

MODELO MATRICIAL PARA LA ASIGNACIÓN DEL COSTO UTILIZANDO *ACTIVITY BASING COST*¹

MATRIX MODEL FOR ALLOCATING COSTS USING THE
ACTIVITY-BASED COSTING (ABC) APPROACH

MODELO MATRICIAL PARA A DESIGNAÇÃO DO CUSTO
UTILIZANDO *ACTIVITY-BASED COSTING* (ABC)

Julio César Millán-Solarte

Doctorando en Administración, Universidad del Valle - Colombia. Msc. en Organizaciones, Especialista en Finanzas y Contador Público de la Universidad del Valle - Colombia. Integrante del Grupo de Investigación en Solvencia y Riesgo Financiero. Docente Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad del Valle - Colombia.
julio.millan@correounivalle.edu.co, jcms3000@hotmail.com

Ximena Sánchez-Mayorga

Doctorando en Educación Mediada, Universidad de la Salle - Costa Rica. Magister en Administración de Empresas, Universidad del Valle - Cali. Grupo de investigación Gestión y Productividad Contable. Docente investigadora Universidad Libre - Cali.
xisama@hotmail.com, ximenasanmay@gmail.com

- **Clasificación JEL:** F10, F19, C01, R10

RESUMEN

Esta investigación presenta la propuesta para asignación de los costos, utilizando la metodología ABC, bajo el modelo matricial. Esto implica la construcción de matrices, entendidas estas como un arreglo ordenado de m filas por n columnas. El costo total para la realización de una actividad se basará en el número de veces que dicha actividad se realice durante un período específico. A partir de lo anterior, se puede obtener el costo total de la fabricación del producto (o la prestación de un servicio) si se suman las actividades necesarias para su elaboración.

PALABRAS CLAVE

Costos, inductor del costo, matriz, métodos numéricos, input – output.

ABSTRACT

This research work discusses a proposal for allocating costs using the ABC approach with a matrix-based model that involves building matrices. A matrix is defined as an organized array of an m number of rows and an n number of columns. The total cost for carrying out a given activity is based on the number of times said activity is performed for a specific period of time. This method provides the basis for determining the total cost of manufacturing a product (or providing a service) if all of the necessary activities involved with manufacture are added up.

KEYWORDS

Costs, cost driver, matrix, numerical methods, input – output.

RESUMO

Esta investigação apresenta a proposta para designação dos custos, utilizando a metodologia ABC, sob o modelo matricial. Isto implica a construção de matrizes, entendidas estas como um arranjo ordenado de m filas por n columnas. O custo total para a realização de uma atividade será baseada no número de vezes que tal atividade se realize durante um período de tempo específico. A partir do anterior, pode-se obter o custo total da fabricação do produto (ou a prestação de um serviço) caso somam-se as atividades necessárias para sua elaboração.

PALAVRAS-CHAVE

Custos, inductor do custo, matriz, métodos numéricos, input – output.

Introducción

Los métodos numéricos son técnicas mediante las cuales es posible formular problemas de tal forma que puedan resolverse usando operaciones aritméticas. Aunque hay muchos tipos de métodos numéricos, todos comparten una característica común: Invariablemente los métodos numéricos llevan a cabo un buen número de tediosos cálculos aritméticos (Chapra & Canale, 2007).

Los métodos numéricos son herramientas extremadamente poderosas para la solución de problemas, son capaces de manejar sistemas de ecuaciones grandes, no lineales y geometrías complicadas comunes en la práctica de la ingeniería y que a menudo son imposibles de resolver analíticamente.

La notación matricial y el álgebra de matrices ofrecen una manera concisa de representar y manipular sistemas de ecuaciones algebraicas lineales; las matrices actualmente se utilizan en diversas aplicaciones y sirven, en particular, para representar los coeficientes de los sistemas de ecuaciones lineales o para representar las aplicaciones lineales; en este último caso las matrices desempeñan el mismo papel que los datos de un vector² para las aplicaciones lineales.

Una matriz consta de un arreglo rectangular de elementos representados por un símbolo simple, por ejemplo la matriz [A], aquí [A] es la notación abreviada para la matriz y a_{ij} representa un elemento individual de la matriz, así:

$$\text{Matriz } A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

La anterior es una matriz de orden $m \times n$, dado que es un conjunto rectangular de elementos a_{ij} dispuestos en m líneas horizontales (filas) y n líneas verticales (columnas), Abreviadamente suele expresarse en la forma $A = (a_{ij})$, con $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$. Los números en el arreglo rectangular son llamados elementos de la matriz. Las matrices se denotan con letra mayúscula y sus elementos con minúscula.

Los subíndices indican la posición del elemento dentro de la matriz, el primero denota la fila (i) y el segundo la columna (j). El número a_{ij} , es el que está en la i -ésima

fila y la j -ésima columna. Por ejemplo, el elemento a_{32} será el elemento de la fila 3 y columna 2.

El orden de una matriz se define como: número de filas \times número de columnas. La matriz de m filas y n columnas es de orden $m \times n$.

