

Aplicación del Costeo Basado en Actividades (ABC) en la Determinación de un Índice de Calidad del Agua

Félix Susana Juárez-López^{1*}, Rafael Rodríguez-Martínez², Héctor Manuel López-Pérez¹, Joel López-Pérez¹, Miguel Arenas-Vargas³.

¹Escuela de Administración Agropecuaria y Desarrollo Rural. Universidad Autónoma de Sinaloa. Postal 279, Guamúchil, Sinaloa, México. Tel.: (673) 73-2-32-00, Tel.: (673) 73-2-80-60. E-mail: susyjl@uas.uasnet.mx (*Autor responsable). ²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Carretera a Santa Fe y Periférico, Torreón, Coah. México. ³Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Villa Quietud, Coyoacán, México, D. F.

Abstract

During the decade of the 80's world-wide market faced changes in the philosophy of businesses with a globalized approach supported on technological advances pretending to obtain competitive products, reduce production costs, and appropriately respond to the specific needs of the clients. The objectives of this assay were a) to evaluate the application of the Activity-Based Costing system (ABC) in determining the costs of a water quality index (ICA), and b) to compare its results with the Traditional Costing System (SCT). The methodology of both, ABC and SCT was compared, including their technical (CT) and professional components (CP), in a 12 months period. It was found that, in the total cost, 9 out of the 20 parameters were overvalued by the SCT and the remaining 11 were undervalued. In the studied period, the PC were clearly overvalued in 12 out of the 20 parameters, and the remaining 8 were undervalued by SCT. In the same sense, the CT were overvalued in 9 out of the 20 parameters, and the remaining 11 were undervalued by SCT. The obtained results allow to emphasize that the ABC is quite suitable for small enterprises of the service sector, since it represents a more precise method than the SCT, for determining the costs of the studied company.

Key words: Activity based costs system, traditional costs system, globalization, competitiveness, small enterprises.

Resumen

Durante la década de los 80 el mercado mundial enfrentó cambios en la filosofía de negocios con un enfoque globalizado, apoyado en avances tecnológicos con el propósito de obtener productos competitivos, minimizar costos de producción y responder oportunamente a las necesidades específicas del cliente. Los objetivos de este estudio fueron a) evaluar la aplicación del sistema de costeo por actividades (ABC) en la determinación de costos de un índice de calidad del agua (ICA), y b) comparar sus resultados con el sistema de costos tradicional (SCT). Se compararon la metodología de ABC y SCT, incluyendo los componentes técnicos (CT) y componentes profesionales (CP), en un periodo de 12 meses. Se encontró que, en el costo total, nueve de los 20 parámetros estuvieron sobrevalorados por el SCT y los 11 restantes se encontraron subvalorados. En el periodo estudiado, los CP se apreciaron sobrevalorados en 12 de los 20 parámetros y en los ocho restantes fueron subvalorados por SCT. Así mismo, los CT estuvieron sobrevalorados en nueve de los 20 parámetros, y los restantes 11 se encontraron subvalorados por SCT. Los resultados obtenidos permiten señalar que el ABC es aplicable a las pequeñas empresas del sector servicios, ya que representa un método más preciso que el SCT para la determinación de los costos de la empresa estudiada.

Palabras clave: Sistema de costeo ABC, sistema tradicional de costos, globalización, competitividad, pequeñas empresas.

Introducción

La globalización obliga a las empresas manufactureras a competir en costos, calidad y tiempo, y a ubicar con precisión los costos de los componentes de manufactura para una operación eficiente y una producción competitiva (Ozbayrak *et al.*, 2004). El sistema de costos tradicional

(SCT) de principios del siglo XX con materiales y la mano de obra como factores predominantes en la producción, una tecnología estable y gastos indirectos de fabricación como soporte de las actividades para los procesos de producción. Era un sistema útil en compañías que elaboran pocos productos y en las que los gastos indirectos de

manufactura no son significativos en comparación con los costos directos, por lo que el SCT satisfacía las necesidades del mercado de su época en donde la participación de los costos directos en el costo total del producto de los componentes era substancialmente más onerosa que la de los componentes de los costos indirectos. (Andrade *et al.*, 1999). Este sistema aún es utilizado por la mayoría de las empresas que confían en el método para la asignación de la parte de los gastos indirectos (Themido *et al.*, 2000). Mientras que en los nuevos ambientes manufactureros se ha observado que el SCT ha perdido relevancia debido a un incremento notable del porcentaje de los costos de los gastos indirectos de fabricación y la utilización de la automatización de los procesos de manufactura por el desarrollo de la tecnología, mientras que el porcentaje en el volumen de la mano de obra directa ha disminuido (Roztocki *et al.*, 1999).

