

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto Presidencial
Del 3 de abril de 1981



LA VERDAD
NOS HARÁ LIBRES

UNIVERSIDAD
IBEROAMERICANA

CIUDAD DE MÉXICO ®

"INNOVACIÓN EN EL PROCESO DE CREACIÓN DE SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA LA GESTIÓN OPERATIVA DE UN ÁREA DE SERVICIOS DE CÓMPUTO DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EN MÉXICO"

TESIS

Que para obtener el grado de

MAESTRO EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
Presenta

OMAR UGALDE PUEBLA

Directora: Dra. Alejandra Herrera Mendoza

Lectores: Dr. Arturo Atl Rodríguez de la Torre

Mtro. Joshua Gerardo Henderson Villalpando

Dra. Luz María Castañeda de León

Ciudad de México, 2023

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introducción..... | 2 |
| 2. Descripción del problema, objetivos y justificación..... | 3 |
| 2.1 Problemática..... | 3 |
| 2.2 Objetivos del proyecto..... | 6 |
| 2.3 Justificación..... | 7 |
| 3. El contexto y la situación actual..... | 7 |
| 3.1 La Institución Educativa..... | 7 |
| 3.2 La Coordinación de Cómputo..... | 9 |
| 3.3 El programa de becarios..... | 11 |
| 3.4 El Área de Análisis de Procesos..... | 11 |
| 3.5 El proceso de desarrollo de soluciones tecnológicas..... | 12 |
| 3.6 Análisis FODA..... | 17 |
| 4. Marco teórico y conceptual..... | 19 |
| 4.1 Enfoque conceptual..... | 19 |
| 4.2 Modelos teóricos..... | 20 |
| 4.3 Casos de estudio..... | 25 |
| 4.4 Comparativo de modelos y casos..... | 32 |
| 5. Alternativas de solución..... | 32 |
| 5.1 Alternativa de solución 1..... | 32 |
| 5.2 Alternativa de solución 2..... | 33 |
| 5.3 Alternativa de solución 3..... | 34 |
| 5.4 Restricciones y limitaciones..... | 35 |
| 5.5 Criterios de selección para la propuesta de solución..... | 35 |
| 6. Metodología de trabajo..... | 39 |
| 7. Proceso de validación y aplicación de propuesta en el caso..... | 42 |
| 8. Plan de implementación..... | 46 |
| 9. Limitaciones y recomendaciones..... | 50 |
| 10. Conclusiones..... | 51 |
| 11. Bibliografía..... | 53 |

1. INTRODUCCIÓN

El presente caso de estudio aborda desde la perspectiva de la gestión de la innovación tecnológica, la problemática que se presenta actualmente en un área de una Institución Educativa en México, en el proceso de creación de soluciones tecnológicas para la gestión de la operación, en la forma de sistemas de arquitectura de información web o sistemas web de forma breve.

El área de estudio de este caso es parte de una unidad organizacional, referida como Coordinación de Cómputo de la Institución Educativa, la cual se encarga de brindar servicios de cómputo a la comunidad universitaria. Para lograr una gestión más efectiva, el área de estudio, desarrolla sistemas web que apoyan los procesos de gestión. Recientemente el área ha acumulado varias solicitudes de mejoras a procesos y nuevos servicios que requieren nuevos sistemas web de gestión y algunas actualizaciones a los existentes en operación.

Para realizar su función el área de estudio utiliza como principal recurso humano a alumnos de la Institución Educativa, bajo la figura de becarios, los cuales pueden prestar su servicio por un máximo de 24 horas semanales y durante los periodos académicos de la institución (dos periodos semestrales y un periodo intersemestral de mes y medio).

El caso actual analiza los principales factores por los cuales no se puede atender de forma efectiva los requerimientos con los recursos y metodologías actuales de trabajo y plantea los objetivos que se quieren lograr en este caso de estudio. Para tal efecto se analizan las causas que retrasan la entrega de los sistemas, se levantaron cuestionarios con los alumnos que han participado como becarios en el área para detectar brechas de competencias. También se realizó una entrevista con la persona responsable de la Coordinación de Cómputo para detectar áreas de oportunidad.

El caso define los conceptos básicos sobre los cuales se sustentan los modelos de gestión de la innovación tecnológica, para después analizar algunos modelos teóricos y presentar tres casos que abordaron y resolvieron problemáticas similares. El caso de estudio propone tres soluciones con diferentes enfoques, que podrían resolver las problemáticas detectadas y lograr alcanzar los objetivos planteados, dichas soluciones toman como base los modelos y los casos de estudio. Las soluciones fueron retroalimentadas y evaluadas a través de un grupo de enfoque con los actores principales involucrados en el proceso de desarrollo de los sistemas de gestión, para después generar una nueva solución más robusta, considerando las limitaciones y los posibles riesgos que tendría implementarla.

Finalmente, el caso propone un plan de implementación con las actividades, tiempos y responsables de ejecutarlas, plantea cuales serían los indicadores de éxito de la solución y concluye con los aprendizajes y recomendaciones del presente caso de estudio.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA, OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1 PROBLEMÁTICA

El área de Análisis de Procesos o Área de Procesos en adelante, es parte de la Coordinación de Cómputo de la Facultad de Ingenierías de una Institución Educativa en la Ciudad de México. Tiene como función principal desarrollar sistemas de información basados en arquitectura de internet, conocidos también como sistemas web, para soportar tecnológicamente la operación de los servicios de cómputo ofrecidos por la coordinación a la comunidad universitaria.

El Área de Procesos, ha acumulado en el último par de años, solicitudes de proyectos, mejoras a sistemas y actualizaciones, que no ha sido posible atender aún, con los recursos humanos y las metodologías de trabajo actuales. La tabla 1 muestra el número de proyectos pendientes de atención del área.

| Tipo de solicitud | Número de proyectos pendientes |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Actualización de sistemas | 12 |
| Nuevos proyectos pendientes | 3 |
| Proyectos en curso | 1 |
| Mejoras a sistemas | 6 |

Tabla 1. Solicitudes pendientes de atención. Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior significa para la Coordinación de Cómputo, operar con procesos que no están soportados, o son soportados parcialmente por sistemas web, esto tiene como consecuencia, procesos manuales, sin una automatización y por lo tanto carentes de indicadores que permitirían una mejora a los mismos, basada en un análisis de información generada por los sistemas.

Para cumplir la misión, de proveer las herramientas tecnológicas de soporte a la operación de los servicios ofrecidos por la Coordinación de Cómputo, el Área de Procesos, cuenta con un jefe de área, contratado a tiempo completo por la Institución Educativa, y actualmente, un equipo de dos alumnos bajo la figura de becarios, quienes colaboran con 10 y 20 horas semanales respectivamente.

Los alumnos de la Institución Educativa, normalmente de los programas académicos ofrecidos por la Facultad de Ingenierías, con conocimientos medios en programación, pueden solicitar participar como becarios en el área, diseñando, desarrollando e implementando los sistemas de tecnología de la información para el soporte a la operación, guiados por el jefe de área. Generalmente los estudiantes que ya participan en el programa de becarios del área, recomiendan a otros a participar y así es como se ha logrado mantener un equipo de entre 5 y 2 becarios, quienes en promedio permanecen un periodo de año y medio prestando sus servicios.

Los becarios, por su participación, reciben un descuento en su colegiatura, proporcional al número de horas de servicio prestadas. El número máximo de horas semanales que un becario puede prestar a la Coordinación es de veinticuatro horas semanales (5 horas diarias aproximadamente), esto debido a un límite establecido por la dirección de finanzas de la institución.

Normalmente los alumnos al ingresar al Área de Procesos como becarios, no cuentan con los conocimientos específicos de las tecnologías utilizadas para la realización de los sistemas web, razón por la cual, previo a comenzar a realizar su función, el jefe de área les solicita hacer una

capacitación, la cual consta de tomar dos cursos gratuitos ofrecidos en una plataforma pública de educación. El tiempo que les toma a los alumnos realizar la capacitación oscila entre 6 y 8 semanas, que representa casi la mitad de un periodo de trabajo (un semestre).

Una vez finalizado el periodo de capacitación el jefe de área asigna alguna de las mejoras pendientes a los becarios para que apliquen los conocimientos obtenidos y se familiaricen con los conceptos de desarrollo, finalizada la mejora se integra al becario al proyecto principal en curso.

En la figura 1 se muestra el ciclo de estancia promedio de los becarios del Área de Procesos y la línea de tiempo de las actividades que realizan.



Figura 1. Ciclo de estancia de los becarios. Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, el tiempo promedio de entrega de un sistema web por parte del Área de Procesos, a partir de la autorización de su prototipo es de seis meses, tomando en consideración, que se cuenta con un becario experimentado y otro con conocimientos medios, asignados al proyecto. La capacidad de proyectos concurrentes que tiene el área al día de hoy, es de un proyecto nuevo principal y alguna mejora urgente a otro sistema existente, esto debido al tamaño del equipo actual.

Las situaciones que más impactan en el tiempo de entrega de los nuevos sistemas web, las actualizaciones y las mejoras pendientes, son: revisión y correcciones a entregables, atrasos en la fecha establecida de los entregables, y la falta de becarios durante el desarrollo de los proyectos.

A continuación, se describen cada una de las problemáticas que retrasan la ejecución y entrega de los proyectos.

a) Revisión y correcciones a entregables

Un entregable es una parte del sistema web que normalmente consta de una página web en la cual el usuario consulta o ingresa información y que se valida y almacena en una base de datos. La definición del entregable se toma del prototipo definido con el usuario interesado. El jefe de área asigna el entregable al becario, explica verbalmente los requerimientos, las reglas que debe cumplir y le indica al becario que puede consultar el código de proyectos anteriores para buscar una funcionalidad similar.

En la revisión de código que se lleva cabo entre el becario de desarrollo y el jefe del área, se realizan retrabajos para estandarizar el código con base a la experiencia de proyectos anteriores, se realizan correcciones de estilo y se buscan y corrigen vulnerabilidades de seguridad de la información.

b) Atrasos en la fecha establecida de los entregables

Alrededor del 50% de los entregables no son finalizados en el tiempo acordado, los becarios comentan que invierten más tiempo del planeado buscando como realizar de manera correcta la implementación de la solución. Cuando se enfrentan a algún error de código, les toma tiempo

entender y detectar cual es la falla, en la revisión con el jefe del área se detecta que son debido a una falta de entendimiento de los conceptos de la interacción de las tecnologías utilizadas en el desarrollo de los sistemas web. También el jefe de área les provee de código de proyectos anteriores, donde se ha resuelto una funcionalidad similar a la actual, pero muchas veces el becario decide implementar la solución de otra forma, generando códigos distintos en cada proyecto.

c) Reclutamiento

El número de becarios que tiene el área ha venido disminuyendo, previo a la pandemia de COVID-19 el área llegó a contar con 5 becarios, actualmente se cuenta con dos becarios y ha sido complicado encontrar alumnos que estén interesados en ingresar al programa de becarios.

Para encontrar algunas de las causas raíces de la problemática planteada, se realizó un cuestionario diagnóstico a 7 alumnos que han participado o participan en el programa de becarios. Las preguntas están orientadas a detectar las brechas entre las competencias y conocimientos adquiridos con la capacitación y las necesarias para realizar las tareas de mejoras o desarrollo de nuevos sistemas.

Las preguntas planteadas a los becarios fueron las siguientes:

- ¿Consideras que los cursos en línea que tomaste durante el periodo de capacitación te permitieron comenzar a desarrollar pronto las mejoras o proyectos encargados?
- En caso de haber contestado "No" en la pregunta anterior ¿Qué consideras que faltó adicional a los cursos en línea?
- ¿Qué competencias obtuviste con la capacitación?
- ¿Qué otra competencia o conocimiento hizo falta para realizar los proyecto o mejoras a los sistemas de la coordinación?
- ¿Qué piensas que pudo haber mejorado el proceso de capacitación y su aprovechamiento?
- ¿Consideras que tus competencias mejoraron debido a tu estancia en la coordinación?

Dos de los cinco encuestados consideraron que no estaban listos para realizar sus tareas (28.6%) al responder que no a la pregunta ¿Consideras que los cursos en línea que tomaste durante el periodo de capacitación te permitieron comenzar a desarrollar pronto las mejoras o proyectos encargados? y sugirieron como refuerzo a la capacitación: prácticas, ejercicios de programación y cursos complementarios. Otro comentario general fue que los cursos no conectan las tecnologías utilizadas en el desarrollo de proyectos, sino que las abordan de forma separada. Además, sugirieron el usar material con "*hands on practice*" y no sólo teoría, cuando contestaron a la pregunta "En caso de haber contestado "NO" a la pregunta anterior, ¿qué consideras que faltó adicional a los cursos en línea?

En la tabla 2 se muestra un resumen de las respuestas más significativas para detectar oportunidades de mejora en el proceso de capacitación:

| | |
|---|--|
| <p>¿Qué competencias obtuviste con la capacitación?</p> | <p>Manejo de los lenguajes de programación. Desarrollo de interfaz de usuario (<i>frontend</i>). Conocimientos técnicos básicos. Introducción a los conceptos de (<i>frontend</i>) Entendimiento de los conceptos de interfaz de usuario y programación de servidor (<i>backend</i>).</p> |
| <p>¿Qué otra competencia o conocimiento hizo falta para realizar los proyectos o mejoras a los sistemas de la coordinación?</p> | <p>Realizar diagramas de planeación. Relación entre el lenguaje de servidor y base de datos. Integración de los conceptos de <i>frontend</i> y <i>backend</i>. Profundizar en conceptos de <i>backend</i> Guía de mejores prácticas e interacción entre <i>frontend</i> y <i>backend</i></p> |
| <p>¿Qué piensas que pudo haber mejorado el proceso de capacitación y su aprovechamiento?</p> | <p>Aprender a hacer diagramas de interacción de páginas. Practicar con ejemplos. Ejercicios para practicar. Comprender en qué casos se usan los componentes de una aplicación. Una evaluación final para reforzar conceptos claves.</p> |

Tabla 2. Consolidado de respuestas más significativas a cuestionario de becarios. Fuente: Elaboración propia.

Como nota aclaratoria cabe mencionar que el desarrollo de sistemas web está normalmente dividido en dos partes, conocidas como *frontend* que incluye la parte visual con la que interactúa el usuario del sistema web por medio de un software conocido como navegadores web, y la parte de *backend*, que consiste en componentes que se ejecutan en un servidor web y son los encargados de validar, procesar y almacenar información.

2.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Reducir el tiempo de entrega de sistemas web que genera el Área de Procesos de la Coordinación de Cómputo de la institución educativa, en un 50% con respecto al tiempo promedio actual de seis meses, esto es lograr completar dos proyectos al semestre.

Como objetivos secundarios del proyecto, está considerar dentro de las alternativas de innovación, las particularidades que tiene la colaboración de becarios en el desarrollo de sistemas web del área, cómo son:

- Investigar, analizar y seleccionar alternativas para reducir el tiempo de capacitación de los becarios de un tiempo actual de 2 meses a un tiempo deseado de un mes.

- Buscar alternativas para cerrar la brecha entre las competencias requeridas por los becarios para realizar sus funciones y las obtenidas con la capacitación.
- Investigar, analizar y seleccionar alternativas para acelerar el tiempo de desarrollo de entregables y su calidad.
- Investigar, analizar y seleccionar alternativas para lograr que ingresen más becarios al área y la productividad se incremente lo más linealmente posible.

Este proyecto busca analizar, plantear y seleccionar alternativas de innovación en el proceso de desarrollo de producto, que le permitan alcanzar en una segunda fase los objetivos generales y específicos aquí descritos.

2.3 JUSTIFICACIÓN

Al día de hoy el área de Análisis de Procesos cuenta con un portafolio de 16 aplicativos en operación, un aplicativo en desarrollo, 3 por realizar como proyectos y 12 pendientes de migración tecnológica.

Para lograr sus objetivos y cumplir con la función de proveer las herramientas tecnológicas necesarias, al ritmo que exige la detección de nuevas necesidades y por ende la creación de nuevos servicios, se vuelve obligatorio buscar alternativas innovadoras que permitan al área reducir los tiempos de entrega de nuevos sistemas, así como mantener en operación y vigentes los ya existentes.

Las soluciones encontradas también deberán ayudar al Área de Procesos a tener un crecimiento ordenado, que permitan que la productividad se incremente linealmente con el número de recursos asignados gracias a una mejor gestión y mejores procesos.

Además, el planteamiento de la solución descrita más adelante, está alineado al plan estratégico de la Institución Educativa, el cual tiene como dos de sus ejes principales la innovación y la eficiencia en todos los procesos de las áreas que la conforman.

3. EL CONTEXTO Y LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA

Para contextualizar la problemática que atañe a este caso de estudio, se describe a continuación de forma general la estructura organizacional de la Institución Educativa y la relación que guarda el Área de Procesos con esta.

La estructura organizacional, consta de una Rectoría que representa la máxima autoridad en temas tanto académicos como administrativos y financieros. La persona responsable para ocupar el cargo,

es designada por un Consejo General, el cual se compone de distintas personas destacadas de la comunidad. Para el logro de sus objetivos, la Rectoría se apoya en direcciones tanto administrativas como académicas. De la Rectoría, y de forma más relevante para este caso, se desprende la Vicerrectoría Académica, cuya persona responsable, el Vicerrector, es nombrada por el Rector y tiene como misión lograr los objetivos académicos de la Institución.