El costeo basado en actividades (ABC) es una metodología de medición de costos, especialmente adecuada para tratar con la complejidad y diversidad que se tiene en la fabricación o elaboración de productos (Charles & Hansen, 2008). Sin embargo, un sistema de costos ABC aún hoy en día se considera un método relativamente complejo y costoso para ser implementado en cualquier organización. Esta propuesta presenta un algoritmo³ de costeo basado en actividades que utiliza la multiplicación de matrices cimentado en el estudio de Afonso & Paisana (2009).

Como se anotaba, la utilización de matrices y específicamente el álgebra lineal, se ha incorporado en el mundo de los negocios y los usos y aplicaciones son diversos, se puede citar cómo algunos investigadores en los años sesenta y setenta estudiaron la asignación de costos logrando un nexo entre el álgebra lineal y las matrices con el modelo de entrada-salida formulado por Leontief⁴.

1. El sistema de costeo ABC

Se sabe que las empresas desarrollan diferentes actividades, este factor constituye un determinante en la clasificación de las organizaciones, tanto las compañías manufactureras como las de servicios se enfrentan a una competencia cada vez mayor en busca de un lugar en los mercados globales. La capacidad de reacción ante las diversas situaciones que plantea este mercado debe ser rápida y la fabricación se debe realizar con alta calidad y a bajos costos de producción, con el fin de poder ser exitosas en el entorno cambiante. Esta premisa implica para la alta gerencia tener precisión y obtener información actualizada sobre todos los insumos, en especial sobre los costos.

La metodología clásica de asignación de costos fundamenta su cálculo en la utilización de factores prefijados como fundamentales en la obtención de una tasa o razón de asignación a las diferentes dependencias que consumen los recursos, esto significa la aceptación que tal factor es el idóneo para realizar la distribución

porcentual del consumo de recursos y se conviene que su aplicación conducirá a la obtención del costo del bien manufacturado o a la prestación del servicio.

El proceso que se efectúa es una asignación lineal, obtenida como un diferencial entre el monto total de costos a distribuir y la base (denominador) seleccionada como mejor factor para la obtención de la tasa de asignación. En el pasado, cuando los procesos productivos no eran tan automatizados, ni de tan rigurosa precisión como lo son actualmente, los costos indirectos tenían menos incidencia sobre el costo total y se aceptaba la uniformidad de la tasa obtenida utilizando bien sea la mano de obra directa o los materiales directos, pero hoy el contexto es diferente, ha cambiado, y muchos procesos antes solo realizados manualmente han sido automatizados, esto implica la redefinición de las bases sobre las cuales se obtenía la tasa de asignación de costos y enfocarse en otros aspectos que permitan realizar un costeo adecuado y una distribución acorde con el proceso productivo y los diferentes eventos que este involucra.

Algunos hechos particulares en la forma clásica de llevar la contabilidad, y en especial de asignar los costos, han sido determinantes en la aceptación de esta forma de obtener el costo de un producto; en primer lugar conseguir una tasa predeterminada facilita la asignación de los costos indirectos de fabricación en un tiempo a los productos fabricados o a los servicios prestados, por tal motivo, tener una tasa facilita el flujo de información y la puntualidad en la generación de informes, en segundo lugar tener una tasa para asignación de CIF predeterminada contribuye a ajustar las variaciones que pueden presentarse ante cambios en el volumen de actividad (producción).

Son múltiples las aplicaciones y usos que puede tener la metodología de costeo, por ejemplo en la obtención del costo de un proyecto de construcción, los costos se pueden clasificar en dos categorías: los costos directos y los costos indirectos. Los recursos asignados a las tareas de un proyecto determinan el valor del costo directo. Los costos indirectos se llaman costos fijos y aumentan proporcionalmente con el tiempo. El tiempo necesario para completar una tarea se puede calcular sobre la base de los recursos asignados a la misma y las tasas de productividad de los recursos correspondientes (por ejemplo, las tasas de productividad del equipo laborando). La duración de un proyecto se puede obtener generalmente por secuenciación de tareas individuales, en función de

sus relaciones de precedencia. Por lo general, dentro de un horizonte de planificación adecuada, el costo directo tiene una relación inversa con la duración de un proyecto de construcción. Por el contrario, el costo indirecto crece cuando la duración del proyecto aumenta (Chen, 2008). En el campo de los servicios de salud, tanto públicos como privados, también se pueden ver las bondades de un sistema de costos para obtener medidas de desempeño relacionadas con la rentabilidad, el comportamiento de los ingresos y la disminución de los costos de producción (McGowan, Holmes y Martin, 2006). Otros trabajos han estudiado las conexiones entre el rendimiento sobre los activos (ROA), el rendimiento sobre el patrimonio (ROE), rendimiento de la acción, la calidad, el tiempo y el costo, para diseñar modelos que involucren estas variables y analizar la incidencia del costeo ABC en el comportamiento de las mismas (Ittnerm, Lanen y Larcker 2002; Narayanan & Sarkar, 1999).

