

Modelo de costeo basado en tiempo invertido por actividad para servicios tecnológicos en Instituciones de Educación Superior: Un estudio de caso

Rosana Valdivieso-Donoso¹, Fabián Ayabaca², Lorena Siguenza-Guzman³

rosana.valdivieso@ucuenca.edu.ec, fabian.ayabaca@ucuenca.edu.ec, lorena.siguenza@ucuenca.edu.ec

¹Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril y Av. Loja, 01.01.168, Cuenca, Ecuador.

²Grupo de Investigación de Contabilidad y Auditoría, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril y Av. Loja, 01.01.168, Cuenca, Ecuador.

³Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril y Av. Loja, 01.01.168, Cuenca, Ecuador.

Pages: 308–321

Resumen: El método de costeo basado en tiempo invertido por actividad, TDABC, es una técnica utilizada generalmente en el sector de la producción que se ha adaptado al entorno de servicios, tales como el área de la salud y bibliotecas. Sin embargo, su aplicación en servicios tecnológicos ha sido muy poco explorada. Este trabajo propone un modelo de costos basado en el tiempo invertido por actividad para servicios tecnológicos en Instituciones de Educación Superior, tomando como caso de estudio una universidad pública en el Ecuador. Donde, los costos de los recursos y el tiempo de cada actividad y servicio fueron utilizados para estimar los costos por minuto y totales de los servicios tecnológicos. Los hallazgos resaltan la importancia de conocer los costos relacionados a la prestación de servicios tecnológicos ya que permiten una mejor gestión financiera y constituyen un aporte en el área de tecnologías de la información.

Palabras-clave: TDABC; servicios; TI; TIC; costeo.

Costing model based on time invested by activity for technological services in Higher Education Institutions: A case study

Abstract: The Time-Driven Activity-Based Costing, TDABC, is a technique generally used in the production sector that has been adapted to the service setting, such as the health sector and libraries. However, its application in technological services has been little explored. This paper proposes a cost model based on the time-driven activity-based for technological services in Higher Education Institutions, using as a case of study a public university in Ecuador. Where, the resource costs and time of each activity and service were utilized to estimate the costs, per minute and totals of each technological service. The findings highlight

the importance of knowing the provision of technological services costs since they allow better financial management and constitute a contribution to the information technology area.

Keywords: TDABC; services; ICT; IT; costing.

1. Introducción

Las Tecnologías de la Información y Comunicación, TIC, toman cada vez más importancia, sobre todo como apoyo a la provisión de educación. En las Instituciones de Educación Superior, IES, éstas contribuyen con el mejoramiento de la calidad académica y administrativa a través de servicios que dan soporte a los usuarios de los sistemas e infraestructura tecnológica. Sin embargo, según Rodrigues de Andrade (2014), para las organizaciones es difícil entender y calcular los costos de los servicios tecnológicos con precisión, facilidad y bajo costo.

Los sistemas de costeo son utilizados en estrategias de contabilidad en muchas industrias tanto manufactureras como no manufactureras para determinar los costos de los productos y servicios, esto con el objetivo de crear información necesaria para la toma de decisiones a corto y largo plazo. Los modelos de costeo tradicionales son el de absorción y el variable (Horngren, Datar, & Rajan, 2012). En el costeo por absorción, los costos fijos y variables directos se asignan a los productos o servicios. En el método variable, los costos variables directos e indirectos forman parte del costo y todos los costos fijos se consideran gastos del periodo.

Como alternativa a los métodos tradicionales, nace el costeo basado en actividades o ABC (por sus siglas en inglés, Activity-Based Costing). Este sistema de costeo se enfoca en las actividades individuales como la base para asignar costos donde se atribuyen en función de un parámetro llamado controlador de costo, como, por ejemplo, horas máquina, mano de obra directa y volumen de producción. Este controlador de costo permite prorratear el uso de recursos de esa actividad. ABC permite calcular los costos de manera más precisa y brindar información para una mejor toma de decisiones (Cooper & Kaplan, 1991). Sin embargo, en el modelo ABC se identificaron problemas en su aplicación al no ser flexible en el caso de circunstancias cambiantes, requerir mucho tiempo y resultar costoso.

Para mejorar el modelo ABC, Kaplan y Anderson (2007) desarrollaron el costeo basado en el tiempo invertido por actividad o TDABC (por sus siglas en inglés, Time-Driven Activity-Based Costing). TDABC usa el tiempo como controlador para dirigir los costos de los recursos, utilizando ecuaciones de tiempo que permiten medir actividades complejas, conocer el uso de la capacidad de los procesos y los recursos asignados a las actividades por área. De acuerdo con Kaplan y Anderson (2007), la ecuación para el tiempo por proceso es igual a la suma de los tiempos individuales de las actividades. TDABC, para su aplicación, requiere de dos parámetros: 1) el costo por unidad de tiempo de un recurso, que se puede calcular a partir de los gastos totales relacionados con ese recurso particular dividido por su capacidad y; 2) tiempo requerido para realizar una tarea determinada. Para la aplicación de TDABC, Everaert et al. (2008, p.175) proponen el uso de los siguientes seis pasos: 1) identificar los diversos grupos de

recursos; 2) estimar el costo total de cada grupo de recursos; 3) estimar su capacidad práctica; 4) calcular el costo unitario de cada grupo de recursos dividiendo su costo total por la capacidad práctica; 5) determinar la estimación de tiempo para cada evento, en función de la ecuación de tiempo para la actividad y las características del evento; y, 6) multiplicar el costo unitario de cada grupo de recursos por el tiempo estimado para el evento. Utilizando el método de costeo TDABC se puede estimar los costos de forma precisa y oportuna, y tener información que permita una gestión financiera adecuada de procesos y servicios (Siguenza-Guzman et al., 2013).

