



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

Tesis

Propuesta metodológica para la planeación y organización del trabajo en proyectos de migración de aplicaciones de software elaboradas a la medida

Que para obtener el grado de:

Maestro en Administración de Organizaciones

Presenta: Eduardo Alvin Gonsenheim Paillés

Tutor : M. en Aud. Julio Alonso Iglesias

México, D.F.

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedico este trabajo de investigación:

A mi muy amada esposa **María del Carmen**, compañera de aventuras y alegrías, con quien he sido muy feliz y de quien he recibido y aprendido mucho.

A mis amadísimos hijos **María Fernanda Jimena Paulina** y **Eduardo Alvin**, que han sido una enorme bendición en mi vida y a quienes deseo un futuro mejor.

A la memoria de mis padres y de mi suegra. A mi suegro, Don Guillermo Ibarra y González.

A mis queridos hermanos, Héctor, Emma, Omar, y Oscar, a mis cuñados Ennio y Guillermo, a mis cuñadas, y a todos mis sobrinos.

A mi jefe, el Lic. Ismael Antonio Cabrera Rangel, a quien agradezco profundamente su amistad y buen juicio, y quien también me brindó su apoyo para cursar la maestría.

A la Maestra María del Carmen Treviño Camilo, a quien agradezco profundamente su invitación para participar en este programa de maestría que patrocinó la Comisión Nacional del Agua, institución en la que he trabajado durante los últimos años.

A los maestros con los que tuve la oportunidad de cursar las materias del programa.

A mi tutor, M. en Aud. Julio Alonso Iglesias, a quien agradezco su amistad y todos los consejos e ímpetu inagotable que hicieron posible que este esfuerzo concluyera satisfactoriamente.

A mis amigos, a mis compañeros de trabajo, y a mis compañeros de grupo de maestría.

¡Muchas gracias!

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
I. LOS PROYECTOS DE MIGRACIÓN DE APLICACIONES DE SOFTWARE Y SU PROBLEMÁTICA INHERENTE	11
1. La importancia de los sistemas heredados y su relación con los proyectos de migración de aplicaciones de software.	11
2. Problemática que enfrentan los proyectos de migración de aplicaciones de software	15
a. Necesidad de mantener en operación los sistemas que serán migrados, mientras ocurre la migración de los mismos.	15
b. Control de versiones de los sistemas instalados.	15
c. Establecimiento de criterios para validar la efectividad del proceso de migración.....	16
d. Participación de los usuarios de los sistemas en el proceso de pruebas y validación de resultados	16
e. Capacitación y entrenamiento relacionado con las nuevas tecnologías que serán incorporadas	17
II. MARCO TEÓRICO SOBRE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS	18
1. Antecedentes del Project Management Institute y su importancia en el contexto actual.....	18
2. Conceptos básicos	18
a. Proceso.....	18
b. Proyecto.....	19
3. Áreas de conocimiento de la administración de proyectos.....	20
4. Proceso de Planeación de Proyectos.....	21
a. Definición del Alcance del Proyecto.....	23
b. Definición de Actividades	23
c. Secuencia de Actividades	25
d. Estimación de la Duración	25

e. Asignación de Recursos	26
f. Elaboración del Programa de Trabajo	26
g. Costeo del Proyecto.....	27
h. Análisis de Riesgos.....	27
i. Integración del Plan Maestro del Proyecto	28
III. MARCO DE REFERENCIA: LA EXPERIENCIA CON EL PROYECTO DE ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL OCURRIDO DURANTE LOS AÑOS 1995 A 1998.....	29
1. Antecedentes del proyecto.....	29
2. Antecedentes y esquema de operación de los sistemas informáticos instalados en los equipos Bull del IMSS hasta 1996.	34
a. Aplicaciones informáticas que fueron consideradas en la migración.	34
b. Desarrollo, Mantenimiento y Operación de los sistemas.	35
3. Problemas y experiencias ocurridas durante el proyecto de migración de las aplicaciones administrativas del IMSS	36
a. Etapas del proceso de migración de aplicaciones	37
b. Integridad de las bibliotecas de programas fuente.....	41
c. Interdependencia aplicativa	45
d. Definición de criterios de aceptación	46
e. El Laboratorio de Pruebas y el establecimiento de la línea base	47
f. Liberación de los sistemas migrados al ambiente de producción	48
IV. PROPUESTA METODOLÓGICA	50
1. Definición de los objetivos y alcances del proyecto.....	50
2. Definición de las actividades del proyecto.....	54
3. Establecimiento de la secuencia de las actividades.....	80

4. Asignación de recursos	87
5. Estimación de la duración de las tareas.....	100
6. Desarrollo del programa de trabajo	104
7. Costeo del proyecto	106
8. Análisis de los riesgos del proyecto	107
9. Integración del Plan Maestro del Proyecto.....	111
CONCLUSIONES.....	115
BIBLIOGRAFÍA.....	117
ANEXO 1. EXTRACTO DEL INFORME GENERAL SOBRE EL ESTADO Y GRADO DE AVANCE DE LA CONVERSIÓN DE SISTEMAS DE LA PLATAFORMA BULL A PLATAFORMA H.P. (AGOSTO DE 1998).....	121
ANEXO 2. COLECCIÓN DE FORMATOS PROPUESTOS PARA ORGANIZAR LA INFORMACIÓN DE LA ETAPA DE PLANEACIÓN DEL PROYECTO.....	123
FORMATO AP-01 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROYECTO	124
FORMATO AP-02.1 DEFINICIÓN DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO	126
FORMATO AP-02.2 DIAGRAMA DE SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO	127
FORMATO AP-02.3 DESGLOSE DE ACTIVIDADES POR ETAPA.....	128
FORMATO AP-03.1 SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO	129
FORMATO AP-03.2 DIAGRAMA DE RED DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO	130
FORMATO AP-04.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIALIDADES TÉCNICAS REQUERIDAS PARA EL PROYECTO	131
FORMATO AP-04.2 DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS MATERIALES REQUERIDOS PARA EL PROYECTO	132
FORMATO AP-04.3 ORGANIGRAMA DEL PROYECTO.....	133

FORMATO AP-04.4 MATRIZ DE ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES.....	134
FORMATO AP-04.5 MATRIZ DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS MATERIALES EN EL PROYECTO	135
FORMATO AP-05 ESTIMACIÓN DE LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	136
FORMATO AP-06 DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO.....	137
FORMATO AP-07.1 CATÁLOGO DE COSTOS POR ACTIVIDAD	138
FORMATO AP-07.2 PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE GASTO.....	139
FORMATO AP-07.3 PROGRAMA PARA EJECUCIÓN DEL GASTO PRESUPUESTADO.....	140
FORMATO AP-07.4 PROGRAMA DE ADQUISICIÓN DE INSUMOS, CONTRATACIÓN DE SERVICIOS Y DE PERSONAL.....	141
FORMATO AP-08.1 LISTADO DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS QUE INCIDEN O PUEDEN INCIDIR EN EL PROYECTO	142
FORMATO AP-08.2 ESTRATEGIA DE RESPUESTA ANTE LA MANIFESTACIÓN DE RIESGOS.....	143
FORMATO AP-08.3 ESTRATEGIA DE PREVENCIÓN PARA LOS RIESGOS DEL PROYECTO	144
FORMATO AP-09 PLAN DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO	145
ANEXO 3.....	146
FORMATO FC-01 CONTROL PARA EL TRATAMIENTO DEL CÓDIGO FUENTE EN LA PLATAFORMA ORIGEN.....	147

INTRODUCCIÓN

La realización de proyectos contribuye a la mejora o incorporación de nuevos procesos, al desarrollo de nuevos productos o de unidades de negocio. También aplica cuando se trata de realizar ordenadamente la terminación de procesos y operaciones que han dejado de ser necesarios en las organizaciones que los venían efectuando. Los proyectos se relacionan con la planeación estratégica por que definen con precisión, los caminos que han sido determinados por la organización para alcanzar su visión y mantener una posición competitiva.

La Administración de Proyectos es una disciplina profesional que ha cobrado mucha importancia en los últimos años. Quizás ello se deba a la preocupación que ocasiona la enorme cantidad de fracasos que ocurren cuando las organizaciones emprenden proyectos y estos no producen los resultados esperados, o lo hacen a destiempo, o excediendo el presupuesto que originalmente fue considerado, o mediante una combinación de todos estos factores.

En 1995 una organización norteamericana denominada “The Standish Group”, publicó el documento titulado “El Reporte Caos¹” que intentó reflejar la situación de los proyectos de software llevados a cabo por las organizaciones estadounidenses. La investigación se sustentó en una encuesta que fue respondida por 365 ejecutivos norteamericanos que tenían bajo su responsabilidad la función informática en una amplia variedad de organizaciones que incluyó empresas pequeñas, medianas y grandes, así como diversos giros.

Entre otras cuestiones, se solicitó a los participantes que calificaran el resultado de los proyectos que habían sido emprendidos por sus empresas, relacionados con el desarrollo e implantación de sistemas de software. Para ello, se estableció la siguiente clasificación:

¹ The Chaos Report. The Standish Group. 1995.

Proyecto Exitoso². Es aquel que se completa en tiempo y dentro del presupuesto, con todas las características y funciones que fueron requeridas.

Proyecto Desafiante³. Es aquel que se completa y resulta operacional, pero excede el presupuesto originalmente considerado, o requiere más tiempo de que fue estimado, y no produce todas las características y funciones que fueron especificadas inicialmente

Proyecto Fracasado⁴. Es aquel que se cancela antes de concluir.

Los resultados de dicha investigación mostraron que solamente el 16.2% de los proyectos emprendidos resultaron exitosos. El 52.7% de los proyectos concluyeron a costa de exceder el presupuesto, el tiempo planeado para su realización, o no produjeron todos los resultados esperados. El 31.1% de los proyectos fueron cancelados antes de ser completados.

En el estudio realizado, los ejecutivos mencionaron aquellos los factores que consideraron como causantes del éxito de los proyectos. A continuación se muestran los cinco factores de mayor mención por los ejecutivos que participaron en el estudio:

Factores para el éxito de los proyectos	%
1. Involucramiento del usuarios	15.9%
2. Apoyo Ejecutivo de la Dirección (Patrocinio)	13.9%
3. Una clara especificación de los requerimientos	13.0%
4. Adecuada planeación	9.6%
5. Expectativas realistas	8.2%

FUENTE: THE CHAOS REPORT

Si bien, en la opinión de los que participaron en la encuesta hay otros factores más importantes que contar con un adecuado plan de trabajo, esta condición aparece entre los rubros de mayor mención, y es por ello que considero

² Successful
³ Challenged
⁴ Failed

que tiene gran importancia desarrollar una propuesta metodológica que apoye la planeación de proyectos como posibilidad para lograr que éstos resulten exitosos, es decir, que concluyan en el tiempo previsto, de acuerdo con el presupuesto planeado, y que produzcan todos los resultados esperados.

El **Project Management Institute** (PMI) es una asociación profesional, con sede en los Estados Unidos de Norteamérica, que agrupa a la mayor cantidad de especialistas dedicados a la planeación, organización, dirección y control de proyectos de diversa índole. De acuerdo con cifras presentadas en su página web, actualmente cuenta con más de 270,000 miembros en 170 países⁵. Entre sus objetivos se persigue la profesionalización de esta práctica, mediante la investigación, capacitación y el establecimiento de estándares.

Desafortunadamente, la membresía para esta organización es sumamente limitada en nuestro país. En abril del 2007 se contaba con menos de un millar de profesionales que ostentan alguna de las certificaciones que ofrece este Instituto, de acuerdo con los comentarios del Ing. Gerardo Sierra⁶, quien fuera el presidente del capítulo del PMI en México en esa época.

Es así que el objetivo general de este trabajo de investigación, consiste en:

Proponer un marco de referencia para planear y organizar el trabajo en proyectos de migración de las aplicaciones de software desarrolladas a la medida.

Los objetivos específicos que se pretenden alcanzar corresponden a los siguientes:

⁵ Según consulta al sitio <http://www.pmi.org/Pages/default.aspx>, realizada el 20 de Octubre de 2008.

⁶ Conforme a los comentarios del Ing. Gerardo Sierra durante una conversación telefónica sostenida con él a finales del mes de abril de 2007.

- a. Proponer y describir un modelo para el ciclo de vida de proyectos para la migración de aplicaciones de software desarrolladas a la medida.**
- b. Describir las etapas que conforman al modelo mencionado, y las actividades que forman parte de cada etapa, para establecer la secuencia lógica de realización de las mismas.**
- c. Presentar un conjunto de formatos de control que sirvan como base para realizar las actividades de planeación y control del proyecto.**

Esta investigación se ha realizado sobre la base de la siguiente hipótesis:

Abordar la planeación y ejecución de proyectos de migración de aplicaciones de software desarrolladas a la medida, utilizando una metodología de trabajo bien estructurada, debe de contribuir a mejorar las posibilidades de éxito de los mismos.

Para esta investigación se utilizará el método deductivo por que se estudiarán las propuestas del PMI como marco general de referencia para abordar el tema específico de administrar un proyecto de migración de software. También será utilizado el método inductivo, toda vez que a partir de los acontecimientos acaecidos con un proyecto en particular, será propuesto un método de trabajo, incluyendo un conjunto de formatos y plantillas que puedan generalizarse y ser aplicadas en proyectos similares.

Se aplicará el método analítico-sintético, ya que el proyecto será descompuesto en diferentes partes para su estudio individual, y posteriormente serán reagrupadas para proponer un modelo de trabajo que las considera en su conjunto.

Bajo la premisa de que “no se puede mejorar lo que no se documenta”, la propuesta metodológica que se presenta en este trabajo, responde a la inquietud personal del autor por aportar una guía de acción que permita emprender proyectos con mayores posibilidades de éxito, entendiendo que se trata de realizarlos satisfaciendo las expectativas de quienes patrocinan tales emprendimientos, y de hacerlo con apego a los planes y presupuestos que para este fin se desarrollan.

Quien esto escribe tiene plena consciencia de que no se trata de un trabajo completamente terminado, sino que plantea un punto de vista derivado de las experiencias personales, que puede servir como punto de partida para mejorar la planeación y organización de proyectos para la migración de aplicaciones de software desarrolladas a la medida, en concordancia con los lineamientos vertidos en el PMBOK, documento que presenta el PMI como guía general al cuerpo de conocimiento que fundamenta las mejores prácticas de administración de proyectos.

I. LOS PROYECTOS DE MIGRACIÓN DE APLICACIONES DE SOFTWARE Y SU PROBLEMÁTICA INHERENTE

1. La importancia de los sistemas heredados y su relación con los proyectos de migración de aplicaciones de software.

Las “aplicaciones de software” son sistemas de información que fueron elaborados a la medida de las necesidades específicas de alguna organización. Cuando han permanecido en uso por un largo periodo de tiempo, reciben la denominación de “sistemas heredados” o “legacy systems”:

“Un sistema heredado es un sistema informático o un programa aplicativo existente que continúa siendo utilizado porque el usuario (típicamente una organización) no desea sustituirlo o reajustarlo”.⁷

Tales sistemas representan un compendio de usos, costumbres, experiencia y conocimientos propios de la organización que los utiliza, y que por lo mismo, sería difícil y costoso sustituirlos por nuevas aplicaciones de software. En cierta manera se podría afirmar que tales sistemas constituyen parte del capital intelectual de la organización.

Weiderman⁸, Northrop, Smith, Tilley y Wallnau, mencionan que los primeros modelos que describían al ciclo de vida⁹ del software establecían que los sistemas de cómputo serían sujetos de mantenimiento durante algunos años hasta que fueran retirados de operación y reemplazados. El modelo actual para representar al ciclo de vida de las aplicaciones de software, visualiza que los sistemas, cuando

⁷ Traducción del autor con base en “Legacy system”, Wikipedia, the free encyclopedia, 1,982,853 artículos en Inglés, Estados Unidos, Wikimedia Foundation, 19 de Agosto de 2007, <http://en.wikipedia.org/wiki/Legacy_system>, (27 de Agosto de 2007), [s.p.]

⁸ Nelson H. Weiderman, Linda Northrop, Dennis B. Smith, Scott R. Tilley, y Kart Wallnau, *Approaches to Legacy System Evolution*, 1997, Pittsburg, Pa. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, p. 1.

⁹ El ciclo de vida representa la manera como los sistemas son creados, van evolucionando a través del tiempo, hasta que finalmente dejan de ser utilizados.

están correctamente contruidos, son capaces de tener una evolución continua durante el tiempo.

De acuerdo con el estudio¹⁰ titulado “The Economics of Software Maintenance in the Twenty First Century”, elaborado por Capers Jones quien es fundador de una empresa norteamericana de consultoría especializada en temas relacionados con la administración de aplicaciones de software denominada Software Productivity Research, Inc., todas las grandes organizaciones utilizan importantes cantidades de software. Mucho de este software tiene más de 10 años de antigüedad, y en algunos casos, hay aplicaciones que tienen más de 25 años de edad.

En otro trabajo también elaborado por Capers Jones¹¹, citado por Arie van Deursen, Paul Klint y Chris Verhoef en su documento “Research Issues in the Renovation of Legacy Systems”¹², se estima que más del 30% del código fuente de las aplicaciones informáticas utilizadas actualmente en el mundo, está escrito utilizando lenguajes de programación considerados antiguos, tales como el COBOL¹³ y el Assembler.

En el citado estudio “The Economics of Software Maintenance in the Twenty First Century”¹⁴ también se señala que las tareas requeridas para dar mantenimiento a estos sistemas, ocupan la mayor proporción de la mano de obra

¹⁰ Jones, Caper. The Economics of Software Maintenance in the Twenty First Century. 2006, ver. 3, Software Productivity Reasearch, Inc., disponible en: <http://www.compaid.com/caiinternet/ezine/capersjones-maintenance.pdf>

¹¹ Capers Jones. The Year 2000 Software Problem – Quantifying the Costs and Assessing the Consequences. Addison – Wesley, 1998.

¹² Deursen Arie van, Klint Paul, Verhoef Chris: Research Issues in the Renovation of Legacy Systems 1999. Centrum loor Wiskunde en Informatica., disponible en: <http://www.cwi.nl/~arie/papers/etaps99.ps>

¹³ “El lenguaje COBOL (acrónimo de COmmon Business -Oriented Language, Lenguaje Común Orientado a Negocios) fue creado en el año 1960 con el objetivo de crear un lenguaje de programación universal que pudiera ser usado en cualquier ordenador, ya que en los años 1960 existían numerosos modelos de ordenadores incompatibles entre sí, y que estuviera orientado principalmente a los negocios, es decir, a la llamada informática de gestión”. Fuente: Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/COBOL>

¹⁴ Jones, Caper. The Economics of Software Maintenance in the Twenty First Century. 2006, ver. 3, Software Productivity Reasearch, Inc., disponible en: <http://www.compaid.com/caiinternet/ezine/capersjones-maintenance.pdf>

norteamericana dedicada al desarrollo y mantenimiento de sistemas. Se prevé que esta situación se acentuará durante los siguientes años, proyectando que para el año 2025, poco más del 77% del personal involucrado en actividades de mantenimiento y desarrollo de software, se dedicará específicamente al mantenimiento de los sistemas existentes de software.

Entonces, las afirmaciones previas permiten inferir que los sistemas heredados constituyen una buena proporción de las aplicaciones de software que se encuentran en funcionamiento, y que éstas continúan desempeñando un papel importante para apoyar a los procesos productivos y operativos de las grandes organizaciones. Más aún, en tanto que su funcionalidad continúe resolviendo razonablemente bien las necesidades de las organizaciones, es probable que no serán sustituidas por nuevas aplicaciones, y entonces continuarán recibiendo mantenimiento para garantizar su correcto funcionamiento. En caso contrario, pueden considerarse otras opciones, incluyendo el reemplazo de tales aplicaciones por nuevos sistemas.

Jones¹⁵ establece definiciones para distinguir la diferencia entre los términos “mantenimiento” y “desarrollo”, mencionado que el primero implica la corrección de errores, actualizaciones masivas, tales como aquellas que requirieron los sistemas informáticos para poder soportar el manejo del Euro y las correcciones requeridas para la realización de operaciones a partir de fechas posteriores al año 2000.

También incluye bajo la denominación “mantenimiento”, a los cambios relacionados con adicionar cierta funcionalidad a las viejas aplicaciones, cuando estos esfuerzos requieren poco tiempo para su realización. En contraparte, define al término “desarrollo”, como la creación de nuevas aplicaciones o el agregado de gran funcionalidad a las aplicaciones existentes. En ese mismo trabajo presenta

¹⁵ Caper Jones. The Year 2000 Software Problem – Quantifying the Costs and Assessing the Consequences. Addison – Wesley, 1998.

una lista con 21 clases de tareas diferentes relacionadas con la reparación o actualización de los sistemas de información, que genéricamente se encuentran consideradas como parte del término “mantenimiento”, precisando que dichas clases tienen como elemento común, la modificación de aplicaciones existentes y no la creación de nuevos sistemas. Dentro del listado de clases de mantenimiento, aparece la migración de aplicaciones de software, descrita como “mover software desde una plataforma hacia otra”.

Es importante señalar que la necesidad de llevar a cabo la migración de aplicaciones de software puede obedecer a diferentes razones, entre las que se distingue la obsolescencia tecnológica del hardware en donde residen los sistemas que serán migrados. En el presente trabajo se denomina “**migración**” al proceso de trasladar las aplicaciones de software desde sistemas de hardware que resultan obsoletos, hacia nuevas plataformas de cómputo. “La migración de software es la tarea de reingeniería para el despliegue del software existente en un nuevo ambiente, con una modificación significativa de su código fuente”.¹⁶

Para recuperar el rezago tecnológico y como alternativa de la migración, se puede plantear el desarrollo o adquisición de nuevos sistemas que sustituyan a los sistemas heredados, sin embargo la posibilidad de mantener a los antiguos sistemas en operación resulta de interés para algunas organizaciones. Prueba de tal afirmación, es la oferta de servicios de “migración” o traslado de aplicaciones de software, desde los equipos obsoletos hacia plataformas tecnológicas vigentes, que se encuentra disponible en el mercado internacional.

