

Diseño de procesos de estrategia de servicios de TIC: El método DHARMA-PET

Ma. José Torres^{1,2}, Juan Pablo Carvalho³

1 Facultad de Ingeniería - Centro de Posgrados, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril s/n y Agustín Cueva, Cuenca, Ecuador, 010150.

2 Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril s/n y Agustín Cueva, Cuenca, Ecuador, 010150.

3 Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática, Universidad del Azuay, Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca, Ecuador, 010150.

Autores para correspondencia: mariajose.torres@ucuenca.edu.ec, jpcarvalho@uazuay.edu.ec

Fecha de recepción: 16 de mayo 2017 - Fecha de aceptación: 24 de agosto 2017

RESUMEN

El caso de estudio que se presenta en este trabajo ilustra el proceso de creación de un *Plan Estratégico de Tecnologías de Información y Comunicación* para una institución de educación superior de Cuenca (Ecuador). El motivo del proyecto surge de la necesidad de incorporar la tecnología para dotarla de agilidad y crear una ventaja competitiva en su nicho de mercado. Luego de un diagnóstico inicial, que se realiza con el fin de identificar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del área de *TIC* de la institución, se continúa con la aplicación sistemática del método *DHARMA* y, complementado con dos fases adicionales, se propone un Plan Estratégico de TIC para la institución.

Palabras clave: Método DHARMA, arquitectura de sistemas, ISTAR, gestión estratégica, BITAM-SOA, planificación estratégica.

ABSTRACT

The case study presented in this paper illustrates the process of creating a *Strategic Plan for Information and Communication Technologies* for a higher education institution in Cuenca (Ecuador), where the motivation of the project is the need to incorporate technology to endow it with agility and create a competitive advantage in its niche market. After an initial diagnosis, which is carried out to identify the strengths, weaknesses, opportunities and threats of the ICT area of the institution, the systematic application of the *DHARMA* method is continued followed by two additional phases. As outcome, a Strategic ICT plan is proposed for the institution.

Keywords: DHARMA method, system architecture, ISTAR, strategic management, BITAM-SOA, strategic plan.

1. INTRODUCCIÓN

En el pasado, la implementación de Tecnologías de Información y Comunicación (*TIC*) en las organizaciones se veía como una serie de acciones puntuales y eventuales que permiten lograr mayor eficiencia en las operaciones de la cadena de valor; siendo vista el área de *TIC* como un punto de control y monitoreo. Sin embargo, debido a que la innovación tecnológica brinda mayores capacidades de conectividad, integración y rendimiento, junto a la necesidad de integrar una cultura organizacional proactiva, es notoria la necesidad de que esta área se convierta en un actor estratégico de tal manera que se puedan sobrellevar cambios y retos institucionales de la mejor forma. El problema que se presenta a la hora de definir el Plan Estratégico de Tecnologías de Información y Comunicación (*PET*) de una

institución, reside en ¿cómo alinear la estrategia de TIC con la estrategia de negocio? y hacer que esta estrategia se base en los recursos y capacidades que existentes para generar ventaja competitiva a través de la optimización tecnológica e innovación.

En este trabajo, se presenta el proceso de creación de un *PET* para una institución de educación superior de Cuenca – Ecuador. El motivante de este proyecto fue la necesidad de incorporar las *TIC* en la organización para dotarla de agilidad y crear una ventaja competitiva en su nicho de mercado. En un análisis preliminar, se observan los problemas descritos a continuación en la prestación de servicios de *TIC*. En primer lugar, si bien se ofertan servicios de *TIC* a la comunidad universitaria, no se han definido procedimientos que conducen a una prestación de servicio eficiente, y existen al menos seis grupos de servicios de *TIC* gestionados que presentan carencia de regulación y control de calidad. Por otro lado, los sistemas de información (académico, de gestión, ofimático, como los principales) implementados en la *IES* bajo estudio, orientados al soporte de tareas administrativas-financieras, están basados en plataformas tecnológicas obsoletas o cuya administración no fue correctamente transferida a las nuevas generaciones de empleados, lo que ha generado *silos tecnológicos* y problemas de interoperabilidad entre las ellas. Adicionalmente, se ha encontrado la falta de estándares de desarrollo y control de calidad de los productos de software que son desarrollados casa adentro. Otro aspecto por considerar es la falta de herramientas que soporten las necesidades emergentes de los académicos, lo que ocasiona que estén en desventaja frente a otros cuyas instituciones les ofrecen un portafolio más amplio de servicios de *TIC* orientados a la academia.

Para el diseño del *PET*, requerido para la mejora en la prestación de servicios de *TIC* en esta institución, se utilizó el método DHARMA-PET, que adicionalmente a las cuatro fases del método DHARMA clásico, incorpora dos fases para la gestión de proyectos y la gestión de servicios resultantes del análisis. Como resultado, se propone un portafolio de proyectos tecnológicos, que junto a los artefactos generados durante el proceso de intervención, constituirán el *PET* de la institución.

2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS REALIZADOS

Desde la década de los años noventa, se han presentado aportes de diversa índole sobre la mejor forma de alinear el negocio con la tecnología, es así que se pueden encontrar sinnúmero de propuestas metodológicas para alinear las *TIC* con el negocio. De acuerdo al enfoque de análisis, estas pueden ser agrupadas en dos grupos: 1. Aquellas que descienden de la declaración estratégica institucional, hasta conseguir objetivos estratégicos–tecnológicos a donde los proyectos de *TIC* deben apuntar; y, 2. Aquellas cuyo análisis parten de la identificación de recursos propios, hasta llegar a la propuesta de proyectos orientados a la innovación basada en estos recursos.