En este trabajo se analizan las actividades, tiempos y recursos que intervienen en la provisión de los servicios tecnológicos en las IES para determinar su costo mediante el modelo de costeo TDABC. Para esto, se ha tomado como caso de estudio los servicios de la Coordinación de Redes de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación de una universidad pública en el Ecuador.

2. TDABC en el sector de servicios

Existen varios estudios que reportan el uso de TDABC en el sector de servicios. Por ejemplo, Szychta (2010) realizó un análisis de ABC y TDABC aplicado en el departamento de servicio al cliente de una compañía y concluyó que TDABC es más adecuado para su aplicación en esta industria, por cuanto utiliza el tiempo como la medida principal de la capacidad operativa de los procesos y la duración de las actividades en una empresa.

En la literatura se reportan, además, estudios sobre la aplicación de TDABC en otros sectores de servicios como bibliotecas, hoteles y el área de salud. Por ejemplo, Stouthuysen et al. (2010) aplican TDABC al proceso de adquisición de libros. En este caso, los autores demuestran como TDABC permite analizar claramente las actividades y el tiempo que demandan, así como ajustarse a los cambios del entorno. Siguenza-Guzman et al. (2014) utilizaron TDABC para obtener el costo de los procesos de catalogación de una biblioteca. En este trabajo, los autores concluyen que este sistema de costeo es beneficioso para determinar las actividades que demandan más tiempo y costo. Además, Hajiha y Alishah (2011) utilizaron TDABC para incrementar la productividad y mejorar los procesos de servicios en hoteles.

En el sector de la salud, existen varios estudios que se han realizado con el método TDABC para determinar los costos de atención a los pacientes en diferentes áreas de hospitales y clínicas. De acuerdo con Jalalabadi et al. (2018), quienes analizaron TDABC en el área de la salud, este método permite descubrir ineficiencias y establecer una estructura de costos. Koehler et al. (2019) providers must thoroughly understand cost drivers. Time-driven activity-based costing (TDABC) lograron definir el costo detallado del ciclo de atención de un paciente en un centro médico académico. Ippolito et al. (2016) aplicaron TDABC para establecer sistemas de tarifa de servicios, recogiendo las complejidades como tarifas diferenciadas y la facilidad de actualizarlo. Öker y Özyapici (2013) implementaron este método para la administración de costos y fijación de precios en el área de cirugía general en un Hospital. Demeere, Stouthuysen y Roodhooft (2009), quienes analizaron departamentos de consulta médica externa, determinaron que TDABC brinda información para realizar mejoras operativas, analizar la rentabilidad y decidir sobre futuras inversiones.

En el caso de servicios tecnológicos, por ejemplo, Tse (2014) indica que TDABC es beneficioso en organizaciones de comercio electrónico, ya que los métodos tradicionales de costeo no se ajustan a la naturaleza de los costos de tecnologías de la información. Por otro lado, Adeoti y Valverde (2013) efectuaron un caso de estudio en una organización que provee servicios de tecnologías de la información (TI) en el cual analizaron los servicios de conectividad de internet, host y soporte. Los autores afirman que TDABC ha sido aplicado más al entorno de fábrica y a la elaboración de productos que al sector de servicios donde no se produce ningún resultado tangible. Esto debido a que, en los métodos contables tradicionales, el costo de las actividades que contribuyen a proporcionar un servicio se suele considerar como gastos generales. Otro caso de estudio fue realizado por Rodrigues (2014) en un Departamento de Servicios Técnicos para generar plantillas para calcular costos de los servicios de TI, para lo cual estudiaron los procesos de gestión de incidentes y menciona que TDABC demostró ser un método ágil para los departamentos de TI y señala que existe una distancia entre la investigación y la aplicación práctica en organizaciones reales.

3. Materiales y métodos

El presente estudio fue diseñado para desarrollar un modelo de costos basado en TDABC para servicios tecnológicos en IES. Para esto, la investigación presenta un enfoque inductivo a través de un estudio de caso, de corte transversal simple. Utilizando la observación como principal herramienta de recolección de datos.

El caso de estudio se lo realiza en la Coordinación de Redes y Comunicación de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación, DTIC, de una universidad pública ecuatoriana. Actualmente, esta Coordinación no conoce directamente los costos de sus servicios tecnológicos; esto podría deberse a que, a pesar de su importancia para el funcionamiento de la institución, existe una ausencia de revelación de información referente al costo por actividades. Sin embargo, al ser un rubro importante para la provisión de educación, se requiere un costo real de estos servicios. Según lo que establece la Normativa de Contabilidad Gubernamental del Ecuador (Ministerio de Finanzas, 2016) publicada en el Acuerdo 067, las entidades del sector público deben generar información de costos que permitan mejorar la gestión. Donde, los métodos contemplados para la asignación de costos son: por absorción, directo o variable, por actividad y total.