Este método de costeo permite asignar costos de manufactura y costos ajenos a la manufactura de los productos; excluir del costo del producto algunos costos; utilizar varios grupos de costos indirectos, cada uno de los cuales se asigna a los productos y otros objetos de costeo con su propia y exclusiva medida de la actividad; las bases de asignación a menudo son diferentes de las empleadas en los sistemas tradicionales de costeo; las tasas de costos indirectos o tasas de actividad se pueden basar en el nivel de su capacidad y no en el nivel presupuestado (Garrison, Noreen y Brewer, 2007). Estos cuestionamientos indican, entre otras cosas, la necesidad de innovación en los sistemas de información y en especial en los sistemas de costos, dado que las necesidades gerenciales de información hoy son diferentes a las del pasado y contar con información precisa y variada es un imperativo para la gerencia (Askarany & Yazdfifar, 2007).

El costeo basado en actividades (ABC) es un sistema de contabilidad de costos que se centra en las actividades de la organización y recoge los costos sobre la base de la naturaleza subyacente y el alcance de esas actividades. Las múltiples tasas predeterminadas de los costos indirectos de fabricación se calculan utilizando los diferentes inductores del costo de las actividades de la organización. La metodología ABC se centra en la fijación de los costos a los productos y servicios basados en las actividades que se realizan para producir, realizar, distribuir y apoyar los productos y servicios (Wegmann, 2008).

Los tres componentes fundamentales de costeo basado en actividades son

- El reconocimiento de que los costos se incurren en los diferentes niveles de organización.
- La acumulación de costos en grupos de costos relacionados.
- El uso de múltiples factores de costeo para asignar costos a los productos y servicios.

Rodríguez & Macarro (1996) definen en el Cuadro 1 las actividades y sus características:

Cuadro 1. Características de las actividades

Características de las actividades	
1.	Son actos realizados por personas o equipos
2.	Requieren un conjunto homogéneo de conocimientos y habilidades
3.	Se prestan a un tratamiento homogéneo desde el punto de vista de los costos y la gestión
4.	Generan una única salida bien definida procedente de diversas entradas
5.	La salida se vincula a una única unidad de medida
6.	Su importancia es relevante dentro del proceso

Fuente: Rodríguez & Macarro (1996)

Después de ser registrados en los libros de contabilidad y cuentas generales, los costos en un sistema ABC se acumulan en centros de actividad por grupos de costos. Un centro de actividad es cualquier parte del proceso de producción o del proceso de prestación del servicio para el que quiere una presentación separada de informes de gastos. En la definición de estos centros, la gerencia debe considerar las siguientes situaciones:

- La proximidad geográfica de los equipos
- Centros definidos de responsabilidad directiva
- Magnitud de los costos del producto
- La necesidad de mantener el número de centros de actividad manejable

El costo incurrido en cada una de las actividades puede obtenerse a partir de la siguiente expresión, Sánchez & Millán (2010):

$$C/A = HD + M + E + S \quad (1)$$

Donde:

C / A = Costo estimado por actividad

H = Número de horas de mano de obra necesarias para realizar la actividad una vez

D = Salario por hora de trabajo

M = Costo del material necesario para realizar la actividad una vez

E = Costo de los equipos para realizar la actividad una vez

S = Costos Indirectos de fabricación asignados para realizar la actividad una vez

Para lograr la asignación de las actividades a los objetos del costo es necesario hacer uso de los inductores. Rodríguez & Macarro (1996) definen en el Cuadro 2 los inductores y sus características de la siguiente manera:

Cuadro 2. Características de los inductores

Características de los inductores	
1.	Relacionan costos con actividades y estas con los productos
2.	Buscan una relación de causalidad entre consumo de factores y producción obtenida (inputs-outputs)
3.	Cada inductor de costo se identifica en función de su mayor o menor nivel de causalidad, siendo aquel elemento el que mejor explica la actividad
4.	Un buen inductor informa sobre las posibilidades de mejora existentes

Fuente: Rodríguez y Macarro (1996)

Como se puede notar en la ecuación (1) las actividades consumen los tres elementos del costo, se puede expresar el consumo de un elemento directo en la elaboración de cada producto, tal como lo plantea Rodríguez & Macarro (1996).

CONSUMO DE ELEMENTOS DIRECTOS DEL COSTO

El costo total de un elemento *i* necesario para obtener una unidad de producto *j* se puede obtener a partir de:

$$\propto ij = \frac{Vij}{Qj}$$

Donde:

Vij es el costo total del elemento *i* consumido en la fabricación del producto *j*

Qj Cantidad de producto *j* obtenido

También podemos definir el valor total del elemento directo i así:

$$V_i = q_i * P_i$$

Donde:

- V_i Costo total del elemento directo i
- q_i Cantidad total del elemento directo i
- P_i Precio unitario del elemento directo i

O de igual manera, expresarlo en forma de sumatoria como:

$$V_i = \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} Q_j$$

Esto es el costo total del elemento directo i consumido es igual a la sumatoria de los consumos unitarios de dicho elemento por el número total de unidades elaboradas de cada producto.