“La necesidad de migrar típicamente se presenta ya sea porque la plataforma o el ambiente actual es obsoleto y pobremente soportado, o por la opinión de que una nueva plataforma o ambiente proporcionará un mejor futuro

¹⁶ Traducción del autor con base en Andrew Malton, *The Software Migration Barbell*, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, Agosto de 2001, <<http://www.cs.ualberta.ca/~kenw/conf/awsa2001/papers/malton.pdf>>, (27 de Agosto de 2007), 7 pp.

para el software. O el costo del mantenimiento se reducirá, o se incrementará la utilidad del software”¹⁷.

2. Problemática que enfrentan los proyectos de migración de aplicaciones de software

- a. Necesidad de mantener en operación los sistemas que serán migrados, mientras ocurre la migración de los mismos.

Precisamente por el hecho de que los sistemas que serán trasladados hacia otra plataforma de hardware, y continúan respondiendo “funcionalmente” a las necesidades de las organizaciones que los utilizan, no se considera necesario suspender la operación de los mismos mientras ocurre su reubicación. Lo anterior puede acentuarse cuando dichos sistemas están sumamente ligados con la operación cotidiana de las organizaciones que los utilizan, por lo que prácticamente no es posible suspender su operación. Es por ello, que será necesario que los trabajos de migración ocurran en paralelo a las tareas de operación regular, y de mantenimiento. Eventualmente, esta situación puede requerir de la dotación de personal extra así como de otros recursos de software y hardware, para poder realizar las actividades de migración, operación y mantenimiento, de manera simultánea.

- b. Control de versiones de los sistemas instalados.

Cuando las organizaciones encargadas de brindar mantenimiento a los sistemas que serán migrados, han procedido de manera disciplinada en lo que se refiere a la identificación, localización y custodia de los diferentes componentes del código fuente que conforman a estos sistemas, es probable que también tengan instrumentados mecanismos para garantizar el control de las versiones fuente de los componentes que corresponden a los programas que están siendo procesados en un ambiente de producción. De otra forma, es posible que existan diferentes

¹⁷ Traducción del autor con base en Andrew Malton. *op.cit.*

ejemplares de un mismo programa, cada uno correspondiendo a una versión diferente. En otras situaciones puede darse el caso de que no sean encontrados los programas fuente para los programas que están ejecutándose en ambiente de producción.

En cualquiera de estos casos, las tareas de localización y verificación de dichos componentes, pueden constituir un verdadero dolor de cabeza pero resultan indispensables para estar en posibilidades de iniciar ordenadamente las actividades de planeación, ejecución, control y cierre de los proyectos de migración.

- c. Establecimiento de criterios para validar la efectividad del proceso de migración

Para que la migración sea efectiva, deberá ser posible trasladar la totalidad de los sistemas que se tiene previsto migrar hacia otra plataforma de hardware. Usualmente esto incluye a todos los componentes de software, así como a los archivos de datos que son utilizados por tales sistemas.

Una vez que los componentes de software y los datos hayan sido migrados a la nueva plataforma, el funcionamiento de los sistemas deberá ocurrir de la misma manera que sucede en la plataforma original. Por lo tanto, es necesario establecer una referencia que sirva como punto de comparación entre los resultados que se obtienen del procesamiento de las aplicaciones migradas, y los resultados que producen los sistemas en el ambiente original. En sentido estricto, si las dos versiones del sistema son procesadas utilizando los mismos insumos, deberán de producir los mismos resultados. Cualquier desviación a esta condición deberá ser analizada, y en su caso, corregida.

- d. Participación de los usuarios de los sistemas en el proceso de pruebas y validación de resultados

Partiendo del supuesto de que los sistemas de información son desarrollados para satisfacer los requerimientos de las organizaciones, y que uno de los más importantes debe ser apoyar la realización de sus procesos de negocio, resulta indispensable contar con el apoyo de los usuarios expertos de los mismos, quienes podrán validar si los sistemas migrados están funcionando correctamente, o presentan desviaciones que deben corregirse.

e. Capacitación y entrenamiento relacionado con las nuevas tecnologías que serán incorporadas

Toda vez que los sistemas migrados serán instalados en plataformas de hardware más modernas que las que venían utilizando, existe la posibilidad de que las personas que usan los sistemas, o se encargan de brindarles mantenimiento, no están del todo familiarizadas con el uso de la nueva tecnología. Por ello debe considerarse el provisionamiento de cursos de capacitación adecuados para que todos los involucrados con el mantenimiento, desarrollo, y operación de los sistemas, adquieran conocimiento y práctica suficiente para enfrentar de buena forma el cambio de plataforma de hardware.

II. MARCO TEÓRICO SOBRE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

1. Antecedentes del Project Management Institute y su importancia en el contexto actual

El Project Management Institute (**PMI**) es una asociación profesional que agrupa la mayor cantidad de profesionales en el mundo, dedicados a la administración de proyectos. Tiene su sede en Estados Unidos de América y fue fundada en 1969. Actualmente tiene presencia en más de 90 países.

Al finalizar enero del 2007, había poco más de 212 mil miembros certificados a nivel mundial. Dentro de la región latinoamericana se contaba con 7,169 miembros certificados. Como ha sido mencionado en la introducción del presente trabajo, por esas fechas México contaba con alrededor de 900 profesionales certificados por esta organización.

La mayoría de los miembros certificados del PMI se localizan en Norteamérica (59 por ciento). Estados Unidos tiene más de 110 mil profesionales certificados, en tanto que Canadá tiene aproximadamente 14,332. Estas cifras resultan abrumadoras al compararse contra los 900 miembros registrados en los cuatro capítulos del PMI establecidos en nuestro país: México, Monterrey, Guadalajara y Puebla.

2. Conceptos básicos

a. Proceso

De acuerdo con la versión en Internet (www.rae.es) del Diccionario de la Real Academia Española, una de las acepciones de la palabra proceso es un “conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial”. Para complementar esta definición, vale la pena mencionar que además cada fase puede estar compuesta por una serie de tareas definibles, repetibles, predecibles y medibles que conducen a un resultado útil para un cliente interno o externo a la organización que lo lleva a cabo.

b. Proyecto

Aunque existen diferentes definiciones de proyecto, se cita la que propone el mismo Project Management Institute, que señala lo siguiente:

Un proyecto es “un esfuerzo temporal realizado para crear un producto o servicio único”. De esta definición podemos deducir varias cuestiones que nos permiten establecer diferencias entre un proceso y un proyecto. La primera se refiere a que los proyectos tienen un principio y un fin, de ahí que son considerados como esfuerzos temporales. Los procesos pueden efectuarse de manera indefinida, en tanto que los proyectos tienen acotado un principio y un fin.

La segunda es que no hay proyectos idénticos, toda vez que lo que se obtiene como resultado de los mismos, son productos o servicios únicos. Los procesos están diseñados para producir resultados idénticos ante insumos idénticos y especificaciones de proceso idénticas. Y la tercera que quizás no sea

tan evidente como las anteriores, es que normalmente se constituyen equipos de trabajo, cuya existencia está supeditada a la duración del proyecto, que tienen como finalidad, la planeación, organización, ejecución, control y cierre de los proyectos en los que participan.

3. Áreas de conocimiento de la administración de proyectos

En la “Guía del cuerpo de conocimientos para administrar proyectos”¹⁸, documento preparado y publicado por el Project Management Institute (PMI), se identifican 9 disciplinas o áreas de conocimiento cuyo dominio y aplicación resultan necesarios para administrar proyectos conforme a las prácticas de mayor reconocimiento profesional. Estas áreas de conocimiento son las siguientes: Administración de la Integración del Proyecto (*Project Integration Management*), Administración del Enfoque del Proyecto (*Project Scope Management*), Administración del Tiempo del Proyecto (*Project Time Management*), Administración de los Costos del Proyecto (*Project Cost Management*), Administración de la Calidad del Proyecto (*Project Quality Management*), Administración de los Recursos Humanos del Proyecto (*Project Human Resource Management*), Administración de la Comunicación en el Proyecto (*Project Communications Management*), Administración de los Riesgos del Proyecto (*Project Risk Management*), y Administración de Adquisiciones para el Proyecto (*Project Procurement Management*).

¹⁸ A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide).

4. Proceso de Planeación de Proyectos

El desarrollo del plan del proyecto es un proceso que involucra la recopilación y análisis de información disponible, así como la aplicación de diversas técnicas y herramientas de planeación, para integrar un plan que servirá como guía para la ejecución y control del proyecto.

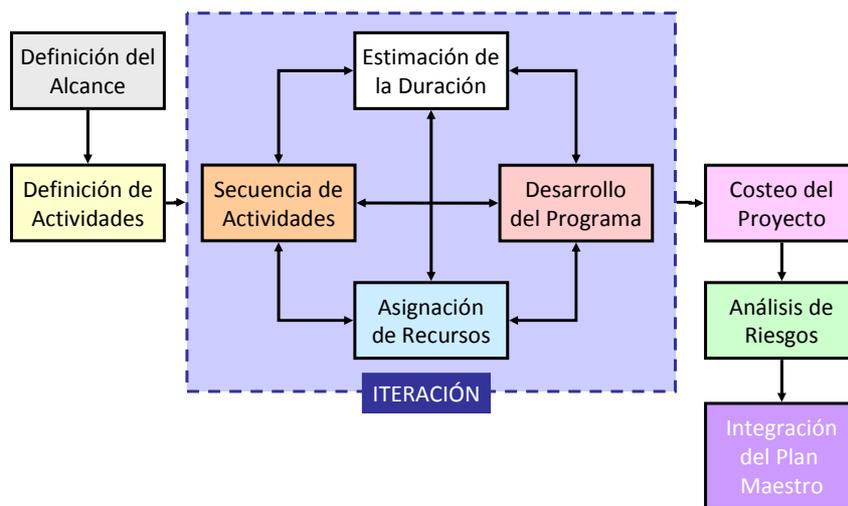
La planeación de proyectos se encuentra incluida dentro del área de conocimiento denominada Administración de la Integración del Proyecto o *Project Integration Management*.

La planeación de proyectos es un proceso que utiliza diferentes insumos que normalmente corresponden a la información histórica derivada de experiencias previas con proyectos similares o datos de referencia obtenidos a partir de estudios de investigación, censos y otras fuentes estadísticas. También se consideran las restricciones identificadas a las que el proyecto debe someterse, los supuestos que se asumen cuando no es posible precisar el conocimiento certero de alguna situación particular, las políticas de la organización que realizará el proyecto, y de la organización que recibirá los resultados esperados del proyecto.

El desarrollo del Plan del Proyecto no es una actividad que se realiza como un esfuerzo que inicia y termina de una vez, sino que es un ejercicio que requiere varias iteraciones hasta lograr un resultado que satisfaga los objetivos del

proyecto en términos de costo, tiempo de realización y calidad de ejecución. Adicionalmente, es una actividad que iniciará antes de comenzar la ejecución de la primera etapa del proyecto, pero que deberá continuar ejercitándose conforme avanza el proyecto, ya que será retroalimentada con la información que generen los demás procesos que ocurren durante la vida del proyecto, y esto ocasionará nuevas revisiones y actualizaciones al Plan del Proyecto.

FIGURA 1
Proceso de Planeación de Proyectos



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE AL PMBOK¹⁹

En la Figura 1 podemos apreciar la interrelación entre las diferentes actividades que componen al proceso de planeación de proyectos. A continuación se describen cada una de dichas actividades.

¹⁹ *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide).*

a. Definición del Alcance del Proyecto

Al iniciar el proceso de planeación deben responderse las siguientes preguntas: ¿Qué se espera obtener como resultado de la ejecución del proyecto (entregables finales producto del proyecto)?, ¿Cuáles son las características esperadas del producto del proyecto?, ¿Qué restricciones existen para llevar a cabo este propósito?, ¿Cuándo se requieren los productos del proyecto?, ¿Cuál es la disponibilidad de recursos con que se cuenta o espera contar para llevar a cabo el proyecto?, ¿Quién es el cliente para el que se desarrollarán los productos del proyecto?. La respuesta a estas preguntas, permite establecer los Alcances del Proyecto.

b. Definición de Actividades

Hay dos herramientas que son muy útiles para proceder con la identificación y desglose de actividades de un proyecto: El Ciclo de Vida del proyecto, y la Estructura para la Definición del Trabajo.

Una vez que han sido precisados los alcances del proyecto, se procede a definir el “Cómo” se irá construyendo el producto del proyecto, entendiendo que esto ocurrirá de manera progresiva. La representación conceptual de la manera progresiva como se construye el producto del proyecto, se conoce como “Ciclo de Vida del Proyecto”, y describe la evolución de un proyecto como un conjunto de etapas que se realizan de acuerdo a una secuencia determinada. Al término de

cada etapa del proyecto, se espera obtener productos “semi-terminados” o productos intermedios que servirán como insumos de las etapas subsecuentes, hasta lograr la obtención del producto final del proyecto.

Después de establecer el Ciclo de Vida del Proyecto y una vez que han sido identificados los productos que se obtendrán en cada etapa, se define la Estructura para la División del Trabajo (EDT), que consiste en la representación esquemática de las actividades que serán realizadas en cada etapa del proyecto. Dicho esquema, puede representarse de manera gráfica como si se tratara de un organigrama, o bien, como una lista indexada. La EDT describe las actividades del proyecto, desde su aspecto más general (Etapas del Ciclo de Vida del Proyecto), hasta los más particulares que corresponden a las actividades que realizan las personas que pertenecen a un mismo equipo de trabajo o área de especialidad. A este respecto, es muy importante describir a la organización participante como áreas funcionales o grupos de personas que realizan tareas que pertenecen a alguna área de especialización.

Aunque algunas actividades son identificadas durante el proceso de construcción de la EDT, al profundizar sobre la manera en que será necesario proceder para obtener los resultados de cada etapa del proyecto se van identificando nuevas actividades o se van desglosando con mayor detalle las actividades previamente identificadas. También resulta necesario precisar algunos aspectos sobre cada actividad, como indicar la organización o personas que las llevará a cabo, los insumos que son requeridos, la modalidad en la que serán

desarrolladas (con personal propio, por terceras personas), la manera como serán calculados sus costos, el grado en que la duración de dichas actividades se encuentra condicionada por el esfuerzo, o si su duración es fija, etc. Este proceso en conjunto es denominado definición de actividades.

c. Secuencia de Actividades

En algunos casos, el orden en que deberán realizarse ciertas actividades será evidente, sobre todo cuando dichas actividades pertenecen a una secuencia lógica de ejecución. En otros casos no será tan sencillo, dado que podrán existir restricciones temporales o financieras que determinen el momento en que alguna actividad en particular pueda comenzar. Habrá actividades que puedan comenzar en cualquier momento durante el proyecto, y otras que requieran que actividades previas hayan concluido. Otras actividades no podrán ser terminadas hasta una fecha específica, y algunas podrán realizarse en paralelo con otras actividades. Como conclusión, el establecimiento de la secuencia de las actividades dentro del plan del proyecto es el proceso en el que se organizan las actividades en una secuencia lógica de realización, considerando las restricciones de iniciación y terminación de cada actividad.

d. Estimación de la Duración

Como ya se mencionó, es indispensable precisar la duración de cada actividad dentro del plan del proyecto. Hay actividades cuya duración obedece a la

cantidad de recursos involucrados en su realización, y el tiempo de realización puede acortarse al incrementar el número de personas y de máquinas, fraccionar el trabajo y asignarlo a diferentes contratistas, etc. Estas actividades se conocen como actividades de duración condicionada por el esfuerzo. Por otra parte, hay actividades cuya duración es fija o no se altera en función a la cantidad de recursos involucrados en su realización. Puede ser el caso de procesos industriales de fabricación cuya duración no puede ser alterada, o trámites que se realizan en lapsos (términos) establecidos por leyes y reglamentos.

e. Asignación de Recursos

Cada actividad puede requerir de uno o más recursos (humanos, materiales y financieros), para que pueda ser llevada a cabo. Es importante hacer un correcto balance de los recursos disponibles, e identificar en qué momento se requerirá algún recurso escaso en diversas actividades que pudieran programarse para su realización de manera simultánea. Si esto no fuera posible, entonces la escasez de recursos puede influir en determinar la secuencia de realización de actividades en donde participa un mismo recurso, cuya disponibilidad no es posible incrementar.

f. Elaboración del Programa de Trabajo

Una vez que han sido identificadas y organizadas todas las actividades relevantes al proyecto, quién las realizará, en qué orden serán ejecutadas, cuál

será su duración, cuál será la interdependencia de las mismas, cuales serán sus requerimientos humanos, materiales y financieros, qué restricciones existen para iniciarlas o terminarlas, es posible dar forma al Programa de Trabajo, cuya representación normalmente ocurre a través de calendarios de trabajo, o diagramas de Gantt. Normalmente, el producto del primer ejercicio de integración del programa de trabajo, no arrojará un resultado que satisfaga todos los requerimientos y restricciones del proyecto, principalmente aquellos de índole temporal, por lo que será necesario revisar las actividades previas para realizar los ajustes que permitan obtener un resultado aceptable.

g. Costeo del Proyecto

A partir de la obtención de un programa de trabajo aceptable, se realiza el costeo del proyecto, en donde se asignan los costos unitarios a las tareas que componen al programa. Posteriormente, los costos se van integrando hasta obtener el costo por etapa y luego el costo total. Si el resultado es congruente con las restricciones presupuestarias establecidas desde que se define el alcance del proyecto, el proceso de planeación puede continuar. En caso contrario, será necesario revisar el programa y ajustar la asignación de recursos, la duración de actividades, la intensidad de mano de obra, o la secuencia de las actividades, buscando que el costo total del proyecto se ajuste al presupuesto establecido.

h. Análisis de Riesgos

Riesgo es cualquier circunstancia, tangible o intangible, presente o futura, que en caso de materializarse tendrá impacto en el programa del proyecto, o en los resultados del proyecto. Por tal motivo, deben identificarse, clasificarse y priorizarse los riesgos que puedan afectar al proyecto. Además, deben establecerse las medidas que deban de tomarse para mitigar o desaparecer los riesgos, y finalmente decidir cuáles riesgos resultan aceptables, y para cuales no se definirán planes de contingencia. Del análisis de riesgos, normalmente se derivarán nuevas actividades que deberán ser incorporadas al plan del proyecto. También deberá considerarse el reservar un fondo de contingencia, con el fin de estar en posibilidades de atender situaciones no previstas en el análisis de riesgos.

i. Integración del Plan Maestro del Proyecto

El Plan Maestro del Proyecto está compuesto por el Programa de Trabajo y toda la información y documentos de soporte que fueron utilizados en su construcción, incluyendo la definición del alcance, los supuestos y restricciones, la organización participante, los costos unitarios, los presupuestos y la calendarización de las erogaciones previstas.

III. MARCO DE REFERENCIA: LA EXPERIENCIA CON EL PROYECTO DE ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL OCURRIDO DURANTE LOS AÑOS 1995 A 1998

1. Antecedentes del proyecto

Durante los años 1995 y 1996, el Instituto Mexicano del Seguro Social celebró dos licitaciones públicas internacionales para sustituir a sus antiguos equipos de cómputo de manufactura franco americana marca Bull HN. Estos equipos habían sido adquiridos diez años antes, para el procesamiento de los sistemas de información que se utilizaban en las oficinas centrales y delegacionales.

Entre 1985 y 1986²⁰ el IMSS había adquirido cerca de 50 equipos de cómputo que utilizaban el sistema operativo²¹ GCOS6. Estos equipos correspondían a los modelos DPS 6/95, DPS 6/85 y DPS 6 PLUS, y en ellos eran procesadas diferentes aplicaciones informáticas que apoyaban a los procesos administrativos de la Institución.

En 1987 los directivos de la empresa francesa *Compagnie des Machines Bull* ("Bull") decidieron discontinuar el uso del sistema operativo GCOS 6, y con ello suspendieron la producción de los equipos de cómputo que lo utilizaban, para dedicarse a fabricar otros equipos más modernos que fueran capaces de utilizar el sistema operativo UNIX²².

²⁰ Según comentarios del Ing. Agustín Trueba Rivas, personal del IMSS que colaboraba en la Coordinación General de Informática durante la realización del proyecto de migración mencionado en esta investigación, los equipos Bull adquiridos durante los años 1985 y 1986 utilizaban el sistema operativo GCOS 6 Modelo 400.

²¹ El Sistema Operativo de un equipo de cómputo está constituido por un conjunto de programas que hacen posible el funcionamiento de los diferentes dispositivos que lo conforman.

²² Según información disponible en "GCOS 6 Minicomputers Products", <http://febcm.club.fr/english/compindex.html>

Cuando se suspendió la fabricación de la serie DPS 6, estos equipos se volvieron obsoletos, pero el fabricante continuó brindando soporte a sus clientes mediante la existencia de partes y refacciones, y servicios de mantenimiento. También ofreció alternativas técnicamente viables para que los propietarios de estos equipos pudieran llevar sus aplicaciones informáticas hacia otros equipos de la misma marca, pero de modelo más reciente²³. Los distribuidores de esta empresa continuaron atendiendo a la importante base instalada que existía principalmente en Europa, África, y el continente americano, ofreciendo refacciones y servicio para los equipos discontinuados.

Después de los acontecimientos referidos y de un periodo de rápido crecimiento, Bull enfrentó una etapa de turbulencia a partir de 1991. En 1992 comenzó un proceso de reestructuración que trajo como resultado la venta de diferentes líneas de negocios y el cierre de varias de sus fábricas. Al parecer, estos sucesos fueron terreno fértil para el surgimiento de nuevas empresas que ofrecían soluciones tecnológicas para trasladar las aplicaciones informáticas que funcionaban en equipos Bull, hacia equipos de otras marcas. Tal fue el caso de Newlab International, y Metaware, empresas francesas con las que el autor de este trabajo tuvo contacto personal en años posteriores.