Los servicios analizados dentro del caso de estudio fueron tres: Internet, telefonía y servidor virtual. El servicio de internet brinda a los estudiantes, docentes y personal administrativo el acceso a la red de internet. El servicio de telefonía permite la conexión mediante telefonía IP interna y externa. Y, el servicio de servidor virtual genera particiones independientes del servidor con el fin de tener servidores dedicados para diferentes usos. Para la provisión de estos servicios, en el levantamiento de procesos, se obtuvieron a su vez, cuatro microservicios: gestión de equipos, autenticación, DNS, seguridad y conectividad. El microservicio de gestión de equipos es un insumo para los demás microservicios y para los servicios de telefonía y servidor virtual. Cada microservicio se compone de actividades que corresponden a la configuración inicial, operación e intervención (Ribadeneira et al., 2019).

Para la aplicación del costeo TDABC, se consideraron los seis pasos propuestos por Everaert et al. (2008, p.175) que fueron mencionados en la Sección 1. Por lo tanto, como

primer paso, se determinaron los recursos utilizados en el área de Redes y Comunicación de la DTIC, basados en los procesos que se realizan para la provisión de servicios, como son: la mano de obra directa e indirecta y los costos indirectos, dentro de los cuales se encuentran la depreciación y amortización de los equipos, mantenimiento y soporte, servicios externos, servicios básicos, entre otros.

En el paso dos, basándose en los estados financieros, información financiera de la institución y mediciones realizadas, se obtuvieron los costos totales de los recursos como se puede ver en la Tabla 1, distribuyéndolos de acuerdo con el tiempo o a su uso anual en cada microservicio y servicio. Tal como mencionan Sigcha, Morocho y Siguenza-Guzman (2019), los costos deben ser considerados por el mismo periodo de tiempo. Dentro de los costos indirectos para la prestación de los servicios, se han considerado los costos de depreciación de los bienes, licencias, servicios externos, mantenimiento, energía eléctrica, agua potable, servicios de seguridad, y el servicio de aseo relacionado con los servicios. Para la distribución de los costos correspondientes a los servicios, en el caso de los valores que se podían determinar directamente al servicio o microservicio se asigna el valor total, mientras que los demás rubros se distribuyen de acuerdo con el tiempo de cada microservicio y servicio.

CIF	Valor anual (USD)
Energía Eléctrica	24.491,52
Agua Potable	331,47
Servicios de seguridad y vigilancia	681,14
Servicio de aseo	439,46
Conectividad (proveedor externo)	170.310,67
Enlaces fibra óptica	29.414,21
Firewall	73.216,71
Conectividad entre campus	26.262,72
Mantenimiento y soporte	124.864,82
Depreciación / Amortización bienes	137.763,60
Telefonía	21.812,72
Almacenamiento	17.640,69
APs y otros de seguridad, conectividad	86.993,04

Tabla 1 – Costos anuales de los recursos utilizados en los servicios

Para el paso tres, es necesario obtener la capacidad práctica de los recursos. La capacidad práctica, de acuerdo con Kaplan y Anderson (2007), se estima en base al 80% de la capacidad teórica para el caso de personas, donde se asume el tiempo de reuniones, entrada y salida, y descansos. Este enfoque ha sido utilizado en varias aplicaciones de TDABC, según lo reportan Everaert et al. (2008), Ganorkar, Lakhe, & Agrawal (2018) y Siguenza-Guzman et al. (2014). Para el caso de estudio, se ha considerado el mismo enfoque donde se incluye también las vacaciones del personal, es decir, para obtener la capacidad práctica se tomó en cuenta el 80% del tiempo de cinco personas de la Coordinación de Redes y Comunicación, cuyo resultado fue de 499.200 minutos

en un año. Cabe recalcar que no todo el personal se dedica a los servicios analizados exclusivamente, siendo utilizados en estos servicios de acuerdo con el levantamiento 323.533 minutos. El costo por minuto de la mano de obra directa se puede ver en la Tabla 2 y 3, se obtuvo de los salarios del personal considerando el tiempo de cada microservicio y servicio y la capacidad práctica de cada persona. Además, se estimó una proporción de costo de mano de obra indirecta únicamente con lo relativo a la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación, que representa USD 0,054 por minuto y con la Coordinación de Redes y Comunicación que es de USD 0,10 por minuto.

MOD	Costo anual (USD)	M-DNS	M- Autenticación	M- Seguridad	M- Conectividad	S-Servidor Virtual	S- Telefonía
Analista de infraestructura tecnológica	21.704,38			2.056,58	11.963,91	784,98	6.898,87
Especialista de infraestructura tecnológica	26.958,48	3.101,93	6.234,64				
Analista de infraestructura tecnológica	21.704,38					13.360,82	
Especialista de tecnologías de la información	26.958,48			13.596,56			
Analista de infraestructura tecnológica	21.704,38	2.056,58	2.056,58		7.670,81	1.271,60	3.749,17

Tabla 2 – Distribución de costo anual por microservicio y servicio de la mano de obra directa

MOD	Capacidad práctica (min)	Tiempo utilizado (min)	M-DNS (min)	M- Autenticación (min)	M- Seguridad (min)	M- Conectividad (min)	S- S. Virtual (min)	S- Telefonía (min)
Analista de infraestructura tecnológica	99.840	99.840			9.460	55.034	3.611	31.735
Especialista de infraestructura tecnológica	99.840	34.578	11.488	23.090				
Analista de infraestructura tecnológica	99.840	61.460					61.460	
Especialista de tecnologías de la información	99.840	50.355			50.355			
Analista de infraestructura tecnológica	99.840	77.302	9.460	9.460		35.286	5.849	17.246
Tiempo total	499.200	323.533	20.948	32.550	59.815	90.320	70.920	48.981