Johnson y Kaplan (1987a, b) afirman que el SCT como herramienta de planeación y control, genera información tardía, global, distorsionada e irrelevante, además de que puede provocar la toma de decisiones estratégicas equivocadas. Desde 1990, varias compañías han reducido su dependencia del SCT y usan el sistema de costeo por actividades (ABC), por sus siglas en inglés: (*Activity-Based Costing*), desarrollado por (Cooper y Kaplan, 1991). Mientras que el sistema ABC es una metodología para medir los costos del desempeño de las actividades, los recursos y objetos de costos, rastrea los recursos en función de las actividades, y el costo de éstas, con los objetos de costos basados en su uso, y reconoce las relaciones causales entre los inductores y las actividades (Themido *et al.*, 2000). El ABC se originó en Estados Unidos de Norteamérica en un contexto manufacturero y se ha extendido a los países de Europa, Australia y Japón (Mitchell, 1994), reduce la distorsión de la información contable de costos, típicamente empleada para las decisiones de planeación y de mercado (Johnson, 1992). Además, el ABC se ha implementado como una propuesta para obtener mayor exactitud, porque rastrea los costos indirectos más estrechamente que otros sistemas (Kaplan y Atkinson, 1998). Además, convierte todos los costos en costos directos, imputados en principio en su respectivo objeto de costos (Andrade *et al.*, 1999). La promoción del ABC por el Consorcio Internacional de Manufactura Avanzada (CAM-I) y del Instituto Nacional de Contabilidad Administrativa (CIMA), permitió que el ABC se desarrollara desde la década de los 80 (Thorne y Gurd, 1999), y representa un panorama de procesos de negocios, en donde una actividad, o red de actividades con un propósito común, define los procesos de negocios, en los que las actividades son secuenciales y aditivas (Themido *et al.*, 2000), sugiriéndose que éstas son una guía para

reducir costos y originar una gama de información nueva –formal e informal– la cual puede servir para medir varios aspectos del desempeño (Innes y Mitchell, 1995).

Aunque el ABC fue desarrollado originalmente para el ambiente manufacturero, se ha generalizado como medio para trazar un verdadero mapa de recursos, costos y objetos de costos, de interés no solamente para los productos, sino también para los servicios, los clientes, las oficinas y los proyectos (Fichman y Kemerer, 2002). El sistema ABC puede mejorar ampliamente la administración de las empresas de servicios (Ruhl y Hartman, 1998), y aplicarse a todo tipo de organizaciones (Cagwin y Bouwman, 2002) del sector público y privado (Davis, 2003). Se ha aplicado en diversas industrias tales como la electrónica, la automotriz, la aeroespacial, la aviación, la naval y la de telecomunicaciones, así como en la de defensa (Ben-Arieh y Qian, 2003). Además, también se reporta su uso en los servicios financieros, educativos, y en las instituciones de salud (Armstrong, 2002; Ruhl y Hartman, 1998), y desarrollo farmacéutico (Jorgensen y Edwards, 1998).

Nisenbaum *et al.* (2000), realizaron un estudio comparativo entre las metodologías de ABC y SCT en un departamento de radiología. El estudio obtuvo información detallada acerca de los tiempos y recursos directos utilizados en los procedimientos individuales de tomografías computarizadas. En primer lugar identificaron los diferentes procedimientos desempeñados en el departamento de radiología. Lo que permitió que se identificaran todas las actividades involucrada en el desempeño de estos servicios. Previamente a la iniciación del estudio, obtuvieron información observando una muestra pequeña de varios estudios de TC durante un periodo de tres semanas. Este proceso permitió la construcción de una información cuidadosamente diseñada para asegurar la exactitud de la información recolectada. Dicha información incluye al personal actual, y el tiempo de producción utilizados en cada procedimiento, además de los materiales directos utilizados. Dieciocho componentes de costos de actividades fueron analizados y divididos en cuatro grupos por su inductor de costos. Los inductores de costos fueron volumen, tiempo, tiempo y volumen, y costo por unidad básica. Este primer grupo basado en el volumen, incluye nueve componentes de costos relacionados con las siguientes actividades: programación, contabilidad, facturación, administración, filmación, impresión de film, y químicos, valoración de medios, investigaciones y misceláneos. Un segundo grupo de inductores basados solamente en el tiempo, incluyó la proporción de costos de atención clínica por radiólogos, la proporción de los costos de vacaciones de académicos y administrativos, la proporción de costos de atención de radiólogos,