Sobre esta temática, Kahre, Hoffmann & Ahlemann (2017) realiza una revisión sistemática de la literatura relacionada a este tema, para encontrar un punto de divergencia de estos modelos y proponer así oportunidades de investigación y aplicación futura. El estudio parte de la visión actual que se le da a la alineación negocio-*TIC*, donde las estrategias tecnológicas están llamadas a dar forma al negocio y ya no dar soporte solamente, como habían sido consideradas en el pasado. Este cambio de paradigma permite que el negocio construya nuevas oportunidades, nuevos modelos de negocio e implementen una transformación activa de los procesos y sistemas existentes. Este paradigma conocido como *Digital Bussiness Strategy* representa “una estrategia organizacional que es formulada y ejecutada al aprovechar los recursos y capacidades existentes para crear valor diferencial, desencadenados por la aparición de tecnologías innovadoras y disruptivas.” Entonces, se define una estrategia que defina el emparejamiento que una organización hace entre sus recursos internos y capacidades, y las oportunidades y riesgos creados por su ambiente externo (Grant, 1991). Por esto, el modelamiento de un negocio en términos de lo que es capaz de hacer, ofrece una base más estable, para la ejecución de la estrategia, que un modelo que es construido sobre las presunciones de lo que el negocio espera satisfacer (declaración estratégica institucional).

2.1. *La Base para la ejecución de la estrategia (FFE)*

Ross, Weill & Robertson (2006) afirman que, para la ejecución de la estrategia es necesario construir una base tecnológica sólida, y así guiar a una institución al éxito. Por esto, es necesario embeber las TIC en los procesos institucionales, de tal manera que las operaciones nucleares (usualmente aquellas que son transversales a las unidades de negocio) puedan ser ejecutadas de forma eficiente, confiable, y sin la necesidad de que el personal a su cargo requiera invertir tiempo en establecer un procedimiento personalizado para hacerlo. Esta base para la ejecución resulta de una selección cuidadosa de los procesos y sistemas que deben estandarizarse e integrarse. Además, la organización debe dominar tres disciplinas fundamentales: Modelo Operativo, Arquitectura Empresarial (EA) y el Modelo de Compromiso de TIC; donde el modelo operativo constituye el lazo entre los principios de negocio y la tecnología (Ross *et al.*, 2006) y representa el ideal donde los procesos son automatizados en módulos e interfaces estandarizadas reutilizables, que permiten la experimentación y la difusión de las mejores prácticas a toda la institución a través de una plataforma de innovación.

2.2. *BITAM-SOA Service Engineering Schematic*

Chen (2008) propone que para alcanzar una implementación exitosa de una Arquitectura Orientada a Servicios SOA, se debe combinar métodos para la alineación tecnológica, la arquitectura empresarial y la gestión del rendimiento institucional. En su propuesta *Business - IT Alignment Management with SOA (BITAM-SOA)* (Chen, 2008), un modelo de alineación por construcción, sugiere que el impacto de la adopción de SOA en una institución puede ser medida en tres factores diferentes: comunicación, arquitectura y gobierno; siendo cada una, un factor crítico para la alineación. La alineación por arquitectura está influenciada por su adaptabilidad, detección y prevención de errores en la alineación, el modelo operativo y la integración. Mientras que, la alineación a través del gobierno requiere la formalización de regulación de los servicios de TIC ofrecidos. Por último, la alineación a través de la comunicación enfatiza en la gestión de apoyo, soporte y asesoría sobre los servicios brindados, también en la difusión de la visión tecnológica que llevó a su implementación (Antikainen & Pekkola, 2009). Para esto propone un conjunto de seis procesos para la estrategia de servicios que sirven como camino para liberación de un servicio de TIC.

2.3. *Analytical Hierarchical Process*

El proceso de análisis jerárquico desarrollado en 1980 por Thomas L. Saaty¹, mediante la construcción de un modelo jerárquico permite de manera gráfica organizar la información respecto a un problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar. Básicamente trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los sub problemas en una conclusión. Está fundamentado en: i) la representación del problema mediante la identificación de criterios, subcriterios y alternativas. ii) la priorización de los elementos del modelo jerárquico, iii) comparaciones binarias entre los elementos, iv) evaluación de los elementos mediante la asignación de pesos, v) ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados, vi) síntesis y vii) análisis de sensibilidad.

2.4. *El método DHARMA*

Por su parte, el método DHARMA (*Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors*) (Carvalho & Franch, 2012) permite definir la Arquitectura de Sistemas (AS) utilizando el marco *i** para el modelado. El método DHARMA se sustenta en: i) los modelos de las fuerzas de mercado (Porter, 1980) diseñado para razonar acerca de las potenciales estrategias disponibles para hacerlo rentable y ayudar en el análisis de la influencia de las fuerzas de contexto; y ii) la cadena de valor (Porter, 1980) que engloba las actividades primarias de valor y de soporte. El método DHARMA se estructura en cuatro actividades:

¹ Saaty, T. L. (1980). *The analytical hierarchical Process*. New York: J. Wiley & Sons, Inc.

- *Actividad 1: Modelado del contexto y el ámbito de la organización.* La organización y estrategia son estudiados en detalle, a fin de identificar el rol que juega en relación con su contexto (Abad, Carvallo, Espinoza & Saquicela, 2016).
- *Actividad 2: Modelado del contexto del Sistema Informático (SI).* Esta actividad propone la introducción de un SI en la organización y se analiza el impacto que éste tendría con relación a los elementos del Modelo de Contexto (MC).
- *Actividad 3: Descomposición de los objetivos del SI.* En esta actividad, las dependencias incluidas en el MC del SI son analizadas y descompuestas en una jerarquía de objetivos que son necesarios para satisfacer las dependencias estratégicas establecidas por los actores en su contexto.
- *Actividad 4: Identificación de la arquitectura del SI.* Finalmente, los objetivos incluidos en el modelo de *Razonamiento Estratégico* del SI son analizados y sistemáticamente agrupados en Actores del Sistema que representan dominios atómicos. Los objetivos son asociados en grupos de servicios bien definidos, en base a un análisis de las dependencias estratégicas con el entorno y una exploración del mercado de componentes existentes.