A finales de 1994, la operación de Bull en el continente americano fue adquirida por la empresa Wang Laboratories Inc.²⁴. La subsidiaria de esa empresa en México, se hizo cargo de atender a los clientes que había en nuestro país, entre ellos, el IMSS y el Gobierno del Estado de México.

Para esas fechas, se hacía evidente que los equipos de la serie DPS 6 que habían sido adquiridos por el IMSS, ya estaban alcanzando, sino rebasando, su

²³ El “sucesor” del sistema operativo GCOS6, se llamó HVS, el cual tenía un modo de operación que permitía la compatibilidad con las aplicaciones informáticas que habían sido desarrolladas para funcionar con GCOS6, haciendo “transparente” la portabilidad de los sistemas informáticos. De acuerdo con información disponible en: <http://www.bull.com/servers/year2000/gcos6hvs/index.htm>

²⁴ Con base a la nota publicada por el periódico “The Boston Globe” el 21 de Septiembre de 1994. Autor: Aaron Zitner.

vida útil. Además de lo anterior, comenzaron a escasear las refacciones, posiblemente a causa de haber comenzado a agotarse las existencias que había previsto el fabricante para dar soporte a la base instalada de estos equipos.

En el Instituto se presentaron situaciones que requirieron de la “canibalización”²⁵ de partes de equipos que estaban fuera de operación, para poder reparar a los equipos que estaban en funcionamiento.

Ante la posibilidad de enfrentar problemas más serios de falta de refacciones y otros insumos requeridos para mantener la operación de los equipos DPS6/95, DPS6/85 y DPS 6 PLUS, las autoridades del IMSS tomaron la decisión de llevar a cabo un proyecto de actualización tecnológica²⁶, para sustituir a estas viejas computadoras por otras nuevas, que utilizarían el sistema operativo UNIX.

Como parte del proyecto de sustitución, se consideró la necesidad de trasladar las aplicaciones informáticas que se procesaban en los equipos Bull HN, así como los respectivos archivos y bases de datos que utilizaban tales sistemas, hacia los nuevos equipos que serían adquiridos.

Para estos fines, se celebró una licitación pública internacional, en el año de 1995. En ella participaron las empresas NCR de México, Wang México (“Wang”), Unisys, IBM de México, S.A. de C.V., Sun Microsystems de México S.A. de C.V., Data General, Ameridata Global de México, S.A. de C.V. y Hewlett Packard de México, S.A. de C.V. Cuando terminó la realización de las pruebas técnicas estipuladas en las bases de la licitación, Wang presentó una inconformidad ante la Secretaría de la Contraloría. Como resultado del proceso subsecuente a la presentación de la inconformidad, la licitación fue declarada desierta.

²⁵ Se usa el término “canibalización” para indicar que se tuvieron que retirar piezas usadas o nuevas de otros equipos, para poder reparar a los equipos que estaban presentando fallas.

²⁶ Según comentarios del Ing. Agustín Trueba Rivas, personal del IMSS que colaboraba en la Coordinación General de Informática durante la realización del proyecto de migración mencionado en esta investigación, los equipos Bull adquiridos durante los años 1985 y 1986 utilizaban el sistema operativo GCOS 6 Mod 400.

En 1996, el Instituto convocó otra licitación, en donde se volvieron a presentar las empresas que habían participado en la licitación anterior. En esa ocasión la empresa Hewlett Packard de México, S.A. de C.V. (“Hewlett Packard”) fue declarada ganadora de la licitación, y no hubo inconformidades que impidieran la adjudicación del contrato respectivo. Previamente a la realización de esta licitación, Hewlett Packard había celebrado un contrato de servicios con la empresa Laboratorios Magnéticos, S.A. de C.V. (“Laboratorios Magnéticos”), para que en caso de ganar el concurso, esta última se encargaría de realizar la migración de los sistemas y los archivos de datos desde los equipos Bull hacia los nuevos equipos HP 9000 modelo K200 que serían ofertados al Instituto. Por su parte, Laboratorios Magnéticos había celebrado un contrato de distribución y representación exclusiva en México, con la empresa francesa Newlab International (“Newlab”), quien era propietaria de un conjunto de herramientas de software y una metodología de trabajo. Las herramientas de software fueron denominadas comercialmente como “AMX”, palabra conformada por las iniciales de las palabras “Automatic Migration to Unix”.

Newlab tenía varios años de experiencia realizando este tipo de proyectos en los que atendió a clientes europeos y del norte de África, y como resultado de su aprendizaje desarrolló las herramientas AMX y una metodología de trabajo²⁷.

En el proyecto de migración al que se hace referencia en esta investigación, se utilizaron las herramientas AMX así como los servicios de asesoría técnica brindados por el equipo de ingenieros²⁸ que desarrollaron estos productos, y el talento de un grupo de ingenieros en sistemas²⁹ que fueron contratados por Laboratorios Magnéticos con la dirección técnica a cargo del autor de este trabajo. Por parte del Instituto merece mención especial, el personal de la Coordinación General de Informática que tenía bajo su cargo el desarrollo y mantenimiento de

²⁷ De acuerdo con información contenida en el Curriculum Vitae del Dr. Maseud Rahgozar, a partir de 1990 fueron desarrolladas las herramientas AMX durante el tiempo que él colaboró con Newlab International.

²⁸ Maseud Rahgozar, Philippe Donzé, y Francis Tamalet.

²⁹ Gonzalo López y Linares Rivas, Martín Barrios Cruz, Francisco Javier Carrera Chávez, Domingo Cobos Cárdenas, Rosalba Pérez, Jorge Aguilar Frías, y Mario Pérez.

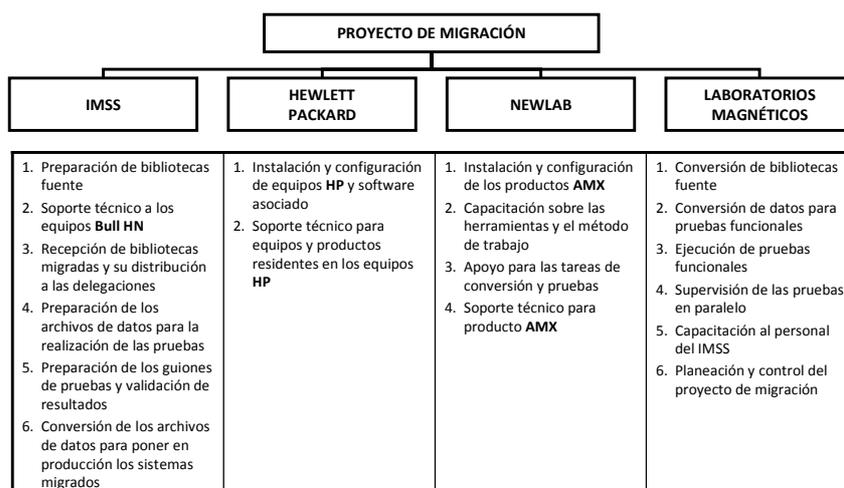
las aplicaciones que fueron objeto de la migración, así como personal de soporte técnico y de servicios informáticos, cuyo apoyo y colaboración fueron fundamentales para resolver los problemas técnicos y logísticos se presentaron durante la ejecución de los trabajos realizados.

Después de un periodo de 45 días de entrenamiento, realizado en las instalaciones que Newlab tenía en Les Ulis, una localidad situada en las inmediaciones de Paris (Francia), el equipo de trabajo conformado por el personal de Laboratorios Magnéticos, así como por personal de Newlab y del IMSS, continuó trabajando en la Ciudad de México con la ejecución del proyecto de migración. Esta etapa comenzó durante el primer trimestre del año 1997, y culminó en el tercer trimestre del año 1998, cuando los sistemas migrados quedaron funcionando satisfactoriamente en los equipos HP 9000 propiedad del Instituto, en las oficinas centrales y sus delegaciones en el territorio nacional.

La siguiente figura indica los nombres y roles de las organizaciones que participaron en el proyecto de migración de aplicaciones del IMSS:

FIGURA 2

Organizaciones que participaron en el proyecto de migración del IMSS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

2. Antecedentes y esquema de operación de los sistemas informáticos instalados en los equipos Bull del IMSS hasta 1996.

a. Aplicaciones informáticas que fueron consideradas en la migración.

Los sistemas considerados en el proyecto de migración comprendían una colección de 25 aplicaciones de software cuyos programas habían sido escritos en lenguaje COBOL, y se identificaban con los siguientes nombres³⁰:

- Contabilidad y Presupuestos
- Contabilidad y Presupuestos Solidaridad
- IMSS Personal – Trabajadores, Jubilados, Pensionados
- IMSS Personal – Normativo Central
- Conciliación Bancaria
- SUI³¹ Régimen Ordinario
- SUI³² Solidaridad
- Inventario Físico de Tiendas
- PLA.C.A.³³ – Hospitales
- PLA.C.A.³⁴ – Guarderías
- Prestaciones Sociales – Operativo Delegacional
- Prestaciones Sociales – Normativo Central
- Sistema de Guarderías
- Tesorería General – Convenios
- Asegurados, Patrones y Municipios
- Riesgos de Trabajo
- EMA³⁵ y EBA³⁶

³⁰ Fuente: INFORME GENERAL SOBRE EL ESTADO Y GRADO DE AVANCE DE LA CONVERSIÓN DE SISTEMAS DE LA PLATAFORMA BULL A H.P. – Documento Interno de Laboratorios Magnéticos, S.A. de C.V. (ANEXO 1).

³¹ Iniciales de Sistema Único de Información

³² ídem

³³ Iniciales del Sistema de Planeación y Control de Alimentos

³⁴ ídem

- Nómina de Pensionados
- Seguros Especiales
- SIMECI³⁷
- SUI55/MT5³⁸
- Eventuales – Afiliación
- Eventuales – Cobranza
- Sistema Documentador
- Control de Cintoteca

Vale la pena mencionar que algunas de estas aplicaciones no concluyeron el proceso de migración, debido a que al momento de iniciar la ejecución del proyecto, ya estaban en proceso de sustitución mediante paquetes de software comercial. Los sistemas que no concluyeron el proceso de migración³⁹ fueron los siguientes:

- IMSS Personal – Trabajadores, Jubilados, Pensionados,
- IMSS Personal – Normativo Central,
- Conciliación Bancaria.

b. Desarrollo, Mantenimiento y Operación de los sistemas.

El desarrollo y mantenimiento de dichas aplicaciones estaba centralizado y debía ocurrir en las oficinas centrales del Instituto, por que ahí era en donde estaba el área de desarrollo y mantenimiento de sistemas. En aquella época, la

³⁵ Iniciales de Emisión Mensual Anticipada

³⁶ Iniciales de Emisión Bimestral Anticipada

³⁷ Iniciales de Sistema Mecanizado de Certificados de Incapacidad

³⁸ Iniciales que hacen referencia al Sistema de Información SUI55/MT5 referente a los datos estadísticos de los riesgos de trabajo

³⁹ De acuerdo con los documentos de control del proyecto, originalmente se había considerado la conversión de 1,894 programas escritos en lenguaje COBOL. Las aplicaciones que no concluyeron el proceso de migración estaban constituidas por 820 programas escritos en lenguaje COBOL, que representan el 43% del total de programas originalmente considerados. Fuente: INFORME GENERAL SOBRE EL ESTADO Y GRADO DE AVANCE DE LA CONVERSIÓN DE SISTEMAS DE LA PLATAFORMA BULL A H.P. – Documento Interno de Laboratorios Magnéticos, S.A. de C.V. (ANEXO 1).

Coordinación General de Informática dependía de la Dirección de Finanzas y Sistemas, y esta última de la Dirección General del IMSS.

En las oficinas delegaciones del Instituto existían centros de cómputo que alojaban a los equipos de marca Bull HN. En dichos centros de cómputo, el personal se dedicaba primordialmente a operar los sistemas que habían sido desarrollados por el área de sistemas de oficinas centrales. En las oficinas centrales también había personal de operación.

Algunas aplicaciones habían sido construidas para procesar la información de forma distribuida, ya que contaban con algunos módulos o conjuntos de programas que únicamente se utilizaban en las oficinas centrales, y otros módulos que se utilizaban exclusivamente en las oficinas delegacionales. Otras aplicaciones únicamente se procesaban en oficinas centrales o en oficinas regionales.

Periódicamente, después de ocurrir la ejecución de los procesos en las oficinas delegacionales, se obtenían copias de respaldo de los archivos de datos, que eran realizadas en cintas magnéticas. Tales cintas eran remitidas a las oficinas centrales, en donde ocurría la consolidación de información de todas las delegaciones, como punto de partida para otros procesos que podían continuar en equipos Bull HN o en otros equipos de cómputo.

Por otra parte, cuando se actualizaban los catálogos de conceptos u otros archivos conteniendo datos de referencia, éstos eran enviados desde las oficinas centrales hacia las oficinas delegacionales, también contenidos en cintas magnéticas, para que fueran incorporados a los dispositivos de almacenamiento de los equipos de cómputo.

3. Problemas y experiencias ocurridas durante el proyecto de migración de las aplicaciones administrativas del IMSS

a. Etapas del proceso de migración de aplicaciones

En términos generales, para llevar a cabo este proyecto se identificaron las siguientes etapas en la migración de aplicaciones:

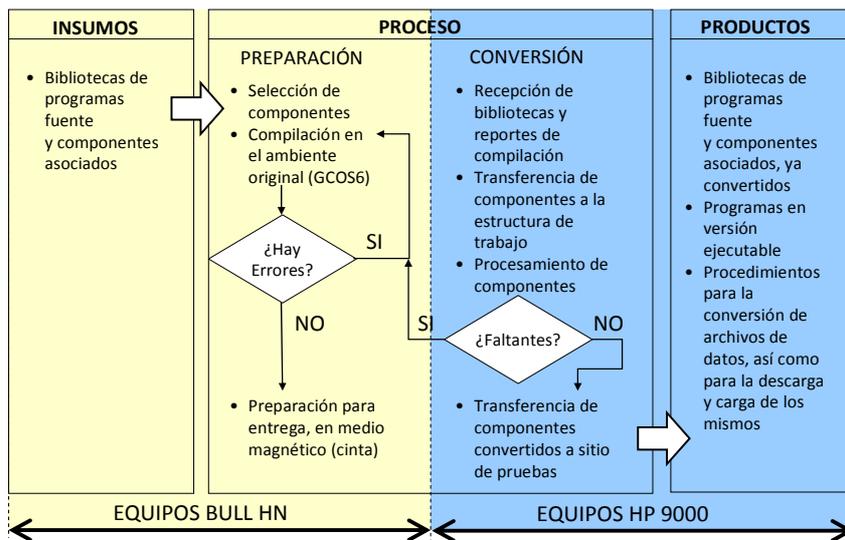
- Entrega y recepción del código fuente⁴⁰ correspondiente a las aplicaciones que serían convertidas. Los programas fuente y sus componentes asociados, eran extraídos de los equipos Bull HN y depositados en cintas magnéticas, para su posterior transferencia hacia los equipos HP 9000.
- Transferencia de los programas fuente y componentes asociados, hacia los dispositivos de almacenamiento masivo de los equipos HP 9000 en donde se realizaban las actividades de migración.
- Conversión de los programas fuente para que pudieran procesarse y ejecutarse en los nuevos equipos de cómputo.
- Realización de pruebas de funcionamiento de los programas convertidos, en los nuevos equipos de cómputo.
- Realización de pruebas en paralelo, en donde los programas originales son procesados en su ambiente original, y los programas convertidos son procesados en los nuevos equipos, para comparar los resultados que producen.

⁴⁰ “El código fuente de un programa informático (o software) es un conjunto de líneas de texto que son las instrucciones que debe seguir la computadora para ejecutar dicho programa. Por tanto, en el código fuente de un programa está descrito por completo su funcionamiento. El código fuente de un programa está escrito por un programador en algún lenguaje de programación, pero en este primer estado no es directamente ejecutable por la computadora, sino que debe ser traducido a otro lenguaje (el lenguaje máquina o código objeto) que sí pueda ser ejecutado por el hardware de la computadora. Para esta traducción se usan los llamados compiladores, ensambladores, intérpretes y otros sistemas de traducción.”, Wikipedia.
http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_fuente

- Implantación de los nuevos programas en ambiente de producción, lo que trae como resultado que sea descontinuado el proceso de los programas en los equipos Bull.
- Entrega definitiva de los programas convertidos al Instituto, una vez que han quedado funcionando en los nuevos equipos HP 9000.

En la siguiente figura pueden apreciarse de manera resumida, las actividades requeridas para la migración de los programas fuente:

FIGURA 3
Etapas del proceso de migración de programas fuente y componentes asociados



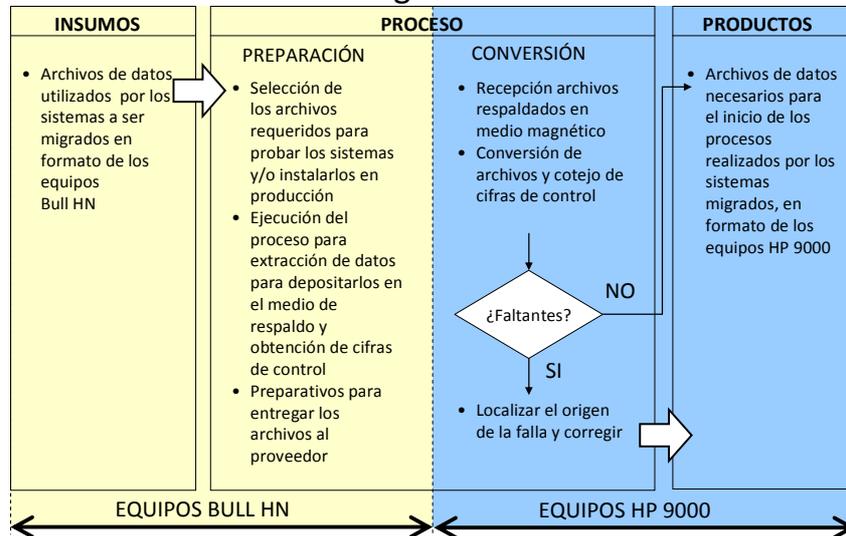
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la realización de pruebas, funcionales y en paralelo, era necesario contar con archivos de datos que previamente habían sido preparados en los equipos Bull HN, y que habían servido como insumo para la ejecución de los sistemas que fueron migrados. Las etapas de este proceso, fueron las siguientes:

- Obtención de respaldos en cinta magnética de los archivos seleccionados como insumo para realizar las pruebas. Estos archivos estaban contenidos en los equipos Bull HN.
- Entrega y recepción de las cintas magnéticas conteniendo los datos de pruebas.
- Transferencia del contenido de las cintas magnéticas hacia los dispositivos de almacenamiento masivo de los equipos HP 9000.
- Corrección del formato de los datos transferidos, para que éstos fueran compatibles con los formatos que reconocían los programas instalados en los equipos HP 9000.
- Verificación de integridad de los datos transferidos y corregidos.

En la siguiente figura puede apreciarse un resumen de las actividades requeridas para transformar los datos de los sistemas migrados:

FIGURA 4
Etapas del proceso transferencia de archivos de datos
requeridos para el funcionamiento de los sistemas
migrados



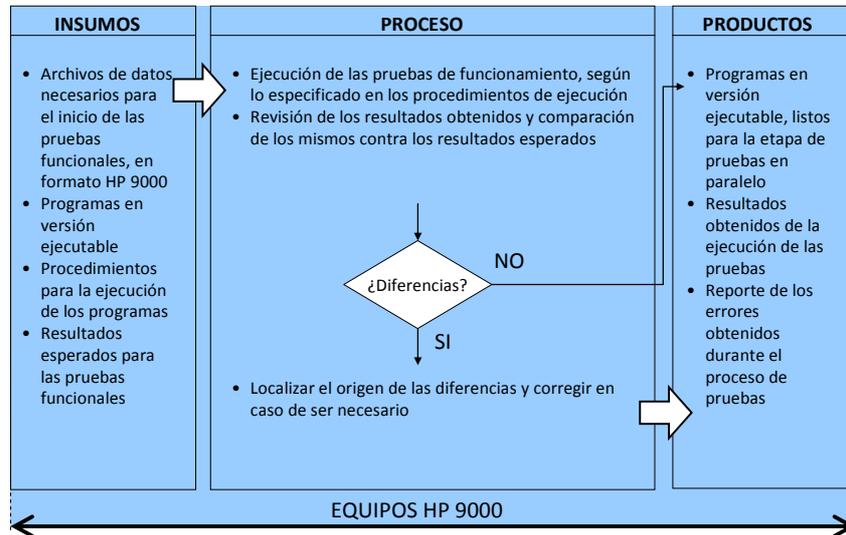
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Una vez que se tenían archivos de datos y los programas convertidos, así como las indicaciones necesarias sobre la secuencia de ejecución de los mismos, podía comenzar la ejecución de las pruebas. Los resultados de éstas, se comparaban contra los resultados que los programas convertidos habían producido en su ambiente original, utilizando los mismos datos que habían sido transferidos y convertidos. Si había coincidencia en los resultados que producían los programas convertidos, y las pruebas habían considerado todos los casos que podían procesar dichos, entonces los componentes convertidos podían continuar avanzando hacia la siguiente etapa del proceso de conversión. En caso contrario, se investigaba el origen de las diferencias y se corregían las causas que las provocaban.