Luego, el costo directo total del producto j será:

$$D_j = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} Q_j$$

Donde:

n es el número total de elementos directos del costo, que va desde 1 hasta n , clases de elementos de costo directo

Ahora podemos plantear la estructura matricial del costo directo consumido por producto así:

Costos Directos \ Productos	Productos				
	1	2	m	
1	V_{11}	V_{12}	...	V_{1m}	V_1 V_{2m} : V_n
2	V_{21}	V_{22}	...	V_{2m}	
.	
.	
n	V_{n1}	V_{n2}	...	V_{nm}	
	D_1	D_2		D_3	

Para la estructura anterior debe cumplirse la siguiente condición:

$$\sum_{i=1}^n V_i = \sum_{j=1}^m D_j \quad (2)$$

Esto significa que la sumatoria de las cantidades de los diferentes costos directos cargados a cada producto, es igual a la sumatoria del costo directo empleado en cada producto.

El costo total para la realización de la actividad se basará en el número de veces que tenga lugar dicha actividad durante un tiempo específico.

A partir de lo anterior se puede obtener el costo total de la fabricación del producto (o la prestación de un servicio) si se suman las actividades necesarias para la elaboración del bien, esto puede expresarse a través de la siguiente expresión, Sánchez & Millán (2010):

$$CB^{ABC} = \sum_{i=1}^n C/A_{ij} \quad (3)$$

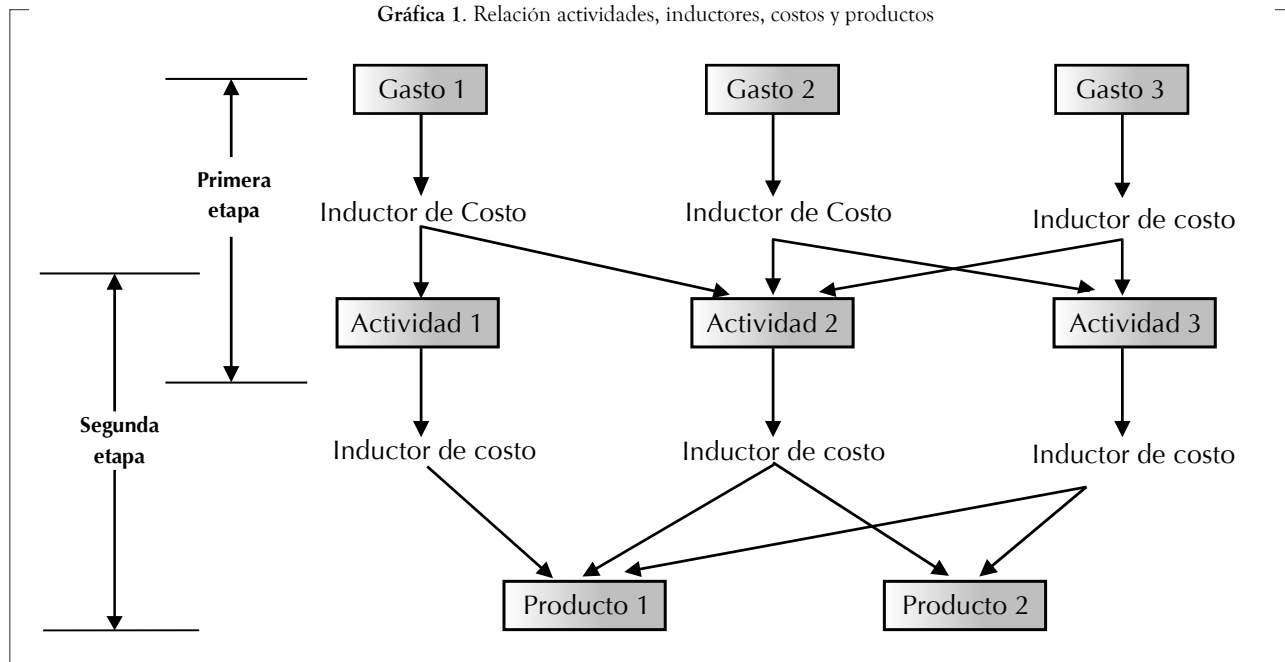
Donde:

- CB^{ABC} = Costo del bien (o servicio) j
- C / A_{ij} = Costo de la actividad i para el bien j
- i = Indica el número de actividad empleada en la elaboración del bien j
- n = Número total de actividades necesarias para la elaboración del bien j

El proceso seguido en la metodología ABC se observa en la Grafica 1 y en forma matricial sería equivalente a:

Actividades \ Producto	Actividades			
	1	2	i
1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1i}
2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2i}
.
.
n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{ni}
	a_1	a_2		a_m

Gráfica 1. Relación actividades, inductores, costos y productos



Fuente: Los autores

2. Metodología

En el modelo ABC, los gastos generales son inicialmente identificados y clasificados en categorías tales como administración, arrendamiento, transporte y seguros. Estos datos pueden ser obtenidos fácilmente del área de contabilidad. El siguiente paso es determinar las principales actividades—dado que simplifica la búsqueda de información de costos—. Esta puede lograrse mediante la agrupación de acciones en actividades (o conjuntos de costos) dentro de centros de actividades con uso del enfoque ABC. Algunos ejemplos de actividades para una pequeña compañía manufacturera son recibir solicitudes de los clientes, cotizaciones, supervisión de la producción, envío y despacho de productos, Sánchez & Millán (2010).