Este artículo se estructura en 5 secciones en adición a la introducción. La sección 2 presenta los antecedentes y trabajos relacionados; la sección 3 el método *DHARMA-PET*; y la sección 4, un caso de estudio; y finalmente, en la sección 5 se presentan las conclusiones y trabajo futuro.

3. PROCESOS DE ESTRATEGIA DE SERVICIOS: DHARMA-PET

En esta sección, se describe la metodología *DHARMA-PET* como una alternativa para la generación de la planificación estratégica de *TIC*, a partir de la identificación de *MC* estandarizados (Carvallo & Franch, 2012), y complementado con la ingeniería de servicios propuesta por Chen (2008). El diseño ha seguido la recomendación de Ross (2004) en *Arquitectura Empresarial como Estrategia*, donde se parte de la definición del modelo operativo, que incluye el acuerdo de estandarización de procesos e integración de datos o información, para la construcción de la *EA*. Con esto en mente, al seguir el método *DHARMA*, es más sencillo ajustar los elementos descubiertos a uno de los modelos *FFE*. Adicionalmente, se complementa el método con el modelo de compromiso de *TIC* y los procesos de ingeniería de servicios de *BITAM-SOA*

El método *DHARMA-PET*, considera que la *Estrategia de Servicio* es un catalizador entre la estrategia institucional y la prestación de servicios de *TIC* de calidad. En este sentido, las instituciones que buscan construir una base fuerte para la ejecución de su estrategia, necesitan conocer a detalle su modelo operativo, esto es: actores, procesos, procedimientos, tareas repetidas, tareas compartidas, responsabilidades, buenas prácticas generadas por la cotidianeidad, flujos de datos o información, flujos de documentos, indicadores, entre otros. Por tanto, es necesario conocer el estado actual para proponer mejoras en la operatividad, e iniciar la evolución hacia una *EA* modular que facilite la prestación de servicios de *TIC*. Un marco adecuado, para la comprensión del éxito empresarial desde esta perspectiva, es la teoría basada recursos *RBV* para la ventaja competitiva (Grant, 1991), que a través del análisis interno permite a la institución plantear una estrategia en base a los recursos y capacidades que posee o controla y que la diferencian del resto de competidores. A la vez, se debe considerar que la estrategia está relacionada con el afinamiento de sus recursos y capacidades a las oportunidades que surgen en su entorno.

Tanto en la propuesta de Ross (2004), como en la de Chen (2008) se presenta un modelo de tres capas para cubrir el alineamiento entre el negocio y los servicios de *TIC* (Tabla 1). Ross (2004) por su parte, dice que, la creación de la base para la ejecución de la estrategia comprende tres modelos: modelo operativo, modelo de arquitectura empresarial y el modelo de acuerdos de TI. Mientras que Chen (2008), en el modelo *BITAM-SOA*, propone tres capas de abstracción del negocio: capa de modelo de negocio, capa de arquitectura de negocio y capa de arquitectura de *TIC*. En la Tabla 1, se presentan la concordancia de las propuestas, donde se observa que artefactos se deberán generar para que la ejecución de la estrategia sea efectiva.

Tabla 1. DHARMA-PTR: Concordancia de la base para la ejecución y BITAM-SOA.

		BITAM-SOA		
		CAPA DE MODELO DE NEGOCIO	CAPA DE ARQUITECTURA DEL NEGOCIO	CAPA DE ARQUITECTURA DE TI
Base para la ejecución	Modelo operativo	Actores (<i>stakeholders - key customers</i>)	Definición de Procesos	
	Arquitectura empresarial	Principios Reglamentación Restricciones	Procesos: flujo de trabajo Sistemas: flujo de datos	Tecnología: hardware, software, middleware, redes, componentes, interfaces, plataformas
	Modelo de compromiso de ti	Gobierno Transversal de TI Gestión de Proyectos formal Mecanismos de vinculación de procesos y toma de decisiones		Estándares TI

DHARMA es un método para el levantamiento de requisitos tecnológicos, que ayuda a construir el modelo operativo de la institución desde el punto de vista de los actores identificados y las relaciones primarias que existen entre ellos. El método propuesto está conformado por seis fases: las primeras cuatro corresponden al método *DHARMA* clásico descrito anteriormente; la quinta fase, *Análisis de la Arquitectura Tecnológica Resultante*, agrupa a los actores del sistema en paquetes de software, hardware o híbridos (hardware con software embebido) para modelar el soporte tecnológico requerido por el modelo operativo de la institución. La sexta fase, *Gestión de Proyectos de TIC*, hace uso tanto del método *AHP* para la priorización de la cartera de proyectos resultante y las recomendaciones de *PMBOK* para su gestión. Además, incorpora los procesos de ingeniería de servicios *BITAM-SOA* para la gestión de servicios de *TIC* derivados al análisis previo. En este sentido, los artefactos mostrados en la Tabla 1, intervienen en la interpretación que los arquitectos empresariales den a las observaciones de la Actividad 2 del modelo *DHARMA*, donde se clasifican las relaciones entre actores o *dependums* y se valoran las oportunidades de mejora. En base a estos descubrimientos, se definirá el grado de integración de los datos y estandarización de los dominios atómicos.

4. CASO DE ESTUDIO

La validez del método propuesto se ha establecido a través de la evaluación de su pertinencia en casos de estudio en organizaciones pequeñas, donde se puso a prueba los procedimientos operativos de cada fase en un ambiente controlado, pero considerando escenarios de aplicación real. Debido a la diversidad de las organizaciones intervenidas, cada caso de estudio experimental favoreció al afinamiento de la metodología a través del aprendizaje por ensayo-error (Abad, Carvallo & Peña, 2015). A continuación, se presenta un caso de estudio real, donde se aplicaron los procesos ya ‘*maduros*’ del método *DHARMA-PET*.