depreciación del equipo, mantenimiento. Los componentes de costos relacionados con las actividades de tecnología fueron basados en una combinación de volumen y tiempo. Los costos de transcripción fueron determinados en una base por unidad. Al nivel mundial, el papel de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) en las economías nacionales es relevante, considerando su contribución en la manufactura y a la generación de oportunidades de empleo, por lo que, de acuerdo con (Gunasekaran *et al.*, 1999), para estar en el mercado es necesario que las PyMEs adopten el sistema ABC sugiriendo, además, la necesidad de profundizar en las investigaciones sobre su uso en estas empresas.

En los países en vías de desarrollo, la evaluación de la calidad de agua se ha vuelto un problema crítico, debido especialmente a la preocupación mundial de que el agua potable será un recurso cada vez más escaso en el futuro (Pesce y Wunderlin, 2000). Por lo tanto, los índices de calidad del agua (ICA) juegan un papel importante en la interpretación de la información sobre la tendencia de la calidad de los cuerpos de agua (Tyagi *et al.* (2003). Los ICAs expresan solamente un aspecto de la calidad del agua, ya que para determinarlos se requiere una técnica especial y dispositivos para medir una serie de parámetros, por lo que su costo es alto y el proceso lento (Nakamura *et al.*, 1998).

A la fecha no se ha documentado el uso del ABC en pequeñas empresas en México, tampoco se han generado datos empíricos para analizar su uso en estas empresas, además de que no existen publicaciones a nivel internacional que documenten para medir los costos de los índices de calidad del agua, por lo que los objetivos de este estudio fueron a) evaluar la aplicación del sistema de costeo por actividades (ABC) en la determinación de costos de un índice de calidad del agua (ICA), y b) comparar sus resultados con el sistema de costos tradicional (SCT).

Materiales y Métodos

Se registraron las actividades en la operación de un laboratorio de análisis de agua, certificado ante la Comisión Nacional del Agua (CNA) y ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) (Rama Agua). El registro incluyó los tiempos y recursos utilizados para el análisis de 20 parámetros que conformaron el ICA, de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM). Los parámetros evaluados fueron: temperatura, pH, aceites y grasas, sólidos disueltos totales, sólidos totales, demanda bioquímica de oxígeno al 5º día (DBO), demanda química de O₂ (DQO), N de nitratos, N de nitritos, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), Oxígeno disuelto,

sulfato, K (como ortofosfato), coliformes totales, amoníaco (NH₄), Ca, dureza total, Mg, turbiedad y cloruros.

Determinación de los costos usando el ABC

Los 18 grupos de costos de actividades, utilizados para determinar los índices de calidad del agua fueron: a) Atención a clientes, b) Materiales, c) Control de calidad, d) Administración, e) Contabilidad, f) Facturación, g) Costos diversos, h) Mano de obra, i) Material de laboratorio, j) Depreciación de equipo de laboratorio, k) Conservación de muestras, l) Mantenimiento de equipo de laboratorio, m) Mantenimiento de edificio, n) Renta del edificio, o) Capacitación de personal, p) Energía eléctrica, q) Gas, y r) Agua.

La información analizada corresponde al período del 1º de enero al 31 de diciembre de 2002 y están basados en 15,313 datos. Los parámetros fueron seleccionados de acuerdo al trabajo de Pesca y Wunderlin (2000). Se realizaron 6,433 datos para los 20 parámetros, los que representan el 42 % del total de los análisis elaborados durante dicho periodo en el laboratorio. Los costos individuales se determinaron a partir de una serie de corridas analíticas para un mínimo de 10 muestras. La información para cada parámetro incluyó los costos anuales de: a) Personal del laboratorio, que incluyó las prestaciones de ley correspondientes; b) Tiempo empleado en cada procedimiento; y c) Materiales utilizados. Con base en el trabajo de Nisenbaum *et al.* (2000). Los grupos de costos de actividades se dividieron en tres grupos de acuerdo con su inductor de costos (volumen, tiempo y la combinación de tiempo y volumen).