Roztocki, Valenzuela, Porter, Monk y Needy (1999) proponen la asignación de los gastos para las actividades definidas anteriormente en la primera etapa una vez seleccionados los inductores del costo. Después la segunda etapa, que consiste en utilizar los inductores de costo de las actividades para realizar la asignación de los gastos generales (CIF) a los productos individualmente.

Como se puede colegir, la metodología del ABC se lleva a cabo dividiendo el proceso productivo de una empresa

en actividades claramente definidas. Estas actividades inician desde el nivel más bajo de funcionalidad, realizando un seguimiento de los costos y evaluando el desempeño, específicamente se establece que las actividades consumen recursos y los productos (objetos del costo) consumen actividades (Sánchez & Millán, 2010).

La implementación de un sistema ABC comienza con la identificación de las actividades que utilizan los recursos generales, al establecer los costos de las mismas. En segundo lugar, la selección de los inductores de costo, los cuales se determinan para medir la cantidad de actividad o actividades que se requiere por objeto de costo (producto o servicio) diferentes. Por último, los gastos generales (CIF) se asignan a los objetos de costo en proporción a su respectiva demanda (Sánchez & Millán, 2010).

2.1. CLASIFICAR E IDENTIFICAR LAS ACTIVIDADES

Roztocki et al (1999) proponen, con el fin de implementar el ABC, que la totalidad de los procesos de la empresa deben ser divididos en un conjunto o grupo de actividades; en este sentido elaborar el diagrama de flujo de procesos es una herramienta

comúnmente utilizada para identificar las principales actividades.

Cuando se define individualmente una actividad, el estimador del costo (cost driver) debe balancear la necesidad de precisión con la cantidad de tiempo disponible para preparar dicho estimador. Un estimador debe ser capaz de obtener un cálculo de los costos por actividad extremadamente preciso, mediante la definición de actividades cada vez más pequeñas; sin embargo, la cantidad de tiempo necesaria para preparar los estimadores que utiliza el ABC para cada una de las actividades puede no justificar una mayor precisión.

El costo total estimado del proceso productivo puede ser lo suficientemente preciso si se utilizan diez actividades en lugar de quince. Por otro lado, la información confiable sobre los costos puede no ser accesible, si las categorías de actividad son demasiado generales.

Dado que la actividad es la base para la estimación en el sistema de costeo ABC, es muy importante que esta sea correctamente seleccionada.

Una vez que las principales actividades se han definido, se puede calcular el costo total de cada una de ellas. Primero, se identifica la categoría de gastos relacionada con cada actividad, por ejemplo, los costos para la actividad "elaboración de presupuesto" incluyen los valores de varias clases de gastos tales como sueldos, alquiler, servicios públicos y suministros de oficina. Para el correcto seguimiento de los gastos, los inductores del costo, también llamados en la primera etapa inductores de costo, deben ser identificados para cada categoría o clase de gastos. Verbigracia; la categoría de gastos "alquiler" asociada con la actividad "elaboración de presupuesto" puede ser inducida por los metros cuadrados utilizados, mientras que la categoría de gastos "sueldo" puede ser direccionada por la cantidad de tiempo que el empleado gasta en esta actividad.

2.2. OBTENCIÓN DE LOS COST – DRIVERS O INDUCTORES DE COSTO

Homburg (2001) expresa que en la aplicación de un costeo basado en actividades (ABC) el método de selección de los inductores del costo es un tema importante, ya que la exactitud debe compensarse con la complejidad del sistema ABC.

Una alta precisión en la asignación de los gastos generales (CIF) a menudo requiere de un número elevado de factores o inductores de costo; por otro lado, un pequeño número de inductores de costo es deseable en aras de lograr información precisa y aceptable, además para que el sistema ABC sea de fácil comprensión por la gerencia de la empresa.

Existen diferentes formas de obtener los inductores, desde las más sencillas hasta algunas que utilizan modelos matemáticos que apoyan la selección óptima de los inductores del costo, como lo plantean Homburg (2001) y Babad & Balachandran (1993).

En la segunda etapa, las actividades son asociadas al producto utilizando los inductores del costo elaborados para la segunda etapa. Como con la primera fase los datos necesarios para obtener los inductores de costo de la segunda etapa pueden no estar disponibles tan fácilmente, aquí lo que se busca es obtener la proporción de clases de costos que corresponde a los productos.

Por ejemplo, el kilometraje recorrido puede ser difícil de obtener para asignarlo a un producto individual específicamente. Entonces, en ausencia de datos reales se vuelve una necesidad imperiosa estimar la cantidad (costo) de actividades consumidas por cada producto.

La recolección de información es esencial para lograr exactitud en los costos finales del producto. Una parte importante de la información requerida son las proporciones necesarias en cada etapa del sistema de costeo ABC. Cada actividad consume una proporción de una clase de gastos, del mismo modo cada producto consume una parte de una actividad. Como se expresó anteriormente, una proporción usualmente representa esta parte.