La metodología propuesta fue utilizada para la elaboración del plan estratégico de Tecnologías de Información y Comunicación de una institución de educación superior (*IES*) de la ciudad de Cuenca – Ecuador. Tras la promulgación y entrada en vigencia de la Ley de Educación Superior (*LOES*), que presenta nuevos retos para el mejoramiento de la calidad académica del país, fue necesario reflexionar sobre la importancia de la utilización de *TIC* en la institución, y considerar que estas serían un medio para dotar de agilidad a sus procesos nucleares, a través de la estandarización de tareas e integración de datos e información; a la vez que, pudiera convertirse en un diferenciador estratégico entre sus competidores. Por otro lado, es necesario tener en cuenta que los cambios propuestos como resultado del estudio generarán un impacto sobre las unidades de informática o tecnología y su catálogo de servicios existente, por lo que también son considerados en el estudio.

El proceso de elaboración del plan estratégico de tecnologías (*PET*) inició con el análisis del entorno de la organización, mediante las técnicas de modelado *DHARMA*, que posteriormente definieron la arquitectura tecnológica requerida para soportar las actividades de la institución. El plan estratégico

resultante presenta una cartera de componentes tecnológicos y los perfiles de proyecto para su implementación, además una propuesta de mejora que incluye la reestructuración del personal de TIC. Para esto, se definieron trece áreas prioritarias a intervenir que se desprenden del análisis de la estructura organizacional de la IES de donde se seleccionó un representante con quien se documentan las actividades cotidianas y relaciones con los demás actores del análisis.

4.1. Resultados del ciclo de vida DHARMA-PET

El ciclo de vida del método DHARMA-PET es iterativo e incremental, es decir, es perfectible en cada iteración y/o validación de los artefactos resultantes de cada fase. Para este caso de estudio se abordaron las siguientes fases: i) modelado del entorno organizacional, donde se obtendrá el modelo operativo representado por relaciones (*dependums*) entre los actores. ii) modelado del entorno del sistema, que abstrae los objetivos tecnológicos que permiten satisfacer las necesidades del entorno de la operación. iii) descomposición de los objetivos del sistema, para identificar las macro funciones que los componentes de los sistemas informáticos institucionales deben proveer. iv) Análisis de la arquitectura tecnológica resultante, y finalmente v). Priorización de la cartera de proyectos resultante. A continuación, se describen el procedimiento aplicado para este estudio.

En la *Fase 1: Modelado del entorno organizacional*, se genera un modelo de entorno de la organización en base a los *dependums* que existen entre los actores enmarcados en el modelo de las 5 fuerzas de Porter (1980) (actores externos) y derivados de la cadena de valor institucional (actores internos); todo diagramado en modelos de objetivos por los delegados institucionales. Posteriormente, estos *diagramas* son depurados por el personal experto, debido a que, usualmente se encuentran *dependums* mal redactados o mal dirigidos, y tipos erróneos. En la Tabla 2, se detallan los artefactos obtenidos en esta fase.

Tabla 2. Resultados del modelado de entorno organizacional.

Fase 1: Modelado del entorno organizacional	
Modelos de contexto	12
Actores de entorno	69
Categorías	8
Subcategorías	2
Actores internos	53
Categorías	5
Dependencias estratégicas	1077

La *Fase 2: Modelado del entorno del sistema*, se obtiene el modelo de entorno del sistema en base a la revisión sistemática de los *dependums* identificados en fase anterior, para determinar su nivel de automatización (total o parcial), y su justificación. En la Tabla 3, se presentan el número de artefactos modelados en el entorno del sistema.

Tabla 3. Resultados del modelado del entorno del sistema.

Fase2: Modelado del entorno del sistema	
Modelado de contexto	12
Dependencias automatizables	885
Totalmente	288
Parcialmente	597

La *Fase 3: Descomposición de los objetivos del sistema* identifica la macro funcionalidad que los componentes de los sistemas informáticos deben proveer, en base a su *situación actual, oportunidades de mejora y métodos* que se proponen utilizar para conseguirlo, obteniendo como resultado una matriz de 631 objetivos tecnológicos depurados, derivados de los 12 modelos de contexto iniciales (ver

Tabla 4). Esta fase, invita a los diseñadores a innovar en la prestación de los servicios de TIC y generar la ventaja competitiva basada en los recursos existentes.

Tabla 4. Resultados de la descomposición de los objetivos del sistema.

Fase 3: Descomposición de los objetivos del sistema	
Modelos de contexto	12
Objetivos tecnológicos	1500
Objetivos tecnológicos (depurados)	631

La *Fase 4: Identificación de actores del sistema*, consiste en asociar cada uno de los objetivos tecnológicos a las áreas funcionales identificadas en un proceso de análisis iterativo de cada modelo de contexto obtenido. Estos actores son contrastados con productos de software disponibles en el mercado, de tal manera que uno de estos cubra su funcionalidad, o en su defecto se considera la creación de un producto diseñado a la medida. Estos actores pueden ser elementos de hardware, software o hardware con software embebido que serán implementados como elementos de la arquitectura tecnológica de la institución. En la Tabla 5, se observan los resultados de la identificación de actores del sistema. Los actores del sistema tecnológico derivados incluyen un elemento que no es tecnológico, por lo que es retirado del análisis; mientras que los sistemas tecnológicos implícitos son aquellos que resultaron del diagnóstico inicial y serán sometidos a una mejora.

Tabla 5. Resultados de la identificación de actores del sistema.

Fase 4: Identificación de actores del sistema	
Actores del sistema tecnológico derivados	50
Actores del sistema tecnológico a intervenir	49
Actores del sistema implícitos	4

Fase 5: Arquitectura Tecnológica resultante, Para estructurar la arquitectura tecnológica de la IES, se analizaron los distintos actores tecnológicos identificados en la Fase 1, así como los proyectos identificados en el diagnóstico inicial de los servicios informáticos: redes internas, gestión de redes y acondicionamiento del centro de cómputo. Se ejecutaron las siguientes acciones de análisis: *i) Agrupación de actores en sistemas informáticos*: 25 de los 49 actores fueron agrupados en cuatro sistemas informáticos de módulos de funcionalidad. *ii) Agrupación de actores en sistemas tecnológicos*: los actores, sin importar su naturaleza, son agrupados por afinidad en sistemas tecnológicos que potencian la funcionalidad individual. Las actividades de análisis *iii) y iv)* clasifican a los actores por su naturaleza para definir las áreas operativas de la institución, el ciclo de vida de los proyectos que se ejecutarán y para definir el tipo de infraestructura necesaria para viabilizar su implementación.