En la siguiente figura pueden apreciarse de manera resumida, las actividades requeridas para la ejecución de las pruebas de funcionamiento, para los sistemas migrados:

FIGURA 5

Etapas del proceso de pruebas de funcionamiento de los sistemas migrados



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

b. Integridad de las bibliotecas de programas fuente

Uno de los supuestos más importantes para que el proyecto pudiera realizarse en los tiempos previstos era que el Instituto proporcionaría oportunamente al proveedor, las bibliotecas fuente de los programas que serían migrados, y que éstas contendrían la totalidad de los programas y componentes asociados, y que cada programa fuente podría ser compilado para producir una versión ejecutable que sería capaz de generar los mismos resultados que producían los programas existentes en el ambiente original, sin embargo, la realidad fue diferente.

El proveedor había asumido que el área de sistemas de la Coordinación General de Informática, localizada en las oficinas centrales del IMSS, era la depositaria del código fuente de dichos sistemas, sin embargo en la práctica resultó que había copias y versiones diferentes del código fuente distribuidas en las oficinas delegacionales.

Resulta que los operadores de los sistemas que se procesaban en las oficinas delegacionales, tenían acceso al código fuente de las mismas, y lo podían modificar cuando se presentaban algunos problemas de operación, o incluso cuando el propio personal del área de sistemas les llamaba por teléfono para pedirles que ajustaran algún programa debido a que era común que dentro del código fuente estuvieran incluidos algunos valores o parámetros que debían modificarse con cierta frecuencia.

Lo anterior causaba que cada delegación tuviera su propia versión de los programas que originalmente habían sido desarrollados por el personal de sistemas de las oficinas centrales. Esta situación provocó dificultades al inicio del proyecto de migración, toda vez que la versión más completa y actualizada de los sistemas, no era la que se tenía en el área de sistemas de las oficinas centrales, sino que fue necesario seleccionar una versión que se tenía en otras localidades y con ella, “construir” la versión que sirvió como punto de partida para efectuar la migración.

Otro problema que también llegó a presentarse fue la inconsistencia entre la versión “fuente” de un programa, y la versión ejecutable del mismo. Hubo algunos casos en los que se detectó que los programas fuente que correspondían a la versión ejecutable que se utilizaba en producción, se habían extraviado y únicamente se contaba con alguna versión antigua que requirió ser modificada y probada, hasta lograr que produjera los mismos resultados que las versiones ejecutables que estaban en producción. En otros casos no se encontraron los programas fuente de algunas aplicaciones, y fue necesario volverlos a escribir por completo. Afortunadamente para el proveedor, este último caso solamente ocurrió con unas pocas aplicaciones, que estaban compuestas por unos cuantos programas, y que correspondían a pequeños sistemas que no habían requerido mantenimiento durante mucho tiempo, motivo por el que nadie parecía “extrañar” el código fuente faltante.

A pesar de la experiencia que tenían los técnicos franceses realizando trabajos similares, en el proyecto que aquí se describe se presentaron situaciones como las mencionadas en los párrafos previos, que originalmente no fueron consideradas dentro del flujo del proceso establecido para llevar a cabo la migración de los programas y sus componentes asociados⁴¹, por lo que fue necesario instrumentar medidas sobre la marcha, para establecer una etapa de control de calidad del código fuente, antes de que éste fuera entregado por el personal del Instituto al personal de Laboratorios Magnéticos, para poder continuar con la migración.

Esta situación sirvió para establecer uno de los criterios de recepción de código fuente que fue fundamental para el proyecto: **El proveedor solamente podría recibir del personal del Instituto, aquellas bibliotecas de programas fuente que pudieran ser compiladas en su ambiente original (GCOS6), sin producir errores de compilación.** Para estos propósitos, el Instituto asignó un equipo de cómputo de marca Bull, que fue físicamente colocado dentro de las mismas instalaciones en donde se realizó el proceso de migración.

Otro supuesto importante para poder cumplir con las metas del plan de trabajo, era que mientras durara el proceso de conversión y pruebas de cada sistema, se detendría el mantenimiento a los programas fuente del mismo. Si no se lograba suspender el mantenimiento a la programación de los sistemas en proceso de conversión, resultaría que mientras el equipo de migración estaba convirtiendo una versión del sistema, el personal de operación estaría procesando una versión más actualizada, y consecuentemente, cuando terminara la conversión y se realizaran pruebas en paralelo, para comparar los resultados producidos por los sistemas en la plataforma original y los sistemas convertidos en la nueva plataforma, los productos obtenidos podrían ser diferentes.

⁴¹ Francis Tamalet, uno de los técnicos franceses que acompañó al equipo de Laboratorios Magnéticos durante la etapa del proyecto que se realizó en la Ciudad de México, constantemente exclamaba con tono consternado, en idioma inglés: “It is not possible!, That is not true!, That is very strange!, It is not normal!”, que puede traducirse al español, como: “¡Eso no es posible!, ¡Eso no es cierto”, ¡Eso es muy extraño!, ¡Eso no es normal!”

Cuando se realizaron los primeros cálculos para establecer la cantidad de tiempo que sería requerida para llevar a cabo las actividades de conversión de los programas fuente y sus componentes asociados, el grupo de ingenieros de Newlab afirmaba que sus herramientas eran tan veloces que serían capaces de transformar cien mil líneas de código escrito en lenguaje COBOL por cada día hábil. Además, después de haber analizado una muestra de programas proporcionada por el personal del IMSS, y que se supuso representativa de las características de los demás programas que componían al conjunto de aplicaciones a convertir, se determinó que en promedio cada programa tenía mil líneas de código fuente.

Entonces, si la conversión podía avanzar a razón de cien mil líneas de código fuente por día, podrían convertirse una centena de programas diariamente. Tomando en cuenta que la cantidad total de programas a convertir era de poco más de 1,800 programas, tomaría dieciocho días hábiles convertir la totalidad de los programas, sin embargo, esto ocurrió de otra manera pues el personal del IMSS encargado del desarrollo y mantenimiento de sistemas que participó en las actividades del proyecto, no pudo dedicar todo su tiempo a estas tareas, sino que además continuó realizando su trabajo cotidiano.

Además del mantenimiento recurrente a los sistemas, también hubo de considerar el impacto que había tenido en los sistemas la entrada en vigor de la nueva ley del IMSS que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de diciembre de 1995. Como los cambios realizados en algunos de los procesos todavía no habían terminado de probarse, resultó difícil “congelar” por completo los sistemas, lo cual repercutió en la repetición de procesos de conversión y prueba, alargando la duración prevista para el proyecto.

Necesariamente, la prioridad de atención por parte de los programadores del IMSS, la recibían los procesos en producción, toda vez que la operación de los sistemas no podía detenerse o retrasarse, por lo que hubo ocasiones en las que

los ingenieros de sistemas de Laboratorios Magnéticos habían concluido la realización de aquellas actividades en las que podían avanzar “por su cuenta” y se quedaban esperando a que los programadores del IMSS pudieran atenderlos para continuar con las actividades del proceso de pruebas funcionales y pruebas en paralelo.

c. Interdependencia aplicativa

Tomando en cuenta que se utilizarían herramientas automáticas de conversión para el código fuente, el tamaño de cada programa expresado como un número de líneas de código, no era un parámetro muy importante al momento de cuantificar el esfuerzo requerido para procesar los programas que serían migrados. Más bien se tomó en cuenta la cantidad de ingenieros de sistemas que conformaban al equipo de conversión, tratando de establecer tantos frentes de trabajo como fuera posible, con la intención de reducir la duración total de la etapa de conversión. Para este propósito se hicieron algunos ejercicios numéricos para asignar las cargas “teóricas” de trabajo a los ingenieros de sistemas en función a una cantidad dada de programas que ellos serían capaces de procesar por unidad de tiempo, siguiendo en esto, la recomendación del personal técnico de Newlab.

Sin embargo, los resultados de dichos ejercicios solamente sirvieron para formarse una vaga idea del tiempo que podría tomar la conversión y prueba de los sistemas, toda vez que resultó indispensable considerar también la interrelación que había entre los diferentes programas de cada sistema, misma que señalaba una secuencia lógica de procesamiento, además de la interdependencia entre los diferentes sistemas, que también indicaba el orden más adecuado para llevar a cabo la migración. Aunado a lo anterior, también fue necesario considerar la disponibilidad de tiempo del personal del IMSS que participaría en la preparación de las bibliotecas fuente, en la preparación de los archivos de datos para las pruebas funcionales. Una vez que los programas fueron convertidos y se probó su

funcionamiento individualmente y con una variedad de casos⁴² relevante, fue necesario programar la realización de pruebas en paralelo, que consistieron en procesar los programas originales en los equipos Bull, y luego repetir la misma secuencia de proceso en los equipos nuevos, con la intención de obtener los mismos resultados, a partir de utilizar los mismos insumos. Al llegar al punto de programar la realización de dichas pruebas, fue necesario considerar la disponibilidad de tiempo de los operadores, la programación de la ejecución de los procesos en producción, para establecer el momento más adecuado para “correr los paralelos”.

d. Definición de criterios de aceptación

Tomando en cuenta que durante el proceso de conversión de los programas, no sería modificada la lógica de procesamiento de los mismos, quedó establecido el primer criterio de aceptación para el proyecto de migración: Los programas convertidos deberían comportarse y producir los mismos resultados que los programas originales. En el caso particular de las herramientas de conversión utilizadas para el proyecto del IMSS, tanto los productos impresos (reportes, listados), como la apariencia de los desplegados que se mostraban en las pantallas de los equipos mientras los programas estaban siendo ejecutados, guardaron mucha similitud con el ambiente original.

Otros criterios que se tomaron en cuenta tuvieron que ver con el desempeño y tiempo de procesamiento de los sistemas, en donde quedó estipulado que los programas instalados en los nuevos equipos deberían observar tiempos de ejecución iguales o menores a los tiempos de ejecución de los mismos programas en su ambiente original.

⁴² Conjuntos de datos que permitían verificar el funcionamiento de las diferentes opciones de procesamiento previstas por los programas.

Un criterio especialmente importante para el personal dedicado al desarrollo y mantenimiento de los sistemas, se refirió a que las tareas de mantenimiento a la programación de los sistemas deberían ser muy similares a las que ellos estaban familiarizados. Esto es, la sintaxis del lenguaje de programación utilizado en los nuevos equipos no debería tener grandes diferencias con la que ellos conocían y que correspondía a los equipos Bull. Para el caso de los operadores de los sistemas, su preocupación estaba centrada en los posibles cambios que sufrieran los procedimientos de ejecución en lote, y el conjunto de comandos o instrucciones que reconocía el sistema operativo para llevar a cabo determinadas tareas, tales como respaldar un archivo hacia una cinta magnética. En este sentido, el criterio de aceptación indicaba que los cambios deberían de ser mínimos, y fácilmente asimilables mediante talleres cortos y otros recursos de capacitación.

Una importante lección que pronto fue comprendida por el grupo de trabajo se refirió a que para vencer la resistencia al cambio por parte de los programadores y de los operadores de los sistemas, era necesario que los sistemas convertidos continuaran teniendo la misma apariencia, o casi la misma, que tenían cuando funcionaban en los equipos Bull. Afortunadamente, los ingenieros de Newlab habían trabajado sobre estas características, de tal forma que los resultados de la migración tenían el mismo “look and feel”⁴³ de los sistemas originales.

e. El Laboratorio de Pruebas y el establecimiento de la línea base

Para llevar a cabo la conversión y pruebas de los programas y de los archivos de datos, fue necesario destinar el uso exclusivo de un equipo de cómputo con las mismas características que tuvieron los equipos HP 9000 que fueron vendidos al IMSS, para contar con el mismo ambiente de operación, y a la vez evitar la interferencia de otros procesos externos al proyecto.

⁴³ Traducción al inglés de las palabras “Apariencia y sensación”

Este equipo fue instalado en las oficinas del IMSS en un área designada por el Instituto para que los proveedores pudieran realizar el trabajo contratado, y facilitar el contacto con el área de sistemas, además de proveer mejores elementos para vigilar el desempeño de las personas que colaboramos en el proyecto.

Dentro de este lugar, también fue instalado un equipo Bull HN que utilizaba el área de sistemas. La configuración y características de este equipo, correspondían a las de los equipos que estaban instalados en las oficinas delegacionales, de tal forma que se esperaba que su desempeño fuera similar al de tales equipos.

El equipo Bull HN sirvió para la recopilación y verificación de los programas fuente de las aplicaciones que fueron migradas, además de servir para generar los archivos de datos requeridos para la realización de las pruebas.

f. Liberación de los sistemas migrados al ambiente de producción

En la medida de lo posible, los sistemas fueron siendo liberados al ambiente de producción en los nuevos equipos HP 9000 conforme los resultados obtenidos cumplían con los criterios de aceptación. En algunos casos, hubo algunas aplicaciones que en realidad formaban parte de un mismo proceso, y que por lo mismo, no podían liberarse a producción hasta que no se realizaban las pruebas del conjunto relacionado de sistemas, y los resultados eran aprobados por el personal designado por el Instituto para estos propósitos.

Una vez que un sistema producía los resultados esperados, a nivel funcional y en las pruebas en paralelo, se distribuían las bibliotecas de programas a todas las oficinas delegacionales, junto con los procedimientos adecuados para que en cada localidad pudieran transferirse los archivos de datos desde los equipos Bull HN hacia los equipos HP 9000. Desde las oficinas centrales se

monitoreaba la recepción y puesta a punto de los programas en cada oficina delegacional, y se daba seguimiento al avance de la transferencia de los archivos de datos, para que los sistemas quedaran listos para iniciar su próximo ciclo de operación. En el momento en que éste terminaba, y se comprobaba que los sistemas estaban funcionando correctamente en cada localidad, se descontinuaba el uso de dichas aplicaciones en los equipos Bull HN. Este proceso ocurrió de la misma manera hasta que concluyó la migración de las aplicaciones, excepto las mencionadas anteriormente, cuya migración fue suspendida por indicaciones de las autoridades del propio Instituto.

El proyecto concluyó en el tercer trimestre de 1998. Después de haber migrado los sistemas, el proveedor otorgó un periodo de garantía para el caso en que se presentaran problemas atribuibles a los trabajos de migración, y éstos fueran corregidos por el personal de Laboratorios Magnéticos, pero finalmente transcurrió el periodo de garantía sin que hubiese sido reportada alguna eventualidad que requiriera del apoyo de personal externo al IMSS para su solución.

En el **ANEXO 1** se muestra un cuadro en donde fueron consignadas algunas fechas relevantes del proyecto, así como la cantidad de programas por aplicación y los días que transcurrieron para realizar la migración de cada aplicación migrada.

IV. PROPUESTA METODOLÓGICA

En el **ANEXO 2** del presente trabajo, se presenta una colección de formatos que pudieran resultar útiles para registrar y organizar la información que se obtendrá durante la etapa de planeación del proyecto. Asimismo, al final del presente capítulo se presenta una tabla denominada “Actividades y productos del proceso de planeación de proyectos” en donde se relacionan los formatos mencionados, con cada una de las actividades del proceso de planeación de proyectos.

1. Definición de los objetivos y alcances del proyecto.

Para proceder con la elaboración de un plan de trabajo para llevar a cabo un proyecto de migración de aplicaciones de software desarrolladas a la medida, es conveniente responder la siguiente pregunta:

- ¿Cuáles son los objetivos que deben lograrse como resultado del proyecto?

La respuesta de dicha pregunta será fundamental para establecer y definir los alcances del proyecto, por que los objetivos ayudan a vislumbrar cuál es la situación deseada o que se espera que ocurra conforme vayan terminando las diferentes etapas del proyecto, y cuáles son los resultados definitivos o finales, que se espera obtener a la conclusión de todo el proyecto⁴⁴.

Una vez planteados los objetivos del proyecto, pueden definirse las acciones que conducirán al logro de los mismos. Generalmente, un mismo objetivo puede lograrse de diferentes maneras, pero al identificar un conjunto específico de

⁴⁴ Para el caso del proyecto de actualización tecnológica del IMSS, el objetivo del proyecto referido puede resumirse de la siguiente manera: **Trasladar un conjunto establecido de aplicaciones de software con sus correspondientes archivos de datos, que estaban instaladas y funcionando en una plataforma de hardware obsoleto, para que continúen utilizándose en equipos de tecnología más reciente, mediante la utilización de herramientas automatizadas de migración y servicios técnicos asociados, contratados con proveedores externos.**

acciones para llevarlo a cabo, implícitamente se está eligiendo y definiendo la estrategia⁴⁵ que será empleada.

En el caso del presente trabajo, la estrategia elegida corresponde a un proceso de migración, que tiene las siguientes implicaciones:

- a. Realizar el procesamiento de los componentes que serán migrados en un ambiente controlado⁴⁶.
- b. Asegurar que los componentes de las aplicaciones trasladadas hacia los nuevos equipos, se comporten como lo hacían en los equipos obsoletos.
- c. Trasladar el código fuente de las aplicaciones, para que éste sea procesado (compilado) en los nuevos equipos, y en dicha plataforma sean generados los programas en versión ejecutable.
- d. Asegurar que se transfieran todos los componentes que utilizan las aplicaciones en la plataforma original⁴⁷.
- e. Asegurar que las versiones de los programas y otros componentes que sean transferidos hacia los nuevos equipos, correspondan con

⁴⁵ De acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española, en su versión disponible en el Internet, una de las acepciones de la palabra “estrategia”, es “Arte, traza para dirigir un asunto”. Disponible en www.rae.es, consultado el 15 de septiembre de 2008. A su vez, la misma fuente provee, entre otros, dos significados para la palabra “traza”, que corresponden a “Diseño que se hace para la fabricación de un edificio u otra obra”, y “Plan para realizar un fin”.

⁴⁶ En el caso del proyecto del IMSS, implicó la instalación de un laboratorio para la migración de aplicaciones en donde fueron instalados equipos con las características de los equipos que sustentaban el ambiente de producción en donde eran procesadas las aplicaciones originales, es decir, equipos Bull HN, así como también la instalación de nuevos equipos a donde serían trasladadas dichas aplicaciones, es decir, equipos marca Hewlett Packard modelo HP 9000 K200.

⁴⁷ En el caso del proyecto del IMSS, esto incluía a un conjunto de programas escritos en lenguaje COBOL, un conjunto de procedimientos para ejecución en lote (EC files) de los programas y otros componentes que utilizaban las facilidades sustentadas en la funcionalidad del sistema operativo de los equipos Bull HN, como eran los diseños de las pantallas utilizadas para la captura de datos, los diseños de las pantallas o menús que se utilizaban para la selección de los programas a ejecutar, las descripciones y estructuras de los archivos que almacenaban los datos utilizados o producidos por los programas, y otros componentes similares.

las versiones de los componentes que se encuentran funcionando en ambiente de producción, en los equipos obsoletos.

- f. Instalar las aplicaciones migradas y sus correspondientes archivos de datos en múltiples equipos⁴⁸.
- g. Realizar las tareas de traslado, transformación e instalación de las aplicaciones, con el apoyo de procedimientos automatizados adquiridos para estos fines, para que el proceso ocurriera con rapidez, produjera resultados homogéneos y fuera posible repetirlo tantas veces como sea requerido⁴⁹.
- h. Capacitar al personal para que pudiera continuar realizando las funciones que tenía encomendadas en relación con los equipos obsoletos⁵⁰.

Como puede verse, la identificación de los objetivos, el establecimiento de la estrategia, y el conocimiento de los requisitos para cumplir con los objetivos del proyecto permite comenzar a realizar un esbozo de las actividades requeridas⁵¹.

Antes de continuar con la definición de actividades, tema que será discutido en el siguiente apartado, es importante considerar que generalmente la ejecución

⁴⁸ Para el caso del IMSS, se realizó la instalación de las aplicaciones en 47 equipos que estaban instalados en diversas localidades, incluyendo las oficinas centrales y las oficinas delegacionales.

⁴⁹ Un camino alternativo al aquí planteado puede ser la realización de las actividades de transformación del código fuente utilizando procedimientos manuales. Otro camino alternativo puede incluir como parte del proyecto la construcción de las herramientas necesarias para automatizar el proceso de transformación del código fuente y de los archivos de datos.

⁵⁰ En el caso del proyecto del IMSS, esto incluía al personal de sistemas encargado del mantenimiento y desarrollo de las aplicaciones, al personal de operación, y al personal responsable de la función de soporte técnico.

⁵¹ Los alcances del proyecto pueden modificarse si se consideran como parte del mismo, las actividades necesarias la adquirir las herramientas y servicios técnicos asociados con las tareas de migración. En el caso de la presente propuesta, no se consideran las actividades de identificación, localización, prueba, adquisición y puesta en marcha de las herramientas de migración, pues se considera que éstas actividades han ocurrido con anterioridad y que al momento de emprender el proyecto ya se cuenta con la elección y contratación de la solución tecnológica para llevar a cabo la migración de las aplicaciones.

de un proyecto estará supeditada a un techo presupuestal, a una duración máxima y/o a una fecha límite para su terminación, y/o a un conjunto de recursos disponibles. El conocimiento de tales cuestiones resulta muy importante, en el proceso de delimitación de los alcances del proyecto. Por ello, deben formularse y responderse las siguientes preguntas:

- ¿A qué costo debe realizarse este proyecto?
- ¿Cuándo o en cuánto tiempo deberá terminarse este proyecto?
- ¿Con qué recursos se dispone y cuáles serán requeridos para llevar a cabo el proyecto?

Reflexionar sobre las preguntas anteriores, es un ejercicio que también sirve para determinar si el proyecto puede realizarse como se ha venido concibiendo. En algunos casos, las organizaciones no dispondrán de los recursos necesarios para emprender un proyecto de gran escala, hasta no haber adquirido cierta experiencia o tener como argumento de negociación los resultados positivos de algún proyecto similar, incluso cuando tenga menor alcance. En otros casos, es probable que la Dirección desee acometer un proyecto desde varios frentes simultáneos, buscando concluir el proyecto en el menor tiempo posible, a pesar de que una estrategia de este tipo pudiera representar la contratación de personal adicional, o el arrendamiento de equipos, u erogaciones adicionales a las que habría si el proyecto es realizado por un solo frente.

