mencionar que no es de importancia enfatizar si la empresa comercializa al mayoreo o al menudeo, lo importante es saber el comportamiento de la demanda que está enfrentando cada uno de sus productos.

Otro supuesto adicional es que tanto la función de demanda como la de costo son funciones lineales, lineales en los parámetros. La linealidad en ambas funciones puede justificarse porque los cambios observados en estas funciones se refieren a cambios en el corto plazo, y dada la estabilidad del mercado, éstos cambios no pueden ser abruptos. La aproximación lineal funcionará bien para variaciones en el corto plazo.

Estamos suponiendo que la función de demanda involucra sólo dos variables la cantidad demandada y el precio de venta, y las razones son las siguientes: pensamos que el precio es la variable fundamental que explica el nivel de demanda, en la medida que el precio refleja el valor de cambio de cada mercancía dentro del sistema de preciso de la economía en su conjunto, y porque en el corto plazo los efectos de los otros factores sobre la demanda se reflejarán necesariamente en otra relación entre precios y cantidades. Esto quiere decir que podemos tener diferentes funciones de demanda, o sea diferentes relaciones entre precio y demanda, en periodos cortos de tiempo. Aquí nuestra función de demanda actúa como indicador de los cambios en las preferencias y valoraciones de los diversos productos.

El modelo supone que existe un departamento de venta que está al pendiente y registra los cambios que pueden ocurrir en la demanda del producto. La ecuación de la recta que representa a la función de demanda se estima a partir del registro de ventas y de precios a los que se está vendiendo en un punto del tiempo. Es necesario contar con dos puntos confiables para obtener la ecuación de la recta. El departamento de ventas está en continuo monitoreo de esta relación para saber si cambia o permanece constante. Si cambia la relación entre la cantidad y el precio tenemos un indicador de que debe revisarse el precio de venta.

El modelo supone también la existencia de un departamento de planeación que recaba información sobre los costos de la empresa. Para establecer la función de costos lineales es suficiente con ubicar dos puntos confiables de la relación entre costo y nivel de producción. La relación puede tener cambios aún en el corto plazo que serán monitoreados y registrados por el departamento de manera que se puede obtener otra función de costos en cualquier momento.

Con estas dos ecuaciones es posible instrumentar el modelo de determinación de precios. Tenemos por un lado la demanda y por el otro la oferta que se expresa vía la función de costos. La solución óptima y maximizadora de ganancia se obtiene al desarrollar una función de utilidades:

utilidades = ingresos menos costos
ingresos = precio por cantidad
utilidades = (precio por cantidad) - costos

En seguida se desarrolla esta metodologia para el caso en que la empresa produce varios productos. Esta metodologia supone que los departamentos de venta y de planeación puedan proporcionar información para contruir una ecuación de demanda y una ecuación de costos para cada uno de los productos involucrados.

Aquí debemos añadir que es posible realizar un esfuerzo para generar ecuaciones de oferta y de demanda no necesariamente lineales y ésto dependerá básicamente de la capacidad de los departamentos para proporcionar suficiente información. El modelo lineal, sin embargo, tiene la ventaja de requerir sólo de dos puntos para definir la ecuación de cada una de las rectas.

Finalmente se propone crear un sistema computarizado que incluya los cálculos de manera automática donde se proporcione la información sobre demanda y de costo y automáticamente se cuente con los precios de equilibrio.

## Estrategia de Análisis

El modelo del diamante se coincibe como un sistema, como un conjunto de elementos interconexos que forman una totalidad, que se caracteriza por lo siguiente:

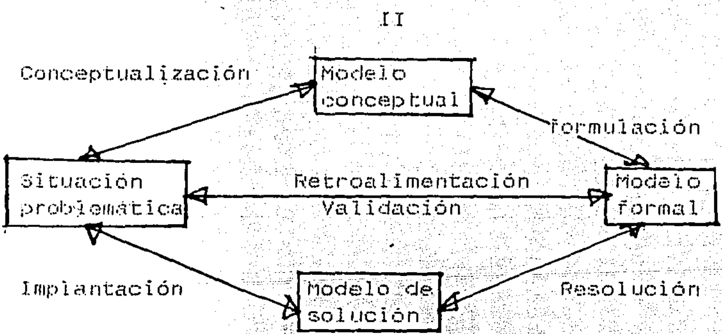
a) Las propiedades o el comportamiento de cada elemento afecta las propiedades y el comportamiento del todo.

b) La forma en que las propiedades y el comportamiento de los elementos afectan al todo depende de las propiedades y comportamiento de al menos otro elemento del conjunto.

c) Cada subgrupo de elemento del conjunto tiene las dos caracteristicas anteriores.

En consecuencia, el modelo es más que la suman de las partes.

MODELO DEL DIAMANTE




Toda forma de inquirir cientificamente o de resolver problemas comienza en I, con la existencia de una situación problemática. Se plantea un vago reconocimiento o sentimiento de que las cosas andan mal, es decir, se percibe la existencia de una situación que se identifica con las manifestaciones cotidianas de los problemas.

El modelo conceptual se formula a partir de la situación problemática. Su proceso esta gobernado por una profunda intuición y se describe como una situación dirigida hacia un estado de orden. Este modelo establece en términos más precisos la definición del problema que será resuelto y específico tanto las variables de campo que serán usadas para definir la naturaleza del problema como el nivel de conocimientos con el cual serán estudiadas.

Junto con la solución, este modelo es una actividad considerada esencialmente científica. Es un sentido general, el Modelo Formal define la solución a un problema estableciendco con mayor precisión el valor de las variables. El énfasis en los modelos formales caracteriza las definiciones de problemas sistémicos y no sistémicos y establece un estilo de como resolver problemas.

El modelo de solución tiende a una explicación única del fenómeno. En el se reduce la incertidumbre -la ambiguedad es considerada intolerable-y se requiere la habilidad de un pensamiento profundo con fines a una única disciplina o paradigna. Este modelo sugiere una solución en correspondencia con el Modelo Conceptual.

Estructuralmente el sistema es un todo devisible, pero desde el punto de vista funcional es indivisible, ya que sus propiedades esenciales se pierden cuando se desmiembra. Esto significa que el arribar por alguna de las partes tiene tremendas consecuencias para las partes subsiguientes.

Uno de los análisis desarrollados en función del modelo del diamante es aquel donde intervienen el modelo conceptual II, el modelo de solución IV y la problemática I, el enfoque se apoya fundameltalmente en la experiencia y la intuición.

Sin embargo, los sentimientos o la intución no son suficientes para el proceso de solución; es necesario formalizar el conocimiento para derivar soluciones en términos científicos y que no quede sólo a nivel de experiencia o conjetura.

La estrategia de análisis se desarrollará identificando cuatro etapas en el proceso de solución del problema.

a) Reconocimiento de la situación problemática.
b) Generación del Modelo Conceptual.
c) Especificación y desarrollo del modelo formal.
d) Especificación de la solución científica.

En el primer punto se reconoce la problemática como el síntoma de una insatisfacción del nivel de utilidades que se estan obteniendo por lo que se desea obtner mayores utilidades, pero no cualquiera sino las máximas utilidades aunque no exista la norma para hacer la comparación.

La generación del modelo conceptual se hará siguiendo las tres etapas: para que, como funciona y para que.

Un sistema productivo o de servicio se diseña porque se supone que existe un mercado que va a demandar ese producto o el servicio, claro que si no interesan, su demanda será cero, esos sistemas dejaran de existir. Pero se espera que no sea esto; si existe una demanda, se plantea la interrogante ¿Cuál es la cantidad que se demandará? por lo que se debe determinar cual es la cantidad demandada.

Cuando se conozca esa cantidad, ya no será necesario producir una gran cantidad de unidades de producto o de capacitar un gran cantidad de unidades de servicio, sino que se producirá exactamente la cantidad demandada, esto permitirá tener los costos totales de producción o de operación minimos.

Al conocer la demanda, no se ofertará una cantidad menor de unidades de producto o de servicio, sino que al ofertar la cantidad exacta que demande el mercado, es decir cuando se tenga esta situación se dirá que el mercado está en equilibrio, los ingresos totales serán máximos; por lo que se tendrán los costos totales de producción minimos, porque no se fabricará productos o servicios que no se vendan. Por otro lado al satisfacer la demanda en forma total, se tendrán los ingresos totales máximos.

Pero se recuerda que la utilidad se define como la diferencia entre el ingreso total y los costos totales, dado que el ingreso total es máximo y el costo total es mínimo, la utilidad será máxima, pero además, si todas las ecuaciones se ponen en función de una sola variable de decisión, que en este caso es el precio unitario de venta que es, con el que debe salir al mercado, si se determina que ese precio sea el óptimo, automáticamente todo el modelo se optimizará.

Este razonamiento junto con los datos que se usarán, son dos pronósticos del mercado por lo menos, donde la demanda sea una función del precio; el costo unitario de producir la unidad de producto o de servicio y el dato de los costos fijos; estos dos últimos datos se prodrá determinar la función de los costos totales.

Los costos fijos tienen una importancia adicional porque determinarán la duración del horizonte económico para el cual se esta haciendo la planeación de la comercializaicón.

Con estos elementos ya se puede diseñar el modelo conceptual, cumpliéndose con la parte II del modelo del diamante. Disponiendo de los valores de las utilidades máximas y los costos totales, haciendo el cociente respectivo, se obtiene adicionalmente, la tasa interna de retorno, que se ganó, en este proyecto.

El siguiente paso del proceso será la formalización del modelo, esta parte se hará en el siguiente capitulo llamado "la alternativa propuesta".

CAPITULO III

Alternativa Propuesta

En esta parte se formualizará el modelo; el propósito será descubrir la solución del problema en función del comportamiento de las variables que definen al modelo.

Para modelar es necesario indentificar las variaciones esenciales del fenómeno que se puedan solucionar, esto se logra mediante el proceso de conceptualización, que se plantea como la habilidad para identificar variables y los datos disponibles.

Como ya se mencionó anteriormente las variables importantes que se contemplen en el modelo serán:

- La demanda.
- El costo total.
- El ingreso total.
- La utilidad total máxima.
- El precio de venta.

Los datos necesarios serán:

Por lo menos dos pronósticos del mercado.

El valor del costo de fabricar una unidad del producto.

El valor de los costos fijos para un determinado lapso de tiempo..

El modelo se dividirá en dos niveles, uno cuando se fabrique un sólo producto, el otro cuando se fabriquen varios productos.

Las variables indicadas se expresarán como ecuaciones, siempre en función del precio de venta. Asi la formulación del modelo se iniciará determinando la ecuación de la demanda.

La demanda, se supone que tiene un comportamiento lineal donde al precio, representado por p, será la viariable independiente y la cantidad demandada, será representada por q, será la variable dependiente.