Tabla 6. Arquitectura tecnológica resultante.

Fase 5: Arquitectura Tecnológica resultante	
Agrupación de actores en sistemas informáticos	25
Sistema de gestión académica	10
Sistema financiero administrativo	9
Sistema de talento humano	2
Sistema de bienestar estudiantil	4
Agrupación de actores en sistemas tecnológicos	14
Sistema de gestión en línea	3
Sistema de colaboración interna	5
Sistema de centros de información y documentación	4
Sistema de redes internas	2
Categorización de actores	
Por su ámbito funcional	

Por el tipo de proyecto
 Por la naturaleza del actor

Finalmente, la *Fase 6: Gestión de proyectos tecnológicos*, considera la arquitectura tecnológica para definir los proyectos necesarios para su implementación, proponer los módulos que deben ser implementados, y los responsables de su operatividad. La gestión de la cartera de proyectos tecnológicos se realiza a través de siete pasos:

1. Identificación y categorización de proyectos: se consideran los Sistemas Informáticos, Sistemas Tecnológicos y demás actores que conforman la arquitectura tecnológica descrita en la fase anterior. De esta manera se han definido un total de 24 proyectos (ver Tabla 7) clasificados por tipo, asignados a un área responsable, y definido el alcance que tendrán y los módulos o componentes tecnológicos derivados del análisis que cubrirán.

Tabla 7. Cartera de proyectos propuesta.

Fase 6: Cartera de Proyectos Tecnológicos	24
Proyectos de desarrollo	8
Proyectos de implementación y selección- implementación	13
Proyectos de adecuación física	3

2. Priorización de proyectos: se ha trabajado considerando los grupos obtenidos del análisis, y se ha utilizado como método de priorización técnicas basadas en *Analytical Hierarchy Process* (AHP), a través de la utilización de matrices cuadradas en las que los proyectos se colocan en filas y columnas para realizar un análisis comparativo en base a prioridades asignadas de forma menos subjetiva.
3. Definición de ciclo de vida estándar para cada tipo de proyecto: para la ejecución de los proyectos se definen dos ciclos de vida estándar, uno para los proyectos de desarrollo, y otro para los proyectos de Implementación o selección/Implementación. En la *Ilustración 2. Actividades del ciclo de vida de proyecto de implementación e implementación-selección*), se listan las actividades que se deben considerar para la ejecución de un proyecto de este tipo. Estas actividades buscan adoptar las mejores prácticas propuestas en las cinco fases del ciclo de vida del servicio definido en el modelo ITIL.
 Para los proyectos de Desarrollo, se han incluido las mejores prácticas propuestas en el modelo CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) en los niveles 2 y 3. En la *Ilustración 2 (Actividades del ciclo de vida de proyectos de desarrollo)* se desglosan las actividades seleccionadas.
4. Estimación de tiempos y costos: se definen en base a la prioridad dada a cada proyecto. Esta propuesta pretende implementar todos los proyectos identificados en cuatro años, y así prorratear los costos de implementación durante este período de tiempo. Los valores indicados son referenciales y pudieran ser susceptibles de cambio durante el proceso de contratación (ver *Ilustración 3: Estimación de Costos por Proyecto*). Se debe considerar la particularidad de los dos tipos de proyectos que se han propuesto. Los costos de los proyectos de desarrollo dependen directamente las etapas de ingeniería de requerimientos y diseño de los sistemas; mientras que para los proyectos de Implementación y Selección-Implementación dependerá de los requerimientos y dimensionamiento propuesto. Los costos de personal están vinculados a los honorarios que los funcionarios reciben actualmente, y a la dedicación que se le asignará a cada proyecto, mientras que los costos de adecuación física o costos indirectos de los proyectos tampoco han sido considerados.

Ilustración 2. Actividades del ciclo de vida de proyecto de implementación e implementación-selección (Elaborado por el autor).

Fase	Actividades			
Planificación	Requerimientos Consolidación de objetivos tecnológicos e información obtenida de la Fase I del proyecto Levantamiento de casos de uso en relación con objetivos tecnológicos identificados Definición de la línea base de requerimientos			
	Diseño de la solución técnica Construcción de modelos de clases y diagramas de secuencia (en casos requeridos) Definición de estructuras de datos (si se requiere por la herramienta de desarrollo) Definición de plan de pruebas y pruebas de sistemas Diseños de capacidad, continuidad, disponibilidad, seguridad y si as del servicio			
	Planificación detallada Estimaciones Presupuesto Identificación de riesgos Calendarización detallada de tareas Asignación de recursos a tareas Definición de documentos de plan del proyecto (requerimientos, presupuesto, plan de comunicaciones, plan de riesgos, plan de aseguramientos de la calidad, planas de <i>roll out</i> , necesidades de capacitación)			
	Ejecución	Desarrollo Definición de ambiente de desarrollo Contratación de recursos personal, técnicos, capacitación Construcción de funciones (mantenimientos, transacciones, procesos, consultas y reportes) Construcción de interfaces de integración (servicios web) Construcción de manuales técnicos y de usuarios		
		Liberación Definición de enlomo de pruebas Capacitación de usuarios Pruebas de preproducción Entrada en producción		
		Seguimiento y control	Monitorización y control de proyectos Medición y análisis Aseguramiento de la calidad Gestión de la configuración Gestión de cambios Gestión de riesgos	
			Cierre	Cierre Generación de informe final del proyecto Firma de actas de aceptación

Tabla 8. Proyectos resultantes.