Tabla 3 – Distribución de tiempo según capacidad práctica por microservicio y servicio de la mano de obra directa

En el paso cuatro se procede a calcular el costo unitario por minuto de cada microservicio y servicio según la Tabla 4, considerando la información obtenida en los pasos previos y el tiempo de cada evento, que se puede ejemplificar con la Ecuación 1.

$$\text{Costo unitario por minuto} = \frac{MOD}{Tiempo} + \frac{MOI}{Tiempo} + \frac{CIF}{Tiempo}$$

(1)

	M- DNS	M- Autenticación	M- Seguridad	M- Conectividad	S- Servidor Virtual	S- Telefonía
MOD	0,25	0,25	0,26	0,22	0,22	0,22
MOI	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
CIF	1,67	1,63	3,75	2,08	1,63	2,02
Costo unitario(min)	2,07	2,04	4,16	2,45	2,00	2,39

Tabla 4 – Costo unitario por minuto de los microservicios y servicios

Para obtener el tiempo para cada evento, de acuerdo con el paso cinco, se utilizan los procesos determinados en el estudio presentado por Ribadeneira et al. (2019), en el cual para la toma de tiempos se aplicó el método PERT (por sus siglas en inglés, Program Evaluation and Review Technique). El método PERT consiste en tomar los tiempos optimista, probable y pesimista de cada evento y obtener un promedio considerando en mayor proporción el tiempo más probable; en este caso, mediante entrevistas. Con esta información se generan las ecuaciones de tiempo de cada microservicio y servicio (i.e., gestión de equipos, autenticación, DNS, seguridad, conectividad, y de los servicios de servidor virtual y telefonía). Para el presente caso de estudio, la fórmula para el tiempo del servicio podría expresarse tal como aparece en la Ecuación 2.

$$Tiempo\ del\ servicio = (\beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 \dots + \beta_ix_i)$$

(2)

Donde β es el tiempo de la actividad,
y x es la frecuencia de ocurrencia de la actividad

En la Tabla 5 se muestra las ecuaciones de tiempo del microservicio de gestión de equipos; mientras que en el Anexo 1 Tablas 1-6 se presentan las ecuaciones de tiempo de los microservicios de DNS, autenticación, seguridad, conectividad, servidor virtual y telefonía respectivamente.

Proceso / Actividad	Ecuaciones de tiempo
<u>Configuración Inicial</u>	
1. Montaje	Montar en el rack y adecuación de conexiones + Atornillar las placas de soporte del equipo al rack + Conexiones eléctricas y energizado de equipos + Montar cable de enlace de red + Conectar equipos
2. Validación y pruebas (checklist)	Verificación física + Verificación lógica + Pruebas de funcionamiento
<u>Operación</u>	
1. Gestión de requerimientos	Análisis de requerimientos + Solución del requerimiento + Validación

2. Monitoreo y revisión	Revisión de tráfico de red* + Verificación del estado de funcionamiento de fuentes de poder switch CORE + Verificar el funcionamiento de los switch* + Revisión de cables con el TEST
<u>Intervención</u>	
1. Preventiva: Mantenimiento	Planificación* + Limpieza de ventiladores** + Ordenar el cableado ** + Observación y monitoreo de los equipos + Validación y Pruebas + Cierre de Intervención*
2. Correctiva: Identificación y solución de quejas o fallas	Indagaciones preliminares + Verificación de que el equipo está encendido, tenga conectividad + Solución al incidente + Validación y pruebas + se pide soporte al fabricante en caso de que exista contrato de soporte {Si no se soluciona*} + Cierre de la intervención correctiva

Tabla 5 – Actividades y ecuaciones de tiempo del microservicio de gestión de equipos

A su vez, cada servicio se puede representar con una fórmula base, con la que, para realizar el cálculo de los minutos al año que se requieren para cada servicio, se puede modificar la frecuencia anual según cada actividad. En este caso, se consideró los tiempos y frecuencias levantados para este efecto. De acuerdo con los procesos para la provisión de los servicios tecnológicos analizados, en la Ecuación 3 se puede observar que el servicio de Internet está compuesto por dos tercios de las actividades de gestión de equipos más las actividades de los microservicios de autenticación, DNS, seguridad y conectividad. Asimismo, el servicio de Servidor Virtual que se muestra en la Ecuación 4 es igual a la sexta parte de las actividades de gestión de equipos más las actividades de configuración, operación e intervención de servidor virtual. El servicio de telefonía representado en la Ecuación 5 contiene la sexta parte de las actividades de gestión de equipos más las actividades de configuración inicial, operación e intervención de telefonía. En el Anexo 2 Tablas 1-3 se puede observar las actividades y los tiempos mencionados.