En los dos niveles del modelo, los dos pronósticos, que se tienen como datos, se usarán como las coordinadas de dos puntos que pertenecen a la recta, que representa la ecuación de la demanda. Usando la fórmula para obtener la ecuación que pasa por dos puntos. Con lo que se define la ecuación de la demanda

Para un sólo producto, la ecuación de la demanda será:

$$q = mp + w \quad (1)$$

El costo total.- se sabe que, lo forman dos ramas, el costo variable unitario y el costo fijo, por lo que se tiene:

$$ct = vq + b$$

donde: "v" es el costo variable unitario de producción

"b" es el costo fijo para el periodo considerado

Este costo total está en función de la demanda pero se puede poner en función del precio p que se está considerando como la viariable independiente; ésto es posible usando la ecuación (1) por lo que se queda.

$$ct = v(mp + w) + b$$

$$ct = vmp + vw + b \quad (2)$$

con lo que el costo total es una función del precio.

El ingreso total por las ventas, se define como el producto del precio "p" por la cantidad demandada "q", o sea:

$$yt = pq$$

Pero este ingreso total se puede poner en función del precio "p" usando nuevamente la ecuación (1) esto es:

$$yt = p\ (mp + w)$$

$$yt = mp^2 + pw \quad (3)$$

$$yt = mp^2 + pm$$

La utilidad, que se define como la diferencia entre el ingreso y el costo total será: $U = yt - ct$

3.1 Para un sólo producto, la ecuación de la demanda será:

En los dos niveles del modelo, los pronósticos que se tienen como datos su usaran como coordinadas de dos puntos que pertenecen a la recta, ellos representan la ecuación de la demanda.

Empleando la fórmula que permite obtener la ecuación que pasa por dos puntos cuyas coordinadas son conocidas.

Esto es si : $\underline{p}_1\ (p_1\ q_1)$, $\underline{p}_2\ (p_2\ q_2)$,

$$\text{entonces } q = \frac{q_2 - q_1}{p_2 - q_1}(p - p_1) + q_2$$

$$\text{Por lo que } m = \frac{q_2 - q_1}{p_2 - q_1} \quad ; \quad w = q_2 - \frac{q_2 - q_1}{p_2 - q_1}\, p_1$$

con lo que queda integrada la ecuación de la demanda:

$$q = mp + w \quad (1)$$

El costo total.- se sabe que, lo forman dos ramas, el costo variable unitario y el costo fijo, por lo que se tiene:

$$ct = vq + b$$

donde: "v" es el costo variable unitario de producción

"b" es el costo fijo para el período considerado

Este costo total está en función de la demanda pero se puede poner en función del precio p que se está considerando como la viariable independiente; ésto es posible usando la ecuación (1) por lo que se queda.

$$ct = v(mp + w) + b$$

$$ct = vmp + vw + b \qquad (2)$$

con lo que el costo total es una función del precio.

El ingreso total por las ventas, se define como el producto del precio "p" por la cantidad demandada "q", o sea:

$$yt = pq$$

Pero este ingreso total se puede poner en función del precio "p" usando nuevamente la ecuación (1) esto es:

$$yt = p\ (mp + w)$$

$$yt = mp^2 + pw \qquad (3)$$

$$yt = mp^2 + pm$$

La utilidad, que se define como la diferencia entre el ingreso y el costo total será: $U = yt - ct$

Como ya se tienen definidas las funciones de las diferencias queda la función de utilidad:

$$U = mp^2 + wp - (vmp + vw + b)$$

$$U = mp^2 + wp - vmp - vw - b$$

$$U = mp^2 + (w - vm)\ p - vw - b \qquad (4)$$

Por lo que el modelo matemático queda sintetizado en la siguiente forma:

$q = mp + w$ (1)

$ct = vmp + vw + b$ (2)

$yt = mp^2 + wp$ (3)

$u = mp^2 + (w-vm)p - vw - b$ (4)

El siguiente paso será obtener la solución óptima con el modelo solución.

La optimización es otro tipo de problema operacional, por lo que usaremos el criterio de las dos condiciones para analizar la ecuación (4) para ver si tiene un punto critico y después probar que es un punto máximo con lo que estaremos optimizando todo el modelo. Así que derivamos dicha ecuación y el resultado lo anulamos $\frac{du}{dp} = 2mp + (w - vm)$

entonces $2mp + (w - vm) = 0$

de donde $\hat{p} = \frac{vm-w}{2m}$

Con lo que se sabe que el existir la primera derivada, se determina el valor de $\hat{p}$ donde está el punto critico de la función de utilidad por lo que se debe ver si es máximo o si es mínimo, para esto se calcula la segunda derivada de la función de utilidad

$$\frac{d^2u}{dp^2} = 2m$$

La cual es negativa porque "m" es la pendiente de la función (1) de la demanda, porque de acuerdo con un principio básico de economía, de que hay una relación inversa entre la demanda y el precio.

Por lo que

$2m < 0$ por lo que se tiene un punto máximo.

Como todas las ecuaciones del modelo matemático están en función del precio, automáticamente, todo el modelo, se optimiza porque:

La demanda se dice que es óptima porque está en equilibrio en el mercado, esto es que será igual a la oferta.
Es decir, que se encuentra un precio de equilibrio al cual los oferentes estarán dispuestos a vender una cantidad $q_e$ y los demandantes a comprar.

Al estar en equilibrio el mercado, como se producirá unicamente lo necesario, el costo total de producción será mínimo. Pero además se conocerá la cantidad de recursos en dinero que se requerirá para producir lo que se requiere ante una demanda ya conocida.

Por la misma razón el ingreso por la venta de la producción será el máximo ingreso total, que también será el óptimo.

Al tener el máximo ingreso y el costo mínimo se tendrá la máxima utilidad, por lo que se estará logrando el objetivo de la economía de empresa que es obtener las máximas utilidades.
Por otro lado, al conocer el monto de las utilidades y la cantidad de recursos monetarios representados, por el costo total de la producción se tiene la tasa de interés que se ganó en la gestion, o sea la tasa interna de retorno.

### 3.1.1 Enfoque marginal

Otro enfoque que se le puede dar a la solución de este problema es el análisis marginal, que representa la adición neta a los ingresos totales de la empresa y el costo resultante de la venta o producción de una unidad adicional de sálida. Dadas las funciones de ventas o ingresos totales y de costos totales de la empresa, las ecuaciones correspondientes a los ingresos marginales y de los costos marginales pueden obtenerse empleando la diferenciación. Los ingresos marginales de la empresa Δ y t son iguales a la primera derivada de la función del ingreso totales, que es la siguiente:

$$yt = mp^2 + wp$$

$$\frac{dyt}{dp} = 2mp + w$$

De modo semejante el costo total marginal de la empresa Δct, es igual a la primera derivada de la función de costo total, esto es:

$$ct = vmp + vw + b$$

$$\frac{dct}{dp} = vm \qquad \frac{dct}{dp} = vm$$

Las utilidades de la empresa estarán al máximo cuando los ingresos totales marginales (Δyt) sean iguales a los costos totales marginales (Δct). Esto da como resultado la siguiente ecuación

$$\Delta yt = \Delta ct$$

$$wmp + w = vm$$

$$2mp = vm - w$$

$$\bar{p} = \frac{vm - w}{2m}$$

Este resultado da el mismo precio de venta que se determinó con el primer enfoque.

Aunque este problema puede resolverse gráficamente para obtener el precio óptimo de venta, las ganancias máximas y la demanda esperada, la solución matemática es más fácil de manejar y más exacta, porque a veces es difícil leer con exactitud las gráficas. Si la empresa escoge un precio de venta menor que el señalado como el óptimo, habrá una disminución de las ganancias totales. A la inversa, si la empresa escoge un precio que sea mayor que el óptimo un aumento en el precio producirá una disminución de las ganancias totales. Por lo tanto, hay un solo punto en el que el precio de venta prducirá una ganancia total máxima y ese punto es $\bar{p}$ para la empresa, o sea el punto óptimo de fijación de precios.

## 3.2 Para varios productos

Este modelo fue construido solamente para un producto, pero es necesario construir un modelo para una empresa que fabrica varios productos simultáneamente, este modelo de planificación debe contemplar los mismos rubros: la demanda, los costos totales, los ingresos totales por ventas, la utilidad máxima y el precio óptimo.

Se debe iniciar con la obtención de las ecuaciones de las demandas, usando los pronosticos de cada producto y la fórmula para obtener la ecuación de una recta cuando se conocen las coordenadas de dos puntos que están sobre la recta. Las ecuaciones son:

$$q_1 = m_1 p_1 + w_1$$

$$q_2 = m_2 p_2 + w_2$$

$$q_3 = m_3 p_3 + w_3$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$q_m = m_m p_m + w_m$$

Como se deben trabajar con matrices se transforman estas ecuaciones a una ecuación matricial

Se tienen varios vector columnas esto es:

$$Q = \underset{(n,1)}{\begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix}} \qquad M = \underset{(n,1)}{\begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ \vdots \\ m_n \end{bmatrix}} \qquad P = \underset{(n,1)}{\begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix}} \qquad W = \underset{(n,1)}{\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}}$$

Por las necesidades de la conformabilidad transformamos estos vectores columna como matrices diagonales, por lo que definimos, su notación será:

$$\bar{M} = \underset{(n,n)}{\begin{bmatrix} m_1 & o & o & \dots & o \\ o & m_2 & o & \dots & o \\ o & o & m_3 & \dots & o \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ o & o & o & \dots & mn \end{bmatrix}} \qquad \bar{P} = \underset{(n,n)}{\begin{bmatrix} p_1 & o & o & \dots & o \\ o & p_2 & o & \dots & o \\ o & o & p_3 & \dots & o \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ o & o & o & \dots & pn \end{bmatrix}}$$

Con estas transformaciones ya se puede establecer la ecuación matricial de la demanda.-

$$\underset{n,1)}{Q} = \underset{(n,n)}{\bar{M}} \; \underset{(n,1)}{P} + \underset{(n,1)}{W} \qquad (5)$$

o sea

$$\underset{(n,1)}{\begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix}} = \underset{(n,n)}{\begin{bmatrix} m_1 & o & o & \dots & o \\ o & m_2 & o & \dots & o \\ o & o & m_3 & \dots & o \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ o & o & o & \dots & m_n \end{bmatrix}} \underset{(n,1)}{\begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix}} + \underset{(n,1)}{\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}}$$

La ecuación matricial del costo total es:

$$\underset{(n,1)}{C\,T} = \underset{(n,n)}{\bar{V}} \; \underset{(n,1)}{Q} + \underset{(n,1)}{B} \qquad (6)$$

El vector de costos variables, también se transforma en una matriz diagonal y se define la matriz vector de los costos totales, asi como la de los costos fijos..