De la Vicerrectoría dependen directamente las Direcciones Académicas de Área de Conocimiento, y su función principal es coordinar y apoyar a las Direcciones de las Facultades Académicas para el logro de sus objetivos académicos. Las Facultades Académicas se encargan de ofertar los distintos programas educativos de la Institución. Para la gestión, cada programa académico cuenta con un Director de Programa, quienes son los responsables directos de la gestión de los recursos asignados a los mismos.

El área de interés de este caso, denominada Área de Análisis de Procesos de la Coordinación de Cómputo o de forma abreviada Área de Procesos, se encuentra dentro de la Coordinación de Cómputo que es parte de la Facultad de Ingenierías, que a su vez depende como se muestra en la figura 2 del Área de Conocimiento Tecno-Científica. La Coordinación de Cómputo está al mismo nivel jerárquico que las Direcciones de Programa, debido a que no dirige ningún programa académico y su función es distinta, se le denominó como Coordinación en lugar de Dirección.

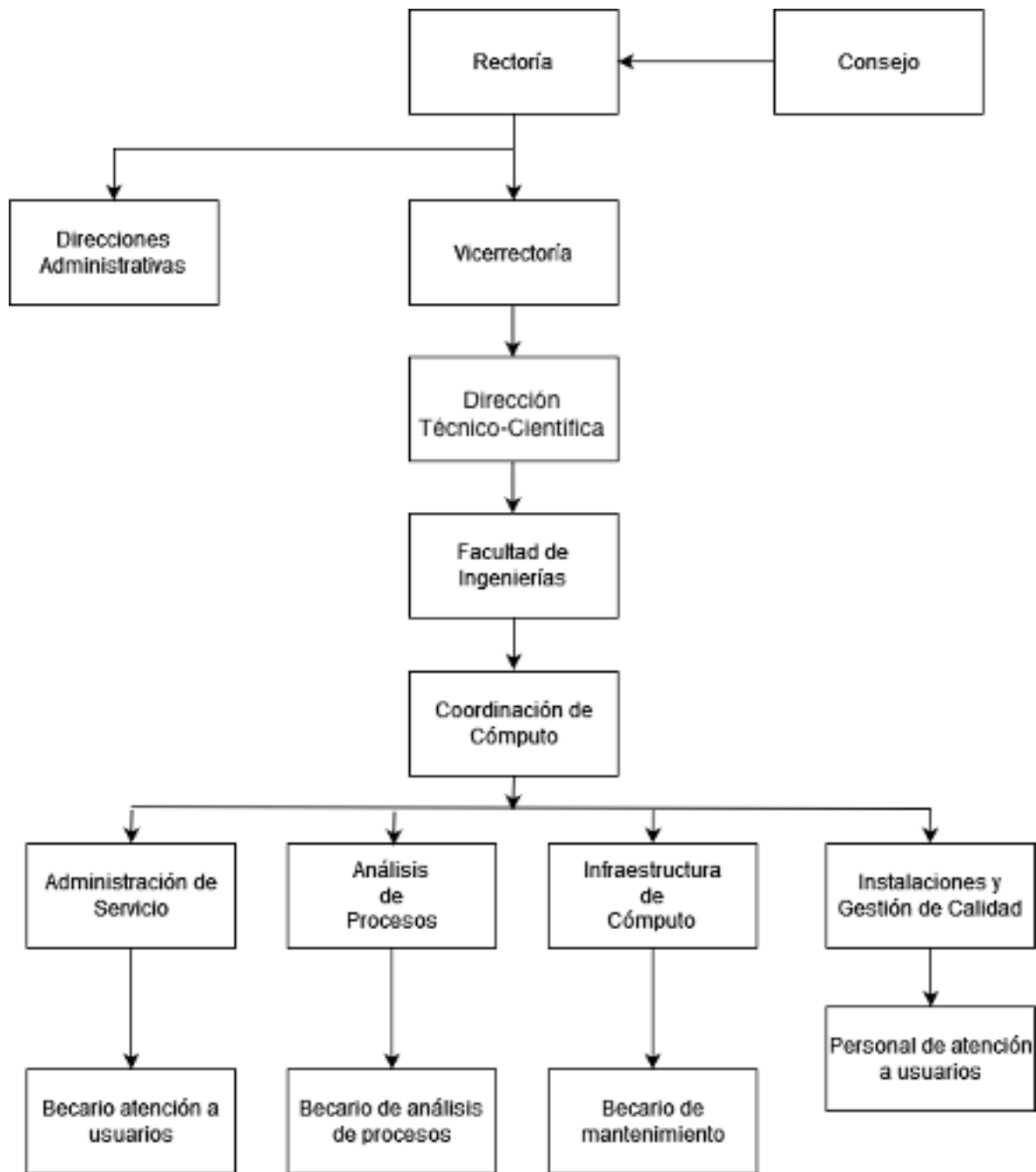


Figura 2. Organigrama general de la Institución Educativa. Fuente: Elaboración propia.

3.2 LA COORDINACIÓN DE CÓMPUTO

A continuación, se describen de forma general las principales funciones y estructura de la Coordinación de Cómputo, lo cual brindará una mayor claridad en la relevancia del caso de estudio, debido al impacto que tienen los servicios que ofrece la Coordinación en la Institución y el apoyo que brinda el Área de Procesos para soportarlos.

La Coordinación de Cómputo, tiene como misión principal "**proveer las herramientas tecnológicas que apoyen y faciliten el proceso enseñanza-aprendizaje tanto para los estudiantes como para**

los académicos de la Institución Educativa". Para lograr su misión la Coordinación se encarga de la gestión de más de 750 equipos de cómputo, repartidos en aproximadamente de 10 laboratorios de cómputo que cuentan con un total de alrededor de 30 aulas, que en promedio tienen 25 computadoras cada uno.

La Coordinación junto con la Dirección de Asuntos Escolares, son responsables de la logística de la asignación de aulas de cómputo a más de 30 Direcciones de Programa que requieren de algún recurso tecnológico o de software, para impartir alrededor de 150 materias repartidas aproximadamente en 300 grupos, de los distintos programas ofrecidos por las Facultades de la Institución Educativa. En el último periodo del año 2022, se atendieron a casi 3 mil estudiantes, los cuales utilizaron en promedio una hora semanal el equipo de cómputo. La Coordinación también se encarga de poner a disposición del alumnado el software especializado para distintas disciplinas de la Institución, realizando cada periodo una actualización del mismo en las más de 750 computadoras a su cargo. La Coordinación también se encarga del mantenimiento preventivo, el cual se realiza dos veces por año y del mantenimiento correctivo de los equipos a su cargo.

Para cumplir su misión, la Coordinación administra un centro de cómputo con 10 servidores físicos y 40 virtuales. Cuenta con tecnología de punta en almacenamiento para brindar a los miembros de la Institución espacio de resguardo a documentos durante el período escolar en curso. Esto se logra a través de la creación de cuentas personalizadas a más de 16 mil usuarios (alumnos y profesores).

Como se muestra en la figura 2, la Coordinación de Cómputo, es encabezada por un coordinador y se apoya de cuatro jefaturas de área, el coordinador es la persona responsable de gestionar y asignar los recursos humanos, financieros y tecnológicos necesarios para proveer los servicios de cómputo que las Direcciones de Programa requieren y/o que consideran pertinentes.

La jefatura de Administración de Servicios es gestionada por el jefe de Administración de Servicios, quién es el responsable de operar los servicios de Asignación de Aulas y de Atención de Incidentes en primer nivel que los usuarios reportan, relacionados con el uso de equipo (de cómputo, pizarrones interactivos, pantallas de refuerzo y de video conferencia) y software. Dicha área se apoya de estudiantes que brindan sus servicios a través de un programa de becarios, actualmente 35 becarios prestan sus servicios en la mesa de ayuda.

La jefatura de Infraestructura de Cómputo, cuyo responsable es el Jefe de Infraestructura de Cómputo, tiene como responsabilidad la operación del *site* de cómputo, la administración del dominio y la instalación del software requerido en los equipos de cómputo de los laboratorios a cargo de la Coordinación, así como el mantenimiento correctivo de los mismos. Para apoyar su función tiene a su cargo dos auxiliares que apoyan en tareas de instalación, mantenimiento correctivo y resolución de incidentes de segundo nivel. También se apoya de dos alumnos bajo la figura de becarios.

La jefatura de Instalaciones y Gestión de Calidad, dirigida por el jefe de Instalaciones, tiene como responsabilidad mantener en forma óptima los espacios físicos, el mobiliario y el equipo de apoyo a la docencia (proyectores, pizarrones interactivos, equipo de video conferencia entre otros). También se encarga del diseño y aplicación de instrumentos que permitan evaluar y mejorar la calidad de los servicios ofrecidos por la Coordinación. Tiene a su cargo al personal de atención a usuarios (9 personas actualmente), quienes además de atender incidentes de primer nivel, también realizan labores de mantenimiento preventivo a los equipos,

Finalmente, la jefatura de Análisis de Procesos es la encargada de proveer las herramientas tecnológicas necesarias para automatizar los procesos de soporte a la operación, con el objetivo de hacerlos más eficientes, generando indicadores que permitan su medición, análisis y mejora. Para

llevar a cabo su función, la jefatura de Análisis de Procesos se apoya en alumnos de la institución bajo la figura de becario.

El desarrollo de sistemas web en la Coordinación de Cómputo nace de la necesidad de automatizar los principales procesos operativos del área, identificados en el “Manual de Gestión de Servicios de TI versión 4 (2017)” y cuya primera versión se remonta al año 2008. Actualmente el área responsable de la creación de nuevos aplicativos y del mantenimiento de los ya existentes, es la Jefatura de Análisis de Procesos.

3.3 EL PROGRAMA DE BECARIOS

Desde hace más de 10 años, las Facultades de la Institución Educativa, cuentan con un presupuesto de horas beca, las cuales ofrece a alumnos de la Institución. A la Coordinación de Cómputo se le asignan semestralmente cierto número de horas beca, para registrar alumnos, los cuales, obtienen un descuento en sus cuotas por concepto de colegiatura, a cambio de realizar labores relacionadas con la misión y funciones de la misma Coordinación. Actualmente tres jefaturas del área hacen uso de estas horas (Jefatura de Administración de Servicio, Jefatura de Infraestructura de Cómputo y Jefatura de Análisis de Procesos).

A inicios del semestre, se realiza una reunión entre el Coordinador y las tres jefaturas mencionadas anteriormente, para que, de acuerdo a las necesidades y proyectos de cada área, se asignen las horas beca. Cabe mencionar que para realizar la asignación de horas beca, el área de Análisis de Procesos ya debe contar con los alumnos aspirantes a ingresar al programa de becarios. Lo anterior presenta una limitante, pues, si se detecta una nueva necesidad a mediados del semestre, lo más probable es que se deba comenzar a buscar el recurso humano, capacitarlo y acordar con el alumno incorporarlo hasta el siguiente semestre.

3.4 EL ÁREA DE ANÁLISIS DE PROCESOS

Como se ha mencionado anteriormente el Área de Procesos es el área responsable de desarrollar los sistemas web que soportan la operación de la Coordinación, en la tabla 3 se muestran los procesos o servicios más relevantes de la Coordinación y los sistemas web que los soportan:

| SERVICIO O PROCESO | SISTEMA WEB |
|--|---|
| Asignación de aulas de cómputo para clases. | Sistema de gestión de salones de cómputo. |
| Gestión de incidentes y mesa de ayuda. | Sistema de gestión de incidentes. |
| Préstamo de equipo de cómputo móvil y periféricos. | Sistema de préstamos. |
| Mantenimiento de equipo de cómputo. | Sistema de gestión de mantenimiento de equipo de cómputo. |
| Gestión de inventarios. | Sistema de gestión de inventarios. |
| Gestión de becarios. | Sistema de gestión de becarios. |
| Informes de uso de servicios de cómputo. | Sistema de generación de informes de uso de cómputo. |

Tabla 3. Procesos y sistemas de la Coordinación de Cómputo. Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que el área también ha desarrollado sistemas para soporte a procesos externos a la Coordinación, esto debido a que otras instancias de la Institución Educativa tenían necesidades similares a las ya resueltas por el área de procesos y se solicitó apoyo a través de la Dirección de la

Facultad de Ingenierías, de la cual forma parte el área. En la tabla 4 se muestran algunos sistemas web utilizados por entidades externas a la Coordinación de Cómputo:

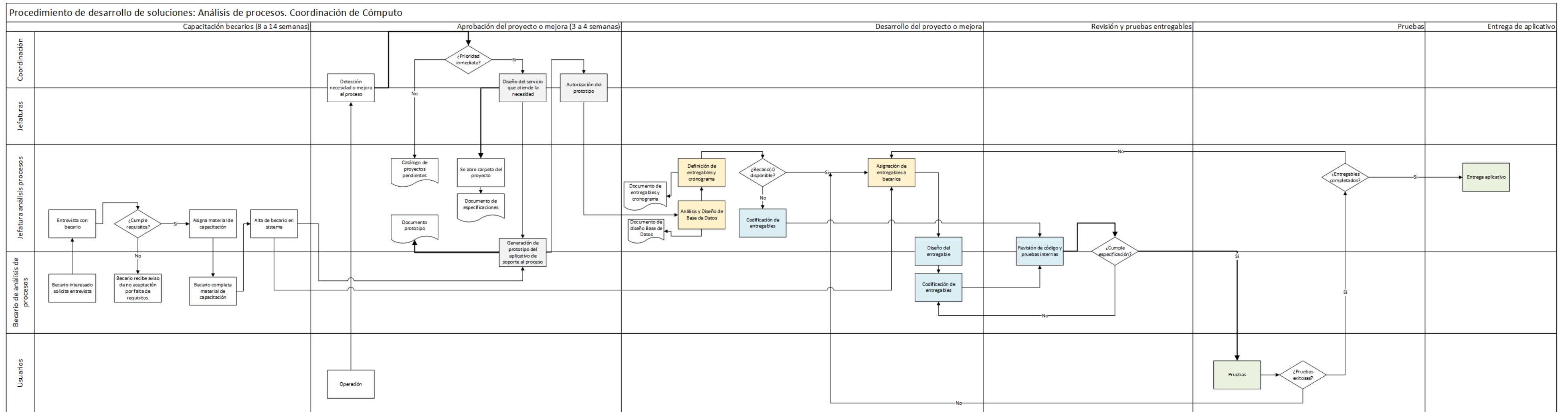
| SERVICIO O PROCESO | SISTEMA WEB | INSTANCIA |
|---|--|---------------|
| Votación de proyectos académicos institucionales. | Portal de votación de proyectos. | Institucional |
| Gestión de objetos extraviados. | Sistema de gestión de objetos extraviados. | Institucional |
| Evaluación de directores de facultades. | Sistema de evaluación de directores. | Institucional |

Tabla 4. Sistemas externos. Fuente: Elaboración propia.

3.5 EL PROCESO DE DESARROLLO DE SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

A continuación, se describe el proceso actual que realiza el área de Análisis de Procesos para el desarrollo y entrega de sistemas web que buscan automatizar los servicios y operaciones de la Coordinación, el Departamento de Ingenierías y la Institución Educativa. La figura 3 muestra el diagrama del proceso.

Figura 3. Diagrama del proceso actual de desarrollo de soluciones. Fuente: Elaboración propia.



Reclutamiento y selección

Desde hace aproximadamente 5 años, la forma de atraer a los becarios al programa de desarrollo de sistemas web de la Coordinación, ha sido a través de la técnica de "boca en boca", donde estos invitan a otros de sus compañeros a participar.

Los alumnos de la institución pueden solicitar ingresar al programa en cualquier momento, para ser aceptados deben contar con experiencia previa en programación básica (haber acreditado la primera materia de programación de su carrera) e idealmente conocimientos básicos de programación orientada a objetos y de bases de datos (materias de cuarto y tercer semestre respectivamente).

Cuando un alumno está interesado en ingresar como becario, se acerca a solicitar una entrevista con el jefe del área, en esta entrevista el jefe de área confirma que el alumno cuente con los requisitos descritos anteriormente, se le explica cómo funciona el programa y las condiciones del apoyo que recibirá, en caso de ser aceptado. Si el alumno está de acuerdo, se comenzará la etapa de capacitación.

Con respecto a este punto, es importante mencionar que, a partir del año pasado, se vio la posibilidad de vincular a los alumnos que finalicen la materia "Desarrollo web" (impartida en el sexto semestre) de un programa académico de la Institución con el programa de becarios. Actualmente se incorporó a un alumno a través de esta modalidad.

Capacitación

Para que el alumno pueda comenzar a realizar las funciones de codificación de entregables del proceso de desarrollo de sistemas web (ver figura 3), debe familiarizarse con las tecnologías, los lenguajes de programación y los patrones de desarrollo que se utilizan en el área. Para lograr esto, y a modo de capacitación, actualmente se le solicita al alumno aspirante a becario, registrarse en una plataforma pública que ofrece cursos gratuitos en los lenguajes y tecnologías necesarias, realizar los cursos en un tiempo máximo de ocho semanas, e ir reportando su avance o dudas en reuniones breves al menos dos veces por semana. Los cursos tienen un tiempo sugerido de nueve semanas, sin embargo, al alumno se le invita a que los realice en el menor tiempo posible, siendo este objetivo alcanzado la mayoría de las ocasiones.

Una vez finalizados los cursos y ya que el alumno es registrado como becario, se le asigna alguna tarea sencilla, relacionada con alguno de los proyectos del área, esto tiene como objetivo que el becario se familiarice con la arquitectura, las bases de datos y las metodologías empleadas en los proyectos.