Actividades agrupadas por el inductor de costos basado en volumen. Se procedió de acuerdo con cada uno de los siguientes componentes: a) Atención a clientes: (teléfono, fax, material de oficina, paquetería, depreciación de equipo de cómputo, mantenimiento de equipo cómputo, así como, el recurso humano; b) Materiales: incluyó el volumen consumido de cada uno de los reactivos como se encuentra estipulado en las NOM que le corresponde a cada parámetro; c) Control de calidad: incluyó el costo del material consumido en las determinaciones en los análisis y costos de mano de obra; d) Administración: considerando los recursos humanos del área, recursos físicos, equipos y suministros consumidos; e) Contabilidad: que incluyó los recursos físicos, humanos, equipo y suministros consumidos; f) Facturación: recursos físicos, humanos, equipos y suministros necesarios para la facturación (datos proporcionados por la administración de la empresa); g) Costos Diversos: donde se consideraron los costos eventuales.

Actividades agrupadas por el inductor de costos basado en el tiempo. Se consideró: h) Mano de obra: determinado con base en el tiempo dedicado a la obtención del valor de cada uno de los parámetros que constituyen el ICA; i) Depreciación de material de laboratorio: determinado basándose en el tiempo de utilización de cada material de acuerdo a lo prescrito en la NOM. Para obtenerlo se dividió el costo individual de cada uno de los materiales de laboratorio entre el número de horas anuales, obteniendo así el costo por hora y determinando su costo de utilización para cada parámetro; j) Depreciación de equipo de laboratorio: para determinar este costo se aplicó una fracción proporcional del 10 % anual sobre el valor de adquisición del equipo, conforme a lo establecido en la Ley del Impuesto sobre la Renta, artículo 40. Esta fue cantidad dividida entre 8,760 h anuales para obtener el costo por hora y se multiplicó por el número de horas utilizadas para cada parámetro; k) Conservación de muestras: en este rubro se consideró la depreciación del refrigerador y el costo de envases necesarios para la conservación física. Además, se incluyó el costo de los reactivos que se emplean para preservar las muestras, así como la mano de obra del personal encargado de llevar a cabo dicha actividad; l) Mantenimiento equipo de laboratorio: fue calculado como el resultado de los gastos de mantenimiento de equipo de laboratorio más los gastos por servicios de calibración; m) Mantenimiento de edificio: fueron los gastos ocasionados para mantener funcional el área; n) Renta de edificio; o) Capacitación de personal: en esta actividad se registraron los costos de consumo de recursos físicos, humanos, equipos y viajes para llevar a cabo la capacitación del personal y para obtener la renovación anual de la certificación.

Actividades agrupadas por el inductor de costos basado en tiempo y volumen. Se refieren a su costo anual. Están constituidas por: p) Energía eléctrica; q) Gas; r) Agua. Para determinar el costo de los componentes de actividades d), e), f), g), l), m), n), o), p), q), r), se dividió su costo total entre el número de análisis (n=6,433) llevados a cabo durante el año.

De acuerdo con Nisembaum *et al.*, (2000), los componentes de costos relacionados con mano de obra se consideraron como un componente profesional (CP) y la suma de los restantes se consideraron como componentes técnicos (CT).

Determinación de costos por el SCT

Para determinar los costos por el SCT se utilizó el modelo clásico de distribución de costos diseñado para relacionar los factores que componen el costo de producción: a) Materiales directos b) Mano de obra directa

y, c) Gastos indirectos de fabricación. Los costos directos e indirectos se calcularon multiplicando por una constante (k) que aumenta o disminuye. El valor de esta constante está basado en la experiencia (Andrade *et al.* (1999).

Para el cálculo de costos por SCT la constante se multiplicó por el precio de mercado del servicio, siendo las constantes utilizadas en el estudio, basadas en la información proporcionada por la administración del laboratorio: Materiales $k = 0.1$; Mano de obra $k = 0.2$; Gastos indirectos de fabricación $k = 0.4$

Tanto para el cálculo de costos por el sistema ABC, como para el cálculo de costos por el sistema SCT, la información fue procesada en hojas de cálculo Excell® versión 2000.

Resultados y Discusión Componentes de costos

La determinación temperatura representó el menor costo; mientras que la determinación de coliformes totales fue el de mayor costo; el parámetro de menor costo por el SCT fue la determinación de pH y turbiedad y el mayor costo fue para coliformes totales (Cuadro 1).

Componentes técnicos y profesionales

En el Cuadro 1 se observan los resultados de los componentes de costos de actividades, agrupados de acuerdo a los componentes técnicos determinados por el ABC. La determinación de coliformes totales fue el parámetro de más alto costo en los componentes técnicos, mientras que el de menor costo fue la de temperatura. Estos costos los conforman todos los componentes de costos de actividades excepto mano de obra y la parte que le corresponde al control de calidad. Los costos profesionales determinados por el ABC indicaron que dureza fue el parámetro de mayor costo y pH el de menor (Cuadro 1).