	Desarrollo	Implementación	Selección / Implementación	Adecuación física
Gestión	<input type="checkbox"/> Sistema de Convenios	<input type="checkbox"/> Biblioteca: Sistema DSpace	<input type="checkbox"/> Sistema de gestión de biblioteca	
	<input type="checkbox"/> Sistema de gestión de solicitudes y certificados		<input type="checkbox"/> Bibliotecas digitales	
	<input type="checkbox"/> Sistema Académico (ACDM)			
	<input type="checkbox"/> Sistema Financiero Administrativo (SFA)			
	<input type="checkbox"/> Sistema de Talento Humano (STH)			
	<input type="checkbox"/> Sistema de indicadores para acreditación			
	<input type="checkbox"/> Sistema de Gestión de Investigación			
	<input type="checkbox"/> Sistema Bienestar Estudiantil (SBE)			
Difusión /Ventas		<input type="checkbox"/> Portal Web	<input type="checkbox"/> CRM / Call center	
		<input type="checkbox"/> Redes Sociales		
Colaboración interna / externa		<input type="checkbox"/> Correo electrónico / Agendas / Tareas	<input type="checkbox"/> Gestión documental / Tramites	
		<input type="checkbox"/> Sistema de telefonía IP	<input type="checkbox"/> Campus virtual	
Colaboración interna		<input type="checkbox"/> Mensajería unificada		
		<input type="checkbox"/> Intranet		
		<input type="checkbox"/> Gestión integrada de proyectos		
Infraestructura base tecnológica		<input type="checkbox"/> Seguridad Periférica / Usuarios	<input type="checkbox"/> Centros de impresión	
		<input type="checkbox"/> Gestión de Accesos (Internet)	<input type="checkbox"/> Tags electrónicos biblioteca	
		<input type="checkbox"/> Virtualización de escritorios	<input type="checkbox"/> Gestión de redes	
		<input type="checkbox"/> Redes Internas	<input type="checkbox"/> Mesa de servicios	
		<input type="checkbox"/> Consolidación / Virtualización de servidores		
Infraestructura física				✘ Adecuación física biblioteca
				✘ Adecuación D. Informática
				✘ Sistema antincendios

Leyenda:  Software;  Hardware;  Hardware y Software o Hardware con Software embebido;  Infraestructura.

Ilustración 3. Actividades del ciclo de vida de proyectos de desarrollo.

Fase	Actividades			
Planificación	Requerimientos Consolidación de objetivos tecnológicos e información obtenida de la Fase I del proyecto Levantamiento de casos de uso en relación con objetivos tecnológicos identificados Definición de la línea base de requerimientos			
	Diseño de la solución técnica Construcción de modelos de clases y diagramas de secuencia (en casos requeridos) Definición de estructuras de datos (si se requiere por la herramienta de desarrollo) Definición de plan de pruebas y pruebas de sistemas Diseños de capacidad, continuidad, disponibilidad, seguridad y si as del servicio			
	Planificación detallada Estimaciones Presupuesto Identificación de riesgos Calendarización detallada de tareas Asignación de recursos a tareas Definición de documentos de plan del proyecto (requerimientos, presupuesto, plan de comunicaciones, plan de riesgos, plan de aseguramientos de la calidad, planas de roll out, necesidades de capacitación)			
	Ejecución	Desarrollo Definición de ambiente de desarrollo Contratación de recursos personal, técnicos, capacitación Entrenamiento de personal en habilidades requeridas Construcción de funciones (mantenimientos, transacciones, procesos, consultas y reportes) Construcción de interfaces de integración (servicios web) Construcción de manuales técnicos y de usuarios		
		Liberación Definición de enlomo de pruebas Capacitación de usuarios Pruebas de preproducción Entrada en producción		
		Seguimiento y control	Monitorización y control de proyectos Medición y análisis Aseguramiento de la calidad Gestión de la configuración Gestión de cambios Gestión de riesgos	
			Cierre	Cierre Generación de informe final del proyecto Firma de actas de aceptación

MASKANA, CEDIA 2017

Ilustración 3. Estimación de costos por proyecto

Id.	Proyectos desarrollo	Personal C * M * PU	Hardware	Software	Mobiliario	Capacitación	Consultorías	Total Estimado	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
D3	Sistema Académico	\$ 86,400.00	\$ 2,831.07	\$ 4,587.38	\$ 1,887.38	\$ 2,621.36	\$ 5,242.72	\$ 103,569.90	\$ 57,748.54	\$ 45,821.36		
	Sistema de Indicadores para											
D5	Acreditación	\$ 57,600.00	\$ 1,887.38	\$ 3,058.25	\$ 1,258.25	\$ 1,747.57	\$ 3,495.15	\$ 69,046.60	\$ 38,499.03	\$ 30,547.57		
D8	Sistema de Talento Humano	\$ 19,200.00	\$ 629.13	\$ 1,019.42	\$ 419.42	\$ 582.52	\$ 1,165.05	\$ 23,015.53	\$ 23,015.53			
D6	Sistema de Gestión de Investigación	\$ 9,600.00	\$ 314.56	\$ 509.71	\$ 209.71	\$ 291.26	\$ 582.52	\$ 11,507.77	\$ 11,507.77			
D1	Sistema de Convenios	\$ 3,200.00	\$ 104.85	\$ 169.90	\$ 69.90	\$ 97.09	\$ 194.17	\$ 3,835.92	\$ 3,835.92			
D7	Sistema Bienestar Estudiantil	\$ 19,200.00	\$ 629.13	\$ 1,019.42	\$ 419.42	\$ 582.52	\$ 1,165.05	\$ 23,015.53		\$ 23,015.53		
	Sistema de Gestión de Solicitudes y											
D2	Certificados	\$ 19,200.00	\$ 629.13	\$ 1,019.42	\$ 419.42	\$ 582.52	\$ 1,165.05	\$ 23,015.53				
D4	Sistema Financiero Administrativo	\$ 115,200.00	\$ 3,774.76	\$ 6,116.50	\$ 2,516.50	\$ 3,495.15	\$ 6,990.29	\$ 138,093.20			\$ 76,998.06	\$ 61,095.15
		\$ 329,600.00	\$ 10,800.00	\$ 17,500.00	\$ 7,200.00	\$ 10,000.00	\$ 20,000.00	\$ 395,100.00	\$ 134,606.80	\$ 99,384.47	\$ 76,998.06	\$ 61,095.15