Revisión semestral de proyectos y objetivos

De manera semestral, en toda la Institución, se realiza una evaluación del personal. Cada una de las personas es evaluada por su responsable directo. En esta evaluación se revisa el porcentaje de avance logrado en cada uno de los objetivos establecidos en la evaluación anterior, y se establecen los nuevos objetivos para el semestre en curso. En esta reunión el área de Análisis de Procesos establece junto con el Coordinador de Cómputo, los proyectos más importantes a concluir en el periodo. Se establece un proyecto genérico de "Mejoras a los procesos de la Coordinación" para contemplar cualquier situación que se presente y sea necesario atender durante el siguiente semestre. Es importante mencionar que no existe un tiempo planeado para estas situaciones, y

simplemente se busca hacerlas en algún momento más adelante durante el periodo en que se presenten.

Detección de necesidad o mejora

El coordinador y las jefaturas de área, sostienen una reunión de seguimiento de forma semanal. En esta reunión se comentan las situaciones relevantes de la operación, se revisan indicadores de incidentes y de desempeño en su atención.

Es en esta reunión donde también se detectan, con base en la operación, nuevos servicios, mejoras a procesos o posibles automatizaciones a los mismos. Entre las jefaturas y el coordinador se comentan posibles soluciones, para finalmente acordar un curso de acción.

Posteriormente en una reunión quincenal entre el Coordinador de Cómputo y la jefatura de Procesos, se revisan los proyectos en curso y los proyectos pendientes. En esta reunión se revisan las prioridades de los proyectos y se establecen fechas para entregas de próximos avances. Es en esta reunión también donde, puede cambiarse un proyecto de prioridad, en caso de surgir alguna situación en que sea necesario mover recursos a un proyecto que aporte más valor o que garantice la operación de los servicios debido a alguna contingencia.

Aprobación de proyectos

Una vez acordada y formalizada la realización de un proyecto, el jefe del Área de Procesos, se reúne con alguno de los becarios, para realizar el prototipo de la interfaz de usuario de la solución. Este prototipo se realiza normalmente en la herramienta *Power Point*, debido a su practicidad de uso y de que no requiere conocimientos especializados, ni pago de licencias adicionales. El tiempo promedio de realización de los prototipos es de una semana, al finalizar, se presenta en la reunión semanal de la Coordinación, o en caso de ser un proyecto para una entidad externa a la Coordinación, con los interesados del proyecto. En esta reunión se recibe retroalimentación por parte de los interesados, se confirman, descartan o agregan reglas de negocio que deberá implementar la solución. En caso de ser necesario, se acuerda otra reunión para revisar la versión final del prototipo, de lo contrario, el prototipo se da como autorizado y el proyecto avanza a la siguiente etapa.

Diseño de base de datos.

Tomando en cuenta los prototipos realizados anteriormente, las reglas de negocio establecidas por los interesados y la necesidad a resolver o el proceso a automatizar, el responsable del área, diseña la base de datos que almacenará la información generada por el sistema solución. En esta etapa se genera una versión inicial, pero su estructura debe garantizar cierta flexibilidad a cambios, si se quiere evitar retrabajos futuros.

El tiempo necesario promedio de esta etapa es de 20 horas, lo cual representa un cuello de botella, ya que el responsable del área tiene que dividir las horas en varias sesiones, durante dos o tres semanas para finalizar el diseño. Además de ser una parte del proceso de desarrollo en la que el área sólo cuenta con la experiencia del responsable, ya que los becarios normalmente no han cursado una materia de diseño de base de datos, lo cual representa un riesgo, pues esta tarea no se puede delegar y de su conclusión dependen las fases siguientes del proyecto.

Lista de entregables

En esta etapa, el responsable del área divide el proyecto en módulos, a su vez divide cada módulo en componentes (interfaz de usuario, validación de datos, controladores, modelos y servicios). Lo anterior se realiza tomando como base lo realizado en proyectos anteriores, sin embargo, esto se hace de memoria o en algunas ocasiones buscando información en proyectos anteriores, pero sin ninguna metodología u orden en particular. Asigna a cada entregable un tiempo de codificación, basado en su experiencia en proyectos anteriores. Dependiendo del número de becarios disponibles para el proyecto, el detalle de cada módulo se puede posponer hasta la finalización del anterior o en su caso detallar tantos módulos como becarios disponibles se tengan y avanzar de esta manera varios módulos en paralelo.

Asignación de becario

El jefe de área asigna a los becarios disponibles el siguiente elemento de la lista de entregables para su codificación.

Diseño del entregable y Codificación

Una vez decidida la asignación de un entregable a un becario, se sostiene una reunión entre el responsable del área y el becario designado. En esta reunión se explica de forma verbal el objetivo, las especificaciones, el funcionamiento del entregable. El responsable puede buscar el código de entregables parecidos en proyectos anteriores, pero no existe un catálogo escrito o formal que ayude en esta labor, normalmente lo realiza tratando de recordar algún proyecto similar o buscando en varios proyectos el código que más se asemeje al entregable.

El becario comienza la codificación, componente por componente, se acuerda la fecha de la siguiente revisión, sin embargo, se le comenta al becario, que en caso de existir alguna duda o problema que retrase más de lo necesario el proyecto, acuda con el jefe del área para buscar solución o despejar la duda existente. Si el becario es principiante, se le da un seguimiento informal diario, si es un becario con experiencia, las revisiones de avance son normalmente al final de la semana. Actualmente estas revisiones se realizan dependiendo de la situación, acordando la siguiente revisión a partir de la anterior.

En ocasiones, existen retrasos por que el becario no encuentra la solución a un problema, o lo resuelve de una forma fuera del estándar de lo reconocido como "buenas prácticas" y es necesario tener una sesión entre el becario y el responsable para resolver y/o aclarar la situación, lo anterior retrasa el tiempo de entrega acordado del componente.

Pruebas Internas

Una vez que el becario notifica al responsable del área la finalización de los componentes de un entregable, se realiza una reunión para realizar una serie de pruebas de validación. Junto con el becario, el responsable define una serie de casos de uso, los cuales se anotan en un archivo de Excel, y se les conoce internamente como "Matriz de pruebas". El becario realiza estas pruebas por su cuenta, corrige cualquier desviación a lo esperado, para finalmente junto con el responsable revisar el cumplimiento de los puntos de la matriz. En esta sesión también se realiza una revisión del código por parte del responsable del área, normalmente se corrigen estilos y alguna desviación que se detecte con relación a las "buenas prácticas", la cuales no están plasmadas en documento alguno, sólo se revisan basadas en la experiencia del responsable del área.

Pruebas con usuarios responsables.

Una vez finalizado un módulo, este se pone a disposición de los usuarios interesados, se define una nueva matriz de pruebas, y se les solicita a los usuarios realizar pruebas de los distintos casos de uso especificados en la matriz. Si se detectan desviaciones, estas son anotadas por el jefe de área y corregidas por el becario. El módulo corregido se vuelve a presentar al usuario para verificar las correcciones tantas veces sea necesario. Cuando el usuario acepta que el módulo funciona correctamente, este se da como finalizado.

Entrega de aplicativo

Al finalizar todos los módulos establecidos en el listado de módulos y entregables, el responsable del área realiza la migración de archivos y base de datos desde el servidor donde se realizó el desarrollo al servidor que alojará el aplicativo productivo.

3.6 ANÁLISIS FODA

Un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, tiene como objetivo básico compararlas, para plantear estrategias que permitan capitalizar oportunidades, afianzar las fortalezas, erradicar las debilidades y contrarrestar las amenazas (Hill et. al 2015). A continuación, se muestra la tabla 5 con un análisis FODA del Área de Procesos.

| Fortalezas | Oportunidades |
|---|---|
| Experiencia en el desarrollo de sistemas web y mejores prácticas. Infraestructura disponible para el crecimiento del Área de Procesos. Área orientada a procesos y mejora continua. Posibilidad de modificar y actualizar los sistemas web | Buscar abrir la comunicación con direcciones de programa para invitar a sus alumnos al programa. Vincular con la academia para la generación de conocimiento. Aportar valor a otras facultades a través de la adopción de procesos y sistemas que los soportan. Vincular con empresas y crear oportunidades de empleo para los becarios. |
| Debilidades | Amenazas |
| Proceso de diseño de soluciones tecnológicas para el soporte a la operación no está formalizado y carece de indicadores de rendimiento. La documentación es informal. Las tecnologías utilizadas no son las más nuevas y por tanto las de interés de los alumnos. | Cancelación del programa de becarios. Programas de becarios en otras áreas más atractivos para los alumnos. |

Tabla 5. FODA del Área de Análisis de Procesos. Fuente: Elaboración propia.

Con base en el análisis FODA realizado, observamos que existe la posibilidad de capitalizar las fortalezas como la experiencia en el desarrollo de sistemas web y el ser un área orientada a procesos, para trabajar en mejorar el proceso de diseño de soluciones, así como definir algunos indicadores del mismo. Otra opción que existe, es vincular con el área académica de la Institución Educativa para evaluar cuales son las tecnologías de desarrollo de sistemas que están demandando las empresas y de esta manera en un mediano plazo ir adoptándolas en el área. Finalmente, se podría buscar alguna forma para hacer el programa de becarios más atractivo para los alumnos, ya sea en términos curriculares, en formación de nuevas competencias o incluso en términos económicos.

Entrevista con el Coordinador.

Se realizó una entrevista con el coordinador, la pregunta en general fue que áreas de oportunidad visualiza en el proceso de desarrollo de soluciones tecnológicas realizadas por el área de procesos. Comentó que una de las filosofías de la coordinación es adoptar las mejores prácticas de la industria, pero adoptarlas a la necesidad de la coordinación, esto lo resumió como “adoptar y adaptar”. Si bien actualmente no existe un reporte de estatus de proyecto, consideró necesario reportar de forma semanal los avances que tienen los proyectos activos. También propuso generar un catálogo de componentes reutilizables para la codificación de los entregables y que no vuelvan a desarrollarse desde cero en cada proyecto.

4. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

4.1 ENFOQUE CONCEPTUAL

En este apartado se abordará el marco teórico y conceptual de la gestión de la innovación tecnológica, se presentarán modelos de innovación tecnológica y de mejora de procesos, finalmente se presentarán tres casos que presentan una problemática similar a la planteada en este caso.

Solleiro & Castañón (2016) define la tecnología como aquellos conocimientos, experiencia, instalaciones, equipo, recursos humanos y procesos que permiten la generación de nuevos productos, procesos o sus mejoras y afirma que la tecnología debe ser el medio para producir bienes y servicios con la calidad y al costo que demanda el mercado, alcanzando también los objetivos de productividad de la organización.

Una correcta gestión tecnológica, vista como herramientas y técnicas que permiten a la organización aprovechar los recursos con los que cuenta de la mejor forma posible, mediante la elaboración y ejecución de planes de innovación, puede conducir a las organizaciones hacia un mejor futuro.

La innovación tecnológica en las organizaciones se puede ver como un proceso, que transita por varias etapas, y que tiene por objeto generar desde procesos productivos superiores hasta nuevos productos y servicios o sus mejoras (Solleiro & Castañón, 2016).

Hill et al. (2015) define la innovación como el acto de crear productos y procesos y los divide en dos clases de innovación, la de productos y la de procesos. La innovación en productos consiste en crear productos que no existen en el mercado actual o de incorporar atributos superiores a los ya existentes. Por otro lado, la innovación en proceso es el desarrollo de nuevas metodologías y procedimientos para fabricar los productos y llevarlos a los clientes. La innovación de procesos está orientada a disminuir los costos de producción al hacerlos más eficientes y con un mejor aprovechamiento de los recursos que consumen.

Cuando una organización se compromete con la innovación está generando una ventaja competitiva que la distingue de sus competidores de forma constante, así no importa que la competencia copie la innovación, pues llegado ese momento la organización estará creando otras. Las innovaciones les permiten a las organizaciones diferenciar sus productos y poder cobrar un precio superior por ellos o a través de la mejora e innovación en procesos, bajar su estructura de costos y aumentar el margen de utilidad (Hill et al., 2015).

Otro concepto importante es el de paquete tecnológico, Solleiro & Castañón (2016) lo define como el conjunto de conocimientos o *know how*, que son necesarios para la producción eficiente de un producto o servicio. El paquete tecnológico puede estar compuesto de los siguientes elementos:

- Tecnología de producto o servicio.
- Tecnología de equipo.
- Tecnología de proceso.
- Tecnología de operación.

En cuanto a la tecnología de proceso se puede mencionar que son las condiciones, los procedimientos y la organización requeridas para el aprovechamiento adecuado de recursos, para la producción del producto o servicio de la organización (Solleiro & Castañón, 2016).

4.2 MODELOS TEÓRICOS

A continuación, se explican tres modelos de innovación, de los cuales se analizará posteriormente su pertinencia en el caso de estudio.

4.2.1 Modelo del Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM)

Este modelo fue desarrollado por el CIDEM, organismo ligado al gobierno catalán. Su objetivo principal es difundir la importancia de incorporar en las PyMES catalanas el manejo de la innovación como un proceso estratégico, para mantener la competitividad de la región.

En la figura 4 se muestra este modelo, donde se muestra los bloques principales del modelo.

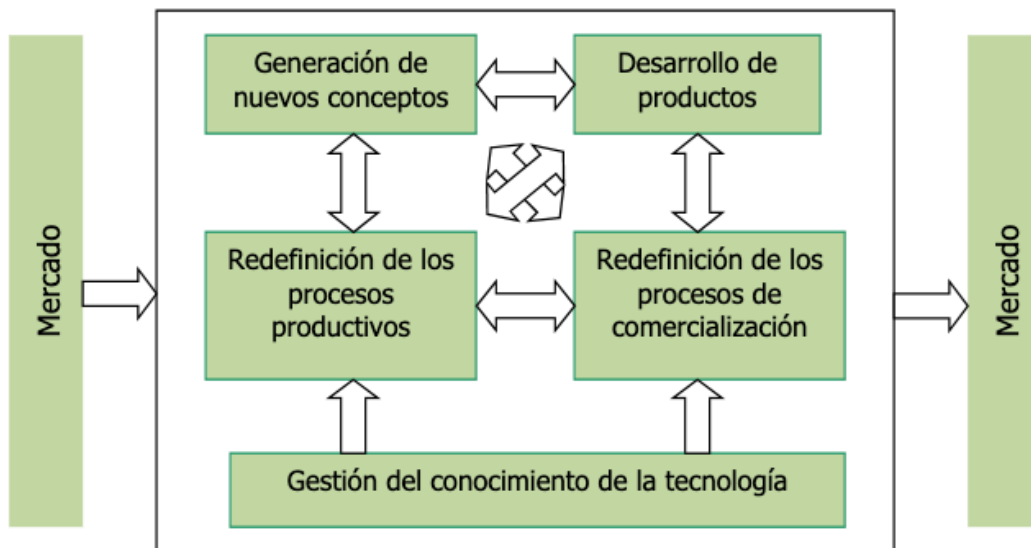


Figura 4. Modelo CIDEM de gestión de la innovación. Fuente: (Salazar León, 2012).

Este modelo establece que para innovar se debe actuar simultáneamente en otros frentes además de la investigación y el desarrollo, como son: la generación de nuevos conceptos, el desarrollo de producto, tiempos más cortos para salir al mercado, la redefinición constante de las actividades productivas y los procesos de ventas.

De este modelo interesa al caso de estudio la redefinición de los procesos productivos y la gestión del conocimiento de la tecnología. La primera establece la necesidad de mejorar los procesos de fabricación de los productos existentes y la segunda que se debe guardar el conocimiento a lo largo de los procesos de innovación, definir las tecnologías que serán desarrolladas internamente y cuáles no (Salazar León, 2012).

4.2.2 Modelo de mejora de procesos.

Este modelo fue desarrollado en el programa noruego TOPP, un proyecto de investigación en productividad.

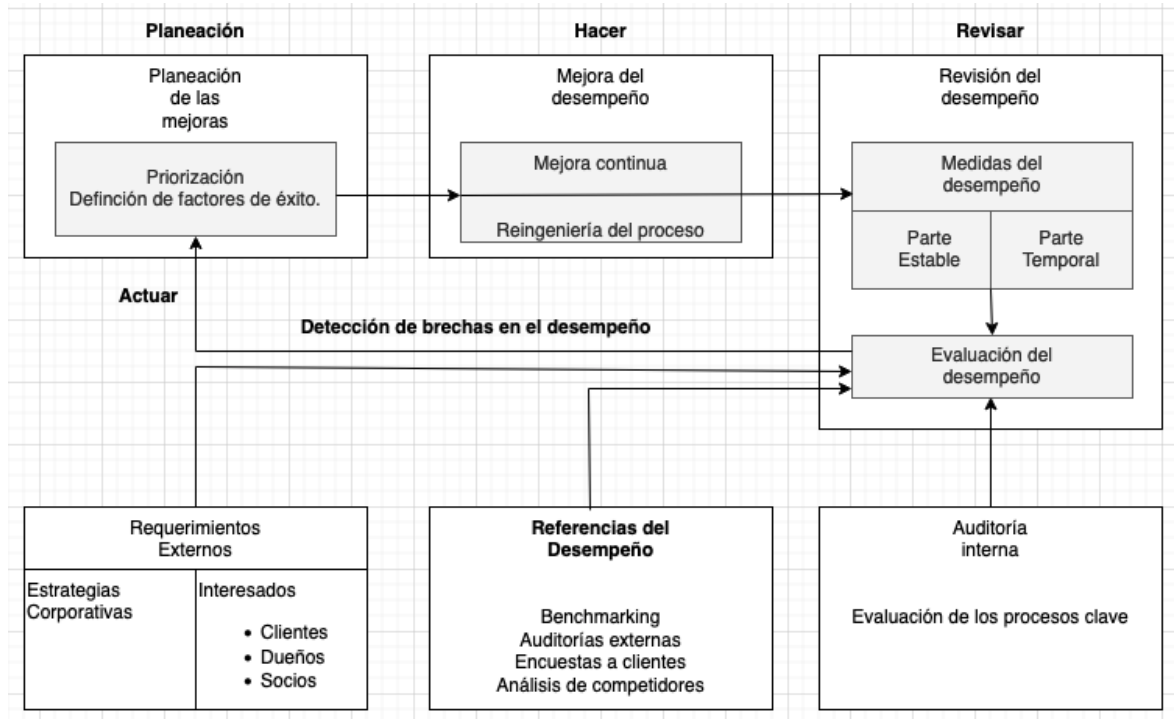


Figura 5. Modelo de mejora de procesos. Fuente: (Bredrup, 1995).