Por ejemplo, en el caso de situaciones como la que planteó el advenimiento del año 2000 había una fecha límite, antes de la cual, los sistemas que requirieron corregir al manejo de datos que representaban fechas, deberían haber sido corregidos y probados, para evitar el riesgo de producir resultados erróneos. Este pudo haber sido un argumento empleado para definir o apoyar una estrategia de acometida utilizando varios frentes simultáneos y con ello realizar los proyectos con mayor rapidez, dejando un margen de maniobra para el caso que las cosas no resultaban como se esperaba.

En resumen, lo que aquí se trata de enfatizar es que cada proyecto tiene su contexto particular, y que su conocimiento es importante para poder plantear una estrategia que resulte congruente con el mismo, y con los intereses de las partes beneficiadas, afectadas, e involucradas con la realización del proyecto.

Otro aspecto importante se refiere a que conforme se vaya avanzando en la planeación, ejecución, supervisión y control de un proyecto, se irá adquiriendo información y experiencia que no se tenían cuando el proyecto estaba en una etapa conceptual. Por ello, los primeros esbozos de un plan de trabajo, se formulan considerando una serie de supuestos relativos a situaciones inciertas o desconocidas. Algunos de dichos supuestos pueden tener un fuerte impacto en la planeación y ejecución del proyecto, sobre todo cuando se confirma que tales las suposiciones eran erróneas. Por ello, se recomienda identificar y enunciar los supuestos bajo los que se está realizando la planeación de un proyecto, y aunado a ellos, el impacto que tendría sobre el proyecto, el que tales supuestos resulten falsos⁵².

Tampoco debe descuidarse lo que se refiere a la identificación de riesgos, recordando que en el contexto de la administración de proyectos, un riesgo implica la probabilidad de que se presenten acontecimientos que tengan impacto negativo en la ejecución del proyecto. Es así que deben identificarse los riesgos, la posibilidad o probabilidad de que éstos se materialicen, y también, identificar las acciones que resultarían necesarias para eliminarlos o mitigarlos.

2. Definición de las actividades del proyecto.

⁵² En el caso del proyecto del IMSS, el proveedor de los servicios de migración asumió como una condición cierta, que recibiría por parte del Instituto, todos los componentes de las aplicaciones que serían migradas en determinadas fechas y que dichos componentes estarían completos, su versión sería la correcta y correspondería con la de los programas que estaban siendo procesados en ambiente de producción. En realidad hubo importantes retrasos en la entrega de los componentes, y luego se confirmó que no se estaban recibiendo versiones correctas ni completas, lo que resultó en la repetición de procesos de migración, retrasos en el plan de trabajo, y costos adicionales a los que fueron previstos originalmente.

La definición de las actividades de un proyecto es un ejercicio que comienza enunciando actividades generales, que gradualmente irán siendo desglosadas en actividades que puedan ser asignadas a una persona, o a un equipo de trabajo específico, o a un proveedor, etc.

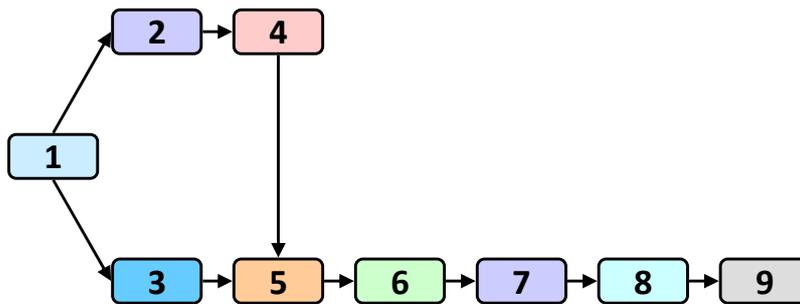
El objetivo de realizar el desglose de actividades es que cada actividad pueda ser asignada a un responsable específico de su realización, para que el plan de trabajo sirva como apoyo para realizar la supervisión y control del trabajo desarrollado por las diferentes organizaciones que participan en el proyecto.

Una forma útil para organizar las actividades, que además aporta un criterio de ordenamiento, es agruparlas en bloques lógicos de realización. Tales bloques corresponden a las etapas que describen el ciclo de vida del proyecto. Para efectos de la presente propuesta se sugiere utilizar el siguiente ciclo de vida para describir la evolución del proyecto:

- Etapa 1. Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones
- Etapa 2. Tratamiento del código fuente en la plataforma de origen
- Etapa 3. Tratamiento del código fuente en la plataforma destino
- Etapa 4. Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma de origen
- Etapa 5. Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma destino
- Etapa 6. Realización de pruebas de funcionamiento
- Etapa 7. Realización de pruebas en paralelo
- Etapa 8. Distribución e implantación en producción
- Etapa 9. Capacitación al personal y servicios de garantía

En el siguiente diagrama se representa la secuencia de las etapas mencionadas:

Secuencia de las etapas del ciclo de vida del proyecto



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La lista de etapas servirá para construir la Estructura para la División del Trabajo, también conocida por las iniciales EDT. La EDT permite construir un “esqueleto” que servirá para elaborar el plan de trabajo. Cada actividad que vaya siendo agregada al plan, estará supeditada a alguna de las etapas previamente identificadas, y se le asignará un código de identificación, denominado “Código EDT” que sirve como referencia posterior para que las personas involucradas con el proyecto, puedan identificar fácilmente cuál es la etapa a la que pertenece cualquiera de las actividades del proyecto.

La EDT puede representarse como una lista indexada, o también como un organigrama. En la siguiente ilustración se muestra la EDT en forma de lista indexada.

Código EDT	Etapas / Actividades
1	Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones
2	Tratamiento del código fuente en la plataforma de origen
3	Tratamiento del código fuente en la plataforma destino
4	Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma de origen

Código EDT	Etapa / Actividad
5	Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma destino
6	Realización de pruebas de funcionamiento
7	Realización de pruebas en paralelo
8	Distribución e implantación en producción
9	Capacitación al personal y servicios de garantía

De esta forma, el código EDT para las actividades correspondientes a la etapa **“Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones”**, podría estar integrado por un número que tenga como prefijo, el valor “1.”, y a continuación de éste, utilizar un número consecutivo para identificar a cada una de las actividades que pertenecen a dicha etapa. El siguiente ejemplo puede servir para aclarar esta idea:

Dentro de la etapa **“Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones”**, se recomienda establecer una división para agrupar a todas las actividades relacionadas con la plataforma original⁵³, y otra división para agrupar todas las actividades relacionadas con la plataforma destino⁵⁴. Entonces, los códigos EDT para tales actividades quedarían de la siguiente forma:

Código EDT	Etapa / Actividad
1	Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones
1.1	Preparación de la plataforma de origen
1.2	Preparación de la plataforma destino

Continuando con el ejemplo anterior, la “Preparación de la plataforma de origen”, es una actividad que puede estar compuesta por las actividades, “Instalación de hardware”, “Instalación de software”, “Ajustes de configuración”, y

⁵³ En el caso del proyecto del IMSS, los equipos Bull HN.

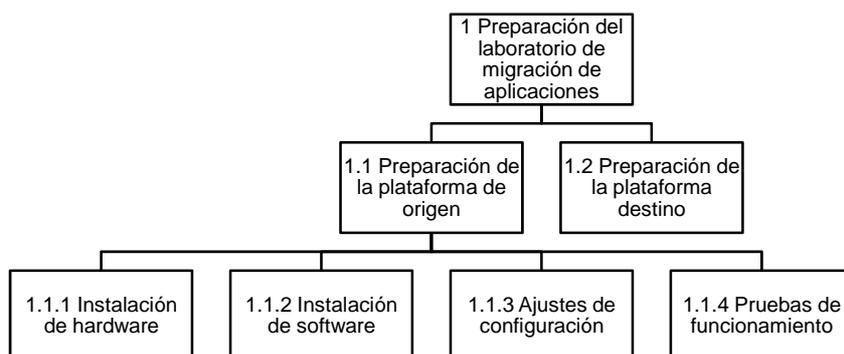
⁵⁴ En el caso del proyecto del IMSS, los equipos HP modelo 9000 K200.

“Pruebas de funcionamiento”. Para ello, los códigos EDT asignados a tales actividades podrían codificarse de la siguiente manera:

Código EDT	Etapa / Actividad
1	Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones
1.1	Preparación de la plataforma de origen
1.1.1	Instalación de hardware
1.1.2	Instalación de software
1.1.3	Ajustes de configuración
1.1.4	Pruebas de funcionamiento
...	
1.2	Preparación de la plataforma destino

Gráficamente, el desglose de actividades de la “Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones”, podría quedar representado de la siguiente manera:

Estructura para la División del Trabajo



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Como se ha mencionado anteriormente, el desglose de actividades continuará conforme sea necesario. Por ejemplo, suponiendo que para la instalación del hardware de la plataforma origen, fuera necesario realizar las

actividades, “Adecuación de la instalación eléctrica”, “Instalación del cableado estructurado”, “Instalación y conexión de componentes de hardware”, “Instalación de mobiliario de oficina”, se les podrían asignar los siguientes códigos EDT:

Código EDT	Etapa / Actividad
1	Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones
1.1	Preparación de la plataforma de origen
1.1.1	Instalación de hardware
1.1.1.1	Adecuación de la instalación eléctrica
1.1.1.2	Instalación del cableado estructurado
1.1.1.3	Instalación y conexión de componentes de hardware
1.1.1.4	Instalación de mobiliario de oficina
1.1.2	Instalación de software
1.1.3	Ajustes de configuración
1.1.4	Pruebas de funcionamiento
1.2	Preparación de la plataforma destino

A continuación se presenta como referencia para la construcción de un plan de trabajo para proyectos con alcances similares al que ha sido descrito en este trabajo, una descripción general de las actividades más importantes de cada etapa. Junto con la descripción de las actividades, también se mencionan los productos o resultados esperados de las mismas.

Etapa 1. Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones.

Comprende las actividades relacionadas con:

- a. Elaboración de un plan detallado de trabajo en donde queden consignadas las fechas requeridas para iniciar la ejecución y terminación de las actividades relacionadas con la preparación del laboratorio de migración. El resultado esperado de esta actividad es un calendario de actividades que

haya sido preparado con la participación, consenso y compromiso de las partes involucradas.

- b. La preparación de las instalaciones requeridas para el montaje del laboratorio de migración, tanto en lo que se refiere a la instalación de los equipos correspondientes a la plataforma de origen, como a la instalación de los equipos que corresponden a la plataforma destino. El resultado de estas actividades consistirá en tener ambas instalaciones terminadas y en correcto funcionamiento, listas para poder utilizarse.
- c. La preparación de los lugares o estaciones de trabajo de las personas que participarán en el proyecto de migración, realizando actividades de tipo técnico. El resultado de estas actividades consiste en la instalación completa del mobiliario y equipamiento requerido para que el personal técnico pueda desarrollar las actividades que le serán encargadas.

Etapas 2. Tratamiento del código fuente en la plataforma origen. Comprende todas las actividades relacionadas con:

- a. Elaboración de un plan detallado de trabajo en donde queden consignadas las fechas requeridas para la ejecución y terminación de las actividades relacionadas con el tratamiento del código fuente en la plataforma de origen. El resultado esperado de esta actividad es un calendario de actividades que haya sido preparado con la participación, consenso y compromiso de las partes involucradas.
- b. La identificación de los componentes que conforman a las aplicaciones que serán migradas. El resultado de esta actividad consiste en un listado de

componentes por cada aplicación que será migrada, y la cantidad de componentes por tipo, que la conforman⁵⁵.

- c. La recopilación del código fuente o equivalente de los componentes que conforman a las aplicaciones que serán migradas. El resultado de esta actividad será un listado en donde aparezcan los componentes identificados en el punto anterior, así como una indicación que confirme si dicho componente ha sido localizado en las bibliotecas de código fuente, y en ese caso, la ubicación del mismo⁵⁶. Otro producto de esta actividad podría ser un respaldo en medio magnético del código fuente que ha sido localizado, listo para servir como insumo para la siguiente actividad.
- d. El procesamiento de los componentes de código fuente para producir versiones ejecutables de los programas que conforman a las aplicaciones que serán migradas. Cada componente identificado en los incisos previos, que sea susceptible de ser procesado por un compilador, o que pueda recibir un tratamiento para producir una versión ejecutable, deberá aparecer en una relación de control⁵⁷. Además de dicha relación, será conveniente anexar como evidencia del trabajo realizado, el conjunto de reportes de compilación que produzca el procesamiento de tales componentes, y en dichos reportes no deberán aparecer mensajes que indiquen la existencia de errores graves de compilación.
- e. La verificación de versiones entre los componentes que han sido procesados para producir versiones ejecutables, y las versiones ejecutables que residen en el ambiente de producción. Los datos de control de cada componente que fue compilado, serán comparados contra los datos de los

⁵⁵ Para el registro de estos datos, se propone la utilización del formato **FC-01** "CONTROL PARA EL TRATAMIENTO DEL CÓDIGO FUENTE EN LA PLATAFORMA ORIGEN" localizado en el ANEXO 3 del presente documento.

⁵⁶ Ídem.

⁵⁷ Para el registro de estos datos, se propone la utilización del formato **FC-01** "CONTROL PARA EL TRATAMIENTO DEL CÓDIGO FUENTE EN LA PLATAFORMA ORIGEN" localizado en el ANEXO 3 del presente documento.

mismos componentes que se encuentran instalados en ambiente de producción, para verificar que se trata de la misma versión⁵⁸. El resultado de esta actividad será un listado en donde aparezcan los componentes identificados, la confirmación de que dichos componentes han sido localizados, la especificación relativa a si el procesamiento para producir la versión ejecutable de dicho componente ocurrió sin producir errores graves de compilación, y en la última columna se indicará si los datos de control de los componentes compilados son consistentes con los datos de control de los componentes compilados que se encuentran instalados en el ambiente de producción.

- f. Transferencia al laboratorio de migración de aplicaciones. Una vez que cada componente ha sido localizado, recopilado, procesado y comprobado, el siguiente paso es realizar su transferencia hacia el equipo de la plataforma original que se encuentra en el laboratorio de migración. El resultado de esta actividad puede ser un listado de los componentes que han sido correctamente transferidos al equipo localizado en el laboratorio de migración⁵⁹, así como una colección de medios magnéticos en donde hayan quedado respaldados los archivos que contienen a los componentes que han sido transferidos.

Etaapa 3. Tratamiento del código fuente en la plataforma destino. Comprende todas las actividades relacionadas con:

- a. Elaboración de un plan detallado de trabajo en donde queden consignadas las fechas requeridas para la ejecución y terminación de las actividades relacionadas con la preparación de la estructura de trabajo para recibir y procesar los componentes que serán migrados, así como para las

⁵⁸ Ídem.

⁵⁹ Para el registro de estos datos, se propone la utilización del formato **FC-01** "CONTROL PARA EL TRATAMIENTO DEL CÓDIGO FUENTE EN LA PLATAFORMA ORIGEN" localizado en el ANEXO 3 del presente documento.

actividades propias de la transformación del código fuente y los componentes asociados. El resultado esperado de esta actividad es un calendario de actividades que haya sido preparado con la participación, consenso y compromiso de las partes involucradas.

- b. Preparación de una estructura de trabajo compuesta por diversos directorios y subdirectorios alojados en los dispositivos de almacenamiento masivo de los equipos de la plataforma destino localizados en el laboratorio de migración. Esta estructura se utiliza para tres grupos de actividades: **Primero.** Para recibir los componentes de código fuente que serán procesados en los equipos del laboratorio de migración. **Segundo.** Para recibir los resultados de los procesos de transformación que requiere el código fuente para funcionar adecuadamente en la plataforma de destino. **Tercero.** Para el armado de secuencias de ejecución de los programas migrados, en donde se realizarán las pruebas funcionales. El resultado esperado es la estructura de trabajo lista para recibir los componentes de las aplicaciones que serán migradas, y para la realización de la transformación y prueba funcional de dichos componentes.
- c. Recepción de los componentes de las aplicaciones que serán migradas y su transferencia hacia la estructura de trabajo requerida por el proceso de transformación del código fuente. El resultado de esta actividad consiste en la colección de componentes recibidos desde la plataforma origen, alojados en las estructuras de trabajo, así como un listado de los componentes de cada aplicación que han sido alojados en dichas estructuras. Este listado debe resultar consistente con la relación de los componentes que fueron despachados desde la plataforma de origen.
- d. Transformación del código fuente de los componentes que corresponden a las aplicaciones que serán migradas. Esta actividad se refiere a los procesos de transformación que pueden ser requeridos para que el código fuente de los componentes de las aplicaciones pueda ser ejecutado en la

plataforma destino. El resultado de esta actividad consiste en la colección de componentes de las aplicaciones, listos para poder continuar con el proceso de pruebas de funcionamiento. Asimismo, se espera obtener un listado o colección de listados en donde se reportan los resultados de la transformación de los componentes. Al finalizar esta actividad, la cantidad de componentes procesados debe ser consistente con la cantidad de componentes que fueron recibidos y alojados en las estructuras de trabajo. En el caso de componentes que requieran ser compilados, se realizará dicho proceso y el resultado esperado para el mismo es la generación del código ejecutable de los programas compilados, en donde los reportes de compilación no consignen errores de compilación o de otro tipo que imposibilite la ejecución de las pruebas de funcionamiento.

Etapas 4. Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma de origen.

Comprende todas las actividades relacionadas con:

- a. Elaboración de un plan detallado de trabajo en donde queden consignadas las fechas requeridas para iniciar la ejecución y terminación de las actividades relacionadas con el tratamiento que requerirán los archivos de datos en la plataforma origen, para su posterior traslado hacia la plataforma destino. El resultado esperado de esta actividad es un calendario de actividades que haya sido preparado con la participación, consenso y compromiso de las partes involucradas.
- b. Preparativos para la realización de las pruebas de funcionamiento. Esto abarca lo siguiente:
 - **Elaboración de los guiones o secuencias de prueba.** Es necesario definir la secuencia de ejecución de pruebas de funcionamiento para los programas que serán migrados. Es importante que los guiones de prueba incluyan a todos los programas que serán migrados para evitar

que se omita la realización de pruebas para algunos programas. El resultado esperado es un guión o una colección de guiones de pruebas que incluyan a todos los programas que serán migrados.

- **Identificación y obtención de los archivos de datos que son requeridos como insumo para la ejecución de los guiones de prueba.** Con base a las secuencias de ejecución establecidas en el punto anterior, deberán identificarse los archivos requeridos al inicio del proceso de pruebas. Una vez que se identifican los archivos que serán utilizados, se requiere obtener una copia de respaldo de los mismos en medio magnético, junto con las cifras de control que nos indiquen el tamaño de los archivos y la cantidad de registros incluidos.
- **Ejecución de los guiones de prueba para la generación de la línea base para las pruebas de funcionamiento.** Los programas que serán migrados, deberán ser ejecutados conforme a lo establecido en los guiones de prueba, utilizando los archivos de datos que previamente han sido identificados. Todos los resultados que sean producidos durante la ejecución de los guiones de prueba, deberán quedar registrados, incluyendo la producción de reportes y listados para impresión, los mensajes desplegados en pantalla y las cifras de control que sean desplegadas durante o al finalizar la ejecución de los programas, los archivos de datos que sufran actualización de contenido durante la ejecución de los programas, y también los archivos de datos que sean producidos (generados) durante la ejecución de los programas. Si los resultados de ejecución de los programas son correctos, entonces, el registro de los mismos constituye la línea base o punto de referencia para la verificación de los resultados que sean producidos más adelante, durante la réplica de las pruebas de funcionamiento en los equipos que conforman la plataforma destino. El resultado esperado para esta actividad lo constituyen los registros de

ejecución de pruebas, junto con los demás resultados que produzcan los programas que fueron ejecutados.

- **Preparación y entrega de los archivos de datos que son requeridos como insumo para la ejecución de los guiones de prueba.** Una vez que fueron ejecutados las pruebas de funcionamiento en la plataforma de origen y sus resultados fueron aceptados, es posible hacer la entrega de los archivos de datos que son requeridos como insumo para la ejecución de pruebas de funcionamiento en la plataforma destino. El resultado esperado es un documento que formalice la entrega de los archivos, junto con ejemplares en medios magnéticos de los archivos de datos, y los registros de ejecución que fueron obtenidos en el punto anterior.
- c. Preparativos para transferencia de los archivos de datos el ambiente de producción.
- **Identificación de los archivos que son requeridos para su transferencia hacia los nuevos equipos que conformarán el ambiente de producción.** Ya sea que se trate de la preparación de los archivos que serán utilizados para la realización de pruebas en paralelo, o bien para la liberación a producción en los equipos que corresponden a la plataforma tecnológica de destino, en esta actividad se constata la existencia de los archivos y su localización de los archivos. El resultado esperado es una relación en donde quede confirmada la existencia de los archivos requeridos, así como las indicaciones que señalen la ubicación de los mismos, y las características que permitan establecer el método e insumos más adecuados para su respaldo en medio magnético.

- **Obtención de respaldo en medio magnético de los archivos requeridos para su transferencia hacia los nuevos equipos que conformarán el ambiente de producción.** El resultado esperado es una colección de medios magnéticos que contienen los archivos respaldados, así como la relación de los archivos contenidos.
- **Preparación y entrega de los archivos de datos que serán transferidos al ambiente de producción.** El resultado esperado es un documento que formalice la entrega de los archivos, junto con ejemplares en medios magnéticos de los archivos de datos, y los registros de control que fueron obtenidos durante la generación de los respaldos.