Roztocki *et al.* (1999) plantean que se pueden utilizar tres niveles de precisión para los datos en la estimación de estas proporciones: Conjeturas, evaluación sistemática y recolección de datos actuales.

Una guía secuencial de pasos propuestapor Roztocki *et al.* (1999) con el fin de lograr el objetivo de llevar a cabo una adecuada asignación, que como se ha visto, es un aspecto importante del sistema de costeo ABC para el cálculo de la proporción de costos a ser asignadas a las actividades previamente establecidas y luego estimar la proporción de actividades a los objetos del costo.

- **Fase 1: Obtener las clases o categorías de gastos**

El paso inicial es examinar las clases de gastos incluidas en las cuentas del estado de resultados de la empresa.

- **Fase 2: Identificar las actividades principales**
- **Fase 3: Relacionar los gastos por actividades, a través de una matriz Gasto-Actividad-Dependencia.** En esta fase, las actividades que contribuyen a cada gasto son identificadas y la matriz Gastos de cada dependencia es creada.

Las categorías de gastos representan las columnas de la matriz anterior, mientras las actividades identificadas en la fase 2 representan las filas. Si la actividad *i* contribuye al gasto de la categoría *j*, se coloca una marca de verificación en la celda *i, j*.

- **Fase 4: Reemplazar las marcas de verificación por las proporciones en la matriz, aquí cada celda que contiene una marca de verificación, dicha marca es reemplazada por una proporción estimada utilizando cualquiera de los procedimientos mencionados anteriormente.** La suma de los valores de cada columna de la matriz debe ser igual a 1.
- **Fase 5: Obtener valores en pesos de las actividades.**
- **Fase 6: Relacionar las actividades a los productos mediante el establecimiento de una matriz Actividad-Producto-Dependencia.**
- **Fase 7: Reemplazar las marcas de verificación por las proporciones en la matriz creada.**
Cada celda que contiene una marca de verificación es reemplazada por una proporción estimada utilizando cualquiera de los procedimientos mencionados en el punto anterior. La suma de los valores de cada columna de la matriz debe ser igual a 1.
- **Fase 8: Obtener el valor en pesos de los productos (objeto del costo).**

Para facilitar el cálculo y las operaciones que se realizan en el procedimiento puede utilizarse la hoja de cálculo Excel, en donde se manejan funciones para multiplicación de matrices, en este caso la función $mmult^5$.

2.3. OBTENCIÓN DE LAS MATRICES

Cada una de las fases y etapas propuestas anteriormente se trabajan en el siguiente ejemplo, que puede ser la guía para la implementación de la metodología utilizando matrices en el Sistema de Costeo ABC. (ver Tablas 1 y 2)

Tabla 1. Costos e inductores

Clase de costos	Inductor de costos
Administración	Tiempo (horas)
Depreciación	Uso de los recursos (\$)
Alquiler y servicios públicos	Espacio (m ²)
Gastos de oficina	Nivel de uso de los recursos (%)
Transporte	Distancia (kilómetros)
Intereses	Costo de la actividad (\$)
Envío del producto	Peso (Lb)
Viajes	Distancia (kilómetros)
Publicidad	Nivel del beneficio (%)
Atención al cliente	Nivel de importancia del cliente

Fuente: Los autores

Tabla 2. Actividad e inductor de actividad

Actividad	Inductor
Contacto con el cliente	Número de contactos con el cliente
Elaboración de cotizaciones	Número de cotizaciones
Trabajo de ingeniería	Horas de ingeniería
Compra de materiales	Número de órdenes de compra
Preparación de la producción	Número de lotes de producción
Recepción y despacho de materiales	Número de recepciones
Administración de la producción	Complejidad del producto
Control de calidad	Complejidad del producto
Envío de productos	Distancia
Pago a clientes	Número de pagos
Gerencia general	Intensidad de las actividades

Fuente: Los autores

Con base en los inductores seleccionados podemos armar la matriz gasto-actividad- dependencia, ubicando el consumo de recursos por cada una de las actividades designadas como necesarias para llevar a cabo el proceso productivo, el esquema se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Matriz Gasto Actividad Dependencia

Clase de costo Actividades	Administración	Depreciación	Alquiler y servicios públicos	Gastos de oficina	Transporte	Intereses	Envío del producto	Viajes	Publicidad	Atención al cliente
Contacto con el cliente	*		*	*				*	*	*
Elaboración de cotizaciones	*		*	*						*
Trabajo de ingeniería	*	*	*	*				*		*
Compra de materiales	*		*	*		*				*
Preparación de la producción	*		*	*						*
Recepción y despacho de material	*		*	*	*					*
Administración de la producción	*		*	*						*
Control de calidad	*	*	*	*						*
Envío de productos	*		*	*	*		*			*
Pago a clientes	*		*	*						*
Gerencia general	*		*	*		*		*	*	*

Fuente: Los autores

3. Resultados

Los valores que se obtienen con los datos aportados por la empresa analizada se muestran en las Tablas 4, 5 y 6.