En la figura 5 se observa una parte superior, la cual representa un ciclo de actividades del proceso de mejora que consiste en planear, mejorar, revisar y ejecutar. En la parte baja del modelo se observa que tipos de entradas pueden ser utilizadas durante la fase de la evaluación del performance.

El modelo comienza normalmente en la fase de medición del desempeño, creando una imagen de la situación actual a través de una autoevaluación. Con base en la autoevaluación del proceso, se establecen las áreas y subprocesos que deben ser mejorados, y estos se priorizan de acuerdo a las estrategias de la organización y al factor de éxito asociado a cada uno de ellos. Posteriormente en la fase de mejora del desempeño, las mejoras son implementadas. Se aconseja un flujo continuo de introducción de pequeñas mejoras.

Cabe mencionar que el modelo anterior es un proceso cíclico, ya que, una vez implementadas un conjunto de mejoras, estas deben ser reevaluadas y comparadas con las de la iteración anterior. Si se tienen resultados satisfactorios, el nuevo proceso se convierte en el nuevo estándar (Andersen, 1999).

Para llevar a cabo el modelo anterior Andersen (1999) recomienda contar con los siguientes elementos:

- Designar al líder de la mejora, sus funciones principales serán convocar a las reuniones, monitorear el progreso y recabar y distribuir la información.
- Asegurar que se cuenta con soporte, autoridad y representación de la gerencia correspondiente al proceso a mejorar.
- Designar al dueño del proceso, que normalmente es la persona responsable de todo el proceso o de la mayor parte de él.
- Determinar a los clientes del proceso, internos o externos. Lo anterior garantizará que la visión de estos se incorpore a las actividades de mejora.
- Incorporar a los proveedores internos o externos que proporcionan las entradas al proceso.
- Buscar asesoría en caso de que las herramientas de mejora sean nuevas para el equipo.

Las actividades centrales a la mejora de proceso se pueden visualizar en la figura 6:

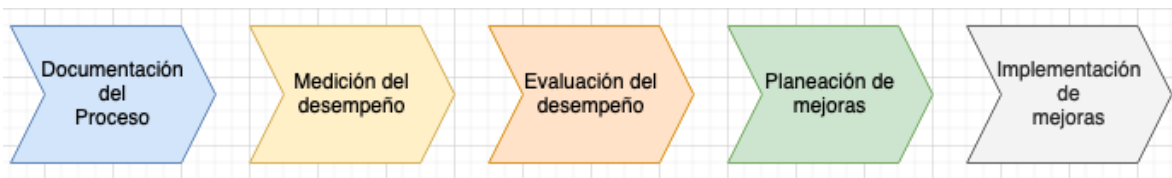


Figura 6: Actividades centrales de la mejora de procesos Fuente: (Andersen, 1999).

4.2.3 Modelo Combinado Lean y Agile.

El siguiente modelo es propuesto por Naz & Iqbal (2016), y es una combinación del modelo ágil SCRUM con los principios del Desarrollo de Software Esbelto (*Lean Software Development*).

El modelo SCRUM establece que el desarrollo del software debe ser flexible y responder efectivamente a cambios solicitados por el cliente. El producto es descrito en forma de historias de usuario, las cuales narran la funcionalidad desde el punto de vista de los clientes. El desarrollo se realiza en cajas de tiempo o tareas incrementales llamadas SPRINTS (iteraciones). La planeación de un SPRINT se realiza en una reunión del equipo y se escogen las historias que incluirá este. Después de finalizado el SPRINT se realiza una reunión para revisar el avance del proyecto y otra para exponer los métodos de trabajo seguidos por el equipo (Naz & Iqbal, 2016).

A este modelo se aplican los principios del Desarrollo de Software Esbelto, los cuales se mencionarán a continuación:

- Eliminación del desperdicio
- Incorporar la calidad en el desarrollo
- Creación de conocimiento
- Aplazar compromisos de diseño
- Entregar el producto rápido
- Respetar decisiones del equipo
- Optimizar continuamente

La figura 7 muestra el modelo combinado, el cual consta de nueve fases, soportados por los principios esbeltos.

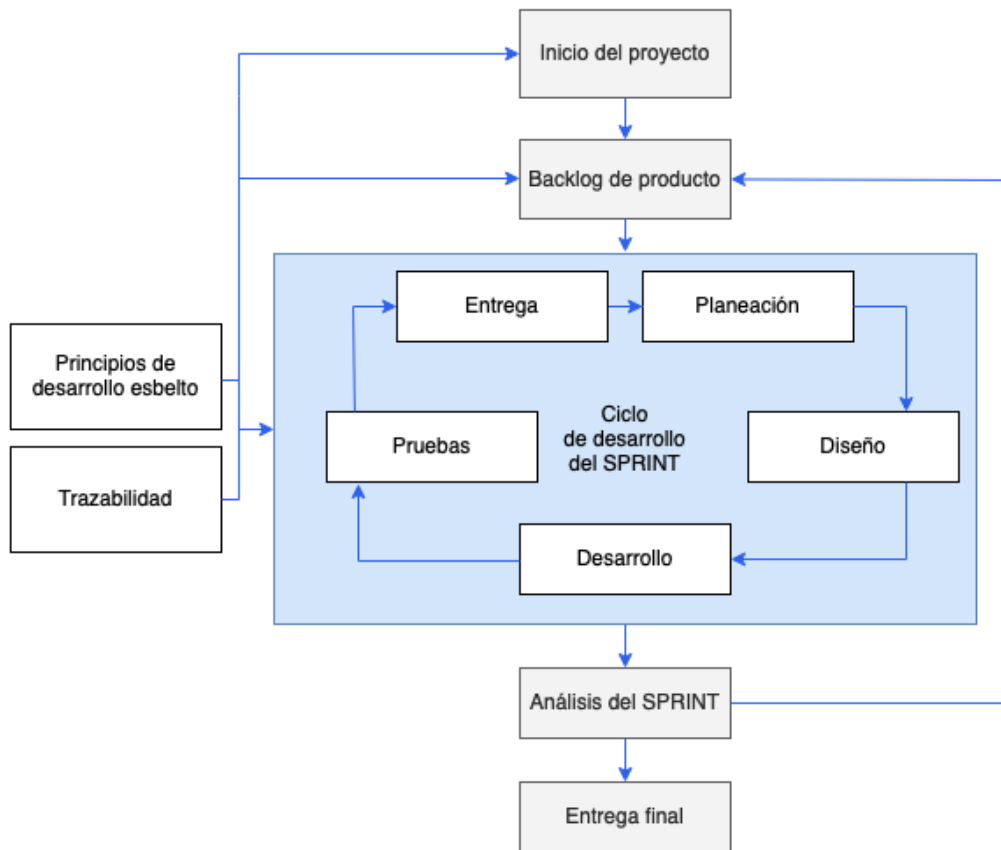


Figura 7: Modelo combinado Lean – Agile Fuente: Adaptado y traducido de (Naz & Iqbal, 2016).

A continuación, se describen brevemente cada una de las etapas del modelo:

Iniciación del proyecto: Se establece la visión del proyecto y el requerimiento inicial, también se define la infraestructura inicial, se forma el equipo de trabajo y se crea y prioriza el Product Backlog.

Product Backlog: Es una lista priorizada de lo que requiere el proyecto. Cada elemento es una unidad de trabajo manejable. Establece una trazabilidad de los requerimientos.

Planeación del SPRINT: Aplicando el principio de valor al cliente, se selecciona la siguiente unidad de trabajo del Product Backlog.

Diseño del SPRINT: Se basa en arquitecturas flexibles que promueven la facilidad de cambios. Se crea un concepto mínimo viable que incorpore la necesidad del cliente.

Codificación del SPRINT: En esta fase se incorpora el aprendizaje iterativo esbelto y el principio de eliminación del desperdicio. Se busca desarrollar el 20% de las funcionalidades que cubrirán el 80% de las necesidades del cliente.

Pruebas al SPRINT: Se establecen los casos de pruebas. Se integran pruebas unitarias, pruebas de aceptación, integración, de sistema y funcionales.

Entrega del SPRINT: El SPRINT es entregado al cliente. Se realiza la reunión de lecciones aprendidas.

4.3 CASOS DE ESTUDIO

El presente apartado presenta tres casos de estudio investigados, los cuales presentan algunas similitudes con las problemáticas u objetivos del presente caso de estudio

4.3.1 Caso Toyota

A continuación, se describe el caso de estudio "Toyota en 2013: La producción esbelta y el origen del mayor fabricante mundial de automóviles" (Hill et. al 2015), el cual es relevante para el caso de estudio de este proyecto, debido a los beneficios obtenidos por la empresa al aplicar varias innovaciones en sus procesos y que están relacionados con los objetivos del presente caso.

La compañía japonesa Toyota tuvo sus orígenes en los años treinta del siglo pasado, cuando Kiichiro Toyoda, hijo del inventor y emprendedor Sakichi Toyoda, decidió crear una división de fabricación de autos, como parte de la empresa Toyoda Automatic Loom, la cual se dedicaba a la fabricación de telares automatizados. Kiichiro tenía confianza en que las competencias adquiridas en la fabricación de telares serían muy similares a las necesarias en la fabricación de automóviles.

En 1935 Toyota produjo sus primeros veinte vehículos y para el año de 1936 ya había fabricado 1,142 vehículos automotores. En 1937 Kiichiro y su cuñado Risaburo Kodama deciden separar Toyoda Automatic Loom y fundar como compañía independiente a Toyota Motor Company.

Para el fin de la segunda guerra mundial, Toyota debía replantear sus estrategias y procesos si quería competir con los productores de automóviles a nivel mundial. Cuatro eran los principales problemas a considerar:

- a. El mercado japonés no tenía el tamaño para soportar la estrategia de economías de escala que utilizaban competidores como Ford y GM en Estados Unidos, los cuales tenían grandes inversiones en instalaciones de producción y fabricaban las partes de los automóviles de forma masiva para su almacenamiento y posterior utilización.
- b. El capital de inversión japonés era escaso y difícil de conseguir, debido a la situación económica causada por la postguerra.
- c. La ocupación americana introdujo nuevas leyes laborales en Japón, teniendo como consecuencia el aumento del poder de negociación de los trabajadores y haciendo más difíciles los despidos de los obreros.
- d. Existía un riesgo muy alto que competidores de América del Norte y Europa Occidental comenzaran operaciones en Japón, lo anterior era evitado por los impuestos y aranceles que el gobierno japonés estableció en aquella época, sin embargo, esto podía cambiar en cualquier momento.

De 1943 a 1954 Taiichi Ohno trabajó en las líneas de producción de automóviles, durante este periodo analizó los problemas que traía consigo el proceso de fabricación masiva que empleaba en ese tiempo la compañía y que eran considerados como estándares mundiales en esa época. Cinco fueron los más relevantes:

- a. La producción masiva acumulaba grandes cantidades de capital y generaba grandes costos de almacenamiento.

- b. Existía un riesgo muy alto de propagar defectos por una mala configuración de la línea de producción a grandes cantidades de elementos producidos.
- c. La alta especialización de los obreros y la monotonía de sus tareas generaba distracciones que se convertían en defectos.
- d. Existían puestos de trabajo como capataces, inspectores de calidad y especialistas de montaje que podían ser realizados por los mismos obreros de la línea de ensamble.
- e. La producción masiva complicaba incorporar las preferencias del consumidor, las cuales suponen una mayor diversidad de productos.

Para enfrentar las problemáticas anteriores, Taiichi se propuso cambiar radicalmente el proceso de fabricación, a través de impactar en los siguientes puntos:

- Reducir el tiempo de instalación de máquinas.
- Organizar el lugar de trabajo.
- Mejorar la calidad.

Para lograr que fuera redituable producir en pequeñas cantidades las partes de los automóviles, Ohno se planteó como objetivo reducir el tiempo de instalación de máquinas para el troquelado de las partes. El estándar de la industria era producir grandes cantidades de partes, almacenarlas y después reconfigurar las máquinas para estampar la siguiente parte, repitiendo el proceso. El tiempo de reconfiguración de máquinas llevaba en 1962 un día completo y la configuración era cambiada cada tercer día, Ohno logró que el tiempo para reconfigurar fuera de sólo 3 minutos en 1971, logrando así que se produjera lo necesario para la línea de producción, cambiando la configuración tres veces al día.

En cuanto a la organización del trabajo, Ohno innovó en la formación de equipos. Tras una negociación entre la compañía y la fuerza laboral en 1950 se llegó a un acuerdo, recortar en un 25% al personal, pero garantizar trabajo vitalicio y pagos por antigüedad a los empleados restantes. Además, los empleados aceptaron flexibilizar sus asignaciones, lo que permitió que todos realizaran funciones de calidad, reparación de herramientas y limpieza.

Para el mejoramiento de la calidad Ohno replanteó la forma de corregir errores en la línea de producción. La forma anterior de realizar la corrección era al final del proceso de ensamble, lo cual hacía que los obreros no se preocuparan por detectar defectos antes de entregar sus ensambles a la siguiente fase de la línea de producción. La innovación propuesta fue que, al detectar un error en cualquiera de las estaciones, se corrigiera en el instante. Al principio esto causó que la línea de producción se parase frecuentemente, lo cual desmotivaba a los empleados, pero conforme estos fueron ganando experiencia en la detección y corrección de errores y defectos, la línea de producción se detuvo cada vez menos, hasta el punto que actualmente esto casi nunca sucede más.

Los beneficios obtenidos de las innovaciones a los procesos antes mencionados, resultaron en un incremento de la producción, disminuyeron el número de errores en el ensamble de automóviles y mejoraron las capacidades de los obreros al volverlos más flexibles y participativos en la mejora continua de los procesos. Lo anterior se ve resumido en la siguiente tabla comparativa:

| Año | General Motors | Ford | Nissan | Toyota |
|-------------|-----------------------|-------------|---------------|---------------|
| 1965 | 5.0 | 4.4 | 4.3 | 8.0 |
| 1970 | 3.7 | 4.3 | 8.8 | 13.4 |
| 1975 | 4.4 | 4.0 | 9.0 | 15.1 |
| 1979 | 4.5 | 4.2 | 11.1 | 18.4 |
| 1980 | 4.1 | 3.7 | 12.2 | 17.8 |
| 1983 | 4.8 | 4.7 | 11.0 | 15.0 |

Tabla 6. Vehículos producidos por trabajador (1965 a 1983) Fuente: (Cusumano, 1985)

4.3.2 Caso "Lean Software Practices in an IT Application Support Department"

En este caso se aborda la adopción de los principios "*lean manufacturing*" o manufactura esbelta a un departamento de mantenimiento de aplicaciones de software. El autor del caso afirma que pudo demostrar a través de la comparación de información previa y posterior a la implementación que la calidad de las mejoras solicitadas aumentó y fueron entregadas a los clientes en un tiempo promedio menor.

El caso describe que en la organización existen dos departamentos, el primero de ellos es el departamento de desarrollo y el segundo es el departamento de soporte. El departamento de desarrollo está compuesto por equipos, cada equipo es responsable de desarrollar aplicativos de software para los clientes de la organización. Una vez entregado el sistema al cliente, el departamento de soporte toma responsabilidad del mantenimiento, soporte y mejoras de la aplicación.