Etapa 5. **Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma destino.**

Comprende todas las actividades relacionadas con:

- a. Elaboración de un plan detallado de trabajo en donde queden consignadas las fechas requeridas para la ejecución y terminación de las actividades relacionadas con la recepción y transformación de los archivos de datos en la plataforma destino. El resultado esperado de esta actividad es un calendario de actividades que haya sido preparado con la participación, consenso y compromiso de las partes involucradas.
- b. Recepción de medios de respaldo que contienen a los archivos de datos que serán procesados en la plataforma destino. El resultado esperado es la transferencia de los archivos recibidos hacia las estructuras previstas para su alojamiento dentro de los dispositivos de almacenamiento masivo de la plataforma destino, junto con la relación de los archivos que fueron transferidos. La relación de archivos transferidos hacia las estructuras de trabajo debe ser congruente con la relación de los archivos recibidos, para poder considerar que esta tarea concluye exitosamente.

- c. Procesamiento de los archivos de datos que fueron recibidos y alojados en las estructuras de trabajo, para adecuar el formato de los datos, para que éstos puedan ser procesados por los programas que serán migrados, produciendo los mismos resultados que si fueran ejecutados en la plataforma original⁶⁰. El resultado esperado consiste en una colección de archivos cuyos datos han sido ajustados (en caso de ser necesario), quedando listos para poderse procesar adecuadamente por los programas que han sido migrados a la plataforma destino. Adicionalmente a los archivos, es necesario contar con una relación de los archivos que son procesados, junto con las cifras de control que permitan verificar que los contenidos en los archivos fueron modificados exitosamente.

Etapa 6. **Realización de pruebas de funcionamiento.** Comprende todas las actividades relacionadas con:

- a. Elaboración de un plan detallado de trabajo en donde queden consignadas las fechas compromiso para la ejecución y terminación de las actividades relacionadas con la preparación, ejecución, revisión y autorización de resultados producidos por las pruebas de funcionamiento de las aplicaciones migradas. El resultado esperado de esta actividad es un calendario de actividades que haya sido preparado con la participación, consenso y compromiso de las partes involucradas.
- b. Recepción de los insumos necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento. Estos insumos comprenden los guiones para la realización de las pruebas de funcionamiento, la colección de los programas que han sido migrados y que están listos para ser ejecutados en la plataforma

⁶⁰ En el caso del proyecto del IMSS, el compilador de lenguaje COBOL instalado en la plataforma original utilizaba un formato especial para interpretar datos numéricos empacados. Los archivos en donde habían campos con estas características, requirieron ser procesados para modificar el formato de tales datos, para que pudieran ser correctamente interpretados por los programas que fueron generados con el compilador de lenguaje COBOL de la plataforma destino.

destino, los archivos de datos que son requeridos por los procesos indicados en los guiones de pruebas, y los resultados que fueron producidos durante la elaboración de la línea base. El resultado esperado de esta actividad está constituido por una relación de los insumos recibidos, así como una colección de medios magnéticos que contienen a dichos insumos. El cotejo de la relación de insumos recibidos contra los contenidos de los medios magnéticos, debe ser congruente para poder considerar que esta actividad concluye exitosamente.

- c. Ejecución de las pruebas de funcionamiento. Siguiendo las indicaciones plasmadas en los guiones para la ejecución de estas pruebas, se irán obteniendo los diferentes productos que resultan de la ejecución de los programas que han sido migrados. Los resultados esperados estarán conformados por la colección de reportes, archivos de datos producidos y/o actualizados, mensajes desplegados en pantalla, cifras de control, y en general por todo aquello que sea producido durante y al término de la ejecución de las pruebas de funcionamiento. Es importante verificar que todos los programas y procesos considerados en los guiones de prueba, sean efectuados durante las pruebas, para considerar que éstas abarcan lo planeado. Adicionalmente, se espera que no haya evidencia de errores de procesamiento que causen la interrupción en la ejecución de los programas. En caso de presentarse esta última condición, deberá quedar consignada en un reporte de diferencias y/o errores, que posteriormente serán verificados y corregidos.
- d. Verificación y cotejo de los resultados producidos en la plataforma destino, frente a los resultados obtenidos en la plataforma original durante la generación de la línea de base. El resultado esperado es un reporte que registre el cotejo realizado entre los resultados producidos por los programas originales en la plataforma original, y los programas migrados en la plataforma destino. Para el caso de los programas y procesos cuyos

resultados sean completamente consistentes, entre las dos plataformas, serán considerados como listos para poder pasar a la etapa de pruebas en paralelo. En caso contrario, cuando existan diferencias que requieran ser aclaradas o investigadas, para determinar si se requiere hacer alguna modificación a los programas migrados para que produzcan los mismos resultados que los programas en la plataforma de origen, serán consignados en el reporte de diferencias y/o errores, para su tratamiento posterior.

- e. Investigación de las causas de diferencias y errores, y corrección de los mismos. Cuando se produzcan situaciones en las que los programas no concluyan el proceso previsto para ellos en los guiones de prueba, o bien, produzcan resultados diferentes a los previstos, se realizarán estas actividades que tienen como finalidad determinar las causas de tales diferencias y corregirlas para que los programas migrados puedan producir los resultados esperados. El resultado esperado para esta actividad es el registro de acciones de seguimiento realizadas sobre las anotaciones consignadas en el reporte de diferencias y/o errores, además de que deberá presentarse evidencia que demuestre que tales diferencias o errores han sido corregidos, incluyendo los reportes de repetición de pruebas funcionales que muestren la obtención de los resultados correctos.

Etapa 7. Realización de pruebas en paralelo. Comprende todas las actividades relacionadas con:

- a. Elaboración del plan de trabajo para la realización de las pruebas en paralelo. El resultado esperado es un documento acordado entre el personal encargado de la migración de las aplicaciones y el personal encargado de operar los equipos en producción, estableciendo un calendario para la ejecución de las pruebas de cada sistema que será migrado.

- b. Recepción de los insumos necesarios para la realización de las pruebas en paralelo. Estos insumos comprenden los guiones de pruebas o secuencias de ejecución de los programas, la colección de los programas que han sido migrados y que están listos para ser ejecutados en la plataforma destino, los archivos de datos que son requeridos por los procesos indicados en los guiones de pruebas. El resultado esperado de esta actividad está constituido por una relación de los insumos recibidos, así como una colección de medios magnéticos que contienen a dichos insumos. El cotejo de la relación de insumos recibidos contra los contenidos de los medios magnéticos, debe ser congruente para poder considerar que esta actividad concluye exitosamente.

- c. Ejecución de las pruebas en paralelo y cotejo de resultados. Tanto en la plataforma original, como en la plataforma destino, deberán realizarse los procesos consignados en los guiones de prueba. Los resultados obtenidos se compararán. En caso de ocurrir diferencias en los resultados obtenidos, errores de procesamiento o terminación anormal en la ejecución de los programas, deberán consignarse tales situaciones en un reporte de diferencias y/o errores, para su posterior verificación y corrección.

- d. Preparación de bibliotecas de programas migrados, para su liberación al ambiente de producción. Para todos los programas y componentes que hayan sido migrados y que hayan producido los resultados deseados durante la ejecución de las pruebas en paralelo, podrá considerarse su integración a las bibliotecas de programas que podrán ser instalados en ambiente de producción en la plataforma destino. En caso contrario, se procederá con la siguiente actividad.

- e. Análisis de las desviaciones y errores de procesamiento, y corrección de los mismos. Cuando se produzcan situaciones en las que los programas no

concluyan el proceso previsto para ellos en las secuencias de ejecución, o bien, produzcan resultados diferentes a los previstos, se realizarán estas actividades que tienen como finalidad determinar las causas de tales diferencias y corregirlas para que los programas migrados puedan producir los resultados esperados. El resultado esperado para esta actividad es el registro de acciones de seguimiento realizadas sobre las anotaciones consignadas en el reporte de diferencias y/o errores, además de que deberá presentarse evidencia que demuestre que tales diferencias o errores han sido corregidos, incluyendo los reportes de repetición de pruebas en la plataforma destino que muestren la obtención de los resultados correctos.

Etapa 8. Distribución e implantación en producción. Comprende todas las actividades relacionadas con:

- a. Elaboración del plan de trabajo para realizar la distribución para las bibliotecas de programas en versión ejecutable, así como los programas y procedimientos de transferencia y conversión de los archivos de datos que son requeridos para implantar en producción los sistemas migrados. El resultado esperado de esta actividad es un calendario de actividades que haya sido preparado con la participación, consenso y compromiso de las partes involucradas.
- b. Recepción de las bibliotecas de programas en versión ejecutable, para su instalación en el ambiente de producción de los diversos equipos en donde vayan a ser procesados. El resultado esperado para esta actividad es una colección de documentos en la que se formalice la recepción de las bibliotecas de programas en versión ejecutable, por parte de quien deba de recibirlas.

- c. Recepción de las bibliotecas de código fuente de los programas y componentes asociados, para su resguardo y posterior mantenimiento. El resultado esperado para esta actividad es una colección de documentos en la que se formalice la recepción de las bibliotecas de código fuente y sus componentes asociados, por parte de quien deba de recibirlos.
- d. Distribución de las bibliotecas de programas en versión ejecutable que también incluye a los programas de transferencia y conversión de archivos de datos. El resultado esperado estará comprendido por una colección de documentos que confirmen que las bibliotecas de programas en versión ejecutable que también incluye a los programas de transferencia y conversión de archivos de datos, han sido entregadas y recibidas en las localidades en donde esto deba ocurrir.

Etapa 9. Capacitación al personal y servicios de garantía. Esta etapa comprende dos grandes grupos de actividades:

- a. Brindar capacitación al personal que se hará cargo de las tareas de mantenimiento y desarrollo de los sistemas que han sido migrados, de la operación de dichos sistemas, y del soporte técnico que requieran tales sistemas o los productos de software que hayan sido incorporados como parte del proceso de migración. Este grupo de actividades puede ser desglosado en las siguientes actividades:
 - Elaboración de un plan de trabajo en donde queden consignadas las fechas requeridas para determinar los requerimientos de capacitación, elaborar materiales de capacitación, organizar grupos de capacitación, impartir cursos, evaluar el aprendizaje y retroalimentar a las autoridades competentes. El resultado esperado es un calendario de actividades que haya sido preparado con la participación, consenso y compromiso de las partes involucradas.

- Realización de un diagnóstico de las necesidades de capacitación para los diferentes grupos de trabajo: Personal de mantenimiento y desarrollo de sistemas, personal a cargo de la operación de los sistemas, personal a cargo de brindar soporte técnico. El resultado esperado es una colección de reportes que permitan identificar claramente las necesidades de capacitación para el personal evaluado, para que a partir de esta información puedan desarrollarse los temarios de capacitación.
- Elaboración de los temarios de capacitación, preparación y reproducción de materiales didácticos, y organización de grupos de capacitación. El resultado esperado son los temarios de capacitación, los materiales didácticos que serán utilizados, la autorización de uso de los mismos por parte de las autoridades competentes, la identificación de los instructores que impartirán los cursos, el calendario de cursos, la designación de lugares y localidades en las que ocurrirá la capacitación y la lista de participantes previstos por cada curso.
- Impartición de los cursos en las fechas previstas, evaluación de aprendizaje y presentación de resultados a las autoridades competentes. El resultado esperado son las listas de asistencia a los cursos programados, los cuestionarios para evaluación de aprendizaje con sus respectivas calificaciones, las encuestas de satisfacción por parte de quienes tomaron los cursos, y las recomendaciones de los instructores respecto del personal que asistió a los cursos, para que puedan mejorar su aprendizaje.
- Presentación de los resultados de la capacitación a las autoridades competentes. El resultado esperado para esta actividad consiste en un

documento que formalice la entrega de las evidencias de la capacitación impartida, y toda la documentación mencionada en el punto previo.

b. Instrumentar un servicio de asistencia para recibir, atender y solucionar los requerimientos de apoyo técnico que puedan surgir durante el periodo de garantía de los servicios de migración. Este grupo de actividades puede ser desglosado en las siguientes actividades:

- Definición de los requisitos del cliente, para instrumentar la prestación del servicio de apoyo técnico durante el periodo de garantía. El resultado esperado para esta actividad consiste en un documento en donde queden establecidas las modalidades requeridas para solicitar apoyo técnico, horarios y cobertura del servicio, los niveles de servicio, los tiempos de respuesta y de solución, así como los criterios que permitan medir la prestación del servicio en términos de su efectividad.
- Establecimiento del procedimiento para recibir, atender y canalizar las solicitudes de servicios de apoyo técnico. El resultado esperado es un documento en donde quede claramente establecido el procedimiento, incluyendo la narrativa del mismo y un diagrama de flujo que muestre la secuencia de actividades. Dicho procedimiento deberá estar revisado y avalado por las partes que intervendrán en el mismo.
- Estimar y proyectar las cargas de trabajo que permitan definir los requerimientos para instrumentar la prestación del servicio de asistencia técnica. El resultado esperado es un listado pormenorizado de los requerimientos en términos de infraestructura, instalaciones, personal y servicios requeridos para brindar los servicios, junto con un plan de trabajo que especifique las actividades, recursos, fechas y presupuesto requeridos para instrumentar la prestación de los servicios de asistencia técnica.

- Instrumentar la prestación de los servicios de asistencia técnica, llevando a cabo el plan de trabajo elaborado en el punto anterior. El resultado esperado es la puesta en marcha del servicio de asistencia técnica.

Como puede apreciarse conforme van desglosándose las actividades, la identificación de los resultados esperados es muy importante, pues sirve para establecer los criterios de aceptación bajo los cuales puede evaluarse la calidad de la ejecución de cada actividad. Por ejemplo, si una actividad se refiere a la compilación de un grupo de programas, y el resultado esperado es que todos los programas considerados sean compilados produciendo un reporte de compilación en donde no aparezcan consignados errores que imposibiliten el funcionamiento de los programas, entonces dicha actividad no podrá declararse como terminada sino hasta que todos los programas requeridos efectivamente hayan sido compilados sin producirse errores de compilación. Esta consideración también resulta importante para establecer las reglas o criterios que servirán para medir el avance de los trabajos conforme éstos vayan siendo realizados. Más adelante se abundará sobre este tema.

A continuación se muestra un listado simple de las actividades que han sido identificadas, con su correspondiente código EDT:

Código EDT	Etapa / Actividad
1	Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones
1.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa
1.2	Preparación de instalaciones para el laboratorio de migración
1.2.1	Preparación de la plataforma de origen
1.2.2	Preparación de la plataforma destino
1.3	Preparación del lugar de trabajo del personal técnico
2	Tratamiento del código fuente en la plataforma de origen
2.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa
2.2	Identificación de los componentes que serán migrados
2.3	Recopilación del código fuente

Código EDT	Etapa / Actividad
2.4	Producción de versiones ejecutables a partir del código fuente recopilado
2.5	Verificación de versiones entre programas ejecutables del ambiente de producción y los generados con el código recopilado
2.6	Transferencia de componentes hacia el laboratorio de migración
3	Tratamiento del código fuente en la plataforma destino
3.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa
3.2	Preparación de la estructura de trabajo
3.3	Recepción y transferencia del código fuente hacia la estructura de trabajo
3.4	Transformación del código fuente
4	Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma de origen
4.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa
4.2	Preparación de las pruebas de funcionamiento
4.2.1	Elaboración de guiones de prueba
4.2.2	Identificación y obtención de los archivos de datos requeridos para las pruebas de funcionamiento
4.2.3	Ejecución de los guiones de pruebas y generación de la línea de base
4.2.4	Preparación y entrega de los archivos de datos para recrear los resultados de las pruebas funcionales
4.3	Preparativos para la transferencia de archivos de datos al ambiente de producción
4.3.1	Identificación de archivos que serán transferidos
4.3.2	Obtención de respaldos en medio magnético de los archivos que serán transferidos
4.3.3	Preparación y entrega de los archivos que serán transferidos al ambiente de producción
5	Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma destino
5.1	Archivos de datos para pruebas de funcionamiento
5.1.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa
5.1.2	Recepción y transferencia de archivos de datos en la plataforma destino
5.1.3	Procesamiento de datos para adecuación de su formato
5.2	Archivos de datos para proceso en paralelo e implantación en producción
5.2.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa

Código EDT	Etapa / Actividad
5.2.2	Recepción y transferencia de archivos de datos en la plataforma destino
5.2.3	Procesamiento de datos para adecuación de su formato
6	Realización de pruebas de funcionamiento
6.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa
6.2	Recepción de los insumos para realizar las pruebas de funcionamiento
6.3	Ejecución de las pruebas de funcionamiento
6.4	Verificación y cotejo de los resultados de las pruebas funcionales
6.5	Investigación de las causas de diferencias y errores, y corrección de los mismos
7	Realización de pruebas en paralelo
7.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa
7.2	Recepción de los insumos necesarios para realizar las pruebas en paralelo
7.3	Ejecución de pruebas en paralelo y cotejo de resultados
7.4	Análisis de las desviaciones y errores de procesamiento, y corrección de los mismos
7.5	Preparación de bibliotecas migradas para su liberación al ambiente de producción
8	Distribución e implantación en producción
8.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa
8.2	Recepción de bibliotecas ejecutables
8.3	Recepción de bibliotecas de código fuente
8.4	Distribución de bibliotecas ejecutables
9	Capacitación de personal y servicios de garantía
9.1	Capacitación de personal
9.1.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para capacitar al personal
9.1.2	Realizar el diagnóstico de las necesidades de capacitación

Código EDT	Etapa / Actividad
9.1.3	Elaboración de temarios y contenidos de capacitación, y organización de grupos
9.1.4	Impartición de la capacitación
9.1.5	Presentación de los resultados de la capacitación
9.2	Servicios de apoyo técnico durante el periodo de garantía
9.2.1	Definición de los requisitos del cliente
9.2.2	Establecimiento del procedimiento para la prestación de los servicios
9.2.3	Definición de requerimientos para instrumentar el servicio
9.2.4	Elaboración del plan de trabajo detallado para instrumentar el servicio de apoyo técnico
9.2.5	Instalación del servicio de apoyo técnico durante el periodo de garantía

Las actividades enunciadas pueden ser desglosadas hasta el nivel que resulte necesario o conveniente para la planeación y control del proyecto. La lista presentada, pretende ser representativa, más no limitativa de las actividades que comprende un proyecto de este tipo.

Además de identificar las actividades que tienen relación directa con el objetivo del proyecto, es importante incluir también a las actividades que se derivan de la identificación de riesgos y de la disposición de las medidas necesarias para prevenirlos y monitorear su evolución, de tal forma que si llegan a materializarse, su impacto pueda ser controlado y no tenga efectos catastróficos en el proyecto.

Otras actividades que también deben figurar de manera explícita dentro del plan de trabajo, son aquellas relacionadas con las tareas de administración del proyecto, tales como la determinación periódica de los avances obtenidos, la preparación de los informes de avance y la presentación de los mismos, ante los

patrocinadores y otros grupos interesados en el proyecto, y otras actividades que resulten necesarias para comunicar avances, problemas, desviaciones, logros y otros aspectos cuyo conocimiento sea importante.

Además de las ya mencionadas, existen otras actividades que también deberán de consignarse dentro del plan de trabajo, y ellas se refieren a las derivadas del reclutamiento, selección y contratación del personal que vaya a ser requerido para complementar al equipo de trabajo. Aunque pareciera que tales actividades no están directamente relacionadas con el objetivo del proyecto, y por ello pueden dejar de incluirse en el mismo, cobran particular importancia cuando el personal requerido debe estar presente para fechas muy específicas y los procesos administrativos de contratación o el proceso de localización del talento necesario, pueden tener mayor duración que la esperada, por lo que más vale tener bien claro cuáles son las actividades a realizar para estos fines, y cuál es el avance de las mismas, incluso para poder tomar medidas de mitigación si el tiempo continua transcurriendo y no se tienen los recursos previstos. Algo similar aplica a la contratación de servicios y a la adquisición de productos. Es necesario reflejar estas actividades en el plan de trabajo para poder darles un seguimiento puntual.

3. Establecimiento de la secuencia de las actividades.

Una vez que han sido identificadas las principales actividades de un proyecto y se ha procedido a su desglose hasta el punto que las actividades enlistadas pueden ser asignadas a una sola organización o persona responsable de su ejecución, también se han identificado los criterios que permiten establecer la manera como será medido el avance en la realización de una actividad, o los requisitos que deben ser satisfechos para considerar que la actividad ha terminado. También resulta importante precisar cuáles son las condiciones necesarias que deben existir o estar presentes para que una actividad pueda comenzar. Estas condiciones necesarias son los requisitos que deben ser

cubiertos para que comience una actividad, ya sea que dichos requisitos correspondan a los insumos necesarios para llevar a cabo la actividad, o se trate de alguna otra condición necesaria.

Habiendo precisado tales requisitos resulta más fácil establecer la secuencia lógica de realización de las actividades que conformarán nuestro plan de trabajo.

Por ejemplo, para el proyecto de migración ha quedado establecido que durante la segunda etapa del proyecto se realizará el tratamiento del código fuente en la plataforma de origen. Dentro de dicha etapa puede apreciarse que no sería posible producir versiones ejecutables de programas que no han sido previamente recopilados, y tampoco puede recopilarse aquello que no ha sido identificado como susceptible de ser incluido en el proceso de migración. Por lo tanto, estas actividades tienen una seriación lógica, ya que los resultados de una son los insumos de otra, y así respectivamente.

Haciendo extensivo el ejercicio mencionado hacia la totalidad de las actividades enlistadas, puede construirse una primera versión de la secuencia de realización de las actividades. A continuación se presenta un listado de las mismas, en donde se indica cuáles son los requisitos previos, o actividades predecesoras.

Para facilitar la identificación de las actividades predecesoras, ha sido asignado un número consecutivo a cada actividad del listado. También se ha incorporado una columna en la lista en donde se indica si una actividad tiene una o varias actividades previas, para lo cual se indican los números consecutivos que las identifican. Nótese que solamente las actividades desglosadas al menor nivel, son las que se identifican como predecesoras de otras actividades.