Costos Totales

Se encontró que el SCT sobrevaluó, dentro de un rango de \$4.86 a \$84.49, a nueve de los 20 parámetros (sólidos disueltos totales, sólidos totales, demanda bioquímica de O_2 al 5° día, demanda química de O_2 , N de nitratos, sustancias activas al azul de metileno, sulfatos, P (ortofosfato) y coliformes totales), mientras que los 11 parámetros restantes (temperatura, pH, aceites y grasas, N de nitritos, O_2 disuelto, amoníaco, Ca, dureza total, Mg, turbiedad y, cloruro) fueron subvaluados dentro de un rango de \$2.75 a \$49.95 (Cuadro 1).

Los costos más elevados determinados por ABC fueron: Coliformes totales, O_2 disuelto, demanda bioquímica de O_2 al 5° día y, aceites y grasas. Por otra parte, este sistema

Cuadro 1. Comparación de componentes de costos profesionales y técnicos por los sistemas Costeo Basado en Actividades (ABC) y Sistema Tradicional de Costos (SCT). Todos los datos están en pesos mexicanos.

Parámetro	ND ¹	ABC			SCT			Diferencia ABC y SCT		
		Pros	Técnicos	Total	Pros	Técnicos	Total	Pros	Técnicos	Total
1 Temperatura	1717	5.32	28.93	34.25	9.00	22.50	31.50	- 3.68	6.43	2.75
2 pH	1921	5.74	32.24	37.98	8.00	20.00	28.00	- 2.26	12.24	9.98
3 Aceites y grasas	629	15.60	109.74	125.34	26.00	65.00	91.00	- 10.40	44.74	34.34
4 Sólidos disueltos totales	183	12.92	35.26	48.18	18.00	45.00	63.00	- 5.08	- 9.74	- 14.82
5 Sólidos totales	33	6.44	33.49	39.93	18.00	45.00	63.00	- 11.56	- 11.51	- 23.07
6 DBO ²	607	39.66	77.83	117.49	40.00	100.00	140.00	- 0.34	- 22.17	- 22.51
7 DQO ³	144	15.26	84.51	99.77	40.00	100.00	140.00	- 24.74	- 15.49	- 40.23
8 N de nitratos	75	25.06	43.75	68.81	22.00	55.00	77.00	3.06	- 11.25	- 8.19
9 N de nitritos	54	16.22	43.75	59.97	14.00	35.00	49.00	2.22	8.75	10.97
10 SAAM	62	18.54	43.97	62.51	42.00	105.00	147.00	- 23.46	- 61.03	- 84.49
11 O disuelto	22	32.68	69.77	102.45	15.00	37.50	52.50	17.68	32.27	49.95
12 Sulfato	128	9.94	33.96	43.90	16.00	40.00	56.00	- 6.06	- 6.04	- 12.10
13 P (ortofosfato)	14	17.64	44.00	61.64	19.00	47.50	66.50	- 1.36	- 3.50	- 4.86
14 Coliformes totales	375	26.78	126.99	153.77	64.00	160.00	224.00	- 37.22	- 33.01	- 70.23
15 Amoniaco (NH ⁺ ₄)	51	24.34	65.86	90.20	19.00	47.50	66.50	5.34	18.36	23.70
16 Cag	29	30.16	39.67	69.83	9.00	22.50	31.50	21.16	17.17	38.33
17 Dureza total	136	40.16	39.93	80.09	9.00	22.50	31.50	31.16	17.43	48.59
18 Mg	31	35.16	39.81	74.97	9.00	22.50	31.50	26.16	17.31	43.47
19 Turbiedad	118	7.98	38.95	46.93	8.00	20.00	28.00	- 0.02	18.95	18.93
20 Cloruros	104	16.56	46.32	62.88	9.00	22.50	31.50	7.56	23.82	31.38
TOTAL	6,433									

ND = Número de determinaciones; ²DBO = Demanda bioquímica de oxígeno al 5° día; ³DQO = Demanda química de oxígeno; ⁴SAAM = Sustancias activas al azul de metileno. Los números con signo negativo (-) indican que el costo está sobrevaluado por SCT en comparación con el ABC. Pros = Profesionales

calculó como los de menor costo a temperatura, pH, sólidos totales y Sulfato. Los parámetros de mayor volumen por el número de determinaciones (1,921, 1,717 y 629 respectivamente), fueron: pH, temperatura, y aceites y grasas (Cuadro 1).