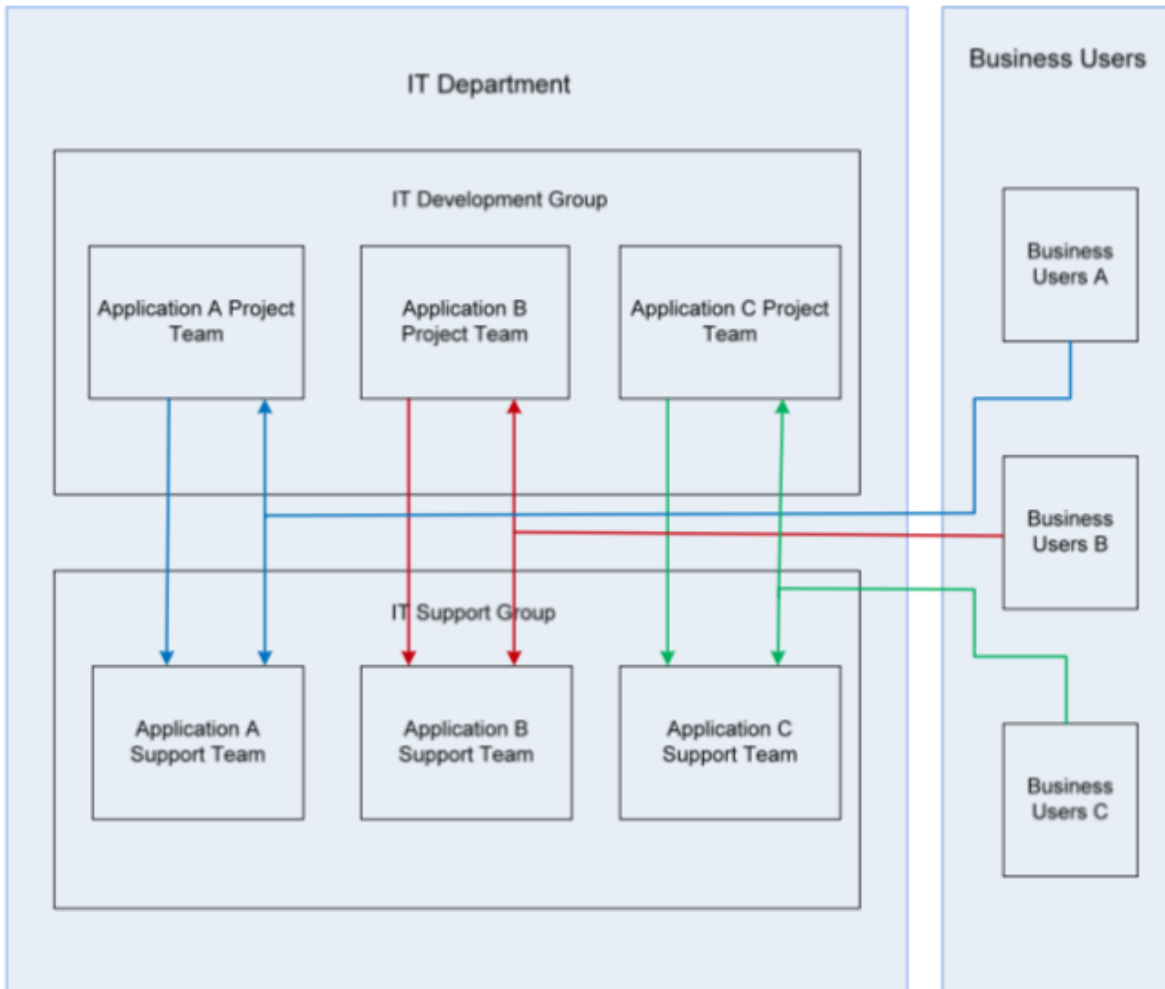


Figura 8: Contexto organizacional previo. Fuente: (Ren, 2011)

La figura 2 muestra la organización de los equipos previos a la implementación de las mejoras a los procesos, en ella se observa como a un equipo de desarrollo de una aplicación le corresponde un equipo de mantenimiento y soporte. Las responsabilidades de los equipos de soporte eran:

- Corregir defectos del aplicativo en producción
- Implementar pequeñas mejoras
- Todo el trabajo de mantenimiento relacionado con la aplicación

Los tipos de mantenimiento para realizar lo anterior se clasificaban en cuatro tipos:

1. Correctivo: Arreglar defectos en el código
2. Adaptativo: Adaptar el software a nuevos ambientes.
3. Perfectivo: Actualizar el software para cumplir con los nuevos requerimientos del usuario.
4. Preventivo: Actualizar documentación y hacer el software más sencillo de mantener.

El autor del caso comenta que las tareas de soporte normalmente tienen un ciclo de vida corto y que cada una tiene asociada una Requisición de Cambio (RC). Estas RC son registradas en un sistema de gestión.

El caso afirma que la problemática principal era que los clientes percibían un costo y ningún valor en los equipos de soporte.

Para resolver esta problemática, se implementaron nuevas prácticas basadas en los principios "lean", con el objetivo de entregar más valor a los clientes e incrementar los niveles de satisfacción.

El enfoque adoptado en cuanto a la organización de los grupos de soporte fue el de "Enfocarse en la tarea". Así los desarrolladores y sus gerentes fueron agrupados para atender un solo tipo de tarea, pero para todos los aplicativos de la organización.

La figura 9 muestra la reorganización de los equipos de trabajo, el preventivo, adaptativo, correctivo y perfectivo y cómo cada uno de ellos se comunica ahora con los equipos de desarrollo y con los clientes.

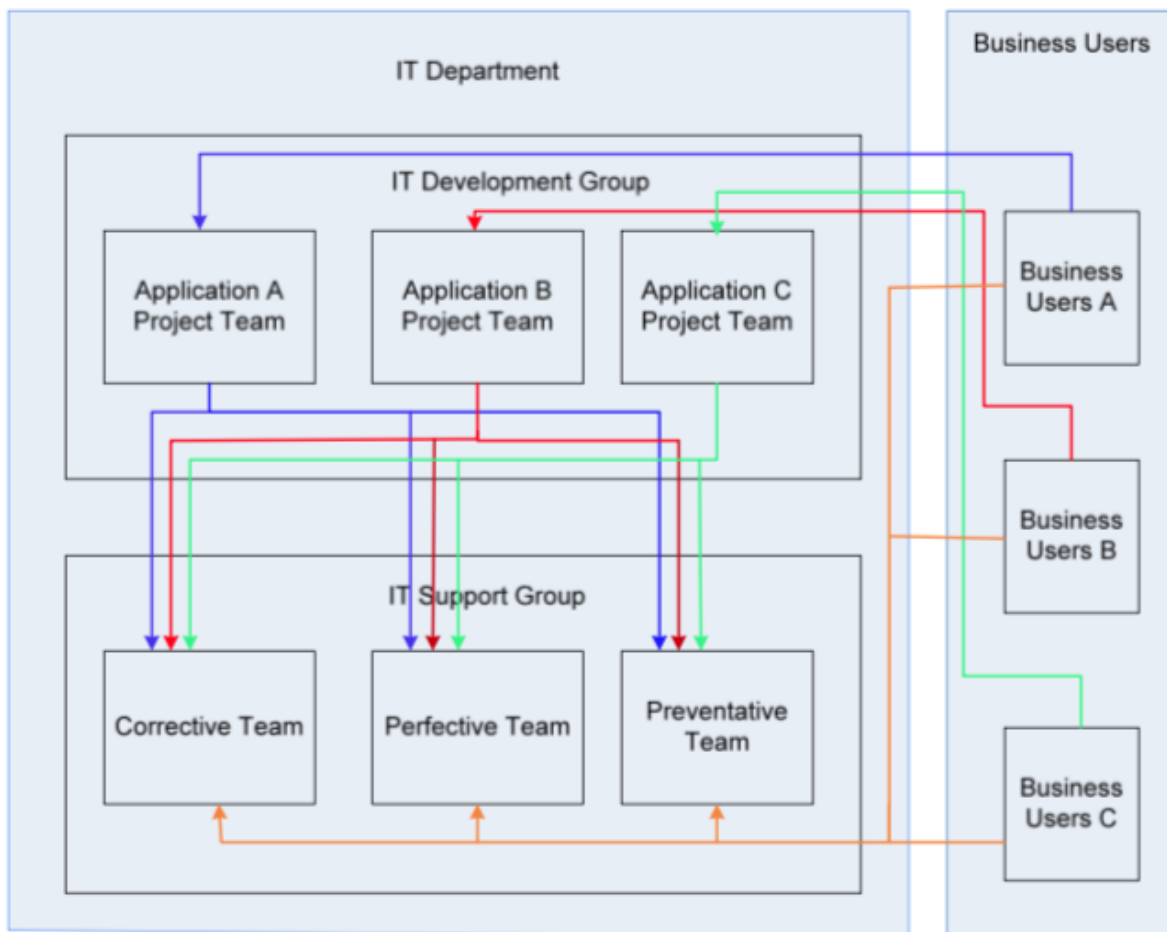


Figura 9: Contexto organizacional posterior al cambio. Fuente: (Ren, 2011)

Además de la reorganización de los equipos, el autor modificó algunos de los procesos para alinearlos con los principios "lean" (manufactura esbelta), como entregar las necesidades del cliente lo más rápido posible, eliminar el desperdicio, estimar los esfuerzos, construir la calidad en el proceso y creación de conocimiento.

Para entregar las necesidades del cliente rápido, se introdujo la lista priorizada de requerimientos, la cual es fijada por los clientes, garantizando así la entrega de valor para ellos. En cuanto a la

eliminación de desperdicio, se notó que la alternancia de tareas entre distintas tareas provocaba lo que se conoce como trabajo parcialmente terminado, así que en el nuevo proceso un desarrollador tiene que terminar la tarea asignada antes de comenzar otra. La estimación de esfuerzo se rediseño para basarse en una unidad de 20 horas y cada equipo de soporte aplica un factor dependiendo del tipo de tarea a realizar. La calidad fue mejorada incorporando pruebas obligatorias en todos los equipos, no importando lo pequeño que fuese el cambio. Se garantizó la correcta transferencia de conocimiento entre los equipos de desarrollo y los de soporte, ahora cada proyecto tiene una lista de verificación, donde se revisa que el proyecto cuente con la documentación necesaria para los equipos de soporte. Además, un miembro del equipo de soporte asiste ahora a las reuniones de diseño, revisión de código y defectos, para tener un entendimiento más claro de los proyectos y asegurar que el conocimiento ha sido transferido a los equipos de soporte.

El autor definió las siguientes variables de control para validar los resultados de la implementación de los principios de manufactura esbelta:

| Principio | Variable | Descripción |
|----------------------------|--|--|
| Reducción de desperdicio | Reducción de desperdicio para RC (Requisiciones de Cambio) | Cuántas horas se disminuyen por cada RC completada |
| Reducción de desperdicio | Ritmo de reducción de desperdicio | Es el porcentaje de reducción de horas |
| Satisfacción del cliente | Disponibilidad del sistema | media del tiempo de falla / media del tiempo de falla + media del tiempo de reparación |
| Satisfacción del cliente | Número de RC implementadas | |
| Satisfacción del cliente | Días en completar RC | Son los días transcurridos entre la fecha en que se realiza la RC y la fecha de entrega. |
| Productividad del empleado | Tiempo de ejecución de RC | Son las horas que un desarrollador emplea en una RC |
| Productividad del empleado | Número de RC completadas | Número de RC completadas por un equipo o un desarrollador |
| Calidad del software | Número de defectos introducidos | Los nuevos defectos debidos a la introducción de una RC o de una corrección a defecto. |
| Calidad del software | Ritmo de error de corrección | Es la razón entre el número de defectos introducidos y el número completado de RC |
| Tiempo al mercado | Días transcurridos | Son los días que transcurren para implementar un nuevo requerimiento. |
| Tiempo al mercado | Edad de backlog | Es el tiempo que tarda el equipo de soporte en comenzar un requerimiento. |

Tabla 7: Variables de control para análisis de resultados Fuente: (Ren,2011)

El autor comparó información histórica del sistema de gestión de incidentes de la organización con la información de un año después de aplicar los principios de manufactura esbelta. Se obtuvo una mejora en todos los aspectos.

4.3.3 Caso "A case study on software project management in industry – experiences and conclusions"

Este caso analiza de forma cualitativa las deficiencias encontradas en dos casos de estudio en la industria del desarrollo de software industrial. El objetivo del estudio es hacer recomendaciones con relación a las prácticas de la Administración de Proyectos, ya que el caso afirma que no es suficiente con mejorar los procesos de desarrollo de software o incorporar nuevas tecnologías asociadas al desarrollo.

Los objetivos principales del caso son, como terminar los proyectos en tiempo, con el presupuesto establecido y con la calidad adecuada. La metodología utilizada fue la de dividir el caso en dos estudios, el primero realizó una evaluación de tipo entrevista a los administradores de proyectos y en el segundo se realizó un análisis cuantitativo con los datos de un proyecto de desarrollo de software.

El caso presenta finalmente recomendaciones para mejorar la gestión de la administración de proyectos.

Para el primer estudio se realizaron preguntas sobre distintas dimensiones de los proyectos, las más relevantes para este caso de estudio se enumeran a continuación:

- La experiencia en administración de proyectos.
- Tiempo dedicado a actividades de administración de proyectos
- Métodos y herramientas utilizados para la planeación del proyecto
- Métodos aplicados para controlar el proyecto
- Experiencia del equipo de desarrollo en herramientas, leguajes de programación y metodologías.

En cuanto al segundo estudio se analizó información relativa a los entregables claves, como son los documentos de especificaciones, el código fuente y la documentación de usuario. Además, por cada tarea se recabó información acerca de los recursos empleados, esfuerzo, calendarización y costo; también se recabó información cuantitativa en términos de la medida en páginas de los entregables producidos por cada tarea. En términos generales del proyecto se registró el esfuerzo, calendarización, costo planeados y se comparó contra los resultados de la ejecución del proyecto.

Los problemas detectados más recurrentes de los análisis anteriores fueron los siguientes

- Cantidad inadecuada de tiempo invertida a la administración de proyectos.
- Falta de habilidades de gestión en los administradores de proyectos
- Entrenamiento inadecuado e inadecuado uso de herramientas de los administradores de proyectos.
- No existe un registro de datos cuantitativos sobre el rendimiento de los proyectos
- Las actividades de aseguramiento de calidad son ignoradas

A partir de las problemáticas anteriores el caso realiza recomendaciones a la organización en términos de un programa de mejora en prácticas de administración de proyectos.

- Realizar un entrenamiento en técnicas de administración de proyectos.
- Establecer un programa permanente de métricas en el desarrollo de software
- Incorporar la calidad al desarrollo de software
- Iniciar cambios en política y cambios organizacionales

4.4 COMPARATIVO DE MODELOS Y CASOS.

Para resumir los principios, ideas y recomendaciones que se exponen en los modelos y casos de las secciones anteriores, se presenta la siguiente tabla:

| Modelo CIDEM | Modelo Mejora de procesos | Modelo <i>Lean-Agile</i> |
|--|--|---|
| <p>Redefinición de los procesos productivos.</p> <p>Gestión del conocimiento.</p> | <p>Medición del desempeño.</p> <p>Planeación de mejoras.</p> | <p>Incorporar la calidad en el desarrollo de entregables.</p> <p>Creación de conocimiento.</p> |
| Caso Toyota | Caso <i>Lean practices</i> | Caso Estudio en Admin. Proyectos |
| <p>Análisis del proceso actual y replantear el estatus quo.</p> <p>Equipos de trabajo comprometidos con la calidad.</p> <p>Producir lo necesario para la línea de ensamble</p> | <p>Reorganización de equipos por tareas.</p> <p>Gestión del conocimiento entre equipo de desarrollo y equipo de soporte.</p> <p>Priorización de requerimientos.</p> <p>Definición de variables de control.</p> | <p>Registro de datos cuantitativos de los proyectos.</p> <p>Uso de herramientas para la gestión de proyectos.</p> <p>Incrementar el tiempo dedicado a la administración de los proyectos.</p> |

Tabla 8. Resumen de modelos y casos. Fuente: Elaboración propia.

De la información concentrada en la tabla 8 se nota que la gestión del conocimiento es un factor clave en dos modelos y en uno de los casos, también se puede observar que la generación de indicadores de desempeño es un elemento común en uno de los modelos y en dos de los casos de estudio. Finalmente, el redefinir los procesos, ya sea a partir de una mejora o de un replanteamiento del mismo está presente en dos de los tres modelos estudiados y en dos de los casos presentados.

5. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

En la siguiente sección se describen tres alternativas de solución para el caso de estudio. Estas alternativas de solución toman como base las ideas y principios recogidos en la tabla 8 y los combinan para generar nuevas ideas que se adapten y resuelvan de mejor manera la problemática del caso de estudio de este trabajo.

5.1 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN 1

Esta alternativa se basa en el modelo CIDEM, esquematizado en la figura 4, y toma los procesos de Gestión de conocimiento de la tecnología y la redefinición de los procesos productivos. También toma la importancia que se brinda a la gestión del conocimiento en el caso "*Lean practices*". El área de procesos ha generado varios sistemas de software, pero no se ha preocupado por la gestión del conocimiento generado en cada uno de ellos, tampoco por detectar los patrones que se repiten entre cada uno de los proyectos. Hacer esto supondría capitalizar la experiencia, el conocimiento y las técnicas empleadas anteriormente con éxito y evitaría que los becarios que codifican nuevos

proyectos, busquen en proyectos anteriores de forma aleatoria el bloque de código que se asemeje al entregable en el que se encuentren trabajando. Además, tomando como base la idea del caso Toyota de línea de ensamble, esta solución propone redefinir el proceso de codificación de entregables a una línea de ensamble, donde se detecten cuáles son los componentes a codificar (fabricar) e integrar la calidad en este proceso, para posteriormente integrarlos entre sí (ensamblarlos). Para lograr esto, se propone analizar los proyectos anteriores, para identificar los distintos componentes que integran un sistema de software, documentarlos por escrito de forma genérica y hacerlos disponibles para consulta al equipo de becarios de desarrollo. Esto se realizará en forma de documentos compartidos con el equipo. Posteriormente se podría pensar en un sistema intranet de gestión del conocimiento.