$$\begin{aligned}
 \text{Servicios de Internet (min)} = & \\
 & (20x_1 + 15x_2 + 10x_3 + 10x_4 + 10x_5 + 10,83x_6 + 10,83x_7 + 15x_8 + 8x_9 + 30x_{10} + \\
 & \frac{2}{3} + 10x_{12} + 10x_{13} + 10x_{14} + 25x_{15} + 100,83x_{16} + 5x_{17} + 30x_{18} + 120x_{19} + 25x_{20} + \\
 & 120x_{21} + 20x_{22} + 10x_{23} + 40x_{24} + 20x_{25} + 5x_{26} \{ \text{Si no se soluciona} * \} + 120: \\
 & 62,5x_{28} + 33,33x_{29} + 10,83x_{30} + 10,83x_{31} + 15x_{32} + 10x_{33} + 10x_{34} + 10x_{35} + \\
 & 15x_{36} + 15x_{37} + 10x_{38} + 105,83x_{39} + 10x_{40} + 63x_{41} + 20x_{42} + 120x_{43} + 25x_{44} + \\
 & 45x_{45} + 120x_{46} + 105,83x_{47} + 10x_{48} + 20x_{49} + 20x_{50} + 20x_{51} + 120x_{52} + 25x_{53} + \\
 & 45x_{54} + 120x_{55} + 15x_{56} + 20x_{57} + 45x_{58} + 10x_{59} + 10x_{60} \{ \text{Si no se soluciona} \} + \\
 & 120x_{61} + 90x_{62} + 30,83x_{63} + 10,83x_{64} + 10,83x_{65} + 15x_{66} + 8x_{67} + 60x_{68} + 60x_{69} + \\
 & 20x_{70} + 20x_{71} + 20x_{72} + 20x_{73} + 20x_{74} + 105,83x_{75} + 10x_{76} + 59,17x_{77} + 20x_{78} + \\
 & 120x_{79} + 25x_{80} + 45x_{81} + 120x_{82} + 100,83x_{83} + 10x_{84} + 20x_{85} + 20x_{86} + 20x_{87} + \\
 & 120x_{88} + 25x_{89} + 45x_{90} + 120x_{91} + 15x_{92} + 70x_{93} + 45x_{94} + 20x_{95} + \\
 & 10x_{96} \{ \text{Si no se soluciona} \} + 120x_{97} + 330x_{98} + 120x_{99} + 360x_{100} + 60x_{101} + \\
 & 10,83x_{102} + 10,83x_{103} + 15x_{104} + 7,67x_{105} + 60x_{106} + 60x_{107} + 30x_{108} + 30x_{109} + \\
 & 15x_{110} + 20x_{111} + 20x_{112} + 100,83x_{113} + 6x_{114} + 20x_{115} + 20x_{116} + 20x_{117} + \\
 & 120x_{118} + 25x_{119} + 45x_{120} + 120x_{121} + 100,83x_{122} + 6x_{123} + 59,17x_{124} + 20x_{125} + \\
 & 120x_{126} + 25x_{127} + 45x_{128} + 120x_{129} + 20x_{130} + 20x_{131} + 20x_{132} + 45x_{133} + \\
 & 20x_{134} + 5x_{135} \{ \text{Si no se soluciona} \} + 120x_{136} + 15x_{137} + 30x_{138} + 20x_{139} + \\
 & 10,83x_{140} + 10,83x_{141} + 15x_{142} + 7,67x_{143} + 10x_{144} + 10x_{145} + 15x_{146} + \\
 & 10x_{147} + 10x_{148} + 100,83x_{149} + 59,17x_{150} + 120x_{151} + 25x_{152} + 120x_{153} + \\
 & 100,83x_{154} + 2400x_{155} + 120x_{156} + 25x_{157} + 120x_{158} + 62,5x_{159} + 20x_{160} + \\
 & 20x_{161} + 45x_{162} + 60x_{163} + 5x_{164} \{ \text{Si no se soluciona} \} + 120x_{165}
 \end{aligned} \tag{3}$$

Servicio de Servidor Virtual (min) =

$$\begin{aligned} & 20x_{11} + 15x_{12} + 10x_{13} + 10x_{14} + 10x_{15} + 10,83x_{16} + 10,83x_{17} + 15x_{18} + 8x_{19} + 30x_{10} + 15x_{11} \\ & + 10x_{12} + 10x_{13} + 10x_{14} + 25x_{15} + 100,83x_{16} + 5x_{17} + 30x_{18} + 120x_{19} + 25x_{20} + \\ & \frac{120x_{21} + 20x_{22} + 10x_{23} + 40x_{24} + 20x_{25} + 5x_{26} \{ \text{Si no se soluciona} \} + 120x_{27}}{6} + 30x_{28} + 50x_{29} + \\ & 20x_{30} + 10,83x_{31} + 10,83x_{32} + 15x_{33} + 7,67x_{34} + 15x_{35} + 15x_{36} + 15x_{37} + 15x_{38} + \\ & 15x_{39} + 10,83x_{40} + 20x_{41} + 100,83x_{42} + 20x_{43} + 20x_{44} + 30x_{45} + 30x_{46} + 20x_{47} + \\ & 20x_{48} + 20x_{49} + 120x_{50} + 45x_{51} + 120x_{52} + 100,83x_{53} + 20x_{54} + 20x_{55} + \\ & 59,17x_{56} + 20x_{57} + 20x_{58} + 120x_{59} + 45x_{60} + 120x_{61} + 20x_{62} + 30x_{63} + \\ & 30x_{64} \{ \text{si no hay espacio o por falta de uso} \} + 20x_{65} + 5x_{66} \{ \text{si no se soluciona} \} + \\ & 120x_{67} \end{aligned} \quad (4)$$