$$V = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} \quad \bar{V} = \begin{bmatrix} v_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & v_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & v_3 & \dots & 0 \\ \dots & & & & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & v_n \end{bmatrix} \quad CT = \begin{bmatrix} ct_1 \\ ct_2 \\ ct_3 \\ \vdots \\ ct_n \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \\ b_n \end{bmatrix}$$

$$(n.1) \qquad (n,n) \qquad (n,1) \qquad (n,1)$$

La ecuación matricial de el costo total se debe poner en función de los precios sustituyendo la ecuacion (5) en la ecuación (6)

$$\underset{(n,1)}{CT} = \underset{(n,n)}{\bar{V}} \left[ \underset{(n,1)}{\bar{M}P} + \underset{(n,1)}{W} \right] + B$$

$$\underset{(n,1)}{CT} = \left[ \bar{V}\,\bar{M}\,P + \bar{V}\,W + B \right]_{(n,1)} \qquad (7)$$

o sea:

$$\begin{bmatrix} ct_1 \\ ct_2 \\ ct_3 \\ \vdots \\ ct_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & v_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & v_3 & \dots & 0 \\ \dots & & & & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & v_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & m_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & m_3 & \dots & 0 \\ \dots & & & & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & m_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix} +$$

$$(n,1) \qquad (n,n) \qquad (n,n) \qquad (n,1)$$

$$+ \begin{bmatrix} v_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & v_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & v_3 & \dots & 0 \\ \dots & & & & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & v_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}$$

$$(n,n) \qquad (n,1) \qquad (n,1)$$

La ecuación matricial de los ingresos totales por las ventas que da:

$$\underset{(n,1)}{YT} = \underset{(n,1)}{\bar{P}} \quad \underset{(n,1)}{Q} \qquad (8)$$

La ecuación matricial del ingreso total se debe poner en función de los precios, sustituyendo la ecuación (5) en la ecuación (8)

$$\underset{(n,1)}{YT} = \underset{(n,n)}{\bar{P}} \left[ \bar{M} P + W \right]_{(n,1)}$$

$$\underset{(n,1)}{YT} = \left[ \bar{P}^2 \; MP + \bar{P} \; W \right]_{(n,1)} \qquad (9)$$

o sea:

$$\underset{(n,1)}{\begin{bmatrix} yt_1 \\ yt_2 \\ yt_3 \\ \vdots \\ yt_n \end{bmatrix}} = \underset{(n,n)}{\begin{bmatrix} p_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & p_2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & p_3 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & p_n \end{bmatrix}} \underset{(n,n)}{\begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & m_2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & m_3 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & m_n \end{bmatrix}} \underset{(n,1)}{\begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix}} +$$

$$+ \underset{(n,n)}{\begin{bmatrix} p_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & p_2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & p_3 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & p_n \end{bmatrix}} \underset{(n,1)}{\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}}$$

La ecuación matricial de las utilidades, se forma de la deficinión de utilidad es igual a la diferencia del ingreso total menos el costo total

$$\underset{(n,1)}{U} = \underset{(n,1)}{YT} - \underset{(n,1)}{CT}$$

$$\underset{(n,1)}{U} = \underset{(n,1)}{\left[\bar{P}^2 M + \bar{P} W\right]} - \underset{(n,1)}{\left[\bar{V}\bar{M} P + \bar{V} W + B\right]}$$

Obtención del modelo solución, que sea optima.

Empleando el método de las dos condiciones para optimizar esta función matricial de la utilidad, asi que se deriva con respeto al precio y se iguala a cero.

$$\frac{d}{dp}\left[U\right] = \frac{d}{dp}\left[\bar{P}^2 M + \bar{P} W\right] - \frac{d}{dp}\left[\bar{V}\bar{M} P + VW + B\right]$$

$$\frac{d}{dp}\left[U\right] = 2\left[\bar{M} P\right] + \left[W\right] - \left[\bar{V} M\right]$$

$$2\underset{(n,1)}{\left[\bar{M} P\right]} + \underset{(n,1)}{\left[W\right]} - \underset{(n,1)}{\left[\bar{V} M\right]} = \left[0\right]$$

$$2\left[\bar{M} P\right] = \left[\bar{V} M\right] - \left[W\right]$$

$$\left[\bar{M} P\right] = \frac{1}{2}\left[\bar{V} M\right] - \frac{1}{2}\left[W\right]$$

$$\left[\bar{M}^{-1}\bar{M}P\right] = \frac{1}{2}\bar{M}^{-1}\left[\bar{V} M - W\right]$$



FALLA DE ORIGEN

$$\bar{M}^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{m_1} & & 0 \\ & \frac{1}{m_2} & \\ 0 & & \frac{1}{m_n} \end{bmatrix}$$

Es necesario definir la matriz inversa de la matriz diagonal $\bar{M}$

Se obtiene la segunda derivada para observar si tiene un valor negativo para que se tenga un valor máximo la función de utilidad, en esos puntos. Cumpliendo con la segunda condición del método de las dos condiciones para determinar las características de los puntos extremos.

$$\frac{d}{dp}\left[ 2 \bar{M} P + W - VM \right] = \frac{d^2}{dp^2} \left[ U \right]$$

$$\frac{d^2}{dp^2}\left[U\right] = 2 M$$

Como el vector columna es opuesto por lo que todos los elementos que lo forman tienen signos negativos

Por lo que si $-M$ entoces $2(-M) < 0$ y se cumple que

$$\frac{d^2}{dp^2}\left[U\right] < 0$$

Por lo que la función matricial tiene un punto máximo.

Por lo que el vector columna $\underline{p}$ contiene todos los precios óptimos con los que se debe salir al mercado.

El valor de la máxima utilidad total se obtiene de la siguiente manera:

$$\underset{(n,1)}{\left[\ \hat{U}\ \right]} = \underset{(n,1)}{\left[\ \hat{\bar{P}}\ \bar{M}\ \hat{p} + \hat{p}\ W\ \right]} - \underset{(n,1)}{\left[\ \bar{V}\ \bar{M}\ \hat{p} + \bar{V}\ W + B\ \right]}$$

La suma de las máximas utilidades totales se obtiene de la siguiente manera

$$\underset{(1,1)}{\left[UT\right]} = \underset{(1.n)}{\left[1\ 1\ 1\ \ldots\ 1\right]}\ \underset{(n,1)}{\left[U\right]}$$

Se debe tener la consideración que los costos variables y los costos fijos son para un período determinado, para todos los productos.

El modelo formal, para cuando se fabrican n productos queda en forma sintetizada de la siguiente manera:

La demanda $\underset{(n,1)}{Q} = \underset{(n.n)}{\bar{M}}\ \underset{(n,1)}{P} + \underset{(n,1)}{W}$

Los costos totales

$$\underset{(n,1)}{CT} = \underset{(n.1)}{\left[\ \bar{V}\ \bar{M}\ P\right]} + \underset{(n.1)}{\left[VW\right]} + \underset{(n.1)}{\left[B\right]}$$

El ingreso total

$$\underset{(n,1)}{YT} = \underset{(n.1)}{\left[\ \bar{P}\ \bar{M}\ P + \bar{P}\ W\ \right]}$$

La utilidad total

$$U = \left[\bar{P}\ \bar{M}\ P\right] + \left[PW\right] - \left[\bar{V}\ \bar{M}\ P\right] - \left[\bar{V}W\right] - \left[\bar{a}\right]$$

$$(n,1)\quad (n.n)\quad (n,1)\quad (n,1)\quad (n,1)\quad (n.1)$$

Termina el Modelo Formal. en los siguientes capítulos se obtendrá la solución y la validación, que se ha llamado "implementación de la propuesta" y "Resultados".

La solución óptima será:

$$\bar{p} = \frac{1}{2}\,\bar{M}^{-1}(\bar{V}\,M - W)$$

CAPITULO IV

## 4.- Implementación de la propuesta

Dicha implementación se hará planificando la producción, distribución y venta de un nuevo modelo de producto. Este producto es nuevo en el mercado para hacer más interesante el modelo propuesto.

### 4.1 Para un solo producto

Los datos necesarios son: un pronóstico del mercado, por no haber datos históricos, el costo variable de producción por unidad y los costos fijos por el periodo, que va a hacer de tres meses en este caso.

No es propósito de este trabajo desarrollar alguna técnica para desarrollar un pronóstico. Porque mucho se puede hablar de este tema de los pronósticos.

Asi que, se le pide al departamento de investigaciones de mercado o a una firma de asesores en esta materia, que hagan un pronóstico del mercado que relacione la demanda con los precios que pueda ponérsele a dicho producto.

Al departamento de costos de la empresa justamente con el de control de producción determinen los costos variables de producción y los costos fijos para el periodo considerado.

El pronóstico que se determinó fue el siguiente:

| pronóstico | precio de venta propuesto | demanda estimada para los tres próximos meses |
|---|---|---|
| A | N$ 1,000 | 6,000 |
| B | N$ 2,000 | 4,000 |
| C | N$ 3,000 | 2,000 |
| D | N$ 4,000 | 0 |

Los costos que se determinaron fueron costo variable de producción por unidad N$1.000.00

Los costos fijos para los próximos tres meses son de N$100,000.00.

Estos son datos requeridos como se puede ver son mínimos y fácilmente se pueden obtener.

Basándonos en estos datos el problema puede resolverse desarrollando el modelo matemático.

Se usa el pronóstico del mercado para derivar una relación de demanda del mercado para el nuevo producto. El pronóstico de las ventas describe la interrelación entre el precio de venta y las ventas en tarifas esperadas.
Se eligen dos de los pronósticos dados pudieran ser los B y C considerándolos como un par ordenado cada uno, ésto es de la forma $(P_o, q_o)$ es decir $P_1(2,000, 4,000)$ $P_2(3,000, 2,000)$

Ya que hay una relación lineal entre el precio y la demanda, se puede determinar la ecuación lineal, usando las coordenadas de los pronósticos de B y C.

$$q = \frac{q_2 - q_1}{p_2 - p_1}(p - p_1) + q_1$$

sustituyendo los valores de los coordenadas se tiene:

$$q = \frac{2,000 - 4,000}{3,000 - 2,000}(p - 2,000) + 4,000$$

$$q = \frac{2,000}{1,000}(p - 2,000) + 4,000$$

$$q = -2\ (p + 2,000 + 4,000$$

$$q = -2p + 4,000 + 4,000$$

$$q = -2p + 8,000 \qquad (1)$$

Esta es la ecuación de la demanda. claro en esta ecuación la empresa puede esperar que venda (o más bien que regale) 8,000 unidades del producto a un precio de venta cero pero esto existe únicamente matemáticamente ya que realmente es la ordenada al origen de esta ecuación obtenida.

El paso siguiente para el modelo matemático consiste en determinar una ecuación para el costo total de producción del nuevo producto, una relación entre los costos fijos y los variables para cumplir con el hecho de que el costo total esta formado por estas dos ramas de los costos.
El costo total de producción del nuevo producto con los datos disponibles, se puede expresar como sigue:

$$ct = 1000q + 100{,}000$$

Pero como ya se apunto ésta relación tiene el inconveniente de estar en función de la demanda y se necesita que esté en función del precio.
Esto se puede lograr sustituyendo la ecuación (1) en esta última, o sea:

$$ct = 1000\,(-2p + 8{,}000) + 100{,}000$$

$$ct = -2{,}000p + 8'000{,}000 + 100{,}000$$

$$ct = -2{,}000p + 8'100{,}000 \qquad (2)$$

Esta expresión significa que si no se produce nada, la empresa gastará forzosamente N$100,000.- y además indica que por cada unidad de producto producida, la empresa gastará N$1000.-

Ahora se desarrollará una relación entre el precio y la demanda que represente las ventas o sea el ingreso total por éstas, ésto es:

$$yt = pq$$

Donde p es el precio q la demanda del producto, esta relación se debe poner también únicamente en función del precio de venta, usando la ecuación (1) nuevamente.

$$yt = p(-2p+8{,}000)$$

$$yt = 2p^2 + 8{,}000p \quad (3)$$

Esta es una relación cuadrática si se trazará se obtendría una parábola y es simétrica con respecto al precio de venta de N$2,000, por unidad; lo que significa que hay un máximo, esto es que las ventas estarán en un máximo cuando el precio de venta sea este.