Como se puede ver en cada uno de los resultados obtenidos en la organización tomada como ejemplo, la metodología ABC utilizando matrices es una herramienta útil para la estimación y asignación de costos, no solo en la cotidianidad de las labores

Tabla 4. Clasificación e inductores de costos

Categoría	Costo \$	Inductor
Administración	270,000	Tiempo (horas)
Depreciación	180,000	Uso de los recursos en pesos (\$)
Alquiler y servicios públicos	150,000	Espacio (m ²)
Gastos de oficina	70,000	Nivel de uso de los recursos (%)
Transporte	50,000	Distancia (kilómetros)
Intereses	45,000	Costo de la actividad (\$)
Envío del producto	45,000	Peso (Lb)
Viajes	45,000	Distancia (kilómetros)
Publicidad	40,000	Nivel del beneficio (%)
Atención al cliente	45,000	Nivel de importancia del cliente

Fuente: Los autores

Tabla 5. Matriz del gasto actividad por dependencia

Actividades	Categoría	Administración	Depreciación	Alquiler y servicios públicos	Gastos de oficina	Transporte	Intereses	Envío del producto	Viajes	Publicidad	Atención al cliente
Contacto con el cliente		0.06		0.01	0.24				0.63	0.64	0.09
Elaboracion Cotizaciones		0.10		0.05	0.14						0.09
Trabajo de ingeniería		0.10	0.70	0.12	0.08				0.14		0.09
Compra de materiales		0.08		0.09	0.09		0.80				0.09
Preparación de la producción		0.04		0.11	0.03						0.09
Recepción y despacho de materiales		0.05		0.09	0.06	0.40					0.09
Administración de la producción		0.20		0.13	0.01						0.09
Control de calidad		0.10	0.30	0.20	0.02						0.09
Envío de productos		0.05		0.12	0.05	0.60		1.00			0.09
Pago clientes		0.04		0.01	0.08						0.09
Gerencia general		0.18		0.07	0.20		0.20		0.23	0.36	0.10

Fuente: Los autores

Tabla 6: Matriz del costo total de cada producto y actividad

Actividades Productos	Contacto con el cliente	Elaboracion cotizaciones	Trabajo de ingeniería	Compra de materiales	Preparación de la producción	Recepción y despacho de material	Administración de la producción	Control de calidad	Envío de producto	Pago del cliente	Gerencia general	Costo total
Producto 1	-		37,390	11,403	7,025	6,630	26,605	116,450	36,496	4,610	36,746	283,354
Producto 2	49,025	29,010	18,695	27,693	9,032	22,653	21,128	-	29,653	8,341	36,746	251,974
Producto 3	43,475	19,340	130,865	42,354	17,394	25,968	30,518	-	47,901	9,000	37,859	404,673
Totales	92,500	48,350	186,950	81,450	33,450	55,250	78,250	116,450	114,050	21,950	111,350	940,000

Fuente: Los autores

productivas sino también en la elaboración de diverso tipos de proyectos.

Los valores que se han obtenido muestran la distribución de los diferentes costos que arroja el sistema de información contable de la organización, inicialmente en cada una de las actividades necesarias en el proceso productivo de la empresa y luego como estas son llevadas o asignadas a los tres objetos del costo, para este caso tres productos. Así podemos ver que la elaboración del producto uno tuvo un costo total de \$283,354 y que la actividad Control de calidad para este producto en particular tuvo un costo de \$116,450, siendo la de mayor valor, en tanto que la actividad pago del cliente fue la de menor valor con \$4,610.

Análisis similar se puede realizar para los otros dos productos.

4. Conclusiones

El uso de matrices y la tipificación de un modelo input – output para llevar a cabo la metodología de costeo ABC dada su complejidad puede ser adaptado por cualquier organización, es necesario dedicar tiempo y recursos para que el proyecto de implementación tenga éxito y obtener así información veraz para la gerencia.

Aunque no todos los sistemas de contabilidad utilizan las horas de trabajo o máquina, para asignar los gastos

generales, los que produce una información de costos inexactos, una gran cantidad de información se puede perder en los sistemas contables de las empresas que ignoran la relación entre actividad y costo.

Algunos indicadores generales pueden alertar a la gerencia de la necesidad de revisar la pertinencia de su sistema de información de costos, muchos de estos indicadores tienen mayor relevancia para empresas dedicadas a las actividades de fabricación, mientras que otros son igualmente importantes tanto a las empresas manufactureras como a las de servicios. Los factores a considerar incluyen el número y la diversidad de los productos o servicios producidos, la diversidad y el grado diferencial de servicios de apoyo utilizados para los diferentes productos, el grado en que se utilizan los procesos comunes, la eficacia de asignación de los métodos de costos actuales. Además, si se implementa ABC, la nueva información va a cambiar las decisiones que la gerencia tome sólo si ésta tiene libertad para fijar los precios de los productos o servicios.