Id.	Proyectos implementación y Selección/Implementación	Personal C * M * PU	Hardware	Software	Mobiliario	Capacitación	Consultorías	Total Estimado	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
	Consolidación / Virtualización de											
I13	Servidores	\$ 12,000.00	\$ 100,000.00					\$ 112,000.00	\$ 112,000.00			
I3	Colaboración Interna	\$ 6,000.00		\$ 2,500.00		\$ 10,000.00	\$ 15,000.00	\$ 33,500.00	\$ 33,500.00			
	Consolidación del Centro de											
I7	Información y Documentación	\$ 18,000.00	\$ 20,000.00					\$ 38,000.00	\$ 38,000.00			
I11	Redes Internas	\$ 28,800.00	\$ 60,000.00					\$ 88,600.00		\$ 88,600.00		
I1	Sistema de Gestión en Línea	\$ 8,640.00		\$ 10,000.00			\$ 10,000.00	\$ 28,640.00		\$ 28,640.00		
I8	Mesa de Servicios											
I2	CRM / Call Center	\$ 12,000.00		\$ 20,000.00			\$ 20,000.00	\$ 52,960.00			\$ 52,960.00	
I5	Gestión Documental / Tramites	\$ 28,800.00		\$ 5,000.00				\$ 33,800.00			\$ 33,800.00	
I6	Campus Virtual	\$ 12,960.00		\$ 10,000.00			\$ 10,000.00	\$ 32,960.00			\$ 32,960.00	
I10	Virtualización de escritorios	\$ 12,960.00	\$ 20,000.00			\$ 5,000.00	\$ 10,000.00	\$ 47,960.00				\$ 47,960.00
I9	Centros de Impresión	\$ 12,960.00	\$ 20,000.00	\$ 5,000.00			\$ 5,000.00	\$ 42,960.00				\$ 42,960.00
		\$ 154,000.00	\$ 220,000.00	\$ 52,000.00	\$ -	\$ 15,000.00	\$ 70,000.00	\$ 511,580.00	\$ 183,500.00	\$ 117,440.00	\$ 119,720.00	\$ 90,920.00

Total por año \$ 318,106.80 \$ 216,824.47 \$ 196,718.06 \$ 152,015.15

5. Definición de perfiles (charter) de proyectos: Para cada uno de los proyectos identificados, se propone un perfil de proyecto que incluye los objetivos a alcanzar, así como la metodología que se seguirá, los recursos necesarios y una estimación del tiempo a invertir.
6. Calendarización global del plan estratégico y definición del plan de inversión: Para la ejecución de los proyectos se estructurarán equipos de trabajo específicos. Estos equipos estarán conformados por personal de las distintas unidades de *TIC* de la institución, y serán liderados por los jefes de área. El presupuesto obtenido está prorrateado para los cuatro años de ejecución del *PET* propuesto, de tal manera que los directivos de la *IES* estén en la capacidad de comprometer el presupuesto necesario para la consecución de los objetivos que abarca el plan.

4.2. Gestión del portafolio de servicios de TIC

Los servicios de *TIC* resultantes del análisis efectuado se someterán a los procesos de estrategia de servicios *BITAM-SOA*, antes de ser liberados a la comunidad. Acorde con este esquema, el proceso de desarrollo de servicios puede ser invocado por cambios o eventos provenientes de cualquiera de las tres capas: modelo de negocio, arquitectura de negocio o arquitectura de *TIC*, donde puede generar un evento de mejora del servicio. Solamente los cambios en la capa de arquitectura de *TIC* propenden a la generación de nuevas estrategias de negocio, lo que puede desencadenar innovación en los servicios y la consiguiente creación de una ventaja competitiva. Entonces, de los proyectos resultantes se obtendrán servicios de innovación o de valor agregado que deberán ingresar al proceso de *Gestión de Nuevos servicios e Innovación*, donde se analizarán los componentes necesarios para soportar el servicio desde el punto de vista de la institución, al analizar las características de los usuarios y los objetivos de las transacciones. El resultado de este proceso serán las entradas de los procesos de *Gestión de nivel de servicio y Orquestación de servicio*, donde se establecerán los acuerdos de servicio, la reutilización de servicios e integración de datos o la creación de un servicio, en caso de ser necesario. Posteriormente, los servicios pasarán a formar parte del portafolio de servicios de *TIC* de la institución y serán gestionados en el proceso *Gestión de Servicios de TIC* donde se manejan los aspectos financieros, además de los procedimientos para la mesa de servicios, gestión de incidentes, gestión de problemas, gestión de configuración, gestión de cambio y gestión de despliegue. Finalmente, tras ser liberado el servicio, será mantenido por el proceso *Prestación y Soporte de Servicios de TIC*, donde se asegurará que el servicio cumple con las expectativas del cliente y se encarga de las métricas de calidad de prestación de los servicios del portafolio.

4.3. Modelo de compromiso de TIC

El modelo de compromiso se define como un conjunto de herramientas de gobierno que está diseñado para reunir a las partes interesadas con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos locales y transversales de la organización. De esta manera resulta posible que las soluciones individuales que se pretendan implementar estén guiadas por la arquitectura empresarial. Para esto, el modelo establece vínculos entre las decisiones tomadas en el nivel senior de *TI*, como priorización de proyectos o diseño de procesos transversales. Para este caso de estudio, además de la cartera de proyectos priorizada, se definieron los siguientes compromisos de *TIC* con la *IES*:

1. Elaboración del Reglamento de Utilización de equipos y servicios informáticos: con el fin de precautelar la adecuada utilización de los servicios de *TIC* de la institución y la racionalidad de su uso.
2. Definición del manual operativo de la Dirección de Informática: que modelará el correcto despliegue y operación de los servicios de *TIC* ofertados en el catálogo de servicios que libere la institución para su comunidad universitaria.
3. Elaboración de planes de contingencia y continuidad: buscan garantizar la adecuada disponibilidad y capacidad de los servicios de *TI* de la institución; así como, la continuidad a niveles de componentes, servicios y negocio.