Ahora que ya se han desarrollado todas las ecuaciones necesarias se puede determinar la relación de la utilidad, donde se sabe que éstas siempre se determinarán con la diferencia entre los ingresos totales y los costos totales por lo que:

$$U = yt - ct \qquad \text{pero}$$

$$U = -2p^2 + 8{,}000p - \left[-2{,}000p + 8'100{,}000\right]$$

$$U = -2p^2 + 8{,}000p + 2{,}000p - 8'100{,}000$$

$$U = -2p^2 + 10{,}000p - 8'100{,}000 \quad (4)$$

Con lo que queda determinada la ecuación de la utilidad en función del precio.

El modelo finalmente queda determinado de la siguiente manera, contemplando los rubros pedidos:

| | | |
|---|---|---|
| La demanda | $q = -2p + 8{,}000$ | (1) |
| Los costos totales | $ct = -2{,}000p + 8'100{,}000$ | (2) |
| El ingreso total | $yt = -2p^2 + 8{,}000p$ | (3) |
| La utilidad | $U = -2p^2 + 10{,}000p - 8'100{,}000$ | - (4) |

Este modelo tiene la ventaja que todo está en función del precio de venta, por lo que es posible optimizarlo con el precio de venta.

Para optimizar esta funcion de utilidad se emplea el método de las dos condiciones, ésto es que:

- La primera derivada existe y es igual a cero.
- Que la segunda derivada de esta función de utilidad tenga un valor menor que cero, por lo que tendremos un valor máximo de la función.

Con este método lo que se esta haciendo es encontrar la solución del modelo, es decir se determinará de la tasa de cambio de las ganancias de la empresa asociada con un cambio unitario del precio de venta de la empresa.

Asi que se procede a usar el método descrito.

$$\frac{d}{dp}(-2p^2 + 10{,}000p - 8'100{,}000)$$

$$\frac{du}{dp} = -4p + 10{,}00$$

$$\text{si} \quad -4p + 10{,}000 = 0$$

$$\hat{p} = 2{,}500$$

Sí se hace la segunda derivada se tiene:

$$\frac{d^2u}{dp^2} = -4 < 0$$

Con lo que se garantiza que la función de utilidad tiene un punto extremo local que es máximo. Por lo que se logra el objetivo de la Económica de Empresa de máximizar las utilidades.

### 4.1.1 Conceptos marginales en la implementación

Se pueden apreciar varias relaciones importantes.

La derívada de la demanda es:

$$\frac{dq}{dp} = -2$$

Esto indica que un aumento de un nuevo peso en el precio de venta significará una disminución de la demanda.

Una disminución de dos unidades de la demanda, dará una disminución de N$2,000 en el costo total, ésto se comprueba derivando la función del costo total, es decir

$$\frac{dct}{dp} = -2,000$$

Por el lado del enfoque del análisis marginal se tiene que:

El ingreso total marginal debe ser igual al costo marginal, es decir, si se produce una unidad de producto de más el ingreso que se tenga por esta unidad, debe ser igual al costo total de producirla, o sea:

$$\frac{dyt}{dp} = -4p + 8,000$$

$$\frac{dct}{dp} = -2000$$

Entonces

$$\frac{dyt}{dp} = \frac{dyt}{dp}$$

$$-4p + 8,000 = -2000$$
$$-4p = -10,000$$
$$p = 2,500$$

Esto da por resultado el mismo precio de venta que se determinó con la optimización del modelo.

CAPITULO V

# 5. Resultados

## 5.1 Para un sólo producto

Después de haber determinando matemáticamente el precio óptimo de venta, pueden calcularse los valores numéricos de cada rubro incluido en el modelo matemático, usando el precio óptimo.

La demanda será:

$$\ddot{q} = -2\ (2500) + 8{,}000$$

$$\hat{q} = -5000 + 8{,}000$$

$$\bar{q} = 3000 \text{ unidades de producto}$$

Los costos totales serán:

$$ct = -2{,}000\ (2500) + 8'100{,}000$$

$$ct = -5'000{,}000 + 8'100{,}000$$

$$ct = 3'100{,}000$$

Se requiere un capital de N$3'100,000

El ingreso total será:

$$yt = -2\ (2500)^2 + 8{,}000\ (2500)$$

$$yt = -2\ (6'250{,}000) + 20'000{,}000$$

$$yt = -12'500{,}000 + 20'000{,}000$$

$$yt = 7'500{,}000$$



FALLA DE ORIGEN

Este es el importe de las ventas de las unidades demandadas por el mercado.

La utilidad total será:

$$\bar{U} = -2(2500)^2 + 10,000\ (2,500) - 8'100,000$$

$$\bar{U} = -2(6'250,000) + 25'000,000 - 8'100,000$$

$$\bar{U} = -12'500,000 + 25'000,000 - 8'100,000$$

$$\bar{U} = 25'000,000 - 20'600,000$$

$$\bar{U} = 4'400,000$$

Esto representa la máxima utilidad que se puede obtener en los tres meses de ejercicio.

Estos resultados se pueden comprobar con otros procedimientos de cálculo.

El costo total se puede calcular con la relación inicial.

$$ct = 1,000\ q + 100,000$$

$$\text{si } q = 3,000$$

$$ct = 1,000\ (3,000) + 100,000$$

$$ct = 3'00,000 + 100,000$$

$$ct = 3'100,000$$

Que es igual al valor obtenido con la ecuación (2) del modelo matématico.

El ingreso total se calcula con la relación

$$yt = pq$$
$$yt = (2{,}500)\ (3{,}000)$$
$$yt = 7'500{,}000$$

Que es igual al valor obtenido con la ecuación (3) del modelo matemático.

La máxima utilidad total se puede calcular con la definición más sencilla, el ingreso total menos al costo total, esto es:

$$U = yt - ct$$

$$\hat{U} = 7'500{,}000 - 3'100{,}000$$

$$\hat{U} = 4'400{,}000$$

Que es el mismo valor obtenido con la ecuación (4) del modelo matematico.

Con estos resultados ya se puede calcular la tasa interna de retorno en este proyecto. La manera de hacerlo es el siguiente:

$$TIR = \frac{4'400{,}000}{3'100{,}000}$$

$$TIR = 1.42$$

o sea 142%

segun los parametros usados en el planteamiento del problema

## 5.2 Para varios Productos

Para el caso en que una empresa fabrique varios productos, implementaremos el modelo propuesto, con un caso, en el que se fabrican cinco productos.

Dados los pronósticos de cada producto se calculan las ecuaciones de las demandas que son las siguientes:

$q_1=-10p_1+6000$ donde:

$q_2=-4p_2+1400$

$q_3=-2p_3+8000$

$q_4=-3p_4+1200$

$q_5=-50p_5+6000$

$v_1=150$ $b_1=40,000$

$v_2=125$ $b_2=25,000$

$v_3=1000$ $b_3=100,000$

$v_4=110$ $b_4=10,000$

$v_5=50$ $b_5=40,000$

Se considera un periodo de validez para los costos el variable y el fijo de tres meses para este proyecto.

Definimos los valores de los elementos de las matrices

$$M = \begin{bmatrix} -10 \\ -4 \\ -2 \\ -3 \\ -50 \end{bmatrix}_{(5,1)} \qquad \bar{M} = \begin{bmatrix} -10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -50 \end{bmatrix}_{(5,5)} \qquad Q \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \\ q_5 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

$$W = \begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 8000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}_{(5,1)} \qquad B = \begin{bmatrix} 40,000 \\ 25,000 \\ 100,000 \\ 10,000 \\ 40,000 \end{bmatrix}_{(5,1)} \qquad P = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \\ p_5 \end{bmatrix}_{(5.1)}$$

$$V = \begin{bmatrix} 150 \\ 125 \\ 1000 \\ 110 \\ 50 \end{bmatrix} \qquad \bar{V} = \begin{bmatrix} 150 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 110 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 50 \end{bmatrix}$$

$$(5,1) \qquad\qquad (5,5)$$

$$Q = \bar{M} P + W$$

$$\underset{(5,1)}{Q} = \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} -10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -50 \end{bmatrix}} \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \\ p_5 \end{bmatrix}} + \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 8000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}}$$

$$CT = \bar{V} \bar{M} P + \bar{V} W + B$$

$$CT = \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} 150 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 110 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 50 \end{bmatrix}} \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} -10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -50 \end{bmatrix}} \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \\ p_5 \end{bmatrix}} +$$

...

$$
+\begin{bmatrix} 150 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 110 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 50 \end{bmatrix}_{(5,5)} \begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 8000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}_{(5,1)} + \begin{bmatrix} 40{,}000 \\ 25{,}000 \\ 100.000 \\ 35{,}000 \\ 40{,}000 \end{bmatrix}_{(5,1)}
$$

$$
YT = \bar{P}\,\bar{M}\,P + \bar{P}\,W
$$

$$
\bar{P} = \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & P_5 \end{bmatrix}
$$

$$
YT = \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & P_5 \end{bmatrix}_{(5,5)} \begin{bmatrix} -10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -50 \end{bmatrix}_{(5,5)} \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \\ P_5 \end{bmatrix}_{(5,1)} +
$$

$$
+\begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & P_5 \end{bmatrix}_{(5,5)} \begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 8000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}_{(5,1)}
$$

$$
U = \left[ \bar{P}\,\bar{M}\,P + \bar{P}\,W \right] - \left[ \bar{V}\,\bar{M}\,P + \bar{V}\,W + B \right]
$$

$$U = \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & P_5 \end{bmatrix}} \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} -2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -50 \end{bmatrix}} \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \\ P_5 \end{bmatrix}} + \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & P_5 \end{bmatrix}} \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 8000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}} -$$

$$- \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} 1500 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 110 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 50 \end{bmatrix}} \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} -2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -50 \end{bmatrix}} \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \\ P_5 \end{bmatrix}} \ldots$$

$$- \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} 1500 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 110 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 50 \end{bmatrix}} \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 8000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}} - \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 40{,}000 \\ 25{,}000 \\ 100{,}000 \\ 10{,}000 \\ 40{,}000 \end{bmatrix}}$$

Como se necesita la matriz inversa de $\bar{M}$, se calcula

$$\bar{M}^{-1} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{4} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{9} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{50} \end{bmatrix}_{(5,5)}$$

también resulta ser una matriz opuesta o sea $-\bar{\bar{M}}^{-1}$

Con lo que ya se podrá calcular el vector columna de los precios óptimos con la ecuación matricial

$$\ddot{p}_{(5,1)} = \frac{1}{2} \left[ \bar{\bar{M}}^{-1} \bar{V} M - \bar{M}^{-1} W \right]_{(5,1)}$$

$$\hat{p} = \frac{1}{2} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{10} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{4} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{3} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{50} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 150 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 110 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 50 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -10 \\ -4 \\ -2 \\ -3 \\ -50 \end{bmatrix}$$