Servicio de Telefonía (min) =

$$\begin{aligned} & 20x_{11} + 15x_{12} + 10x_{13} + 10x_{14} + 10x_{15} + 10,83x_{16} + 10,83x_{17} + 15x_{18} + 8x_{19} + 30x_{10} + 15x_{11} \\ & + 10x_{12} + 10x_{13} + 10x_{14} + 25x_{15} + 100,83x_{16} + 5x_{17} + 30x_{18} + 120x_{19} + 25x_{20} + \\ & \frac{120x_{21} + 20x_{22} + 10x_{23} + 40x_{24} + 20x_{25} + 5x_{26} \{ \text{Si no se soluciona} \} + 120x_{27}}{6} + 15x_{28} + 17,83x_{29} + \\ & 20x_{30} + 20x_{31} + 10,83x_{32} + 15x_{33} + 15x_{34} + 4,83x_{35} + 4,83x_{36} + 4,83x_{37} + 20x_{38} + \\ & 7,67x_{39} + 10x_{40} + 10x_{41} + 100,83x_{42} + 6x_{43} + 30,83x_{44} + 20x_{45} + 120x_{46} + \\ & 24x_{47} + 45x_{48} + 120x_{49} + 100,83x_{50} + 6x_{51} + 59,17x_{52} + 20x_{53} + 120x_{54} + 25x_{55} + \\ & 45x_{56} + 120x_{57} + 20x_{58} + 10x_{59} + 10x_{60} + 10x_{61} + 20,83x_{62} + \\ & 5x_{63} \{ \text{Si no se soluciona} \} + 120x_{64} \end{aligned} \quad (5)$$

En el paso seis se calcula el costo total de cada servicio, como se puede observar en la Ecuación 6. Esto se lo consigue multiplicando el costo unitario por minuto, por el tiempo de cada evento que implica la prestación del servicio.

$$\text{Costo total del Servicio} = \text{Costo por minuto} * \text{Tiempo del servicio} \quad (6)$$

4. Resultados y Discusión

Con el desarrollo de los pasos presentados en la sección anterior, se obtuvieron los costos por minuto de cada uno de los microservicios que permiten la generación de los servicios de la Coordinación de Redes y Comunicación de la DTIC como se muestra en la Tabla 6. Se puede observar que el microservicio que mayor costo representa es el de Seguridad, mientras que el menor costo es el de Autenticación. Los costos unitarios varían ligeramente entre los demás microservicios y servicios como se refleja en la Figura 1.

Microservicio (M) / Servicio (S)	Costo por minuto (USD)
M-DNS	2,07
M-Autenticación	2,04
M-Seguridad	4,16
M-Conectividad	2,45
S-Servidor Virtual	2,00
S-Telefonía	2,39

Tabla 6 – Costo por minuto en dólares de los microservicios y servicios tecnológicos

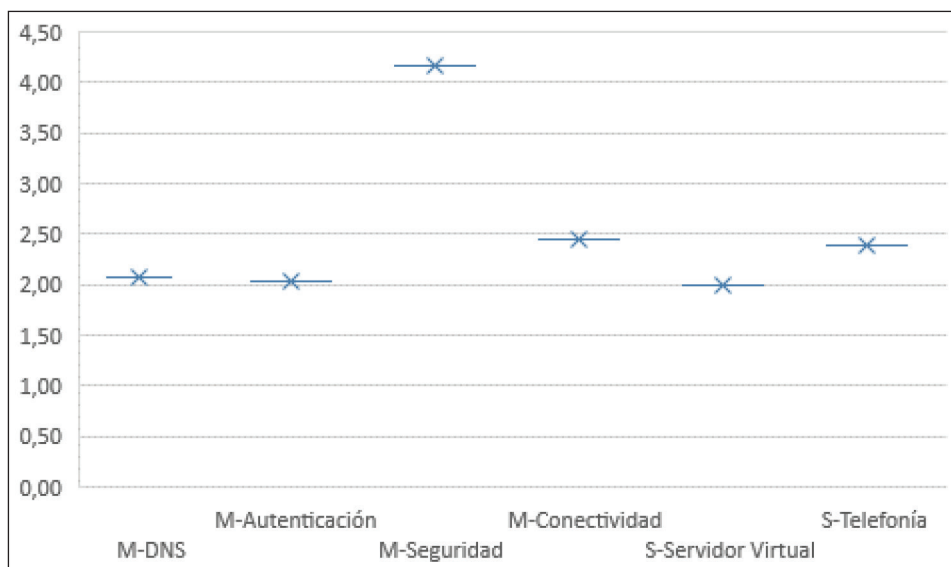


Figura 1 – Costo por minuto de los microservicios y servicios

Al multiplicar el costo por minuto, por el tiempo total de cada servicio se obtuvieron los costos anuales de los servicios, como se puede observar en la Tabla 7.

Microservicios / Servicios	Tiempo (minutos)	Costo Total (USD)
Microservicio de DNS	20.948	43.349,54
Microservicio de Autenticación	32.550	66.272,23
Microservicio de Seguridad	59.815	248.891,15
Microservicio de Conectividad	90.320	221.068,14
Servicio de Internet	203.633	579581,06
Servicio de Servidor Virtual	70.920	169638,75
Servicio de Telefonía	48.981	98025,59

Tabla 7 – Costo anual de los microservicios y servicios tecnológicos en dólares

Al comparar el uso del tiempo, se puede notar en la Tabla 7, que el microservicio de conectividad es el que mayor tiempo consume, y por lo tanto el servicio de internet también lo es; mientras que, el servicio de telefonía es el que menor tiempo requiere como se muestra en la Figura 2. Sin embargo, el costo por usuario del servicio de internet es el menor, seguido por el de telefonía y el de servidor virtual. Considerando

la información obtenida de la institución sobre el número de usuarios de los servicios tecnológicos, se tiene que, el costo anual del servicio de internet, teniendo 17 mil usuarios (entre estudiantes y personal) es de USD 33,96 por usuario. Por otro lado, el costo anual por servidor virtual considerando 130 servidores es de USD 1.304,91; y, el costo anual del servicio de telefonía es de USD 113,06 por línea, en base a un total de 867 líneas.