Además, esta solución propone establecer un procedimiento detallado de la codificación de los entregables, en el cual se identifique el componente base a utilizar y sólo deba particularizarse al entregable actual, incorporando pruebas al mismo para asegurar su funcionamiento. La figura 10 muestra el modelo que se propone como solución:

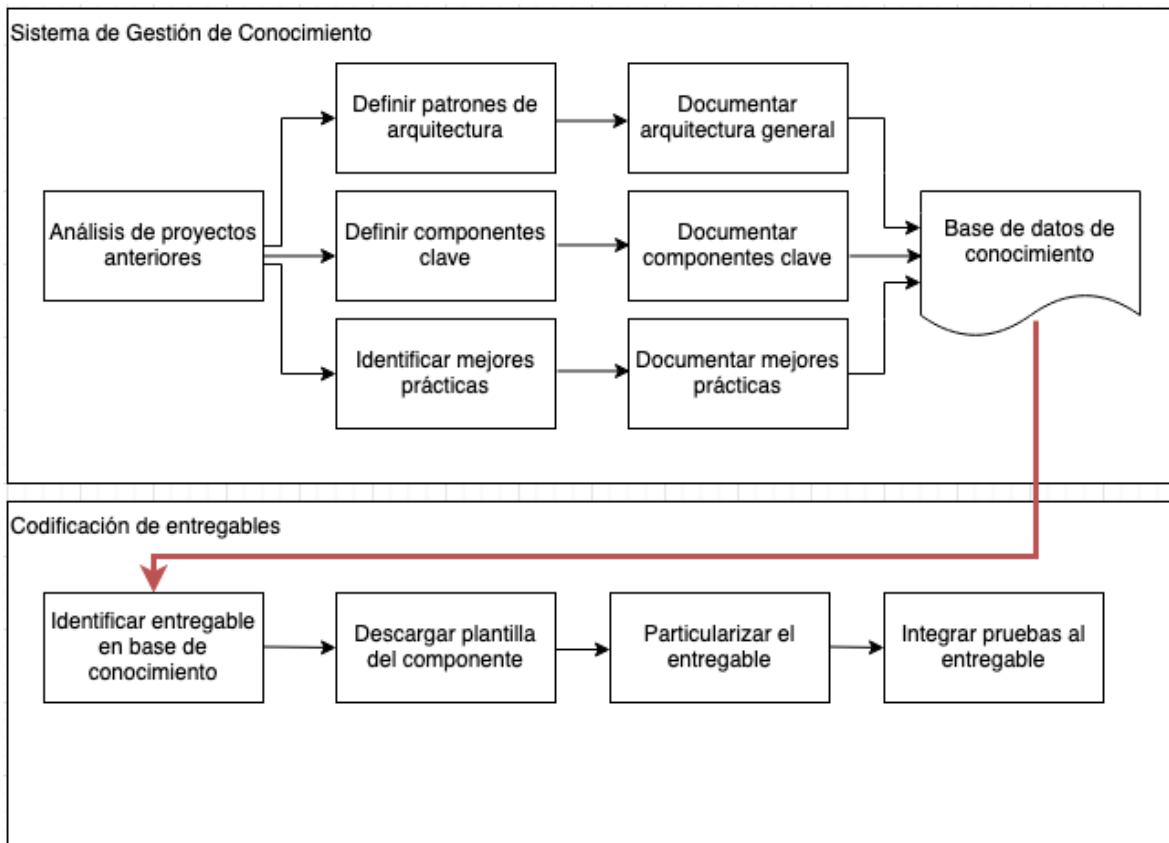


Figura 10. Modelo integrado de desarrollo y gestión del conocimiento. Fuente: Elaboración propia

5.2 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN 2.

La segunda alternativa de solución propone mejorar el proceso de gestión de proyectos del área de procesos. Actualmente el proceso de gestión de proyectos no está formalizado, normalmente se realiza un proyecto a la vez y en caso de surgir un requerimiento de algún aplicativo en producción, se detiene momentáneamente el proyecto principal o en su defecto en caso de tener asignado más de un recurso, se mueve un desarrollador del proyecto principal para atender el nuevo requerimiento.

También se toma la idea de generar una lista general priorizada de requerimientos del caso "*lean practices*" y revisarla semanalmente con el coordinador y las jefaturas de área. El caso tres afirma que existe una correlación entre el tiempo que se dedica al seguimiento del proyecto y el nivel de éxito de este, por tanto, se propone formalizar y calendarizar los siguientes tipos de reuniones de seguimiento y registrar los acuerdos de forma digital para comenzar a generar indicadores de rendimiento, finalmente se pondrá por escrito el proceso de desarrollo de soluciones del área de procesos. La tabla 9 resume las propuestas por cada dimensión de la gestión de proyectos:

| Mayor seguimiento | Medición |
|---|--|
| <p>Reunión de diseño del entregable (becario y jefe del área).</p> <p>Reunión de seguimiento de entregable (becario y jefe de entregable).</p> <p>Reunión de cierre de entregable y lecciones aprendidas (equipo de becarios y jefe de área de procesos).</p> <p>Reunión para informe de avance de proyectos y mejoras (coordinador, jefes de áreas).</p> | <p>Registro de esfuerzo en páginas de código fuente y tiempo de cada entregable.</p> |
| Comunicación | Proceso |
| <p>Revisión semanal de lista priorizada de requerimientos.</p> | <p>Proceso escrito de desarrollo de soluciones.</p> <p>Formalización de la documentación del proyecto.</p> |

Tabla 9: Mejoras en administración de proyectos Fuente: Elaboración propia

5.3 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN 3.

La tercera alternativa de solución toma como idea la reorganización de equipos del caso "*Lean software practices*" y con el caso "Toyota" que innovó en la organización de equipos de trabajo, al involucrar a los miembros con más de una tarea, lo cual los vuelve más flexibles, motivados y participativos en la mejora continua del proceso (Hill et. al 2015). Esta alternativa plantea un ciclo de roles (becario en capacitación, becario de mejoras a sistemas y becario de nuevos sistemas) donde se espera contar con al menos un becario simultáneamente en cada uno de ellos e idealmente en un futuro dos becarios por rol.

La reorganización anterior fomentaría que el becario de un rol más avanzado guíe a los becarios del rol precedente y les transfiera experiencia y conocimiento. El ciclo garantizaría que cuando un becario termine su estadía, se tenga listo a otro becario para tomar su lugar. Las vacantes disponibles en cada uno de los roles se podrían ajustar a la demanda de proyectos y mejoras. Para motivar un mayor número de becarios en la etapa de capacitación, esta puede mejorarse para volverse más atractiva a los alumnos de la institución y así contar con la posibilidad de realizar una selección de los mejores candidatos de acuerdo a las competencias demostradas en esta primera etapa. La figura 6 muestra el ciclo descrito anteriormente.

Para lograr mayor motivación y disminuir la deserción, se podría analizar la posibilidad de expedir un certificado de competencias para cada uno de los roles definidos anteriormente

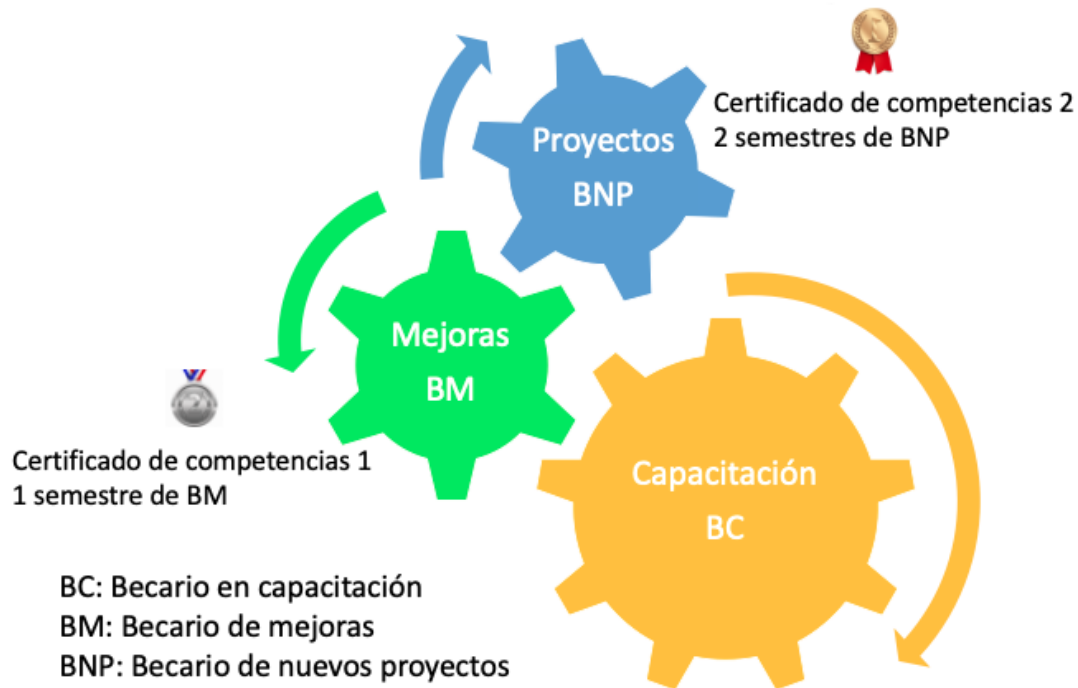


Figura 11: Reorganización de equipos de becarios Fuente: Elaboración propia

5.4 RESTRICCIONES Y LIMITACIONES.

Una limitación a considerar en este proyecto es que el trabajo a realizar para el desarrollo y la implementación de las mejoras, debe ser ejecutado por los mismos becarios y por el jefe del área de estudio. Actualmente se cuenta con 30 horas semanales de becarios, de las cuales sería posible asignar un veinte por ciento del total de horas semanales de cada becario, es decir, actualmente 4 horas para el becario que colabora con 20 horas semanales y 2 horas para el becario que colabora con 10 horas semanales. Adicionalmente la jefatura podría dedicar 8 horas semanales, para un total de 14 horas semanales.

Una restricción importante de este proyecto es que la implementación de las soluciones seleccionadas no debe distraer de los objetivos del periodo actual, el cual es, entregar el proyecto para finales del verano del presente año.

5.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

Para evaluar las propuestas, se definieron dos dimensiones, la primera de ellas, el impacto de beneficios, indica qué tanto la solución mejorará los tiempos de entrega y la calidad de los proyectos y mejoras del Área de Procesos, la segunda dimensión, rapidez de retorno de beneficios, está dividida en dos rubros, el primero es la rapidez de implementación, es decir qué tanto tiempo llevará implementar la solución, el segundo rubro, es la rapidez con las que pueden obtenerse las

competencias, el conocimiento y las habilidades para comenzar con la iniciativa. La escala propuesta es del 1 al 10, donde uno representa un valor muy bajo en la propuesta y diez el máximo beneficio o la mayor rapidez.

La tabla 10 presenta una escala para homologar los criterios de evaluación en cada una de las dimensiones y rubros respectivamente:

| | 1 a 4 | 5 a 7 | 8 a 10 |
|--|--|---|---|
| Impacto de beneficios | Los beneficios tienen poco impacto. | Los beneficios tienen un impacto medio. | Los beneficios tienen un alto impacto. |
| Rapidez de retorno de los beneficios | Los beneficios se comienzan a visualizar a partir de los 6 meses. | Los beneficios se visualizan a partir del segundo mes. | Los beneficios se visualizan a partir del primer mes de implementadas las mejoras |
| Rapidez de implementación en el tiempo | La implementación toma tiempo y es compleja | La implementación es sencilla, pero lleva asociada un tiempo considerable de adopción | La implementación es relativamente sencilla y puede adoptarse en poco tiempo |
| Rapidez de obtención de competencias, habilidades y conocimientos. | La adquisición de conocimientos requiere capacitación y práctica sustancial. | La adquisición de conocimientos requiere de una capacitación sencilla. | La adquisición de conocimientos requiere de la organización de información ya disponible. |

Tabla 10: Escala de evaluación de parámetros. Fuente: Elaboración propia.

Para realizar la selección de una de las alternativas propuestas, se llevó a cabo una reunión de grupo de enfoque, donde participaron dos alumnos que colaboran actualmente con el Área de Procesos bajo la figura de becarios, el coordinador y dos jefes de área de la Coordinación de Cómputo. Para moderar la reunión se propuso la siguiente agenda:

- Introducción al caso de estudio.
- La problemática y los objetivos.
- Resumen de casos y modelos estudiados.
- Presentación de las alternativas de solución.
- Evaluación de las soluciones presentadas.

Para realizar la evaluación de cada una de las propuestas se utilizó la herramienta Google Forms, donde se les presentó a los participantes las dimensiones a evaluar por cada una de las soluciones con una escala del uno al diez. Las dimensiones a evaluar por cada solución se presentaron de la siguiente forma:

- Impacto de beneficios.
- Rapidez de implementación.
- Rapidez en obtención de competencias.

En las tablas 11, 12 y 13 se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas por los participantes a las propuestas de solución respectivamente. En cada fila se muestran las evaluaciones de los participantes, en las columnas se evalúa cada una de las dimensiones, divididas

en impacto y rapidez, esta última se divide en rapidez de obtención de competencias y rapidez de implementación. Al final de cada columna se muestra el promedio de cada dimensión. Se descartaron del promedio las evaluaciones que desviaron por más de cuatro puntos del rango normal, considerando que el participante interpretó incorrectamente la solución propuesta (las calificaciones con fondo amarillo son las que se excluyeron del promedio de la dimensión evaluada).

| DIMENSIÓN | Impacto | Rapidez | |
|--------------------|---------|------------------------|----------------|
| | | Obtención competencias | Implementación |
| Participante: | | | |
| Becario | 2 | 8 | 3 |
| Becario | 8 | 6 | 4 |
| Jefe de área | 8 | 8 | 7 |
| Jefe de área | 9 | 7 | 8 |
| Coordinador | 9 | 7 | 7 |
| PROMEDIO DIMENSIÓN | 8.5 | 7.2 | 6.5 |

Tabla 11. Evaluación de la alternativa de solución 1. Fuente: Elaboración propia.

| DIMENSIÓN | Impacto | Rapidez | |
|--------------------|---------|------------------------|----------------|
| | | Obtención competencias | Implementación |
| Participante: | | | |
| Becario | 9 | 7 | 9 |
| Becario | 5 | 9 | 9 |
| Jefe de área | 7 | 5 | 7 |
| Jefe de área | 10 | 6 | 6 |
| Coordinador | 9 | 9 | 8 |
| PROMEDIO DIMENSIÓN | 8.6 | 7.2 | 7.8 |

Tabla 12. Evaluación de la alternativa de solución 2. Fuente: Elaboración propia.

| DIMENSIÓN | Impacto | Rapidez | |
|--------------------|---------|------------------------|----------------|
| | | Obtención competencias | Implementación |
| Participante: | | | |
| Becario | 10 | 1 | 3 |
| Becario | 10 | 3 | 6 |
| Jefe de área | 8 | 2 | 6 |
| Jefe de área | 10 | 8 | 7 |
| Coordinador | 8 | 3 | 5 |
| PROMEDIO DIMENSIÓN | 9.2 | 2.3 | 7.8 |

Tabla 13. Evaluación de la alternativa de solución 3. Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar en las tablas anteriores que la solución 3 es la que se percibe con un mayor impacto, sin embargo, esta solución también es la que se percibe como la menos rápida en cuanto

a la obtención de competencias, esto hace que se tome como una opción a mediano plazo y posterior a acciones que representarían un mayor beneficio en menos tiempo. En cuanto a la evaluación de la primera y segunda solución, se puede notar que son muy similares, excepto en la percepción de la rapidez de implementación, donde la segunda opción es considerada como más rápida de implementar. De lo anterior concluimos que la segunda alternativa de solución: mejora en los procesos de administración de proyectos, puede funcionar como la base de una solución mejorada para reducir las problemáticas descritas en este caso de estudio.

A fin de comparar las soluciones, la figura 12 muestra una gráfica tipo radar de las tres soluciones. Se puede observar que la solución 2, mejora en la gestión de proyectos, es la que ocupa una mayor área en la gráfica, por tanto, será la solución base para generar una propuesta validada y ajustada por integrantes de la Coordinación.

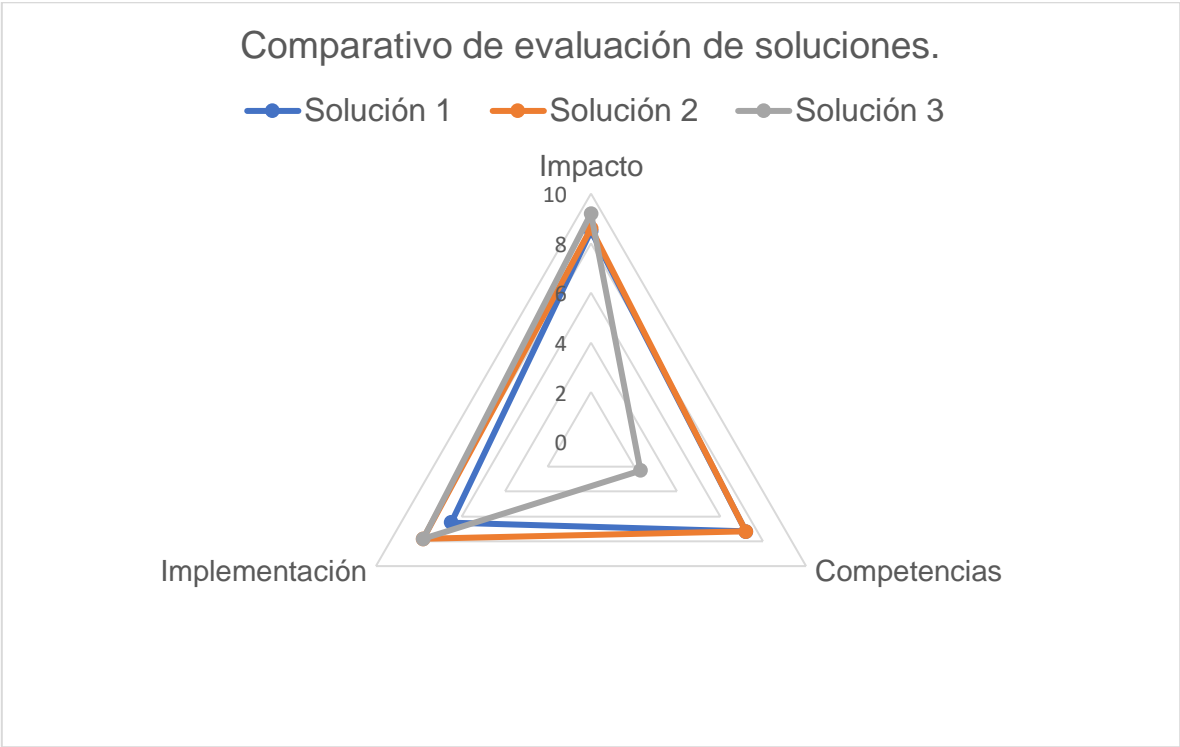


Figura 12. Gráfica de red de la evaluación de soluciones. Fuente: Elaboración propia.