(5.1) (5.5) (5,5) (5,1)

$$-\frac{1}{2} \begin{bmatrix} -\frac{1}{10} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{4} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{3} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{50} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 8000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}$$

(5,5) (5,1)

$$\hat{p} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 150 \\ 125 \\ 1000 \\ 110 \\ 50 \end{bmatrix} - \frac{1}{2} \begin{bmatrix} -600 \\ -350 \\ -4000 \\ -400 \\ -120 \end{bmatrix}$$

(5,1) (5,1)

esto último vector columna es opuesto por lo que:

$$\hat{p} = \underset{(5.1)}{\begin{bmatrix} 75 \\ 62.5 \\ 500 \\ 55 \\ 25 \end{bmatrix}} + \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 300 \\ 175 \\ 2000 \\ 200 \\ 60 \end{bmatrix}}$$

$$\hat{p} = \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 375 \\ 237.5 \\ 2500 \\ 255 \\ 85 \end{bmatrix}}$$

Después de haber determinado matemáticamente los precios óptimos de venta de cada uno de los productos, se pueden calcular los valores numéricos de cada rubro, incluido en el modelo matemático. Esto es:

Se empezará con el vector columna de la demanda o sea:

$$\underset{(n,1)}{Q} = \underset{(n,1)}{\bar{M} P} + \underset{(n,1)}{W} \qquad (5)$$

$$\begin{bmatrix} \hat{q}_1 \\ \hat{q}_2 \\ \hat{q}_3 \\ \hat{q}_4 \\ \hat{q}_5 \end{bmatrix} = \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} -10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -50 \end{bmatrix}} \underset{(5.1)}{\begin{bmatrix} 375 \\ 237.5 \\ 2500 \\ 255 \\ 85 \end{bmatrix}} + \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 8000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}}$$

$$\begin{bmatrix} \hat{q}_1 \\ \hat{q}_2 \\ \hat{q}_3 \\ \hat{q}_4 \\ \hat{q}_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3750 \\ -950 \\ -5000 \\ -765 \\ -4250 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 8000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}$$

$$(5,1) \qquad (5,1)$$

$$\begin{bmatrix} \hat{q}_1 \\ \hat{q}_2 \\ \hat{q}_3 \\ \hat{q}_4 \\ \hat{q}_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2250 \\ 450 \\ 3000 \\ 435 \\ 1750 \end{bmatrix}$$

es la cantidad vendida que hace la utilidad máxima o que mantie ne la empresa en equilibrio, en tanto el costo es mínimo y el - ingreso máximo.

$$(5,1) \qquad (5,1)$$

El paso siguiente es determinar los costos totales y los costos totales globales.

$$\underset{(n,1)}{CT} = \underset{(n,1)}{\left[ \bar{V} \bar{M} \underline{P} + \bar{V} W + B \right]} \qquad (7)$$

$$\underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} ct_1 \\ ct_2 \\ ct_3 \\ ct_4 \\ ct_5 \end{bmatrix}} = \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} -1500 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -500 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -330 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -2500 \end{bmatrix}} \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 375 \\ 237.5 \\ 2500 \\ 255 \\ 85 \end{bmatrix}} +$$

$$+\begin{bmatrix} 900,000 \\ 175,000 \\ 8'000,000 \\ 132,000 \\ 300,000 \end{bmatrix}_{(5,1)} + \begin{bmatrix} 40,000 \\ 25,000 \\ 100,000 \\ 10,000 \\ 40,000 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

$$\begin{bmatrix} ct_1 \\ ct_2 \\ ct_3 \\ ct_4 \\ ct_5 \end{bmatrix}_{(5,1)} = \begin{bmatrix} -562,500 \\ -118,750 \\ -5'000,000 \\ -84,150 \\ -212,500 \end{bmatrix}_{(5,1)} + \begin{bmatrix} 940,000 \\ 200,000 \\ 8'100,000 \\ 142,000 \\ 340,000 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

$$\begin{bmatrix} ct_1 \\ ct_2 \\ ct_3 \\ ct_4 \\ ct_5 \end{bmatrix}_{(5,1)} = \begin{bmatrix} 377,500 \\ 81,250 \\ 3'100,000 \\ 57,850 \\ 127,500 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

Estos son los requerimientos de capital, para producir los 5 productos.

El costo global total para la producción total es:

$$CGT = \underset{(1,5)}{(1\ 1\ 1\ 1\ 1)} \begin{bmatrix} 377,500 \\ 81,250 \\ 3'100,000 \\ 57,850 \\ 127,500 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

$$CGT = 3'744,100$$

En seguida se calculará el ingreso total por ventas de todos los productos y el ingreso global total con la ecuación.



FALLA DE ORIGEN

$$\underset{(n,1)}{YT} = \underset{(n,1)}{\left[ \bar{P}\,\bar{M}\,P + \bar{P}\,W \right]} \qquad (9)$$

$$\underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} yt_1 \\ yt_2 \\ yt_3 \\ yt_4 \\ yt_5 \end{bmatrix}} = \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} 375 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 237.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2500 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 255 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 85 \end{bmatrix}} \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} -10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -50 \end{bmatrix}} \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 375 \\ 237.5 \\ 2500 \\ 255 \\ 85 \end{bmatrix}}$$

$$+ \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 375 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 237.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2500 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 255 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 85 \end{bmatrix}} \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 8000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}} \qquad )$$

$$\underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} yt_1 \\ yt_2 \\ yt_3 \\ yt_4 \\ yt_5 \end{bmatrix}} = \underset{(5,5)}{\begin{bmatrix} -3,750 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -950 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -5000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -750 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -4250 \end{bmatrix}} \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 375 \\ 237.5 \\ 2500 \\ 255 \\ 85 \end{bmatrix}} + \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 2'250,000 \\ 332,500 \\ 20'000,000 \\ 306,000 \\ 510,000 \end{bmatrix}}$$

$$\underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} yt_1 \\ yt_2 \\ yt_3 \\ yt_4 \\ yt_5 \end{bmatrix}} = \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} -1'406,250 \\ -225,625 \\ -12'500,000 \\ -195,075 \\ -361,250 \end{bmatrix}} + \underset{(5,1)}{\begin{bmatrix} 2'250,000 \\ 332,500 \\ 20'000,000 \\ 306,000 \\ 510,000 \end{bmatrix}}$$

$$\begin{bmatrix} yt_1 \\ yt_2 \\ yt_3 \\ yt_4 \\ yt_5 \end{bmatrix}_{(5,1)} = \begin{bmatrix} 843{,}750 \\ 3'375{,}000 \\ 106{,}875 \\ 7'500{,}000 \\ 110{,}925 \\ 148{,}750 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

El ingreso global total será:

$$YGT = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}_{(1,5)} \begin{bmatrix} 2'250{,}000 \\ 332{,}500 \\ 20'000{,}000 \\ 306{,}000 \\ 510{,}000 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

$$YGT = 21'\ 992{,}250$$

Con los valores del ingreso total y del costo total se puede calcular el vector columna de las utilidades totales óptimas para cada producto y después de calcular la utilidad global máxima.

$$U = \left[ \bar{P}\,\bar{M}\,P + \bar{P}\,W \right] - \left[ \bar{V}\,\bar{M}\,P + \bar{V}\,W + B \right]$$

$$\begin{bmatrix} ut_1 \\ ut_2 \\ ut_3 \\ ut_4 \\ ut_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 375 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 237.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2500 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 255 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 85 \end{bmatrix}_{(5,5)} \begin{bmatrix} -10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -50 \end{bmatrix}_{(5,5)} \begin{bmatrix} 375 \\ 237.5 \\ 2500 \\ 255 \\ 85 \end{bmatrix}_{(5,1)} +$$

$$
+\begin{bmatrix} 375 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 237.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2500 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 255 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 85 \end{bmatrix}_{(5,5)} \begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 3000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}_{(5,1)} -
$$

$$
-\begin{bmatrix} 150 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 110 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 50 \end{bmatrix}_{(5,5)} \begin{bmatrix} -10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -50 \end{bmatrix}_{(5,5)} \begin{bmatrix} 375 \\ 237.5 \\ 2500 \\ 255 \\ 85 \end{bmatrix}_{(5,5)} -
$$

$$
-\begin{bmatrix} 150 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 110 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 50 \end{bmatrix}_{(5,5)} \begin{bmatrix} 6000 \\ 1400 \\ 3000 \\ 1200 \\ 6000 \end{bmatrix}_{(5,1)} - \begin{bmatrix} 40,000 \\ 250,000 \\ 100,000 \\ 10,000 \\ 40,000 \end{bmatrix}_{(3,1)}
$$

$$
\begin{bmatrix} ut_1 \\ ut_2 \\ ut_3 \\ ut_4 \\ ut_5 \end{bmatrix}_{(5,1)} = \begin{bmatrix} -1'406,250 \\ -225,625 \\ -12'500,000 \\ -195,075 \\ -361,250 \end{bmatrix}_{(5,1)} + \begin{bmatrix} 2'250,000 \\ 332,500 \\ 20'000,000 \\ 306,000 \\ 510,000 \end{bmatrix}_{(5,1)} - \begin{bmatrix} -562,500 \\ -118,750 \\ -5'000,000 \\ -84,150 \\ -212,500 \end{bmatrix}_{(5,1)} - \begin{bmatrix} 900,000 \\ 175,000 \\ 8'000,000 \\ 132,000 \\ 300,000 \end{bmatrix}_{(5,1)} -
$$

$$
-\begin{bmatrix} 40,000 \\ 25,000 \\ 100,000 \\ 10,000 \\ 40,000 \end{bmatrix}_{(5,1)}
$$

$$\begin{bmatrix} ut_1 \\ ut_2 \\ ut_3 \\ ut_4 \\ ut_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 466,250 \\ 25,625 \\ 4'400,000 \\ 53,075 \\ 21,250 \end{bmatrix}$$

$$(5,1) \qquad (5,1)$$

La utilidad total global es:

$$UGT = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 466,250 \\ 25,625 \\ 4'400,000 \\ 53,075 \\ 21,250 \end{bmatrix}$$

$$(1,5) \qquad (5,1)$$

$$UGT = 4'966,200$$

Estos resultados se pueden comprobar con otro procedimiento de cálculo matricial.

El costo total se puede calcular con la ecuación (6)

$$CT = \bar{V}\,Q + B$$

$$CT = \begin{bmatrix} 150 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 110 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 50 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2250 \\ 450 \\ 3000 \\ 435 \\ 1750 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 40,000 \\ 25,000 \\ 100,000 \\ 10,000 \\ 40,000 \end{bmatrix}$$

$$(5,5) \qquad (5,1) \qquad (5,1)$$

$$CT = \begin{bmatrix} 377,500 \\ 56,250 \\ 3'000,000 \\ 47,850 \\ 87,500 \end{bmatrix}_{(5,1)} + \begin{bmatrix} 40,000 \\ 25,000 \\ 100,000 \\ 10,000 \\ 40,000 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

$$CT = \begin{bmatrix} 377,500 \\ 81,250 \\ 3'100,000 \\ 57,850 \\ 127,500 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

Estos resultados son iguales a los costos totales hechos con el método matricial.