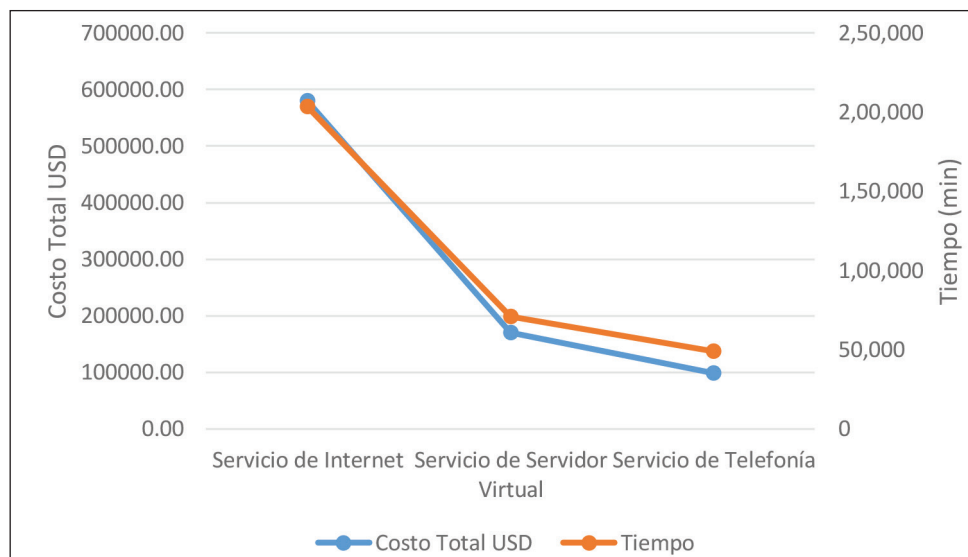


Figura 2 – Relación del costo total de los servicios con el tiempo empleado

Esta información sirve como herramienta para una gestión financiera de los servicios tecnológicos. Esta gestión financiera es de vital importancia debido a que permite una toma de decisiones basada en información real de la institución. De acuerdo con Van Bon, Pieper y Kolthof (2008), la gestión financiera de servicios de TI permite la identificación, localización, pronóstico y monitorización de los costos. Según Husted et al. (2018), el método TDABC es confiable y transparente para permitir la comparación y la optimización estratégica de los procesos.

Al analizar los costos de los servicios de internet, de telefonía y de servidor virtual de la institución, se observa la carga financiera que genera cada usuario. Esto permite conocer cuál sería el valor que debería considerarse en caso de ofertarse externamente los servicios, o el valor que se debería cubrir en las IES cuando se generan los servicios en programas u ofertas autofinanciadas. Además, permitiría tomar decisiones fundamentadas en números, mejorar los procesos con relación a tiempos, frecuencias y costos. Lo que a su vez generaría un uso de recursos eficiente y mejores servicios. La determinación de costos usando el modelo TDABC presenta mayor facilidad al considerar el tiempo como único parámetro para la asignación de los costos de cada servicio. Desafortunadamente, hasta nuestro conocimiento, no existen otros estudios publicados de otras IES para contrastar estos costos.

Una de las limitaciones de este estudio es que los costos indirectos relativos a los procesos administrativos, financieros y de personal no fueron considerados. Esto debido a que no son costos relevantes en los servicios de TI; además de no poder estimarse adecuadamente por no ser posible identificar el tiempo exacto que se dedican en relación con los servicios.

5. Conclusiones

El método TDABC permite calcular los costos de los servicios según el tiempo de los procesos, lo que facilita la determinación de costos de servicios tecnológicos; en este caso, de acuerdo con la frecuencia anual que estos se generan. Si los tiempos o las frecuencias de los procesos se modifican, las ecuaciones de tiempo permitirán calcular fácilmente los nuevos costos. A diferencia de otros métodos de costeo, TDABC facilita la asignación de costos a los servicios mediante el tiempo como inductor de costo. Al aplicar el método TDABC en el caso de estudio se pueden mejorar aspectos como la asignación de personal en base a las frecuencias de los procesos, conocer el costo de cada microservicio y servicio para una mejor toma de decisiones. El caso de estudio se realizó en una universidad pública ecuatoriana, donde se obtuvieron los costos de los microservicios de gestión de equipos, autenticación, DNS, seguridad y conectividad, y de los servicios de Internet, telefonía y servidor virtual, para lo cual se distribuyó el costo de los recursos según el tiempo utilizado en la prestación de los servicios, considerando la capacidad práctica del personal.

Para futuras investigaciones se debería contrastar con otros métodos de costeo, realizar el análisis en otras IES y en otras instituciones. Para ello, se podría considerar dentro del cálculo de los costos indirectos, las políticas de registro, clasificación, depreciación o amortización de los bienes, los conductores de costo y la forma de asignación de costos.