Consecutivo	Código EDT	Etapa / Actividad	Consecutivo de las predecesoras
1	1	Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones	
2	1.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa	
3	1.2	Preparación de instalaciones para el laboratorio de migración	
4	1.2.1	Preparación de la plataforma de origen	2
5	1.2.2	Preparación de la plataforma destino	2
6	1.3	Preparación del lugar de trabajo del personal técnico	2
7	2	Tratamiento del código fuente en la plataforma de origen	
8	2.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa	
9	2.2	Identificación de los componentes que serán migrados	6,8
10	2.3	Recopilación del código fuente	9
11	2.4	Producción de versiones ejecutables a partir del código fuente recopilado	10
12	2.5	Verificación de versiones entre programas ejecutables del ambiente de producción y los generados con el código recopilado	11
13	2.6	Transferencia de componentes hacia el laboratorio de migración	4,12
14	3	Tratamiento del código fuente en la plataforma destino	
15	3.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa	
16	3.2	Preparación de la estructura de trabajo	5,15
17	3.3	Recepción y transferencia del código fuente hacia la estructura de trabajo	13,16
18	3.4	Transformación del código fuente	17
19	4	Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma de origen	
20	4.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa	
21	4.2	Preparación de las pruebas de funcionamiento	
22	4.2.1	Elaboración de guiones de prueba	20

Consecutivo	Código EDT	Etapas / Actividad	Consecutivo de las predecesoras
23	4.2.2	Identificación y obtención de los archivos de datos requeridos para las pruebas de funcionamiento	22
24	4.2.3	Ejecución de los guiones de pruebas y generación de la línea de base	23
25	4.2.4	Preparación y entrega de los archivos de datos para recrear los resultados de las pruebas funcionales	24
26	4.3	Preparativos para la transferencia de archivos de datos al ambiente de producción	
27	4.3.1	Identificación de archivos que serán transferidos	20
28	4.3.2	Obtención de respaldos en medio magnético de los archivos que serán transferidos	27
29	4.3.3	Preparación y entrega de los archivos que serán transferidos al ambiente de producción	28
30	5	Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma destino	
31	5.1	Archivos de datos para pruebas de funcionamiento	
32	5.1.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa	
33	5.1.2	Recepción y transferencia de archivos de datos en la plataforma destino	25,32
34	5.1.3	Procesamiento de datos para adecuación de su formato	33
35	5.2	Archivos de datos para proceso en paralelo e implantación en producción	
36	5.2.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa	
37	5.2.2	Recepción y transferencia de archivos de datos en la plataforma destino	29,36
38	5.2.3	Procesamiento de datos para adecuación de su formato	37
39	6	Realización de pruebas de funcionamiento	

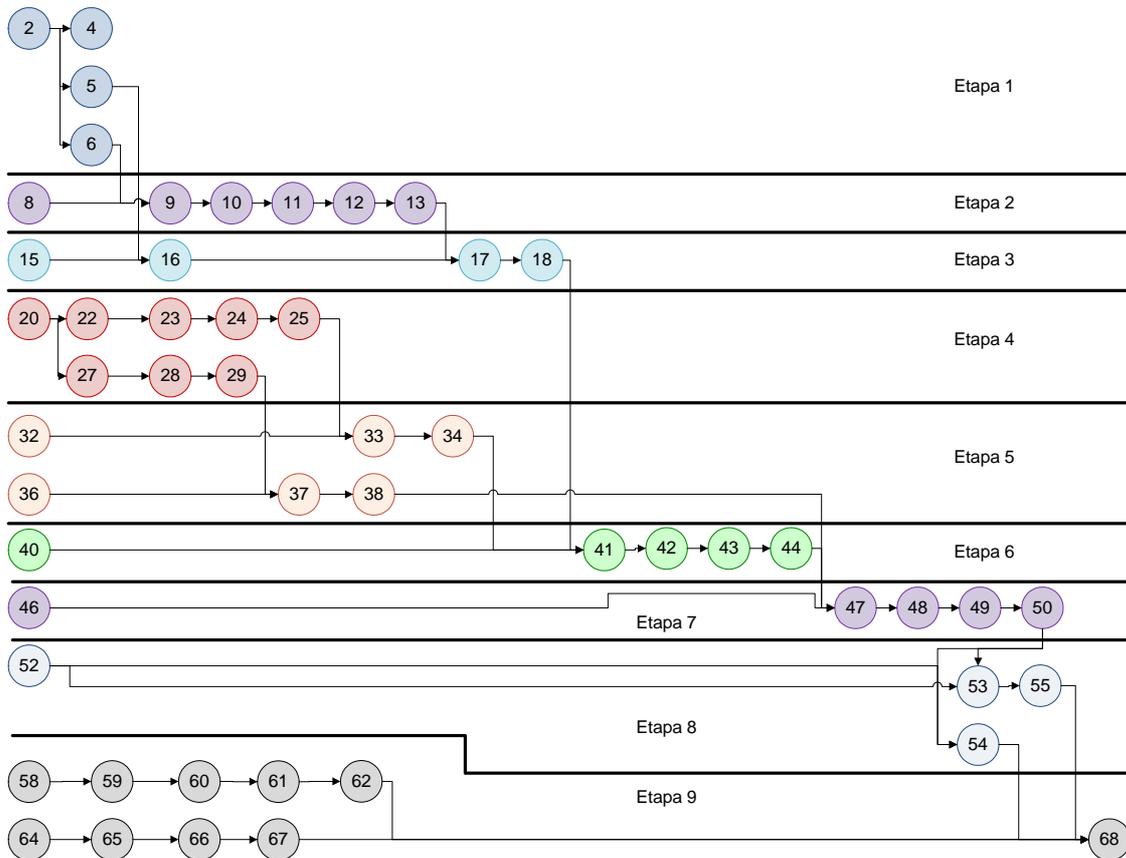
Consecutivo	Código EDT	Etapas / Actividades	Consecutivo de las predecesoras
40	6.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa	
41	6.2	Recepción de los insumos para realizar las pruebas de funcionamiento	34,18,40
42	6.3	Ejecución de las pruebas de funcionamiento	41
43	6.4	Verificación y cotejo de los resultados de las pruebas funcionales	42
44	6.5	Investigación de las causas de diferencias y errores, y corrección de los mismos	43
45	7	Realización de pruebas en paralelo	
46	7.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa	
47	7.2	Recepción de los insumos necesarios para realizar las pruebas en paralelo	38,43,44,46
48	7.3	Ejecución de pruebas en paralelo y cotejo de resultados	47
49	7.4	Análisis de las desviaciones y errores de procesamiento, y corrección de los mismos	48
50	7.5	Preparación de bibliotecas migradas para su liberación al ambiente de producción	49
51	8	Distribución e implantación en producción	
52	8.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa	
53	8.2	Recepción de bibliotecas ejecutables	50,52
54	8.3	Recepción de bibliotecas de código fuente	50,52
55	8.4	Distribución de bibliotecas ejecutables	53
56	9	Capacitación de personal y servicios de garantía	
57	9.1	Capacitación de personal	
58	9.1.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para capacitar al personal	

Consecutivo	Código EDT	Etapas / Actividades	Consecutivo de las predecesoras
59	9.1.2	Realizar el diagnóstico de las necesidades de capacitación	58
60	9.1.3	Elaboración de temarios y contenidos de capacitación, y organización de grupos	59
61	9.1.4	Impartición de la capacitación	60
62	9.1.5	Presentación de los resultados de la capacitación	61
63	9.2	Servicios de apoyo técnico durante el periodo de garantía	
64	9.2.1	Definición de los requisitos del cliente	
65	9.2.2	Establecimiento del procedimiento para la prestación de los servicios	64
66	9.2.3	Definición de requerimientos para instrumentar el servicio	65
67	9.2.4	Elaboración del plan de trabajo detallado para instrumentar el servicio de apoyo técnico	66
68	9.2.5	Instalación del servicio de apoyo técnico durante el periodo de garantía	67,55,54,62

Resultará de mayor claridad la representación de estas relaciones de dependencia y secuencia, mediante la utilización de un diagrama de red AEN⁶¹, como el que se muestra a continuación:

⁶¹ AEN = Actividad En Nodo.

Secuencia de actividades del proyecto



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las actividades que aparecen en el extremo izquierdo de la ilustración, tales como las identificadas con los números 2,8,15,20,32,36,40,46,52,58 y 64, representan aquellas que no tienen requisitos previos para su ejecución, como podría ser el caso de las actividades para la elaboración de los planes detallados de trabajo. Si no existen restricciones relacionadas con el número de “frentes en paralelo” que pueden acometer la realización de un proyecto, la secuencia mostrada resultaría bastante adecuada, sin embargo, es necesario tomar en cuenta otros factores, antes de obtener la secuencia de ejecución más adecuada.

La disponibilidad de recursos humanos, materiales y financieros, es uno de los factores que se requiere considerar, y al hacerlo se tendrán elementos adicionales para revisar la secuencia planteada, y ajustarla para obtener una

secuencia que sea factible de realizar. Es por ello que para el proceso de planeación de proyectos, las actividades correspondientes al establecimiento de la secuencia de actividades, la estimación de la duración de las actividades, la asignación de los recursos a las actividades, y el desarrollo del programa de trabajo, están enmarcadas en un recuadro que indica que ocurre un proceso iterativo, en el que puede ser necesario realizar ajustes y replantear asignaciones de recursos, estimaciones de duración de actividades, e inclusive modificar la secuencia original, con la finalidad de obtener un programa de trabajo razonable.

La estimación de la duración de las actividades depende en buena medida de la asignación de recursos disponibles, por lo que resulta razonable abordar primero el tema de asignar los recursos, y luego continuar con la estimación de la duración.

4. Asignación de recursos

Una vez que ha sido identificado aquello que tiene que hacerse para obtener los productos o resultados esperados, y la secuencia lógica de realización de tales actividades, resultará conveniente identificar cuáles son los requerimientos de recursos humanos, materiales y financieros que son necesarios para conseguir los fines del proyecto.

Particularmente, la identificación de los recursos humanos, o del talento necesario para realizar las actividades del plan de trabajo, permitirá esbozar un organigrama en donde sean identificadas las especialidades requeridas. Posteriormente, se podrá realizar un “cruce” de las especialidades requeridas con la lista de actividades identificadas, y ello servirá para construir una matriz de responsabilidades⁶².

⁶² También conocida como Matriz de Asignación de Responsabilidades, o RAM por sus siglas en inglés (Responsibility assignment matrix). Fuente: Wikipedia, disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Matriz_de_Asignaci%C3%B3n_de_Responsabilidades, consultada el 23 de septiembre de 2008.

La siguiente ilustración puede servir como ejemplo para la construcción de la matriz de asignación de responsabilidades:

Matriz de asignación de responsabilidades

Código EDT	Actividad	Recurso - 1	Recurso - 2	...	Recurso - n
	Actividad -1				
	Actividad -2				
	Actividad -3				
				
	Actividad-n				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Al utilizar esta herramienta, se busca identificar las diferentes especialidades requeridas para atender las actividades del proyecto, y verificar que no existan actividades definidas que no tengan asignado a un responsable de su ejecución.

Para el caso de un proyecto del tipo al que se refiere este trabajo, se identifican los siguientes grupos de especialidad que estarán supeditados a la dirección de la persona responsable de administrar el proyecto⁶³:

- Equipo de Administración del Proyecto
- Equipo de trabajo de la plataforma de origen
- Equipo de trabajo a cargo de la migración

⁶³ En el caso del proyecto de migración de aplicaciones del IMSS, el equipo de trabajo de la plataforma de origen y el equipo de trabajo de la plataforma destino, fue el mismo. Para mayor claridad en la identificación y asignación de actividades que corresponden a una y otra plataformas, se hace la distinción de los equipos de trabajo, como si se tratara de organizaciones diferentes, aunque en la práctica sean una misma organización.

- Equipo de trabajo de la plataforma destino

Dentro de cada grupo de especialidad, se pueden identificar las siguientes especialidades requeridas para la ejecución de las actividades identificadas:

Equipo de Administración del Proyecto

- Administrador del proyecto

Equipo de trabajo de la plataforma de origen

- Equipo de técnicos especialistas en la plataforma de origen
- Equipo a cargo del mantenimiento y desarrollo de los sistemas en la plataforma de origen
- Equipo encargado de la operación en producción de los sistemas en la plataforma de origen

Equipo de trabajo a cargo de la migración

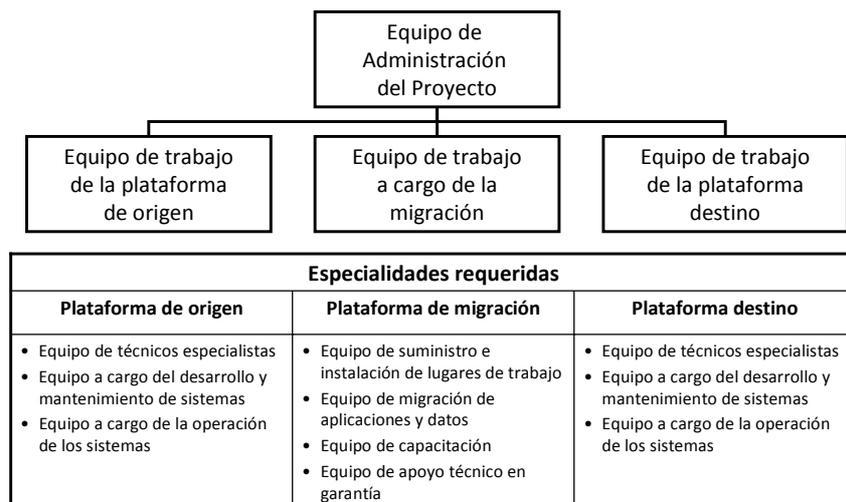
- Equipo a cargo del suministro e instalación de lugares de trabajo
- Equipo de migración de aplicaciones y datos
- Equipo responsable de capacitación
- Equipo de apoyo técnico en el periodo de garantía

Equipo de trabajo de la plataforma destino

- Equipo de técnicos especialistas en la plataforma destino
- Equipo encargado de la operación en producción de los sistemas en la plataforma destino
- Equipo a cargo del mantenimiento y desarrollo de los sistemas en la plataforma destino

En la siguiente ilustración pueden apreciarse las especialidades requeridas para un proyecto de esta naturaleza:

Organización que participa directamente en el proyecto



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A continuación se describen brevemente las características de cada especialidad mencionada.

Equipo de Administración del Proyecto

Administrador del proyecto

En última instancia es la persona responsable de que el proyecto se realice conforme a las expectativas de los patrocinadores. Sus actividades principales están relacionadas con la planeación del proyecto, la asignación de actividades al resto del equipo, la supervisión de la ejecución de las actividades, la revisión de los productos de tales actividades, la evaluación y monitoreo de riesgos, la planeación y control del presupuesto, la comunicación con los patrocinadores del

proyecto y otras organizaciones con las que sea necesario interactuar para lograr que ocurran las actividades conforme a lo planeado. Dependiendo de la magnitud del proyecto y de los recursos disponibles, el Administrador del Proyecto podrá contar con algunos asistentes o en su defecto, tendrá que hacerse cargo de todas las tareas que corresponden a esta función.

Equipo de trabajo en la plataforma de origen

Equipo de técnicos especialistas en la plataforma de origen

Este equipo está conformado por el personal que se encarga de proporcionar soporte técnico al hardware y al software de la plataforma de origen. Se requerirá su participación en la preparación y puesta en operación de los equipos que corresponden a la plataforma de origen, que serán instalados en el laboratorio de migración.

Equipo a cargo del mantenimiento y desarrollo de los sistemas en la plataforma de origen

Este equipo se encarga de brindar los servicios de mantenimiento requeridos por los programas y sus componentes asociados, que conforman el código fuente de las aplicaciones que serán migradas. Por lo mismo, se requiere su participación en la identificación y recopilación de los componentes que conforman las bibliotecas fuente de los sistemas que serán migrados. También deberán realizar los procesos necesarios para verificar que los componentes de código fuente que sean recopilados, correspondan a aquellos que han servido como base para la generación de las versiones ejecutables de dichos programas, que se encuentran instaladas en el ambiente de producción.

Usualmente, dentro de este equipo de trabajo habrá un grupo de analistas y programadores especializados y experimentados en los lenguajes de programación con los que han sido escritos los componentes de las aplicaciones.

Equipo encargado de la operación en producción de los sistemas en la plataforma de origen

Este equipo es el que se encarga de la ejecución periódica de los procesos que conforman a los sistemas que serán migrados. Por su conocimiento de los procesos, se requiere su participación para la elaboración de los guiones de prueba, para la identificación, localización y preparación de los archivos que serán necesarios para efectuar las pruebas de funcionamiento y también las pruebas en paralelo. Es probable que este equipo también tenga la responsabilidad de distribuir las bibliotecas en versión ejecutable, de los sistemas que han sido migrados, para su puesta en operación en el ambiente de producción.

Equipo de trabajo a cargo de la migración

Equipo a cargo del suministro e instalación de lugares de trabajo

Esta organización será responsable de realizar las adecuaciones físicas que sean necesarias y de suplir el mobiliario y equipamiento requerido para que el personal encargado de realizar la migración, tenga lugares adecuados de trabajo.

Equipo de migración de aplicaciones y datos

Este equipo está conformado por un conjunto de especialistas encargados de la instalación y manejo y soporte técnico de las herramientas que serán utilizadas para realizar la transformación del código fuente, proveniente de la plataforma original, para que pueda ser utilizado en la plataforma destino. Su participación abarcará diferentes actividades, incluyendo la instalación de las

herramientas de migración, misma que ocurrirá como parte de las actividades concernientes a la “Preparación de la Plataforma Destino” (Código EDT 1.2.2), la preparación de la estructura de trabajo que servirá para organizar adecuadamente los componentes de código fuente de los sistemas que serán migrados, la recepción de las bibliotecas de programas en código fuente que serán transformados, la transferencia de dichos programas y sus componentes asociados hacia los repositorios de la estructura de trabajo, la ejecución de los procesos de transformación de código fuente, la recepción y transformación de los archivos de datos requeridos para la realización de pruebas funcionales y en paralelo, la ejecución de pruebas con los sistemas migrados, el cotejo de resultados, así como el análisis de desviaciones en los resultados obtenidos y la corrección de tales desviaciones. Como parte final de las actividades en las que participarán, se encargarán de preparar la entrega de las bibliotecas de programas fuente y componentes asociados, una vez que se haya comprobado que la migración ocurrió de manera exitosa y cumple con los requisitos establecidos.

Equipo responsable de capacitación

Este equipo se encargará de realizar consultas con las áreas encargadas de proporcionar los servicios de mantenimiento y desarrollo de sistemas en la plataforma destino, y también lo hará con el área encargada de operar los sistemas migrados en la nueva plataforma de cómputo. A partir de dichas consultas, elaborará un diagnóstico de las necesidades de capacitación para tales grupos, que servirá como base para preparar los temarios y contenidos para los cursos que serán impartidos. Una vez que los cursos sean impartidos, se encargará de evaluar los conocimientos adquiridos, y presentará tales resultados ante la dirección de proyecto, los patrocinadores, y las demás partes involucradas.

Equipo de apoyo técnico en el periodo de garantía

Para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas migrados, después de que éstos hayan sido entregados a los equipos de operación y de mantenimiento y desarrollo de sistemas en la plataforma destino, se sugiere la conformación de un equipo técnico que se encargue de atender las solicitudes de apoyo técnico, durante un periodo de garantía establecido con la organización que requiere los servicios de migración de aplicaciones. Este equipo puede estar integrado por algunos miembros del equipo que realizó la transformación del código fuente, pruebas, etc. Las actividades encomendadas a este grupo tendrán relación con el establecimiento del procedimiento para la prestación de los servicios de apoyo técnico, la definición de requerimientos para instrumentar este servicio, así como la instalación y operación del servicio de apoyo técnico durante el periodo de garantía.

Equipo de trabajo de la plataforma destino

Equipo de técnicos especialistas en la plataforma destino

Equipo conformado por el personal técnico que se encargará de proporcionar soporte técnico al hardware y al software de la plataforma destino. Se requerirá su participación en la preparación y puesta en operación de los equipos que corresponden a la plataforma destino, que serán instalados en el laboratorio de migración.

Equipo encargado de la operación en producción de los sistemas en la plataforma destino

Este equipo será el que reciba los sistemas migrados, en versión ejecutable, para continuar su operación regular en la plataforma destino.

Equipo a cargo del mantenimiento y desarrollo de los sistemas en la plataforma destino

Este equipo será el que reciba las bibliotecas de código fuente de los sistemas migrados, para continuar con las tareas de mantenimiento y desarrollo de sistemas que sean requeridas posteriormente al proyecto de migración.

En las siguientes páginas se muestra la construcción de la matriz de responsabilidades que corresponde a las actividades identificadas previamente, y a las especialidades de las organizaciones que pueden participar en un proyecto de la naturaleza descrita en este trabajo. Este ejemplo puede servir como base para la construcción de la matriz que se requiera para llevar a cabo proyectos con alcances similares.