El ingreso total calculado con la ecuación matricial.

$$YT = \bar{P}\,Q$$

$$YT = \begin{bmatrix} 375 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 237.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2500 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 255 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 85 \end{bmatrix}_{(5,5)} \begin{bmatrix} 2250 \\ 450 \\ 3000 \\ 435 \\ 1750 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

$$YT = \begin{bmatrix} 843,750 \\ 106,875 \\ 7'500,000 \\ 110,925 \\ 148,750 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

Que son iguales los resultados obtenidos con la otra ecuación matricial del ingreso total.

Las utilidades totales máximos se calculan con la diferencia de la matriz del ingreso del costo total.

$$U = YT - CT$$



FALLA DE ORIGEN

$$U = \begin{bmatrix} 843,750 \\ 106,875 \\ 7'500,000 \\ 110,925 \\ 148,750 \end{bmatrix}_{(5,1)} - \begin{bmatrix} 377,500 \\ 81,250 \\ 3'100,000 \\ 57,850 \\ 127,500 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

$$U = \begin{bmatrix} 466,250 \\ 25,625 \\ 4'400,000 \\ 53,075 \\ 21,750 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

Que son los mismos valores obtenidos con la otra ecuación matricial de las utilidades totales.

Con los valores obtenidos en las matrices de las utilidades y la de los costos totales se pueden obtener las tasas internas de retorno para cada producto, multiplicando la matriz inversa de los costos totales por el vector columna de las máximas utilidades, esto es:

$$\underset{(5,1)}{TIR} = \underset{(5,5)}{\overline{CT}^{-1}} \cdot \underset{(5,1)}{U}$$

Para lograr esta operación primero se debe de transformar el vector de los costos totales a una matriz diagonal, esto es:

$$\overline{CT} = \begin{bmatrix} 377,500 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 81,250 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3'100,000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 57,850 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 127,500 \end{bmatrix}$$

Después se debe encontrar la matriz inversa de esta matriz diagonal de los costos totales

$$\overline{CT}^{-1} = \begin{bmatrix} 2.6490.10^{-6} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.2308.10^{-5} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3.2258.10^{-8} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1.7286.10^{-5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 7.8431.10^{-6} \end{bmatrix}$$

Con lo que se podrá hacer el producto indicado

$$TIR = \begin{bmatrix} 2.6490.10^{-6} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.2308.10^{-5} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3.2258.10^{-8} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1.7286.10^{-5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 7.8431.10^{-6} \end{bmatrix}_{(5,1)} \begin{bmatrix} 466,250 \\ 25,625 \\ 4'400,000 \\ 53,075 \\ 21,750 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

$$TIR = \begin{bmatrix} 1.2351 \\ 0.3154 \\ 1.4194 \\ 0.9175 \\ 0.1706 \end{bmatrix}_{(5,1)}$$

Es decir que las tasas internas de retorno son:

Para el primer producto el 123.51%
Para el segundo producto el 31.54%%
Para el tercer producto el 141.94%
Para el cuarto producto el 91.75%
Para el quinto producto el 17.06%

Con los valores obtenidos en las utilidades globales totales y los costos globales totales, se puede obtener la tasa global interna de retorno en la operación global de la empresa que fabrica los cinco productos.

dicha tasa se calcula simplemente dividiendo las utilidades globales totales entre los costos globales totales, esto es:

$$TIRG = \frac{UGT}{CGT}$$

$$TIRG = \frac{4'966,200}{3'744,100}$$

$$TIRG = 1.33 \quad \text{o sea}$$

$$TIRG = 133\%$$

Este es el valor de la tasa enterna de retorno según son los parámetros empleados en la instrumentación del modelo.

CAPITULO VI

# 6. CONCLUSIONES

Postular a priori cual debe ser la orientación sistemática de la planificación en la comercialización de los productos que fabrica una empresa, puede conducir a la toma de decisiones equivocadas e irreversibles.

Es importante tener una orientación sistemática, orgánica y progresiva.

El modelo que se determinó en el presente trabajo sirve para programar, proyectar y fijar bases de los resultados que se esperan obtener en un futuro.

Es importante, para los administradores en general, tener conocimiento de una herramienta útil y eficaz que les pueda ayudar a solucionar los problemas propios de la planeación, ya que por otra parte sea por lo complicado o por el volumen de información o bien por lo delicado del manejo de un sistema productivo, es muy difícil o tardado tratar de resolver los problemas de dicha planeación.

El modelo propuesto permite planear y visualizar cual es la mejor forma de obtener o determinar los precios del producto con los que deben de salir al mercado.

La gran flexibilidad del modelo permite buscar la mejor solución en el el entorno económico que imponen las restricciones o las exigencias.

El propócito de este trabajo esta formado en dos partes, uno se le ha llamado objetivo principal, que fue obtener un modelo que a través de la determinación de los precios de mercado, permite obtener las máximas utilidades y la segunda parte que son los objetivos alternativos que es el de proporcionar entre otros el calculo de las nuevas condiciones que deben de imperar en el proyecto. Es bastante fácil el manejo de dicho instrumento por parte de los encargados de administrar los sistemas de producción, sin que sea necesario la intervención de un técnico altamente calificado el cual pudiera demorar la entrega a tiempo de las modificaciones del proyecto.

En los momentos actuales, la economía en cualquiera de las actividades del país, tiene muchos problemas y dificultades provocadas por la inflación ya que los precios de los productos cambian de un momento a otro, así mismo, la demanda de los productos, la disposición de los servicios y la disponibilidad de los insumos son muy cambiantes.

El modelo propuesto permite hacer los ajustes en cualquiera de las partes del proyecto o en los valores de los parámetros que intervienen en la planificación, si éstos cambian intempestivamente.

Se puede apreciar que el modelo propuesto hace vigente la retroalimentación en una forma simple, eficiente, oportuna y exacta.

También el modelo propuesto dá un mentís a expresiones como esta "la problemática del sistema es muy compleja" y, en consecuencia, de "muy difícil solución", por lo que la palabra complejo ya afirma que es sinónimo de "imposible" o de "sin solución" estas ideas quedan totalmente descartadas con el uso del modelo propuesto, puesto que la solución debe ser un proceso estructurado elevado al rango de que sea entendible, fácil, sencillo y didáctico.

Con el modelo propuesto se evitará ese estado de agiación, sobresalto y angustia de los propietarios de los sistema productivos, al carecer de un conocimiento de las estructuras y de las interrelaciones que tienen las partes que los forman; con lo que en muchas veces incurren en ajustes exagerados frente a pequeños cambios en alguna o en varias partes del sistema con lo que se ven afectadas las utilidades en los resultados.

Al mencionar las caracteristicas y ventajas del modelo propuesto se busca que sea usado para tener un mayor aprovechamiento en cualquiera de las condiciones de operación de sus sistemas productivos.

Resumiendo se puede decir que las fallas en la planeación son evidentes cuando se trata de actuar en sistemas complejos con un ambiente dinámico y cambiante, estas pueden superarse con el diseño de proyectos específicos que exigen una alta coordinación, con el del modelo propuesto se cumplen esas exigencias; porque ofrece las ya señaladas ventajas de la flexibilidad aplicada con una gran sencillez.

Se hace incapié que la calidad del modelo propuesto depende del cuidado, exactitud y veracidad con que se hagan los pronósticos del mercado y de la determinación de los costos unitarios de producción, así como los costos fijos valederos para el tiempo de duración del horizonte económico designado.

El modelo propuesto lo pueden aplicar en un sistema ya existente, es decir ya funcionando o bién, para un sistema que no existe y que se pretende formar.

La diferencia es la manera de obtener los datos para el primer caso, será suficiente usar datos históricos de la propia empresa y para el segundo caso, se podrá obtener la información sonsultando a los despachos de expertos en pronósiticos de mercado y para la determinación de los costos se puede auxiliar de los despachos contables especialistas en la materia.

Bibliografía y referencias


1. Economia
   Por Samuelson,
   Paûl A.
   Edit. Mc Graw-Hill 1992
   P.P.- 485-553

2. Toma de Decisiones por medio de
   Investigación de operaciones
   Por Robert J. Thierauf y Richard A. Grosse
   Edif. Limusa 1974
   PP 155-164

3. Teoria de Inventarios y su aplicación
   Por Javier H. Avila González
   Edit. Pax-México 1977
   PP 13-21, 25-28, 64-77

4. Matrices Aplicaciones matemáticas en economia
   y administración.
   Por Ariel Kleiman y Elena K. de Kleiman
   Edif. Limusa 1992
   P.P. 45-95

5. Cálculo con geometría analitica
   Por Louis Leithold
   Edit. Harla 1986
   P.P.252-269

6. Ingenieria Económica
   Por Anthony Tarquin y Leland T. Blank
   Edit. Mc Graw-Hill
   P.P. 162-169 1987

7. Fundamentos de Investigación de operaciones
   Por Russel L. Ackoff y Maurice W. Sasiani
   Edif. Limusa 1988
   P.P. 75-76




FALLA DE ORIGEN

8. OCHOA ROSSO, Felipe (1985) El método de los sistemas, México, División de Estudios de Postgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM.

9. Arturo Fuentes Zenon (1990) Metodología de la planeación Normativa, Dto. de Sistemas, Div. de Estudios de Posgrado Facultad de Ingeniería, UNAM.

10. Perales Rivera Sylvia (1990), Diagnóstico: Fundamentos, Metodología y Técnicas División de Estudios de Posgrado, Dto. de Sistemas. Facultad de Ingenieniería de la UNAM.

11. Suárez Rocha Javier (1991) Un modelo cualitativo del proceso de solución de problemas.
El Modelo de diamante, Dto. de Sistemas de la Div. de estudios de posgrado Facultad de Ingeniería de la UNAM

APENDICE

Programa para la
computadora personal esta
hecho en CLIPPER 5

Usa el método del
Menú para el número
de productos.
El paquete es llamado
con el nombre de
Matrices