6. METODOLOGÍA DE TRABAJO.

La siguiente sección explica la metodología que sigue el presente caso de estudio y describe las principales acciones realizadas en cada una de las etapas que la componen. La tabla 14 muestra un concentrado de las etapas, las principales acciones realizadas y las herramientas utilizadas.

| Etapa | Acciones realizadas | Herramientas utilizadas |
|--------------------------------|---|--|
| Análisis de la problemática | Aplicación de cuestionario para detección de brechas. Planteamiento de objetivos. | Cuestionario mixto. |
| Descripción del contexto | Presentación de la Institución Educativa y la relación que guarda el área de estudio con esta. Descripción de las funciones de la Coordinación y el Área de Procesos. | Análisis FODA del Área de Procesos. Diagrama de funciones cruzadas. Entrevista abierta con el coordinador. |
| Marco teórico y conceptual | Revisión de conceptos teóricos. | |
| Análisis de modelos y casos | Se analizaron tres modelos teóricos y tres casos de estudio que presentaban una problemática similar al presente caso de estudio. | Cuadro comparativo. |
| Alternativas de solución | Se elaboraron tres alternativas de solución basadas en los casos y modelos del punto anterior. | |
| Selección de una solución | Reunión con personal de la coordinación y becarios para describir la problemática, presentar y evaluar las soluciones planteadas. | Reunión de grupo de enfoque. |
| Proceso de validación | Reunión con el personal de la coordinación y becarios para retroalimentar la solución seleccionada en el punto anterior. Presentación de la versión ajustada de la solución. | Reunión de grupo de enfoque. |
| Plan de implementación | Se realizó un plan de acción para no interferir con el desarrollo del proyecto actual del Área de Procesos. | Diagrama de Gantt |
| Limitaciones y recomendaciones | Descripción de los supuestos necesarios para lograr con éxito la implementación de la solución final. | |
| Conclusiones | Reflexiones finales y aprendizajes del caso de estudio. | |

Tabla 14. Etapas de la metodología de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

El caso comienza con la descripción de los principales problemas que enfrenta el área de una institución educativa en la realización de sus funciones, describe brevemente cómo las lleva a cabo actualmente, así como los principales objetivos que se desean alcanzar y la relevancia que tienen estos en relación a la organización de la cual es parte el área.

Para lograr una mayor comprensión del problema se aplicó un cuestionario a los estudiantes que participan en el programa de becarios, en el área de análisis de procesos. Lo anterior permitió indagar en las posibles causas raíces de la problemática, así como evaluar cualitativamente las competencias previas al ingreso al programa, las competencias adquiridas posteriores a la capacitación y las obtenidas al finalizar su estancia en el programa.

También en esta etapa, se realizó una entrevista de tipo abierta con el coordinador de Cómputo Académico, en la cual se le pidió comentar acerca de las áreas de oportunidad que detecta en el desarrollo de las soluciones tecnológicas para la automatización de procesos que lleva a cabo el área de estudio de este caso.

A continuación, se presentó el contexto externo donde se inserta el caso. Se describe la estructura general de la Institución Educativa y como se organizan y relacionan entre sí las distintas áreas de conocimiento y las direcciones de los programas académicos. Posteriormente se presenta la misión, los principales servicios y la estructura de operación de la Coordinación de Cómputo Académico y como colabora el área de Análisis de Procesos en la operación a través de las soluciones tecnológicas desarrolladas por esta. Se muestra el proceso actual para el análisis, diseño, desarrollo e implementación que realizan los distintos actores para lograr la entrega de las soluciones y se mencionan los principales puntos de dolor del proceso. Se presenta un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) del área.

La siguiente etapa de la metodología es el marco teórico y conceptual, donde se abordan distintas definiciones y referencias a la importancia y pertinencia de la innovación en los procesos de las organizaciones, así como los puntos más importantes para lograr una correcta implementación y gestión de las innovaciones. Aquí se describen tres modelos teóricos relacionados con la gestión de la innovación, así como tres casos de estudio con problemáticas similares al presente, de los cuales se finaliza con un cuadro comparativo de los conceptos más importantes.

De los conceptos, modelos y casos estudiados, se plantean tres alternativas de solución, las cuales fueron discutidas en dos sesiones. La primera con los dos becarios actuales del área, en una reunión de una hora, donde se les presentó una introducción al caso de estudio, los principales problemas detectados y las posibles soluciones. La segunda sesión se llevó a cabo con el coordinador y dos jefes de área, de la misma forma se les presentaron las principales problemáticas del área de análisis de procesos, una breve descripción de los modelos de innovación y los casos de estudio, para finalizar con la presentación de las alternativas de solución propuestas.

Para seleccionar la solución más relevante se les solicitó tanto a los becarios como al coordinador y jefes de área, que evaluaran con base en los criterios de impacto, rapidez de implementación y rapidez de obtención de nuevas competencias, cada una de ellas. Con esta información se seleccionó una de las soluciones.

En una tercera y cuarta sesión, con los becarios primero y con el coordinador y jefes de área después, se llevó a cabo una lluvia de ideas acerca de cómo podía mejorarse la propuesta de solución seleccionada y cómo se podía complementar e integrar con ideas de las otras dos. El

resultado final fue una propuesta que se centra en mejorar los principios del proceso de administración de proyectos, pero toma en cuenta la mejora de las competencias del equipo a través de la gestión del conocimiento y capacitación continua.

Se realizó un plan de trabajo a primer nivel para implementar la solución seleccionada, en este plan se muestran los principales entregables que necesitan desarrollarse, así como las etapas en las que se irán integrando las mejoras al proceso de generación de soluciones del área de Análisis de Procesos. Se mencionan los retos que lo anterior representa, así como los riesgos y costos asociados.

Finalmente se describen las limitaciones y recomendaciones del caso, para terminar con las conclusiones y aprendizajes.

7. PROCESO DE VALIDACIÓN Y APLICACIÓN DE PROPUESTA EN EL CASO

Para realizar la validación de la propuesta seleccionada, se realizaron dos sesiones, la primera se realizó con los dos becarios que forman parte del equipo de desarrollo, y la segunda sesión se realizó con el coordinador y dos jefes de área de la coordinación.

La sesión con los becarios tuvo una duración de una hora aproximadamente, en esta sesión se contextualizó el caso de estudio, primero hablando de la problemática y de los objetivos del proyecto, para luego retomar la propuesta de solución seleccionada previamente. Se les hizo la pregunta directa de cómo ellos piensan que esta propuesta pueda mejorarse o ajustarse para lograr un mejor resultado.

El primer becario mencionó un punto importante, en relación a la proporción del tiempo de las reuniones y el tiempo que asiste un becario a prestar su servicio. Por mencionar un ejemplo, un becario que asiste 6 horas a la semana y tuviese dos horas semanales programadas de reuniones (diseño y cierre), contaría con sólo 4 horas efectivas de programación (66% del tiempo total). Las reuniones de diseño y cierre propuestas tendrían que ser muy efectivas para proporcionar un valor en cuanto a la calidad y a la reducción del tiempo que el becario tarda en investigar por su cuenta formas de codificar el entregable. En ese sentido la propuesta de solución puede enriquecerse de la primera propuesta, sí, como resultado de la reunión de cierre de los entregables, se define un documento de entrega que sirva como referencia no sólo para documentación técnica del aplicativo, si no como base de conocimiento para entregables similares. Por lo tanto, los documentos generados en las reuniones de diseño del entregable y cierre del entregable funcionarían como entrada al diseño de otros entregables, además como material de capacitación a los nuevos becarios.

El segundo becario comentó que a veces puede ser difícil reunir a todo el equipo en un mismo horario para llevar a cabo la sesión de lecciones aprendidas, para soslayar esto propuso contar con un pizarrón en el lugar de trabajo, donde si alguno de ellos se enfrenta a un problema de código que no pueda resolver y su tiempo de estancia del día esté por terminar, anote en el pizarrón el problema, para que posteriormente otro becario responda con un comentario que ayude al primer becario a resolver la situación.

Del comentario anterior, se puede ajustar la propuesta para contar con un registro de problemas, los cuales se pueden analizar posteriormente por el jefe del área de procesos y generar documentación de consulta para los becarios o como parte del material de capacitación.

Otro punto de mejora para la propuesta comentada por el segundo becario, fue la de generar un formato de entregable, donde se registren las horas dedicadas al día, las tareas realizadas en el entregable, los nombres de los archivos de código, el número total de líneas de código y diagramas de entradas y salidas. Estos documentos proporcionarían información para generar indicadores de velocidad de codificación, los cuales podrán ser la base para implementar acciones de mejora continua en un futuro.

Posteriormente se llevó a cabo una reunión de una hora con el coordinador de Cómputo Académico y dos jefes de área, se les presentó una introducción a la problemática del caso, se les pidió que dieran sus puntos de vista acerca de la propuesta de solución seleccionada y en qué forma se podría ajustar para que se tuvieran mejores resultados.

El coordinador propuso poner un mayor énfasis en la etapa de diseño del entregable, y mencionó que desde su experiencia, el tiempo dedicado al diseño (planeación), en forma de pseudocódigos (diagramas de clases en el paradigma orientado a objetos) y los diagramas de entradas y salidas, pueden ayudar al becario a comprender de forma conceptual las tareas que está realizando y esto tendría como resultado una codificación más directa, concisa y veloz, contrastando con el caso de comenzar a programar sin un mapa claro de lo que debe hacerse, buscando fragmentos de códigos similares en otros proyectos e investigando en internet códigos similares.

Un segundo comentario del coordinador fue en torno a la importancia de la definición de los indicadores del rendimiento del proyecto, y cómo estos deben registrarse para posteriormente compararse entre proyectos o entregables de características similares e implementar lo que llamó un sistema de lazo cerrado con retroalimentación.

Uno de los jefes de área propuso que para escalar en el número de proyectos simultáneos que atiende el área de procesos, la tarea de seguimiento de los proyectos no sea exclusiva de la persona responsable del área de procesos, sino que también exista la posibilidad de contar con becarios administradores de proyectos. Lo anterior puede considerarse como viable una vez que el proceso y sus indicadores se definan completamente.

Tomando en cuenta las recomendaciones obtenidas en las dos sesiones de validación de la alternativa seleccionada, la alternativa final se ajustará para incluir lo siguiente:

- Reuniones de diseño de entregables, las cuales tendrán como producto final los documentos de diagramas de entradas y salidas, diagramas de clases, diagrama de mapa del aplicativo, prototipo de interfaz de usuario.
- Reuniones de seguimiento de entregables, las cuales revisarán el correcto llenado del formato de avance del entregable, para registrar el porcentaje de avance, las tareas y las horas invertidas, los principales problemas a los que se enfrentó el becario durante la codificación y la solución que se le dio, los nombres de los archivos de código generados y el número total de líneas de código generadas.
- Reunión de cierre de entregable, en esta reunión se verificará que todos los documentos anteriores estén completos, se registrará la información relevante del entregable en el documento general de indicadores y se resguardarán en un repositorio compartido para referencias en reuniones de diseño siguientes.

La alternativa final se aplicaría en dos etapas, la primera a través de un cambio al proceso de gestión de proyectos y la segunda etapa es la creación de material que servirá tanto para lograr una capacitación más significativa de los becarios, como también para contar con una base de gestión del conocimiento que permita diseñar y codificar los entregables con base en componentes preestablecidos. La alternativa final ajustada se muestra en la figura 13.

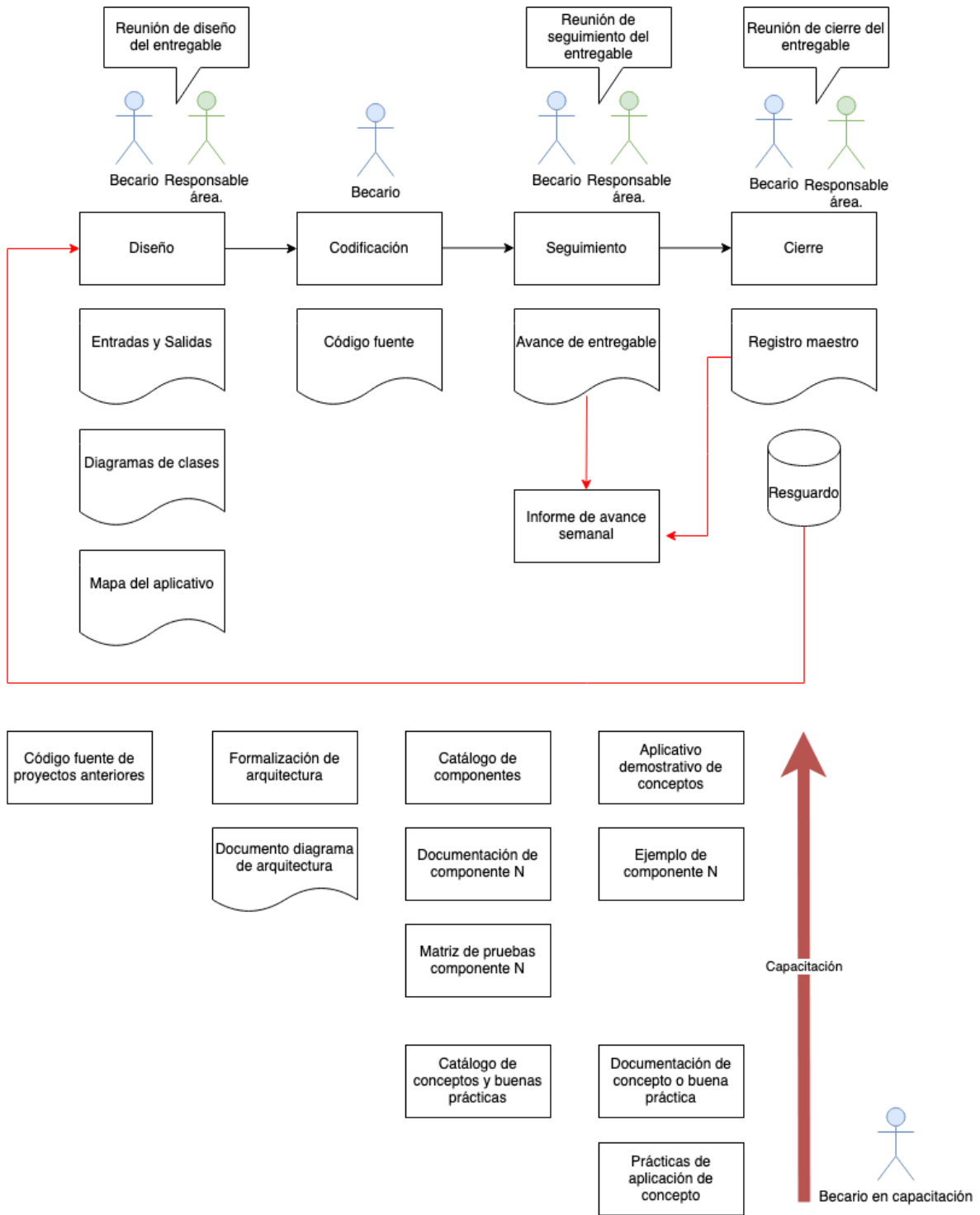


Figura 13: Alternativa final ajustada. Fuente: Elaboración propia.

Para la aplicación de la propuesta solución se proponen las siguientes acciones:

1. Definición de formatos

2. Calendarizar reuniones
3. Llevar a cabo las reuniones
4. Ajustar formatos
5. Presentar informe de avances.

8. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.

El Área de procesos está desarrollando actualmente un sistema de gestión del inventario y préstamos de equipo y material para alumnos y docentes de la Facultad de Ingenierías. Está por entregar el primer módulo a los responsables de los laboratorios, para realizar la captura de los elementos del inventario que tienen a disposición estudiantes y profesores. Una vez entregado el módulo se comenzará a desarrollar un segundo y tercer módulo para la solicitud de materiales por parte de alumnos y docentes y para la entrega y recepción por parte de los laboratoristas respectivamente.

Será bajo el desarrollo de estos dos nuevos módulos que se comenzará a implementar la solución vislumbrada en este caso de estudio.