Con el SCT se determinó que los costos más elevados correspondieron a coliformes totales, sustancias activas al azul de metileno, demanda bioquímica de O₂ al 5° día, y demanda química de O₂, mientras que como de menor costo a pH y turbiedad (Cuadro 1).

La comparación entre el sistema ABC y el SCT mostró que de los nueve parámetros sobrevaluados por éste último, los más elevados fueron: sustancias activas al azul de metileno, coliformes totales y demanda química de O₂, mientras que los parámetros subvaluados con mayor diferencia respecto al ABC fueron: O₂ disuelto, dureza total y Mg. Los parámetros de mayor volumen: temperatura, pH y aceites y grasas, fueron sobrevaluados con \$2.75, \$9.98 y \$34.34 respectivamente (Cuadro 1).

Los parámetros de mayor volumen con relación al costo total fueron: temperatura, pH y aceites y grasas (subvaluados por SCT). Por otra parte los parámetros de mayor costo por ABC fueron: coliformes totales; aceites y grasas y demanda bioquímica al 5° día, mientras que los de menor costo fueron temperatura, pH y sólidos totales (Cuadro 1).

Costos de Actividades

Inductor de costos basado en volumen. Los resultados de los inductores de costos basados en el volumen mostraron que, en los parámetros de mayor número de determinaciones (temperatura, pH, y aceites y grasas), la proporción de los costos basados en el volumen con respecto al costo total tuvieron valores que representaron el 64.7 %, 64.9 % y 81.6 % respectivamente del costo total, y que los parámetros que presentaron los costos más elevados fueron: coliformes totales, que corresponde al 75.20 %, y demanda bioquímica de O₂ al 5°, día que

Cuadro 2. Comparación de costos por el sistema de Costos Basado en Actividades (ABC) versus Sistema de Costos tradicional (SCT), elaborados durante el 2002. Todos los datos están en pesos mexicanos.

Parámetro	ABC										SCT					Diferencia ABC vs SCT
	ND ¹	Volumen	%	Inductores de costos			Total ABC	Factores de la producción		Total SCT						
				Tiempo	%	T y V ²		%	Mano de Obra		%	GIP ³	%			
1 Temperatura	1,717	22.19	64.79	12.06	35.21	-	0	4.50	14.29	9.00	28.57	18.00	57.14	31.50	2.75	
2 pH	1,921	24.66	64.93	12.32	32.44	1	2.63	4.00	14.29	8.00	28.57	16.00	57.14	28.00	9.98	
3 Aceites y grasas	629	102.37	81.67	18.5	14.76	4.47	3.57	13.00	14.29	26.00	28.57	52.00	57.14	91.00	34.34	
4 SDT	183	27.61	57.31	16.1	33.42	4.47	9.28	9.00	14.29	18.00	28.57	36.00	57.14	63.00	-14.82	
5 Sólidos totales	33	22.69	56.82	12.77	31.98	4.47	11.19	9.00	14.29	18.00	28.57	36.00	57.14	63.00	-23.07	
6 DBO ⁴	607	80.7	68.69	32.32	27.51	4.47	3.8	20.00	14.29	40.00	28.57	80.00	57.14	140.00	-22.51	
7 DQO ⁵	144	77.28	77.46	18.02	18.06	4.47	4.48	20.00	14.29	40.00	28.57	80.00	57.14	140.00	-40.23	
8 N de nitratos	75	42.34	61.53	22.0	31.97	4.47	6.5	11.00	14.29	22.00	28.57	44.00	57.14	77.00	-8.19	
9 N de nitritos	54	37.92	63.23	17.58	29.31	4.47	7.45	7.00	14.29	14.00	28.57	28.00	57.14	49.00	10.97	
10 SAAM ⁶	62	38.02	60.82	20.02	32.03	4.47	7.15	21.00	14.29	42.00	28.57	84.00	57.14	147.00	-84.49	
11 O disuelto	22	69.41	67.75	28.57	27.89	4.47	4.36	7.50	14.29	15.00	28.57	30.00	57.14	52.50	49.95	
12 Sulfato	128	24.98	56.9	14.45	32.92	4.47	10.18	8.00	14.29	16.00	28.57	32.00	57.14	56.00	-12.10	
13 P (ortofosfato)	14	38.91	63.12	18.26	29.62	4.47	7.25	9.50	14.29	19.00	28.57	38.00	57.14	66.50	-4.86	
14 Coliformes totales	375	115.64	75.2	33.66	21.89	4.47	2.91	32.00	14.29	64.00	28.57	128.00	57.14	224.00	-70.23	
15 Amoniaco (NH ₄ ⁺)	51	63.24	70.11	22.49	24.93	4.47	4.96	9.50	14.29	19.00	28.57	38.00	57.14	66.50	23.70	
16 Ca	29	40.07	57.38	25.29	36.22	4.47	6.4	4.50	14.29	9.00	28.57	18.00	57.14	31.50	38.33	
17 Dureza total	136	45.33	56.6	30.29	37.82	4.47	5.58	4.50	14.29	9.00	28.57	18.00	57.14	31.50	48.59	
18 Mg	31	42.71	56.97	27.79	37.07	4.47	5.96	4.50	14.29	9.00	28.57	18.00	57.14	31.50	43.47	
19 Turbiedad	118	28.72	61.2	13.74	29.28	4.47	9.52	4.00	14.29	8.00	28.57	16.00	57.14	28.00	18.93	
20 Cloruros	104	40.67	64.68	17.74	28.21	4.47	7.11	4.50	14.29	9.00	28.57	18.00	57.14	31.50	31.38	