Imprime los valores de:
El precio óptimo
La demanda óptima
El costo total mínimo
El ingreso máximo
La máxima utilidad
La tasa interna de retorno

```
***CALC2.PRG

M1=(A4-A2)/(A3-A1)
W1=M1*(-A1)+A2
P1=((1/M1)*V1*M1-(1/M1)*W1)/2
Q1=(M1*P1)+W1
CT1=(V1*M1*P1)+(V1*W1)+B1
YT1=((P1**2)*M1)+(P1*W1)
U1=(((P1**2)*M1)+(P1*W1))-((V1*M1*P1)+(V1*W1)+B1)
TIR1=((1/CT1)*U1)*100
*----*
M2=(A8-A6)/(A7-A5)
W2=M2*(-A5)+A6
P2=((1/M2)*V2*M2-(1/M2)*W2)/2
Q2=(M2*P2)+W2
CT2=(V2*M2*P2)+(V2*W2)+B2
YT2=((P2**2)*M2)+(P2*W2)
U2=(((P2**2)*M2)+(P2*W2))-((V2*M2*P2)+(V2*W2)+B2)
TIR2=((1/CT2)*U2)*100
**RESULTADOS**

UGT=U1+U2
CGT=CT1+CT2
YGT=YT1+YT2
TIRG=UGT/CGT
RETURN
```



```
****CALC3.PRG

DO CALC2
M3=(A12-A10)/(A11-A9)
W3=M3*(-A9)+A10
P3=((1/M3)*V3*M3-(1/M3)*W3)/2
Q3=(M3*P3)+W3
CT3=(V3*M3*P3)+(V3*W3)+B3
YT3=((P3**2)*M3)+(P3*W3)
U3=(((P3**2)*M3)+(P3*W3))-((V3*M3*P3)+(V3*W3)+B3)
TIR3=((1/CT3)*U3)*100
*---RESULTADOS*----
UGT=UGT+U3
CGT=CGT+U3
YGT=YGT+YT3
TIRG=UGT/CGT
RETURN
```

```
****CALC4.PRG

DO CALC3
M4=(A16-A14)/(A15-A13)
W4=M4*(-A13)+A14
P4=((1/M4)*V4*M4-(1/M4)*W4)/2
Q4=(M4*P4)+W4
CT4=(V4*M4*P4)+(V4*W4)+B4
YT4=((P4**2)*M4)+(P4*W4)
U4=(((P4**2)*M4)+(P4*W4))-((V4*M4*P4)+(V4*W4)+B4)
TIR4=((1/CT4)*U4)*100
*---RESULTADOS*----
UGT=UGT+U4
CGT=CGT+U4
YGT=YGT+YT4
TIRG=UGT/CGT
RETURN
```

```
**** CALC5.PRG

DO CALC4
M5=(A20-A18)/(A19-A17)
W5=M5*(-A17)+A18
P5=((1/M5)*V5*M5-(1/M5)*W5)/2
Q5=(M5*P5)+W5
CT5=(V5*M5*P5)+(V5*W5)+B5
YT5=((P5**2)*M5)+(P5*W5)
U5=(((P5**2)*M5)+(P5*W5))-((V5*M5*P5)+(V5*W5)+B5)
TIR5=((1/CT5)*U5)*100
*---RESULTADOS*----
UGT=UGT+U5
CGT=CGT+U5
YGT=YGT+YT5
TIRG=UGT/CGT
RETURN
```

```
*** CAPT1.PRG

@  04,  22 CLEAR TO  04,  53
@  04,  24   SAY " CAPTURA   DE   INFORMACION "
SET COLOR TO GR+/BG+
*
PRIVATE B1,V1,M1,W1,P1,Q1,CT1,YT1,U1,A1,A2,A3,A4,SIGUE
STORE 0 TO B1,V1,M1,W1,P1,Q1,CT1,YT1,U1,A1,A2,A3,A4
*
DO LETRERO
SIGUE= "N"
DO WHILE SIGUE ="N"
   SET COLOR TO GR+/BG+
   @ 10, 09   SAY   "A"
   @ 10, 19   GET A1 PICT "9,999,999"
   @ 10, 32   GET A2 PICT "9,999,999"
   @ 11, 09   SAY   "B"
   @ 11, 19   GET A3 PICT "9,999,999"
   @ 11, 32   GET A4 PICT "9,999,999"
   @ 10, 46   GET V1 PICT "9,999,999"
   @ 10, 61   GET B1 PICT "9,999,999"
   READ
   DO MENSAJE WITH " ( ES CORRECTA LA INFORMACION PROPORCIONADA (S/N) ?
ENDDO
****
*AREA DE PROTECCION
***
IF A1=0 .AND. A2=0 .AND. A3=0 .AND. A4=0
   RETURN
ENDIF
M1=(A4-A2)/(A3-A1)
W1=M1*(-A1)+A2
P1=((V1*M1)-W1)/(2*M1)
Q1=(M1*P1)+W1
CT1=(V1*M1*P1)+(V1*W1)+B1
YT1=M1*(P1**2)+(W1*P1)
U1=M1*(P1**2)+(W1-(V1*M1))*P1-(V1*W1)-B1
TIR=(U1/CT1)*100
DO IMPRESO
RETURN
```

```
**** CAPT2.PRG

PRIVATE VSAXO,SIGUE,VN,VN1,UGT,CGT,YGT,TIRG
PARAMETERS VSAXO,USO,CAL
@  04, 22 CLEAR TO  04, 53
@  04, 24  SAY " CAPTURA  DE  INFORMACION "
SET COLOR TO GR+/BG+

*DEFINICION DE VARIABLES

FOR VN=1 TO VSAXO+1
  B  = "B"+LTRIM(STR(VN))
  V  = "V"+LTRIM(STR(VN))
  M  = "M"+LTRIM(STR(VN))
  W  = "W"+LTRIM(STR(VN))
  P  = "P"+LTRIM(STR(VN))
  Q  = "Q"+LTRIM(STR(VN))
  CT = "CT"+LTRIM(STR(VN))
  YT = "YT"+LTRIM(STR(VN))
  U  = "U"+LTRIM(STR(VN))
  TIR= "TIR"+LTRIM(STR(VN))
  PRIVATE    &B,&V,&M,&W,&P,&Q,&CT,&YT,&U,&TIR
  STORE 0 TO &B,&V,&M,&W,&P,&Q,&CT,&YT,&U,&TIR
NEXT
VN1 = VSAXO*4
FOR VN=1 TO VN1
   A= "A"+LTRIM(STR(VN))
   PRIVATE &A
   STORE 0 TO &A
NEXT
DO LETRERO
SIGUE= "N"
DO WHILE SIGUE ="N"
   SET COLOR TO GR+/BG+
   DO VBASE WITH VSAXO
   READ
   DO MENSAJE WITH " ( ES CORRECTA LA INFORMACION PROPORCIONADA (S/N) ?
ENDDO
****
*AREA DE PROTECCION
***
IF A1=0 .AND. A2=0 .AND. A3=0 .AND. A4=0
   RETURN
ENDIF

*ESTOS SON LOS CALCULOS

DO VCAL WITH VSAXO

*ESTAS SON LAS IMPRESIONES

DO VIMPRE WITH VSAXO
```

```
**** DOS.PRG

set safety off
use dos
zap
x=1
do while x<500
  c=chr(x)
  use dos
  append blank
  replace num with x
  replace expression with c
  x=x+1
enddo
close data
return
```

```
* PROGRAMA: IMPR2.PRG                    FECHA: 09/ENERO/95
* FUNCION : IMPRIME

PRIVATE VSAXO,MENS,VN,VN1,PRODUCTO
PARAMETERS VSAXO
MENS="UTILIDADES MAXIMAS A OBTENER  CON LOS PRONOSTICOS INGRESADOS"
VN1=7
@  8, 15 CLEAR TO 16,70
SET COLOR TO W+/GR
@  8, 15  TO 16, 70
@ 10, 16  TO 10, 69
@  9, 16  SAY "      P R E P A R E   S U   I M P R E S O R A
SET COLOR TO
@ 12, 24  SAY "PRESIONE  CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR"
DO WHILE INKEY()=0
ENDDO
*
* E M P I E Z A  L A  I M P R E S I O N
*
SET DEVICE TO PRINT
@ 5 ,     INT(80-LEN(MENS))/2  SAY MENS

FOR VN=1 TO VSAXO

  P="P"+LTRIM(STR(VN))
  Q="Q"+LTRIM(STR(VN))
  CT="CT"+LTRIM(STR(VN))
  YT="YT"+LTRIM(STR(VN))
  U="U"+LTRIM(STR(VN))
  TIR="TIR"+LTRIM(STR(VN))
  PRODUCTO="PRODUCTO"+" "+LTRIM(STR(VN))


  @ VN1       , 10 SAY PRODUCTO
  VN1=VN1 + 2
  @ VN1       , 06 SAY "P R E C I O   O P T I M O  :"
  @ VN1       , 37 SAY  &P   PICT "9,999,999,999"
  VN1=VN1+1
  @ VN1       , 06 SAY "D E M A N D A  O P T I M A :"
  @ VN1       , 37 SAY  &Q   PICT "9,999,999,999"
  VN1=VN1+1
  @ VN1       , 06 SAY "COSTOS TOTALES MINIMOS     :"
  @ VN1       , 37 SAY  &CT  PICT "9,999,999,999"
  VN1=VN1 + 1
  @ VN1       , 06 SAY "INGRESOS TOTALES MAXIMOS   :"
  @ VN1       , 37 SAY  &YT  PICT "9,999,999,999"
  VN1=VN1 + 1
  @ VN1       , 06 SAY "UTILIDADES MAXIMAS         :"
  @ VN1       , 37 SAY  &U   PICT "9,999,999,999"
  VN1=VN1 + 1
  @ VN1       , 06 SAY "TASA INTERNA DE RETORNO    :"
  @ VN1       , 37 SAY  &TIR PICT "999.99"
  VN1=VN1 + 2
NEXT
*
```

```
VN1=VN1 + 3
@ VN1          , 06 SAY "UTILIDADES MAXIMAS GLOBALES    :"
@ VN1          , 40 SAY UGT   PICT "9,999,999,999"
VN1=VN1 + 1
@ VN1          , 06 SAY "COSTOS TOTALES GLOBALES        :"
@ VN1          , 40 SAY  CGT   PICT "9,999,999,999"
VN1=VN1 + 1
@ VN1          , 06 SAY "INGRESOS TOTALES GLOBALES      :"
@ VN1          , 40 SAY  YGT   PICT "9,999,999,999"
VN1=VN1 + 1
@ VN1          , 06 SAY "TASA INTERNA DE RETORNO GLOBAL:"
@ VN1          , 40 SAY TIRG  PICT "999.99"
EJECT
SET DEVICE TO SCREEN
RETURN
```

```
* PROGRAMA: IMPRESO.PRG                    FECHA: 06/ENERO/95
* FUNCION : IMPRIME

PRIVATE MENS
MENS="UTILIDADES MAXIMAS A OBTENER  CON LOS PRONOSTICOS INGRESADOS"
@  8, 15 CLEAR TO 16,70
SET COLOR TO W+/GR
@  8, 15  TO 16, 70
@ 10, 16  TO 10, 69
@  9, 16  SAY "       P R E P A R E   S U   I M P R E S O R A    "
SET COLOR TO
@ 12, 24  SAY "PRESIONE  CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR"
DO WHILE INKEY()=0
ENDDO
*
* E M P I E Z A  L A  I M P R E S I O N
*
SET DEVICE TO PRINT
@ 10 ,    INT(80-LEN(MENS))/2  SAY MENS
@ 15 ,    06 SAY "P R E C I O     O P T I M O :"
@ 15 ,    37 SAY TRANSFORM(P1, "9,999,999,999")
@ 16 ,    06 SAY "D E M A N D A   O P T I M A :"
@ 16 ,    37 SAY TRANSFORM(Q1, "9,999,999,999")
@ 17 ,    06 SAY "C O S T O  T O T A L MINIMO:"
@ 17 ,    37 SAY TRANSFORM(CT1,"9,999,999,999")
@ 18 ,    06 SAY "I N G R E S O   M A X I M O :"
@ 18 ,    37 SAY TRANSFORM(YT1,"9,999,999,999")
@ 19 ,    06 SAY "UTILIDADES MAXIMAS          :"
@ 19 ,    37 SAY TRANSFORM(U1,"9,999,999.999")
@ 20 ,    06 SAY "TASA INTERNA DE RETORNO     :"
@ 20 ,    37 SAY TRANSFORM(TIR,"999.99")
EJECT
SET DEVICE TO SCREEN
RETURN
```

```
* LETRERO .PRG

@ 05, 02 CLEAR TO 20,74
@ 08, 05 SAY "PRONOST."
@ 08, 16 SAY "PREC.VTA.PROP"
@ 08, 33 SAY "DEMANDA"
@ 08, 44 SAY "CTO.VARIABLE"
@ 08, 62 SAY "CTO.FIJO"
RETURN
```

```
****MATRIZ.PRG
*----------------------------------------------------------------*
* PROGRAMA: VGDMENU.PRG                          FECHA:05/ENE/95 *
* MENU PRINCIPAL
*----------------------------------------------------------------*
public pressesc
pressesc=.f.
CLEAR
SET SCOREBOARD OFF
@ 00,00,24,79 BOX "IM;:<MH:2"
@ 04,1 SAY REPLICATE ("M",78)
@ 22,1 SAY REPLICATE ("M",78)
SET COLOR TO W/GR
@ 01,1 CLEAR TO 3,78
@ 23,1 CLEAR TO 23,78
@ 2,18 SAY " C A L C U L O   M A T R I C I A L"
@ 4,22 SAY " .*   P R I N C I P A L   */ "
SAVE SCREEN TO PANT5
SET WRAP ON
SET MESSAGE TO 23 CENTER
DO WHILE .T.
   RESTORE SCREEN FROM PANT5
   DO VGMENU
   DO VGCASE
   IF PRESSESC
      SET COLOR TO
      CLEAR
      RETURN
   ENDIF
ENDDO
```

```
**** MENSAJE.PRG

PRIVATE MENS,USO
PARAMETERS MENS,USO
?? CHR(7)
LONG = INT(LEN(MENS)/2)
SET COLOR TO
@ 23,12 CLEAR TO 23,78
SET COLOR TO GR+
@ 23,12 SAY MENS
SET COLOR TO
IF PCOUNT()=2
   @ ROW(),COL() GET USO PICT "!"
   READ
   @ 23,12 CLEAR TO 23,77
ENDIF
RETURN
```

```
* PROGRAMA: NOTA.PRG                        FECHA: 09/ENERO/95
* FUNCION : EMITE RECADO

SET COLO TO
@  8, 15 CLEAR TO 16,70
SET COLOR TO GR+/R
@  8, 15  TO 16, 70
@ 10, 16  TO 10, 69
@  9, 16  SAY "          N O T A   I M P O R T A N T E              "
SET COLOR TO
@ 12, 24  SAY "SE ESTAN ELABORANDO LOS PROGRAMAS"
@ 13, 24  SAY "ROGAMOS SU COMPRENSION"
@ 15, 24  SAY "OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA RETORNAR"
DO WHILE INKEY()=0
ENDDO
RETURN
*
```

```
**** USO2.PRG

@ 10, 09  SAY  "A"
@ 10, 19  GET A1 PICT "9,999,999"
@ 10, 32  GET A2 PICT "9,999,999"
@ 11, 09  SAY  "B"
@ 11, 19  GET A3 PICT "9,999,999"
@ 11, 32  GET A4 PICT "9,999,999"
@ 10, 46  GET V1 PICT "9,999,999"
@ 10, 61  GET B1 PICT "9,999,999"

@ 12, 09  SAY  "A"
@ 12, 19  GET A5 PICT "9,999,999"
@ 12, 32  GET A6 PICT "9,999,999"
@ 13, 09  SAY  "B"
@ 13, 19  GET A7 PICT "9,999,999"
@ 13, 32  GET A8 PICT "9,999,999"
@ 12, 46  GET V2 PICT "9,999,999"
@ 12, 61  GET B2 PICT "9,999,999"
RETURN
```

```
**** USO3.PRG

DO USO2
*---ESTE ES EL TERCERO---**
@ 14, 09  SAY  "A"
@ 14, 19  GET A9  PICT "9,999,999"
@ 14, 32  GET A10 PICT "9,999,999"
@ 15, 09  SAY  "B"
@ 15, 19  GET A11 PICT "9,999,999"
@ 15, 32  GET A12 PICT "9,999,999"
@ 14, 46  GET V3  PICT "9,999,999"
@ 14, 61  GET B3  PICT "9,999,999"
RETURN
```

```
**** USO4.PRG

DO USO3
*---ESTE ES EL CUARTO---**
@ 16, 09  SAY  "A"
@ 16, 19  GET A13  PICT "9,999,999"
@ 16, 32  GET A14 PICT "9,999,999"
@ 17, 09  SAY  "B"
@ 17, 19  GET A15 PICT "9,999,999"
@ 17, 32  GET A16 PICT "9,999,999"
@ 16, 46  GET V4  PICT "9,999,999"
@ 16, 61  GET B4  PICT "9,999,999"
RETURN
```

```
**** USO5.PRG

DO USO4
*---ESTE ES EL QUINTO---**
@ 18, 09  SAY  "A"
@ 18, 19  GET A17  PICT "9,999,999"
@ 18, 32  GET A18  PICT "9,999,999"
@ 19, 09  SAY  "B"
@ 19, 19  GET A19  PICT "9,999,999"
@ 19, 32  GET A20  PICT "9,999,999"
@ 18, 46  GET V5   PICT "9,999,999"
@ 18, 61  GET B5   PICT "9,999,999"
RETURN
```

```
**** VBASE.PRG

PRIVATE OPC
PARAMETERS OPC
DO CASE
  CASE OPC=2
    DO USO2
  CASE OPC=3
    DO USO3
  CASE OPC=4
    DO USO4
  CASE OPC=5
    DO USO5
ENDCASE
```

```
**** VCAL.PRG

PRIVATE OPC
PARAMETERS OPC
DO CASE
  CASE OPC=2
    DO CALC2
  CASE OPC=3
     DO CALC3
  CASE OPC=4
     DO CALC4
  CASE OPC=5
     DO CALC5
ENDCASE
```

```
*-----------------------------------------------------------------*
* PROGRAMA: VGCASE.PRG                          FECHA:31/DIC/94 *
*-----------------------------------------------------------------*
PRIVATE OPC
OPC=0
MENU TO OPC
DO CASE
   CASE OPC = 0 .OR. LASTKEY()=27
        PRESSESC=.T.
   CASE OPC = 1
       DO CAPT1
   CASE OPC = 2
       DO CAPT2 WITH OPC
   CASE OPC = 3
       DO CAPT2 WITH  OPC
   CASE OPC = 4
       DO CAPT2 WITH OPC
   CASE OPC = 5
       DO CAPT2 WITH OPC
   CASE OPC = 6
       DO NOTA
ENDCASE
RETURN
```

```
*-------------------------------------------------------------*
* PROGRAMA: VGMENU.PRG                        FECHA:31/DIC/95 *
*-------------------------------------------------------------*

SET COLOR TO BG+/BR
@  8, 26  CLEAR TO 15, 50
@  8, 26  TO 15, 50  DOUBLE
@ 09, 30  PROMPT " UNO           " MESSAGE " CALCULA UN PRODUCTO      "
@ 10, 30  PROMPT " DOS           " MESSAGE " PARA DOS PRODUCTOS       "
@ 11, 30  PROMPT " TRES          " MESSAGE " CALCULA TRES PRODUCTOS   "
@ 12, 30  PROMPT " CUATRO        " MESSAGE " CALCULA CUATRO PRODUCTOS"
@ 13, 30  PROMPT " CINCO         " MESSAGE " CINCO PRODUCTOS          "
@ 14, 30  PROMPT " SEIS          " MESSAGE " CALCULA SEIS ' MAS       "
```

```
*** VIMPRE.PRG

PRIVATE OPC
PARAMETERS OPC
DO CASE
  CASE OPC=2
    DO IMPR2 WITH OPC
  CASE OPC=3
    DO IMPR2 WITH OPC
  CASE OPC=4
    DO IMPR2 WITH OPC
  CASE OPC=5
    DO IMPR2 WITH OPC
ENDCASE
```