La solución se implementará en dos etapas que se realizarán simultáneamente, en la primera etapa se comenzará con la inclusión de las metodologías de seguimiento de proyectos. Para esto, se asignará a cada uno de los dos becarios la tarea de desarrollar los módulos antes mencionados. Cada módulo se dividirá en tres entregables, por cada uno de estos entregables se llevará a cabo una reunión de aproximadamente dos horas para que el jefe del área y el becario realicen el diseño del entregable, generando los documentos de entradas y salidas, diagramas de clases y mapa del aplicativo. La hipótesis es que el tiempo invertido en el diseño reducirá en una reducción del tiempo de desarrollo, reducción en tiempo de revisiones y correcciones, así como evitará que el becario pierda tiempo en buscar soluciones por no saber de antemano cómo plantear una solución al entregable.

Posterior al diseño, cada uno de los becarios comenzará con la codificación de los entregables, se dará seguimiento a cada becario en una reunión de unos 20 a 30 minutos y se revisará cualquier problema o situación que cause atraso. También se revisará que se anoten las tareas realizadas y el tiempo que tomó cada una de ellas en el documento de seguimiento del entregable. Lo anterior permitirá comenzar a generar indicadores del tiempo que toman las tareas y los entregables y podrán utilizarse en estimaciones de tiempo de nuevos proyectos. Los problemas detectados podrán formar parte de la base de conocimiento y así evitar que se repitan nuevamente. Finalmente se tendrán las reuniones de cierre donde se consolidará en un registro maestro la información final de tiempo y problemas más relevantes que se tuvieron en el desarrollo, así como la documentación generada durante el diseño. El avance se reportará de forma semanal con el coordinador.

Realizando el seguimiento anterior se busca que los dos módulos estén listos para su entrega al usuario al término de diez semanas.

| ACTIVIDAD | PARTICIPANTES | SEMANA | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| Reunión de diseño E1-1 | Jefe del área Becario 1 | ■ | | | | | | | | | | |
| Reunión de diseño E2-1 | Jefe de área Becario 2 | ■ | | | | | | | | | | |
| Codificación E1-1 | Becario 1 | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Codificación E2-1 | Becario 2 | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Seguimiento E1-1 | Jefe del área Becario 1 | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Seguimiento E2-1 | Jefe de área Becario 2 | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Cierre E1-1 | Jefe del área Becario 1 | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| Cierre E2-1 | Jefe de área Becario 2 | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| Reunión de diseño E1-2 | Jefe del área Becario 1 | | | | ■ | ■ | | | | | | |
| Reunión de diseño E2-2 | Jefe de área Becario 2 | | | | ■ | ■ | | | | | | |
| Codificación E1-2 | Becario 1 | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| Codificación E2-2 | Becario 2 | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| Seguimiento E1-2 | Jefe del área Becario 1 | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| Seguimiento E2-2 | Jefe de área Becario 2 | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| Cierre E1-2 | Jefe del área Becario 1 | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| Cierre E2-2 | Jefe de área Becario 2 | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| Reunión de diseño E1-3 | Jefe del área Becario 1 | | | | | | | | ■ | ■ | | |
| Reunión de diseño E2-3 | Jefe de área Becario 2 | | | | | | | | ■ | ■ | | |
| Codificación E1-3 | Becario 1 | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Codificación E2-3 | Becario 2 | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Seguimiento E1-3 | Jefe del área Becario 1 | | | | | | | | | ■ | ■ | |
| Seguimiento E2-3 | Jefe de área Becario 2 | | | | | | | | | ■ | ■ | |
| Cierre E1-3 | Jefe del área Becario 1 | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| Cierre E2-3 | Jefe de área Becario 2 | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| Entrega de sistema | Jefe de área Becarios Laboratoristas Responsables Labs | | | | | | | | | | | ■ |

Tabla 12. Plan de trabajo para implementación de la solución Fuente: Elaboración propia.

La segunda etapa de la solución consiste en documentar la arquitectura, los conceptos y los métodos de programación considerados como buenas prácticas, indexarlos y hacerlos disponibles a través de un repositorio compartido. Adicionalmente, como parte práctica se generará un sistema de demostración de conceptos, donde los becarios vean aplicados los conceptos de los componentes que conforman un sistema. Lo anterior servirá como material de consulta en las etapas de diseño, y codificación. También servirá como material de capacitación a los aspirantes a becarios de la coordinación y cerrará la brecha detectada con la capacitación actual, de la que los becarios comentaron que no existe un material que consolide todos los conceptos abordados en capacitaciones anteriores.

A continuación, en la tabla 8, se muestra el plan de trabajo para la implementación de la segunda etapa de la solución, la cual se planea terminar en 20 semanas, sin embargo, a las 10 semanas se planea contar con el material suficiente para comenzar a consultar componentes para la etapa de diseño y codificación.

| | | SEMANA | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ACTIVIDAD | RESPONSABLE | | | | | | | | | | |
| Documento diagrama de arquitectura | Jefe de área | ■ | | | | | | | | | |
| Catálogo de componentes | Jefe de área | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Documentación de componentes | Jefe de área | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| Matriz de pruebas de componentes | Jefe de área | | | | | ■ | ■ | ■ | | | |
| Catálogo de conceptos y buenas prácticas | Jefe de área | | | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| Documentación de conceptos y buenas prácticas | Jefe de área | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | SEMANA | | | | | | | | | |
| | | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ACTIVIDAD | RESPONSABLE | | | | | | | | | | |
| Prácticas de aplicación de conceptos | Jefe de área | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| Aplicativo demostrativo | Jefe de área | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| Búsqueda de repositorio de información | Jefe de área | | | | | | | | ■ | | |
| Integración a repositorio | Jefe de área | | | | | | | | ■ | ■ | ■ |

Tabla 13. Plan de trabajo de implementación de la segunda etapa. Fuente: Elaboración propia.

Uno de los principales retos es lograr el apoyo de la coordinación para implementar las propuestas señaladas en este caso. En las reuniones que se llevaron a cabo con el coordinador y los jefes de área, se comentó que las tres soluciones propuestas podrían ser implementadas, ya que no interferían una con otra, sino más bien podrían tener un efecto sinérgico entre ellas. Por lo tanto, el reto principal es lograr resultados satisfactorios en la implementación de la primera fase, entregar a tiempo el sistema de gestión del inventario y préstamos en laboratorios y así seguir contando con el apoyo para implementar las soluciones restantes.

Otro reto que se visualiza a futuro es lograr establecer un equipo continuo de becarios que den mantenimiento a los sistemas una vez que estos son entregados, por mantenimiento se entiende cualquier mejora o nuevo requerimiento que el usuario necesite para mejorar su proceso. Por lo tanto, el programa de becarios deberá mantenerse atractivo para los alumnos de la institución, ya sea por los beneficios económicos ofrecidos o por los beneficios curriculares de colaborar en dicho programa.

En cuanto a los riesgos que presenta el caso de estudio, se tiene que el tiempo dedicado al seguimiento no mejore sustancialmente los tiempos de entrega de los proyectos o que, al contrario, los incremente debido al tiempo invertido en el diseño y seguimiento, por lo tanto, para mitigar lo anterior y emprender alguna acción correctiva o ajuste a tiempo, se evaluará continuamente el estatus actual del proyecto contra el plan de trabajo establecido previamente.

También se tiene el riesgo de que alguno de los becarios no continúe en el programa durante el periodo de verano, comprendido entre mediados de mayo y mediados de julio (10 semanas), ya que para participar en el programa deben inscribir materias en este periodo, lo cual es opcional. Para evitar dicho riesgo se analizará la posibilidad de adelantar las horas del periodo agosto – diciembre al periodo de verano y así garantizar su participación en la conclusión del proyecto.

Los costos asociados en la presente implementación están relacionados con la segunda etapa. Se estima dedicar un promedio de 6 horas semanales del tiempo total del jefe del área (40 horas semanales) durante las 20 semanas establecidas en el plan de trabajo. Se estimó el costo por hora con base en una revisión de una oferta publicada en un sitio de bolsa de trabajo en internet a \$133.00 MXN.

| Horas totales | Costo por hora | Costo total |
|----------------------------------|----------------|-----------------|
| 120 hrs. (6 hrs. por 20 semanas) | \$133.00 MXN. | \$15,960,00 MXN |

Tabla 14. Costo de la segunda etapa de la solución. Fuente: Elaboración propia.

Para el gestor de innovación el reto es lograr la adopción de la solución propuesta, para tener éxito en lo anterior, debe contar con la habilidad de liderar al equipo en la ejecución de las mejoras y comunicar efectivamente los resultados a la coordinación, a los jefes de las otras áreas y a la dirección de la Facultad de Ingenierías. Una vez adoptada la solución, el reto es implantar la cultura de la innovación y de la mejora continua en el área de procesos, lo anterior permitirá que la adopción de nuevas tecnologías de desarrollo sea algo sistematizado y gestionado con bases de conocimiento que se mejoran con cada proyecto realizado.

9. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES.

Esta sección aborda las particularidades de este caso de estudio y menciona los supuestos necesarios para que la solución sea implementada con éxito.

En primer lugar, debe notarse que el área de estudio de este caso, es parte de una institución educativa, cuya misión principal es la formación de competencias y habilidades en personas que todavía no se convierten en profesionistas, por lo que las metodologías descritas en este caso están alineadas al acompañamiento, a la capacitación y al aprendizaje que los becarios tendrán durante su estancia en el programa. Por lo tanto, se puede decir que es responsabilidad del área la formación del talento necesario para lograr su misión, lo anterior no es el común denominador en otras organizaciones, pues generalmente contratan recursos humanos con experiencia en las labores a realizar.

También es importante considerar que el trabajo realizado para documentar la arquitectura y los componentes de desarrollo, así como las mejores prácticas, están orientadas a la tecnología actual con la que se realizan los desarrollos de sistemas web. Si se decidiera más adelante cambiar estas tecnologías por alguna más reciente, tendría que volver a realizarse el trabajo anterior orientado a las nuevas herramientas tecnológicas, pero el método o proceso de aplicación al desarrollo de los sistemas sería el mismo.

Otra limitante de este caso es el tipo de sistemas que desarrolla el área de procesos, los cuales son sistemas que apoyan la gestión y tienen en común un patrón de desarrollo. Para otro tipo de desarrollos de software, donde la empresa u organización no ha hecho nada similar, este modelo no aplicaría pues el equipo de diseño y desarrollo tendría que idear nuevas soluciones utilizando algún otro modelo de gestión de la innovación tecnológica, como pudiera ser la vigilancia tecnológica.

Sin embargo, de forma general se podrían hacer las siguientes recomendaciones para aplicar las soluciones descritas en este caso a casos similares donde se desarrollen productos basados en componentes y patrones de diseño:

- Gestionar el conocimiento de cada proyecto: Documentar cada uno de los problemas y la solución encontrada durante el desarrollo de los productos que realiza una organización, indexarlos en algún sistema de información y fomentar la consulta constante a esta información en el desarrollo de los proyectos siguientes.
- Encontrar patrones en el desarrollo de productos: Si los productos desarrollados comparten componentes comunes, o los componentes cambian su forma, pero no su función, documentar la forma general como deben desarrollarse y las conexiones que tendrán entre ellos. Esto supondría que los productos se desarrollen de forma estándar y no se invierta tiempo en buscar soluciones a problemas que la organización ya ha resuelto en proyectos anteriores.

Si la organización donde se deseen aplicar soluciones similares a las descritas en este caso de estudio lo permite, se recomienda poner énfasis a la capacitación de los recursos humanos, en las metodologías y mejores prácticas en cuanto a la utilización de tecnologías para el desarrollo de producto.

Finalmente, no debe perderse de vista la importancia de los indicadores de desempeño, pues a través de estos es que se puede medir cualquier mejora a los procesos y a las innovaciones a los mismos. Cada caso deberá definir sus propios indicadores para analizarlos en el tiempo y generar comparativos cada vez que se introduzca una mejora a los procesos.

10. CONCLUSIONES.

El presente caso presentó la problemática actual del Área de Procesos, con base en una investigación de casos relacionados, modelos de gestión de innovación tecnológica y de mejora de procesos, se propuso una solución a dicha problemática, la cual será implementada en el corto plazo, esperando ver resultados en la entrega del proyecto que actualmente está desarrollando el área, en términos de una reducción del tiempo y mejora en la calidad.

El objetivo principal del caso "Reducir en un 50% el tiempo de entrega de sistemas web" será validado al final de las 10 semanas que durará la implementación de la primera parte de la solución. Si el proyecto se entrega en este periodo de tiempo, el objetivo habrá sido alcanzado, sin embargo, el reto será seguir aplicando la metodología propuesta en futuros proyectos.

Con relación a los objetivos secundarios, se espera que, con la implementación de la segunda parte de la solución, se genere material para lograr una capacitación más efectiva, que logre consolidar y transmitir los conceptos necesarios para el desarrollo y entrega de los sistemas web que desarrolla el área. El aplicativo de ejemplo de aplicación de conceptos busca también motivar a los becarios a que realicen pruebas y cambios en él y puedan experimentar e ir validando su aprendizaje. Con lo anterior se pretende reducir el abandono en etapas tempranas de capacitación.

De forma más específica, con la implementación de la segunda parte de la solución se espera alcanzar el objetivo de cerrar la brecha entre las competencias adquiridas con el proceso de capacitación actual y las necesarias para el desarrollo eficiente de los proyectos por parte de los becarios del área.

También se espera que las reuniones de diseño del entregable que se proponen en la solución, junto con los documentos formales propuestos, tengan un impacto significativo en la reducción del tiempo de la codificación realizada por los becarios, pues con esto tendrán una definición clara y detallada del trabajo a realizar. Por otro lado, el seguimiento continuo y formal durante la etapa de codificación permitirá corregir cualquier desviación del requerimiento oportunamente, así como también comenzar el registro de indicadores que permitirán realizar comparativos al introducir nuevas mejoras al proceso de desarrollo de soluciones tecnológicas del área y mejorar las estimaciones del tiempo y esfuerzo que lleva desarrollar un entregable o nuevo proyecto.

La implementación de la solución propuesta también afectará de forma positiva la calidad de los sistemas web, ya que se espera contar con pruebas estandarizadas por cada tipo de componente que conforme los distintos entregables de un proyecto. Será importante definir un indicador que mida las desviaciones de un entregable con relación a su definición y establecer continuamente acciones para reducirlo al mínimo.

Además del incremento en el seguimiento a las tareas relacionadas con la administración de proyectos, al concluir la segunda etapa de la solución se contará con un sistema de gestión del conocimiento, el cual se espera también contribuya a acelerar el proceso de creación de soluciones tecnológicas del área.

Por lo tanto, las mejoras a los procesos descritas en este caso de estudio serán validadas en el corto plazo, sin embargo, los objetivos planteados al inicio del proyecto se cumplen, ya que se desarrollaron alternativas, las cuales fueron evaluadas y validadas por las partes interesadas y ajustadas con base en sus recomendaciones, para finalmente establecer un plan de trabajo que permita implementarlas.

Los aprendizajes más importantes que deja el presente caso de estudio son los siguientes:

- Las problemáticas son multifactoriales, deben observarse y analizarse desde distintos ángulos y la solución propuesta, para ser más efectiva debe lograr impactar positivamente en algunos de los factores. En este caso la solución impacta en mejorar las tareas de seguimiento a proyectos y en generar conocimiento para la mejora continua del proceso de desarrollo de soluciones tecnológicas del área de estudio.
- La importancia de contar con indicadores de rendimiento, los cuales permitirán realizar comparativos de procesos anteriores y procesos mejorados para validar las mejoras introducidas y justificarlas. Lo anterior incorporará en el área la cultura de la mejora continua y probablemente en el futuro la adopción de marcos más robustos de gestión de la innovación tecnológica.
- Lograr captar el interés y la participación de los interesados en las mejoras propuestas es de vital importancia para genera cambios y mejoras en los procesos actuales.

Como comentario final, las herramientas y la metodología de este proyecto pueden ayudar a cualquier intra emprendedor a realizar análisis de problemáticas en las organizaciones y plantear soluciones integrales de mejoras, con base en marcos teóricos y casos reales, lo cual resulta de vital importancia en los entornos competitivos actuales.

11. BIBLIOGRAFÍA.

CUSUMANO, M. A. (1985). *THE JAPANESE AUTOMOBILE INDUSTRY: TECHNOLOGY AND MANAGEMENT AT NISSAN AND TOYOTA*. HARVARD UNIVERSITY PRESS.

Andersen, B. (1999). *Business Process Improvement Toolbox*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press.

Bredrup, H. (1995). *Performance Measurement in a Changing Competitive Industrial Environment: Breaking the Financial Paradigm*. Ph.D. thesis, Norwegian Institute of Technology, Trondheim.

Hill, C. W., Jones, G. R., & Schilling, M. A. (2015). *Administración estratégica: teoría y casos* (11a ed.). CENGAGE learning.

Mand-Striegnitz, P., & Lichter, H. (1998). A case study on software project management in industry - experiences and conclusions. *FESMA 98, The European Software Measurement Conference*. Antwerpen.

Naz, G., & Iqbal, N. (April de 2016). Combining Agile Model with Lean Principles to Improve Scrum Model Methodology in Software Companies. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 21(2), 446-455.

Ren, X. (2011). *A Case Study of Lean Software Practices in an IT Application Support Department*. Report, University of Texas at Austin, Faculty of the Graduate School.

Solleiro, J. L., & Castañón, R. (2016). *Gestión tecnológica: conceptos y prácticas* (2a ed.). México: CamBioTec A.C.

Salazar León, A. (2012). *Estudio de la innovación tecnológica en el proceso de diseño y desarrollo de producto: aplicación a las PyMES de la industria auxiliar del automóvil, caso comparativo Estado de México y Cataluña*. Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Departament de Projectes d'Enginyeria, Barcelona.