El uso de un algoritmo para la obtención del costo con metodología ABC basada en la multiplicación de matrices tiene varias ventajas: a) permite que los costos consumidos por cada actividad puedan ser identificados fácilmente y con precisión y b) es flexible a posibles ajustes que pueden necesitarse en el futuro, resultantes de cambios en los procesos productivos. ≡

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

NOTAS

1. Artículo producto del proyecto
2. Representación metodológica del diseño, montaje, aplicación, evaluación y rediseño de los sistemas de costos
3. Un vector es un arreglo que contiene una serie de elementos del mismo tipo, todo vector se compone de un determinado número de elementos. Cada elemento es referenciado por la posición que ocupa dentro del vector. Dichas posiciones son llamadas índice y siempre son correlativos. Existen tres formas de indexar los elementos de un vector.
4. Un algoritmo es un conjunto de instrucciones o reglas bien definidas y ordenadas (en forma secuencial) que permiten realizar una tarea o actividad mediante pasos sucesivos que no generen dudas a quien

deba ejecutarlos, lo que se busca es que dado un estado inicial y una entrada, se pueda, siguiendo los pasos sucesivos y ordenados, llegar a un estado final y obtener la solución.

5. Wassily W. Leontief, fue un economista nacido en San Petersburgo, obtuvo el Premio Nobel de Economía en 1973 por el desarrollo del método input-output y su aplicación a importantes problemas económicos.
6. En Excel esta función posibilita la multiplicación de dos matrices previamente al cumplimiento que el número de columnas de la primera matriz sea igual al número de filas de la segunda matriz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AFONSO, Paulo Sérgio and PAISANA, António Maria. An Algorithm for Activity Based Costing based on Matrix Multiplication. En: *Industrial Engineering and Engineering Management*, EEM, (December 2009) p.920-924.
2. ASKARANY, Davood and YAZDIFAR, Hassan. Why ABC is Not Widely Implemented?. En: *International Journal of Business*. Vol. VII, No. 1, 2007. p.93-98.
3. BABAD. Yair.M. and BALACHANDRANV Bala. V.. Cost Driver Optimization in Activity-Based Costing. En: *The Accounting Review* Vol. 68, No. 3 (Jul., 1993), pp. 563-575
4. CHAPRA, Steven & CANALE Raymond P. *Métodos numéricos para ingenieros*. México. McGraw-Hill, 2007 - 977 p.
5. CHARLES, S. L. & HANSEN D. R.. An evaluation of activity-based costing and functional-based costing: A game-theoretic approach. En: *International Journal of Production Economics* (May 2008). Vol 113, No.1 p. 282-296.
6. CHEN, Po-Han. Integration of cost and schedule using extensive matrix method and spreadsheets. En: *Journal Automation in Construction*.(December 2008). Vol 18 No.1 p. 32-41.
7. GARRISON, Ray; NOREEN, Eric & BREWER, Peter. *Contabilidad Administrativa*. 11ª Edición México.Mc Graw Hill. 2007. 879 p.
8. HOMBURG Carsten. A note on optimal cost driver selection in ABC. En: *Management Accounting Research* (June 2001). Vol. 12, No.2 p. 197-205.
9. ITTNER C.D., LANEN, W.N. and LARCKER D.F. The Association between Activity-Based Costing and Manufacturing Performance. En: *Journal of Accounting Research* (June 2002). Vol. 40, No. 3 p. 711-726
10. MCGOWAN, Annie, HOLMES, Sarah and MARTIN, Melissa, The Association Between Activity-Based Costing System Adoption and Hospital Performance. En: *AAA 2007 Management Accounting Section (MAS) Meeting* (July 31, 2006). p 1-68
11. NARAYANAN, V. G. and SARKAR, Ratna G., The Impact of Activity Based Costing on Managerial Decisions at Insteel Industries - A Field Study. En: *Journal of Economics & Management Strategy* (August 2002). Vol.11 No. 2. p 257-288.
12. RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Ricardo y MACARRO HEREDIA Maria.Jose. El sistema de costes basados en las actividades (ABC). un planteamiento analítico En: *Anales de estudios económicos y empresariales*, ISSN 0213-7569, (1996). No. 11. p. 187-206.

13. ROZTOCKI, Narcyz. and SCHULTZ, Sally M. (2003): "Adoption and Implementation of Activity-Based Costing: A Web-Based Survey. En: Proceedings of the 12th Annual Industrial Engineering Research Conference (May 2003).
14. ROZTOCKI, N., VALENZUELA, J.F., PORTER, J.D., MONK, R.M. and NEEDY, K.L. A Procedure for Smooth Implementation of Activity Based Costing in Small Companies. En: Engineering Management Journal (December 2004). Vol.16 No. 1. p.19-27.
15. SÁNCHEZ MAYORGA, Ximena. & MILLÁN SOLARTE, Julio César. Propuesta para la implementación del costeo ABC en microempresas. En: Libre Empresa, (Junio 2010). Vol.7 No.1. p .107-119.
16. WEGMANN, Grégory. The Activity-Based Costing Method: Development and Applications. En: The IUP Journal of Accounting Research and Audit Practices (December 2008), Vol. VIII, No. 1, p. 7-22.