Resultados usando los datos, empleados en la implementación, en el programa dado.

UTILIDADES MAXIMAS A OBTENER CON LOS PRONOSTICOS INGRESADOS PARA UN SOLO PRODUCTO

| | | |
|---|---|---|
| P R E C I O O P T I M O | : | 2,500 |
| D E M A N D A O P T I M A | : | 3,000 |
| C O S T O T O T A L MINIMO | : | 3,100,000 |
| I N G R E S O M A X I M O | : | 7,500,000 |
| UTILIDADES MAXIMAS | : | 4,400,000.000 |
| TASA INTERNA DE RETORNO | : | 141.94 |

Para los únicos productos

UTILIDADES MAXIMAS A OBTENER CON LOS PRONOSTICOS INGRESADOS

PRODUCTO 1

| | | |
|---|---|---|
| P R E C I O   O P T I M O | : | 375 |
| D E M A N D A   O P T I M A | : | 2,250 |
| COSTOS TOTALES MINIMOS | : | 377,500 |
| INGRESOS TOTALES MAXIMOS | : | 843,750 |
| UTILIDADES MAXIMAS | : | 466,250 |
| TASA INTERNA DE RETORNO | : | 123.51 |

PRODUCTO 2

| | | |
|---|---|---|
| P R E C I O   O P T I M O | : | 238 |
| D E M A N D A   O P T I M A | : | 450 |
| COSTOS TOTALES MINIMOS | : | 81,250 |
| INGRESOS TOTALES MAXIMOS | : | 106,875 |
| UTILIDADES MAXIMAS | : | 25,625 |
| TASA INTERNA DE RETORNO | : | 31.54 |

PRODUCTO 3

| | | |
|---|---|---|
| P R E C I O   O P T I M O | : | 2,500 |
| D E M A N D A   O P T I M A | : | 3,000 |
| COSTOS TOTALES MINIMOS | : | 3,100,000 |
| INGRESOS TOTALES MAXIMOS | : | 7,500,000 |
| UTILIDADES MAXIMAS | : | 4,400.000 |
| TASA INTERNA DE RETORNO | : | 141.94 |

PRODUCTO 4

| | | |
|---|---|---|
| P R E C I O   O P T I M O | : | 255 |
| D E M A N D A   O P T I M A | : | 435 |
| COSTOS TOTALES MINIMOS | : | 57,850 |
| INGRESOS TOTALES MAXIMOS | : | 110,925 |
| UTILIDADES MAXIMAS | : | 53,075 |
| TASA INTERNA DE RETORNO | : | 91.75 |

PRODUCTO 5

| | |
|---|---|
| P R E C I O   O P T I M O : | 85 |
| D E M A N D A   O P T I M A : | 1,750 |
| COSTOS TOTALES MINIMOS : | 127,500 |
| INGRESOS TOTALES MAXIMOS : | 148,750 |
| UTILIDADES MAXIMAS : | 21.250 |
| TASA INTERNA DE RETORNO : | 16.67 |

| | |
|---|---|
| UTILIDADES MAXIMAS GLOBALES : | 4,966,200 |
| COSTOS TOTALES GLOBALES : | 4,933,075 |
| INGRESOS TOTALES GLOBALES : | 8,710,300 |
| TASA INTERNA DE RETORNO GLOBAL: | 1.01 |