¹ND = Número de determinaciones; ²TyV = Tiempo y Volumen; ³GIP = Gastos Indirectos de Producción; ⁴DBO = Demanda bioquímica de oxígeno al día 5; ⁵DQO = Demanda química de oxígeno; ⁶SAAM = Sustancias activas al azul de metileno. Los números con signo negativo (-) indican que el costo está sobrevalorado por SCT en comparación con el ABC.

representa el 68.69 % de su costo total. El parámetro sólidos totales presentó el menor costo que corresponde al 56.82 % de su costo total (Cuadro 2).

Inductor de costos basado en el tiempo. En el Cuadro 2 se observa que, en proporción a su costo total, los parámetros de mayor volumen fueron temperatura, pH, y aceites y grasas, que representaron respectivamente 35.21%, 32.44 % y 14.76 %, y que los parámetros que presentaron los valores más altos en los costos basados en el tiempo fueron: coliformes totales, demanda bioquímica de O₂ al 5° día y dureza total, que correspondieron al 21.89 %, 27.51 % y 37.82 % respectivamente del costo total de cada parámetro.

Inductor de costos basado en tiempo y volumen. Los parámetros de mayor volumen (temperatura, pH, y aceites y grasas) presentaron el 0 %, 2.63 % y 3.57 % proporcionalmente a su costo total, mientras que los parámetros que presentaron los mayores costos fueron: coliformes totales, demanda bioquímica de O₂ al 5° día y sólidos totales, que representan proporcionalmente el 2.91%, el 3.8 % y el 11.19 % de su costo total (Cuadro 2).

En la determinación de los costos de la prestación de servicios, el consumo de recursos es una medida más confiable que el uso de métodos indirectos (Nisenbaum *et al.*, 2000). Los resultados de este estudio indicaron que, para los parámetros que conforman el ICA, con el ABC la determinación de costos fue más precisa que el SCT. Estos resultados son equiparables con los obtenidos por Koltai *et al.* (2000), quienes estimaron los costos de producción de un sistema de manufactura utilizando el ABC, y al compararlos con los obtenidos por el SCT, encontraron que tres de seis parámetros fueron subvaluados y tres sobrevaluados.

En el trabajo de Nisenbaum *et al.* (2000), los costos totales sobrevaluados fueron el 64.7 % de los parámetros analizados, mientras que el 35.3 % fueron subvaluados. En este estudio reportamos 45 % sobrevaluados y 55 % subvaluados, lo que podría explicarse por el costo de los salarios (\$27.00 por hora) que se pagan a los profesionales encargados de realizar las determinaciones de los parámetros que componen el ICA.

Es conveniente considerar el desarrollo de un sistema de administración basada en actividades (ABM por sus siglas en inglés activity-based management) y relacionar al mismo tiempo las actividades y las unidades de negocios para proveer información más completa de la compañía.

Finalmente, es necesario establecer como influyen los costos de los componentes técnicos y los componentes profesionales, en la determinación de costos a través del sistema ABC y a través del SCT, ya que podrían aclarar

con mayor precisión el papel de estos sistemas de costos y sus características diferenciales a través de una comparación basada en estos elementos.

Conclusiones

La utilización del sistema ABC para la obtención de costos de parámetros empleados en la determinación de un ICA, permite determinar la sobre-valoración en los costos de los componentes profesionales, y la sub-valoración en los costos de los componentes técnicos. La aplicación correcta de esta metodología permitirá a las empresas una toma de decisiones de acuerdo con los análisis de costos, lo que permitirá asignar con mayor exactitud la trayectoria de cada uno de los componentes de los costos, ya que el sistema de ABC proporciona mayor información sobre los costos de cada uno de los parámetros que conforman el ICA.