4. Acuerdos de nivel de servicio: este documento está orientado a establecer las responsabilidades del área de TIC sobre la información, disponibilidad y soporte de cada uno de los servicios prestados.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La Tabla 1 muestra los principales artefactos que se deben obtener de la aplicación de un proceso sistemático de descubrimiento del modelo operativo, arquitectura empresarial y modelo de compromiso de una institución, previo a la construcción de la *Base para la Ejecución de la Estrategia*. A lo largo del análisis presentado en el caso de estudio, se han obtenido todos los artefactos mencionados, con lo que se válida la utilización del método *DHARMA-PET* para la obtención del modelo operativo, evolucionar de una arquitectura empresarial basada en silos tecnológicos, y esbozar los primeros acuerdos del modelo de compromiso de TI. Además, se debe considerar que la esencia de la formulación de una estrategia eficaz consiste en relacionar un proyecto con su entorno.

El modelo operativo se refleja en los modelos de contexto definidos, y la definición de los actores del macro sistema de la *IES* estudiada. Tras el análisis se evidencia que, la ejecución de los proyectos propuestos permitirá alcanzar el modelo operativo de *Coordinación* propuesto por Ross, Weill & Robertson (2006). Primero porque este modelo permite tener un alto grado de integración de datos e información, y los procesos estarán estandarizados solamente un poco de tal manera que ciertas unidades de negocio serán capaces de contar con operaciones y capacidades únicas. También, porque las unidades de negocio comparten usuarios que, según la declaración estratégica institucional, son los estudiantes (aunque ciertos procesos estén orientados a los docentes), los productos (oferta académica, publicaciones, resultados de investigación, como los principales.) y los proveedores. Entonces, el modelo operativo de la *IES* deberá coordinar sus servicios para los usuarios, proporcionando acceso integrado a sus productos y contar con el acceso integrado a los datos de sus usuarios a través de su portal institucional, con lo que se lograría fomentar la experticia en la ejecución de los procesos, y a la vez mejorar la experiencia del usuario. La arquitectura empresarial debe estar alineada con el modelo operativo, definiendo una estructura lógica para la ejecución de la estrategia, ya que los requerimientos que debe satisfacer este modelo vienen dados por los objetivos estratégicos de la institución.

En las Tablas 2-8, se presentan los resultados del estudio de la *IES*, con la colaboración de una *Comisión Institucional de Trabajo* delegada por las autoridades universitarias que fue capacitada en el método aplicado en el desarrollo del proyecto. Esta variante al método *DHARMA* clásico, demostró tener una ventaja en la práctica, ya que acercó el proceso a los encargados del trabajo operativo, con lo que se incrementó la granularidad de los modelos obtenidos y se profundizó en la identificación de las capacidades organizacionales con las que cuenta la *IES* que pueden ser perfectibles. Sin embargo, la operatividad del método fue afectada porque fue necesario depurar y consolidar los doce modelos en cada fase del método. El ciclo de vida del método *DHARMA-PET* es iterativo e incremental, al igual que la evolución de la arquitectura empresarial (Ross *et al.*, 2006). Por lo que, en una iteración posterior, se pasará de la *Tecnología Estandarizada* que se presentó en este caso de estudio, a *Procesos de Negocio Estandarizados*. Además, tras la formalización de la unidad de gestión de *TIC*, se deberá abordar la implementación de procesos de ingeniería de servicios *BITAM-SOA*.

Adicionalmente, se requiere complementar este trabajo con investigación para la integración de la arquitectura tecnológica resultante y una arquitectura empresarial orientada a servicios que dote de agilidad a la hora de liberar nuevos servicios de *TIC* y se soporte en la reutilización de componentes de software.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, K., Carvallo, J. P., & Peña, C. (2015). *iStar in practice: On the identification of reusable SD Context Models Elements*. Proceedings of the Eighth International i* Workshop (istar 2015), CEUR Vol-978, 6 pp. Disponible en https://pdfs.semanticscholar.org/ab71/2ba900c832c15a11de9ac85504796de534b5.pdf?_ga=2.35462498.231665788.1503583872-700634931.1501938280
- Abad, K., Carvallo, J. P., Espinoza, M., Saquicela, V. (2016). Hacia la creación de un repositorio semántico de modelos de contexto basados en i* y el método DHARMA. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, N.º 17, 03/2016. doi:10.17013/risti.17.41-56
- Antikainen, J., & Pekkola, S. (2009). *Factors influencing the alignment of SOA development with business objectives*. Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS), 13 pp. Disponible en <http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1027&context=ecis2008>
- Carvallo, J. P., & Franch, X. (2012). *Building strategic enterprise context models with i*: A pattern-based approach*. Trends in Enterprise Architecture Research and Practice-Driven Research on Enterprise Transformation, pp. 40-59.
- Chen, H-M. (2008). *Towards service engineering: Service orientation and Business-IT alignment*. Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 1-10.
- Grant, R. M. (1991). The resource-based theory of competitive advantage: Implications for strategy formulation. *California Management Review* 33(3), pg. 114.
- Kahre, C., Hoffmann, D., & Ahlemann, F. (2017). *Beyond business-IT alignment - Digital business strategies as a paradigmatic shift: A review and research agenda*. Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 4706-4715. Disponible en <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/41736/1/paper0587.pdf>
- Porter, M. (1980). *Competitive strategy*. New York: Free Press.
- Ross, J. W. (2004). *Enterprise architecture: Depicting a vision of the firm*. Disponible en cisr.mit.edu/blog/documents/2004_03_1B_EntArchVisFirm.pdf
- Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. C. (2006). *Define your operating model: Designing a foundation for execution enterprise architecture as strategy*. Boston, MA: Harvard Business School Press. 256 pp.