Referencias

- Adeoti, A. A., & Valverde, R. (2013). Time-Driven Activity Based Costing for the Improvement of IT Service Operations. *International Journal of Business and Management*, 9(1). <https://doi.org/10.5539/ijbm.v9n1p109>
- Cooper, R., & Kaplan, R. S. (1991). Profit Priorities from Activity-Based Costing. *Harvard Business Review*, 130–135.
- Demeere, N., Stouthuysen, K., & Roodhooft, F. (2009). Time-driven activity-based costing in an outpatient clinic environment: Development, relevance and managerial impact. *Health Policy*, 92(2–3), 296–304. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2009.05.003>
- Everaert, P., Bruggeman, W., Sarens, G., Anderson, S. R., & Levant, Y. (2008). Cost modeling in logistics using time-driven ABC: Experiences from a wholesaler. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(3), 172–191. <https://doi.org/10.1108/09600030810866977>

- Ganorkar, A. B., Lakhe, R. R., & Agrawal, K. N. (2018). Implementation of TDABC in SME: A Case Study. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 29(2), 87–113. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22327>
- Horn gren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2012). *Cost accounting: A managerial emphasis* (14th ed). Upper Saddle River, N.J: Pearson/Prentice Hall.
- Husted, H., Kristensen, B. B., Andreasen, S. E., Skovgaard Nielsen, C., Troelsen, A., & Gromov, K. (2018). Time-driven activity-based cost of outpatient total hip and knee arthroplasty in different set-ups. *Acta Orthopaedica*, 1–7. <https://doi.org/10.1080/17453674.2018.1496309>
- Ippolito, A., Boni, S., Cinque, E., Greco, A., & Salis, S. (2016). Using Time-Driven Activity-Based Costing to Establish a Tariff System for Home Health Care Services: *Journal of Healthcare Management*, 61(6), 436–447. <https://doi.org/10.1097/00115514-201611000-00009>
- Jalalabadi, F., Milewicz, A. L., Shah, S. R., Hollier, L. H., & Reece, E. M. (2018). Activity-Based Costing. *Seminars in Plastic Surgery*, 32(04), 182–186. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1673336>
- Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2007). *Time-driven activity-based costing: A simpler and more powerful path to higher profits*. Harvard Business School Press.
- Koehler, D. M., Balakrishnan, R., Lawler, E. A., & Shah, A. S. (2019). Endoscopic Versus Open Carpal Tunnel Release: A Detailed Analysis Using Time-Driven Activity-Based Costing at an Academic Medical Center. *The Journal of Hand Surgery*, 44(1), 62.e1-62.e9. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2018.04.023>
- Ministerio de Finanzas. (2016). *Normativa de Contabilidad Gubernamental*. Registro Oficial 755.
- Öker, F., & Özyapici, H. (2013). A New Costing Model in Hospital Management: Time-Driven Activity-Based Costing System. *The Health Care Manager*, 32(1), 23–36. <https://doi.org/10.1097/HCM.0b013e31827ed898>
- Ribadeneira, C., Tuapante, L., Siguenza-Guzman, L., Ayabaca, F., Tello, A., & Vanegas, P. (2019). A process collection methodology towards TDABC costing optimization of IT services: A case study in an Ecuadorian university. *RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información)*, (E20), 541–552.
- Rodrigues de Andrade, J. E. (2014). *Templates for Calculating IT Services Costs*.
- Rodrigues de Andrade, J. E. (2014). *Templates for Calculating IT Services Costs* (Master thesis of Science in Information Systems and Computer Engineering). Técnico Lisboa, Lisboa.
- Sigcha, E., Morocho, V., & Siguenza-Guzman, L. (2019). Towards the Implementation of a Software Platform Based on BPMN and TDABC for Strategic Management. En *Technology Trends. CITT 2018. Communications in Computer and Information Science* (Vol. 895, pp. 1–15). https://doi.org/10.1007/978-3-030-05532-5_19

- Siguenza-Guzman, L., Van den Abbeele, A., Vandewalle, J., Verhaaren, H., & Cattrysse, D. (2013). Recent evolutions in costing systems: A literature review of Time-Driven Activity-Based Costing. *ReBEL - Review of Business and Economic Literature*, 58(1), 34–64.
- Siguenza-Guzman, L., Van den Abbeele, A., & Cattrysse, D. (2014). Time-Driven Activity-Based Costing Systems for Cataloguing Processes: A Case Study. *Liber Quarterly*, 23(3), 27.
- Szychta, A. (2010). Time-Driven Activity-Based Costing in Service Industries. *Social Sciences*, 13.
- Tse, M. S. (2014). Managing ICT costs in e-commerce organizations with the time-driven activity-based costing model: A note. *Academy of Taiwan business management review*, 10(3), 147–155.
- Van Bon, J., Pieper, M., & Kolthof, A. (2008). *Fundamentos de gestión de servicios TI basado en ITIL* (Segunda edición). S.I.: itSMF Internacional.

Anexo 1: Ecuaciones de tiempo

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1KYY2xKoOUo6bQT8rcZkjK1rRjyrALgvtaKGeXIfKA1k/edit?usp=sharing>

Anexo 2: Actividades y tiempos

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1L4HaznSuvFyLLPzikUcg9d5Pgiccd7NM7P3rmAja7uo/edit?usp=sharing>