Literatura Citada

- Andrade, M.C., R.C. Pessanha, A.M. Espozel, L.O.A. Maia, y R.Y. Qassim. 1999. Activity-based costing for production learning. *International Journal of Production Economics* 62: 175-180.
- Armstrong, P. 2002. The cost of activity-based management. *Organization and Society* 27: 99-120.
- Ben-Arieh, D., y L. Qian. 2003. Activity based cost management for design and development stage. *International Journal of Production Economics* 83: 169-183.
- Cagwin, D., y M. Bouwman. 2002. The association between activity-based costing and improvement in financial performance. *Management Accounting Research* 13: 1-39.
- Cooper, R., y R.S. Kaplan. 1991. Profit priorities from activity-based costing. *Harvard Business Review* May-June: 130-135.
- Davis, B. 2003. Performance based costing. *The Disam Journal* Fall/winter: 118-124.
- Fichman, R., y C. Kemerer. 2002. Activity based costing for component based software development. *Information Technology & Management* 3: 137-160.
- Gunasekaran, A., H.B. Marri, y R.J. Grieve. 1999. Activity based costing in small and medium enterprises. *Computers & Industrial Engineering* 37: 407-411.
- Innes, J., y F. Mitchell. 1995. A survey of activity based costing in the U.K.'s largest companies. *Management Accounting Research* 6: 137-153.
- Johnson, H.T. 1992. It's time to stop overselling activity based concepts. *Management Accounting (New York)* 74: 26-35.
- Johnson, H.T., y R.S. Kaplan. 1987a. Relevance lost: the rise and fall of management accounting, p. 269 Harvard

- Business School Press, Boston, MA.
- Johnson, H.T., y R.S. Kaplan. 1987b. The rise and fall of management accounting. *Management Accounting (London)* January 22-30.
- Jorgensen, S., y M. Edwards. 1998. Activity-based costing in pharmaceutical development. *Drug Development Research* 43: 164-173.
- Kaplan, R.S., y A.A. Atkinson. 1998. *Advanced management accounting* Prentice Hall International, Inc., New Jersey, USA.
- Koltai, T., S. Lozano, F. Guerrero, y L. Onieva. 2000. A flexible costing system for flexible manufacturing systems using activity based costing. *International Journal of Production Research* 38: 1615-1630.
- Mitchell, F. 1994. A commentary on the applications of activity based costing. *Management Accounting Research* 5: 261-277.
- Nakamura, K., Y. Shimatani, y M. Nishioka. 1998. New water quality index by reflection absorbance method. *Ecosystem and Sustainable Development* 22: 571-580.
- Nisenbaum, H.L., B.A. Birnbaum, M.M. Myers, R.I. Grossman, W.B. Geftter, y C.P. Langlotz. 2000. The costs of CT procedures in an academic radiology department determined by an activity-based costing (ABC) method. *Journal of Computer Assisted Tomography* 24: 813-823.
- Ozbayrak, M., M. Akgun, y A.K. Turker. 2004. Activity based costing estimation in a push/pull advanced manufacturing systems. *International Journal of Production Economics* 87: 49-65.
- Pesce, S., y D.A. Wunderlin. 2000. Use of water quality indices to verify the impact of cordoba (Argentina) on Suquia River. *Water Resources* 34: 2915-2926.
- Roztock, N., J.F. Valenzuela, D.J. Porter, R.M. Monk, y K.L. Needy. 1999. A procedure for smooth implementation of activity based costing in small companies. *American Society of Engineering ASEM National Conference Proceedings Virginia Beach, VA, October 21-23, 279-288.*
- Ruhl, J.M., y B.P. Hartman. 1998. Activity-based costing in the service sector. *Advances in Management Accounting*, 6:147-161.
- Themido, I., A. Arantes, C. Fernandez, y A.P. Guedes. 2000. Logistic costs case study-an ABC approach. *Journal of the Operational Research Society* 51:1148-1157.
- Thorne, H., y B. Gurd. 1999. Activity-based costing: improved product costing or activity management? *Advances in Management Accounting*, 8:173-194.
- Tyagi, A., M.K. Sharma, y K.K. Bhatia. 2003. The study of temporal and spatial trends of water quality of River Kshipra using water quality index. *Indian Journal of Environmental Health* 45:15-20.
-