Matriz de asignación de responsabilidades

Consecutivo	Código EDT	Etapa / Actividad	Responsable ⁶⁴												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	1	Preparación del laboratorio de migración de aplicaciones													
2	1.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa	X												
3	1.2	Preparación de instalaciones para el laboratorio de migración													
4	1.2.1	Preparación de la plataforma de origen		X											
5	1.2.2	Preparación de la plataforma destino			X										
6	1.3	Preparación del lugar de trabajo del personal técnico				X									
7	2	Tratamiento del código fuente en la plataforma de origen													
8	2.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa	X												
9	2.2	Identificación de los componentes que serán migrados					X								
10	2.3	Recopilación del código fuente					X								
11	2.4	Producción de versiones ejecutables a partir del código fuente recopilado					X								
12	2.5	Verificación de versiones entre programas ejecutables del ambiente de producción y los generados con el código recopilado					X								

⁶⁴ Responsable:

- 1 Administrador del proyecto
- 2 Equipo de técnicos especialistas en la plataforma de origen
- 3 Equipo de técnicos especialistas en la plataforma destino
- 4 Equipo a cargo del suministro e instalación de lugares de trabajo
- 5 Equipo a cargo del mantenimiento y desarrollo de los sistemas en la plataforma original
- 6 Equipo de migración
- 7 Equipo encargado de la operación en producción de los sistemas en la plataforma de origen
- 8 Equipo encargado de la operación en producción de los sistemas en la plataforma destino
- 9 Equipo a cargo del mantenimiento y desarrollo de los sistemas en la plataforma destino
- 10 Equipo responsable de capacitación
- 11 Equipo técnico responsable del apoyo técnico en el periodo de garantía

Matriz de asignación de responsabilidades

Consecutivo	Código EDT	Etapa / Actividad	Responsable ⁶⁴												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
13	2.6	Transferencia de componentes hacia el laboratorio de migración					X								
14	3	Tratamiento del código fuente en la plataforma destino													
15	3.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa	X												
16	3.2	Preparación de la estructura de trabajo						X							
17	3.3	Recepción y transferencia del código fuente hacia la estructura de trabajo						X							
18	3.4	Transformación del código fuente						X							
19	4	Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma de origen													
20	4.1	Elaboración del plan detallado de trabajo para esta etapa	X												
21	4.2	Preparación de las pruebas de funcionamiento													
22	4.2.1	Elaboración de guiones de prueba							X						
23	4.2.2	Identificación y obtención de los archivos de datos requeridos para las pruebas de funcionamiento							X						
24	4.2.3	Ejecución de los guiones de pruebas y generación de la línea de base							X						
25	4.2.4	Preparación y entrega de los archivos de datos para recrear los resultados de las pruebas funcionales							X						
26	4.3	Preparativos para la transferencia de archivos de datos al ambiente de producción													
27	4.3.1	Identificación de archivos que serán transferidos							X						
28	4.3.2	Obtención de respaldos en medio magnético de los archivos que serán transferidos							X						
29	4.3.3	Preparación y entrega de los archivos que serán transferidos al ambiente de producción							X						
30	5	Tratamiento de los archivos de datos en la plataforma destino													
31	5.1	Archivos de datos para pruebas de funcionamiento													

Matriz de asignación de responsabilidades

Consecutivo	Código EDT	Etapa / Actividad	Responsable ⁶⁴													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
32	5.1.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa	X													
33	5.1.2	Recepción y transferencia de archivos de datos en la plataforma destino						X								
34	5.1.3	Procesamiento de datos para adecuación de su formato						X								
35	5.2	Archivos de datos para proceso en paralelo e implantación en producción														
36	5.2.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa	X													
37	5.2.2	Recepción y transferencia de archivos de datos en la plataforma destino						X								
38	5.2.3	Procesamiento de datos para adecuación de su formato						X								
39	6	Realización de pruebas de funcionamiento														
40	6.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa	X													
41	6.2	Recepción de los insumos para realizar las pruebas de funcionamiento						X								
42	6.3	Ejecución de las pruebas de funcionamiento						X								
43	6.4	Verificación y cotejo de los resultados de las pruebas funcionales						X								
44	6.5	Investigación de las causas de diferencias y errores, y corrección de los mismos						X								
45	7	Realización de pruebas en paralelo														
46	7.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa	X													
47	7.2	Recepción de los insumos necesarios para realizar las pruebas en paralelo						X								
48	7.3	Ejecución de pruebas en paralelo y cotejo de resultados						X								
49	7.4	Análisis de las desviaciones y errores de procesamiento, y corrección de los mismos						X								
50	7.5	Preparación de bibliotecas migradas para su liberación al ambiente de producción						X								
51	8	Distribución e implantación en producción														

Matriz de asignación de responsabilidades

Consecutivo	Código EDT	Etapa / Actividad	Responsable ⁶⁴												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
52	8.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para esta etapa	X												
53	8.2	Recepción de bibliotecas ejecutables									X				
54	8.3	Recepción de bibliotecas de código fuente										X			
55	8.4	Distribución de bibliotecas ejecutables							X						
56	9	Capacitación de personal y servicios de garantía													
57	9.1	Capacitación de personal													
58	9.1.1	Elaboración del plan de trabajo detallado para capacitar al personal	X												
59	9.1.2	Realizar el diagnóstico de las necesidades de capacitación											X		
60	9.1.3	Elaboración de temarios y contenidos de capacitación, y organización de grupos											X		
61	9.1.4	Impartición de la capacitación											X		
62	9.1.5	Presentación de los resultados de la capacitación											X		
63	9.2	Servicios de apoyo técnico durante el periodo de garantía													
64	9.2.1	Definición de los requisitos del cliente	X												
65	9.2.2	Establecimiento del procedimiento para la prestación de los servicios													X
66	9.2.3	Definición de requerimientos para instrumentar el servicio													X
67	9.2.4	Elaboración del plan de trabajo detallado para instrumentar el servicio de apoyo técnico	X												
68	9.2.5	Instalación del servicio de apoyo técnico durante el periodo de garantía													X

5. Estimación de la duración de las tareas⁶⁵

En algunos casos la duración de una tarea dependerá del número de personas y otros recursos que hayan sido asignados a la realización de la misma. En otros casos, habrá actividades cuya duración no dependa de la cantidad o calidad de los recursos que sean asignados a la misma.

En el primer caso, es decir, de actividades cuya duración depende del número de personas asignadas para su realización, encontramos ejemplos como el pintado de una pared. En principio podría afirmarse que para una determinada superficie que debe ser pintada, si se asigna un pintor con cierto nivel de experiencia, tardara una determinada cantidad de horas o de días en completar la tarea, siempre y cuando disponga de todos los demás recursos que requiere para realizar la tarea, es decir, brochas, pintura, solventes, etc.

Si en lugar de asignar a un pintor, se asignan dos pintores con las mismas características y nivel de habilidad que el primero, así como los implementos que requiere cada trabajador para realizar el trabajo encomendado, es de suponerse que la tarea podría efectuarse en la mitad del tiempo que requiere una sola persona para su realización. Si en lugar de asignar dos pintores, se asignan tres pintores, entonces la duración de la tarea podría disminuir para quedar en un tercio de la duración requerida cuando el trabajo es efectuado por una sola persona. A este tipo de tareas se les conoce como “tareas de duración condicionada por el esfuerzo”.

En otro caso, hay tareas cuya duración no varía en función de la cantidad de recursos que sean asignados. Tal sería el caso del periodo de espera que

⁶⁵ De acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española, uno de los significados de la palabra “actividad” corresponde a “**Conjunto de operaciones o tareas propias de una persona o entidad**”. Esa misma fuente también señala que uno de los significados de la palabra “tarea” corresponde a “**Trabajo que debe hacerse en tiempo limitado**”. En el caso del presente trabajo, se utilizan indistintamente ambas palabras, con el mismo significado. Disponible en: www.rae.es, consultado el 7 de octubre de 2008.

resulta necesario para dejar secar la pintura que ha sido aplicada en la pared, pues no hay más que hacer que dejar secar la pintura durante el periodo recomendado por el fabricante de la misma, antes de continuar con otras actividades relacionadas con la pared a la que le ha sido aplicada la pintura. Este tipo de tareas se conocen como “tareas de duración fija”, pues su duración no está determinada por la mano de obra u otros recursos que sean asignados a la realización de la misma. En el caso de las actividades que han sido identificadas hasta el momento, todas podrían ser clasificadas como tareas cuya duración está condicionada por el esfuerzo⁶⁶.

Estas consideraciones son muy importantes al momento de tratar de determinar cuál será la duración prevista para una tarea, con la finalidad de proseguir con el desarrollo de un plan de trabajo. Para estimar la duración de una tarea, en donde la participación de los recursos humanos es necesaria para la realización de la misma, puede procederse de la siguiente manera:

1. Es necesario cuantificar el trabajo que debe ser realizado en cada actividad. En el ejemplo de la pared que será pintada, el trabajo puede cuantificarse en la cantidad de m² que tienen que ser pintados. En el caso de un proyecto de migración de aplicaciones, es probable que la cantidad de trabajo por realizar pueda ser expresada como “cantidad de programas que requieren X tratamiento”.
2. También se requiere obtener información relacionada con el rendimiento⁶⁷ unitario promedio de los recursos que requiere cada tarea para su ejecución. En el caso del ejemplo de la pared que será pintada, el

⁶⁶ Una de las acepciones para la palabra “esfuerzo” de acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española, en su versión disponible para consulta en Internet, corresponde a: **“Empleo de elementos costosos en la consecución de algún fin”**. Disponible en: www.rae.es, consultado el 7 de octubre de 2008.

⁶⁷ Una de las acepciones para la palabra “rendimiento”, de acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española, en su versión disponible para consulta en Internet, corresponde a: **“Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados”**. Disponible en: www.rae.es, consultado el 7 de octubre de 2008.

rendimiento unitario promedio corresponde a la cantidad de m² que puede pintar un pintor por unidad de tiempo. Será conveniente que el rendimiento esté expresado en las mismas unidades que servirán para cuantificar el trabajo que requiere ser realizado.

3. Como primer intento para estimar la duración de una tarea puede ser útil proceder a calcular dicho valor, dividiendo la cantidad del trabajo que requiere ser realizado entre la tasa de rendimiento unitario promedio de los recursos que requiere dicha tarea para su ejecución. El resultado de esta operación nos indicará la duración de la tarea considerando que solamente hubiera disponible una persona con las habilidades requeridas para ejecutar la tarea en cuestión. Más adelante, cuando llegue el momento de desarrollar el programa de trabajo, podrán hacerse otros ajustes para asignar una mayor cantidad de recursos, en caso que fuera conveniente reducir la duración prevista para esta actividad.

Para organizar la información correspondiente a cada actividad del proyecto, puede utilizarse un formato como el que se muestra en la siguiente ilustración:

Estimación de la duración de las actividades del proyecto

Código EDT	Actividad	Cantidad de trabajo requerida	Recurso requerido	Tasa de rendimiento unitario	Duración estimada
	Actividad -1				
	Actividad -2				
	Actividad -3				
				
	Actividad-n				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuando haya actividades que requieran más de un tipo de recursos para su realización, y la tasa de rendimiento de dichos recursos sea diferente, resultará conveniente subdividirla en actividades que solamente utilicen un solo tipo de recurso. Esto servirá para mejorar la forma de controlar y evaluar el desempeño de los recursos involucrados, durante la ejecución del proyecto.

Además de lo que ha sido mencionado, hay otras consideraciones importantes que deben tenerse en cuenta al momento de tratar de estimar o prever la duración que tendrán las tareas contenidas en un plan de trabajo. Para estimar la duración de una tarea se puede recurrir diferentes instrumentos que incluyen el juicio de los expertos, la experiencia previa en situaciones similares, o el auxilio de modelos matemáticos y estadísticos que puedan producir estimaciones de duración de las actividades.

Para un proyecto de migración de aplicaciones que utiliza herramientas automatizadas de software, puede consultarse con el proveedor de tales instrumentos, pues probablemente (y deseablemente) tenga amplia experiencia participando en otros proyectos similares, y este conocimiento pueda ponerse al servicio del proyecto que se pretende llevar a cabo. Otra fuente muy importante para elaborar estas estimaciones, es el personal encargado del mantenimiento y desarrollo de los sistemas en la plataforma original, así como el personal encargado de la operación en producción de tales aplicaciones. Por ejemplo, para determinar cuánto tiempo será necesario para realizar las pruebas de funcionamiento de un conjunto de programas, puede tomarse como referencia el tiempo de procesamiento que han requerido dichos programas cuando son ejecutados en el ambiente de producción de la plataforma de origen.

A final de cuentas, resulta muy importante contar con los elementos adecuados para calcular y sustentar una estimación, pero igualmente importante será el compromiso que se asuma al momento de ejecutar el plan de trabajo para

lograr que se cumplan las fechas de inicio y terminación comprometidas. Para ello, se requiere tener habilidad administrativa, información oportuna relativa al progreso de las actividades en curso, poder de negociación, y mantener una mentalidad abierta que permita hacer las concesiones o intercambios necesarios, equilibrando adecuadamente los recursos con los que cuenta el administrador del proyecto, para lograr que se cumplan los compromisos asumidos por el equipo de trabajo.

Lo que aquí se desea enfatizar es que el ejercicio de estimación de la duración de las actividades no es un aspecto trivial en el proceso de planeación de proyectos, y por lo mismo, no debe realizarse a la ligera, por que si se procede de esa manera, se puede producir un plan de trabajo poco realista y sin sustento.

6. Desarrollo del programa de trabajo

Una importante diferencia entre un listado con la secuencia de actividades y un programa de trabajo, es que el segundo incluye la duración estimada de las actividades, las fechas probables de inicio y de terminación de las mismas, así como la identificación y cuantificación de los recursos que son requeridos para llevar a cabo cada tarea.

El programa de trabajo que se produzca en esta etapa deberá resultar razonable en términos del tiempo de ejecución, de la satisfacción de los alcances del proyecto, y de la posibilidad de utilización de los recursos disponibles. En el siguiente paso del proceso de planeación se revisarán los aspectos relacionados con el establecimiento de los costos de los recursos que utilizan las actividades que conforman el plan de trabajo. Es probable que como resultado del primer ejercicio de costeo del proyecto, sea necesario regresar a esta etapa para realizar ajustes al plan de trabajo, pues además de satisfacer los requisitos de duración del proyecto, lograr los alcances previstos o deseados, también se requiere

obtener un plan de trabajo que pueda ser realizable dentro del presupuesto considerado para la realización del proyecto.

En algunos casos resultará necesario modificar la cantidad de recursos dedicados a algunas actividades, para lograr que éstas puedan realizarse en menos tiempo del que originalmente ha sido estimado, pero habrá que hacerlo con cuidado, para no incurrir en costos excesivos. Vale la pena recordar la “Ley de Rendimientos Decrecientes” postulada por el economista inglés David Ricardo⁶⁸, en donde señalaba que las unidades adicionales de trabajo, producirán un rendimiento menor que las unidades originalmente asignadas a una tarea.

Esto puede verse con el ejemplo de los pintores, que ha sido mencionado anteriormente. Supongamos que la superficie por pintar corresponde a 20 m² y que cada pintor trabaja a razón de 1 m² por hora. Entonces se requerirían 20 horas de trabajo de un pintor para realizar la tarea, o 10 horas de trabajo de un equipo de 2 pintores que trabajen simultáneamente para realizar la misma tarea, o 5 horas del trabajo de un equipo de 4 pintores que trabajen simultáneamente para realizar la tarea, y así sucesivamente, pero llegará el momento en que si se agrega un pintor más al equipo de trabajo encargado de pintar la pared, ya no ocurrirá una reducción de tiempo en la realización de la tarea, por que físicamente no será posible acomodar a una persona más para que pueda participar en la realización de dicha labor, y de hecho, su presencia estorbará al resto de los trabajadores.

En otros casos será posible alargar la duración prevista para algunas actividades, a costa de reducir los recursos que originalmente se les habían asignados, buscando con ello la disminución del costo previsto, siempre y cuando estos ajustes no repercutan de manera negativa en el resto del plan de trabajo, impidiendo la terminación o el inicio de ciertas actividades cuyas fechas

⁶⁸ Wikipedia. “Ley de Rendimientos Decrecientes”. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_los_rendimientos_decrecientes, consultado el 7 de octubre de 2008.

específicamente deban cumplirse, o que incrementen el costo de otras actividades.

Un aspecto muy importante para esta etapa, es la identificación de la ruta crítica del proyecto, definiendo ésta como la secuencia de actividades para la cual no existe holgura de tiempo libre entre el inicio y la terminación de las tareas consideradas dentro de dicha secuencia. De acuerdo con una definición para este concepto, la ruta crítica “es la secuencia de los elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto para completar el proyecto”⁶⁹. Un proyecto puede tener más de una ruta crítica, o ésta puede “ramificarse” en varias rutas. Asimismo, los ajustes que se realizan en la secuencia de las actividades, en la asignación de recursos, y en la estimación de la duración de las mismas, pueden repercutir alterando la ruta crítica que originalmente se había identificado.

Para el administrador del proyecto es muy importante mantener especial atención en la evolución que van teniendo las actividades incluidas dentro de la ruta crítica, pues si alguna de ellas se retrasa, podrá causar un retraso en el resto de las actividades de la secuencia, y presumiblemente del resto del proyecto, a menos que se tomen oportunamente las medidas adecuadas para recuperar el tiempo perdido, lo que puede significar la asignación de recursos adicionales para esas tareas e inclusive, el incremento en el costo de las mismas.

7. Costeo del proyecto

Para realizar el costeo del proyecto puede seguirse alguno de los siguientes caminos:

⁶⁹ Wikipedia en español. Método de la ruta crítica. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Critical_Path_Method. Fecha de consulta: 10 de Octubre de 2008.

- Comenzar con el conocimiento de los costos unitarios de los insumos que se requieren para realizar cada una de las actividades del proyecto, y calcular el costo de cada actividad en función al uso o consumo de tales recursos. Continuar con el cálculo de costos a nivel de grupos de actividades relacionadas, y luego hacerlo por etapa, hasta que finalmente se pueda obtener el costo estimado para todo proyecto. Este tipo de costeo comienza con el nivel de mayor detalle, y continúa con la consolidación de la información hasta obtener el valor del costo total del proyecto.
- Otro enfoque consiste en dividir un techo presupuestal, entre las diferentes etapas y actividades que constituyen al proyecto, asignado un costo presupuestado a cada una. En la práctica puede ser que este enfoque sea mucho más sencillo y menos laborioso que el enfoque anterior, pero seguramente la información producida a nivel de cada actividad será menos exacta que la que se produciría utilizando el primer enfoque.

Como resultado de esta etapa se obtendrán cuatro productos muy importantes: El catálogo de costos unitarios de los insumos que serán utilizados en el proyecto, un presupuesto por concepto de gasto, un programa para la ejecución o aplicación de los gastos presupuestados, y un programa para la contratación de recursos externos, compra de insumos y contratación de servicios.

8. Análisis de los riesgos del proyecto

La identificación de los riesgos a los que un proyecto puede estar expuesto, comienza desde el planteamiento y definición de los objetivos y alcances del proyecto. Conforme se avanza en el proceso de planeación, se identifican con detalle las actividades que serán realizadas, los recursos que son requeridos, el costo de estos recursos, las necesidades de abastecimiento externo para suplir los recursos con los que no se cuenta, y se va obteniendo un panorama

pormenorizado del proyecto, será posible identificar con mayor claridad los riesgos que puedan impactar la ejecución o la exitosa terminación del proyecto.

De acuerdo con el PMBOK del Project Management Institute, “La gestión de riesgos es un proceso sistemático para identificar, analizar y responder a los riesgos de un proyecto. Incluye la maximización de la probabilidad y consecuencias de los eventos positivos y la minimización de la probabilidad y consecuencias de los eventos negativos a los objetivos del proyecto”⁷⁰.

De aquí se desprende que la identificación y el análisis de riesgos, el desarrollo de los mecanismos de respuesta para enfrentar los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos de un proyecto, son actividades que deben realizarse durante todas las etapas de un proyecto.

El análisis de riesgos propiamente se refiere a establecer razonablemente la probabilidad de ocurrencia de dicho riesgo, así como a cuantificar el impacto que tendría sobre el proyecto, la materialización u ocurrencia de dicho riesgo. Existen diferentes técnicas para realizar el análisis y cuantificación o valuación del impacto de los riesgos, y el administrador del proyecto o las personas que realicen las actividades relacionadas con el análisis de riesgos deberán aplicar las que resulten de mayor pertinencia según sea el caso. Lo que aquí se desea enfatizar es la importancia de identificar los riesgos que pueden afectar el correcto desempeño del proyecto.

Para el caso de un proyecto de migración de aplicaciones de software, y con base a la experiencia adquirida durante el proyecto de actualización tecnológica del IMSS, se recomienda incluir en la lista de riesgos, los siguientes:

⁷⁰ A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide), Newton Square, Pennsylvania, 2000, Pag. 127

- Inconsistencia entre la versión del código fuente de los programas y componentes que serán migrados, respecto de la versión de los mismos programas que son procesados en el ambiente de producción.
- Ausencia parcial o total del código fuente, de las aplicaciones de software que se tiene considerado migrar.
- Multiplicidad de versiones del código fuente de los programas y componentes que serán migrados debido a cambios constantes en los mismos.
- Muy limitada disponibilidad de tiempo del personal cuya participación es requerida para preparar los escenarios de prueba para los sistemas.
- Desconocimiento de aspectos técnicos relacionados con la nueva plataforma de software y hardware a donde serán migradas las aplicaciones.
- Falta de participación del personal encargado del mantenimiento de los sistemas que serán migrados, debido a que se encuentran atendiendo otras tareas de mayor prioridad.
- Descompostura de los equipos que conforman la plataforma original del laboratorio de migración, o de los equipos del ambiente de producción, en una situación en la que posiblemente no haya refacciones disponibles para su reparación, o que no exista un representante técnico del fabricante que se pueda hacer cargo de la reparación.

Como procedimiento general para realizar el análisis de riesgos, se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Identificar todos los riesgos que tengan la posibilidad de impactar al proyecto.
- Precisar cuáles serán las consecuencias de la ocurrencia de cada riesgo identificado.
- Establecer la magnitud del impacto, tratando de cuantificar los daños o los beneficios que provoque la materialización del riesgo.
- Estimar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos.
- Establecer una clasificación para etiquetar los riesgos de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia y con la magnitud del impacto.
- Establecer las estrategias que serán seguidas para enfrentar los riesgos. Pueden considerarse como estrategias genéricas, las siguientes: Prevenir, Solucionar, Mitigar, o Ignorar los riesgos. La prevención se refiere a tomar medidas antes de que materialice el riesgo para evitar que esto ocurra. La solución se refiere a disponer la ejecución de las medidas necesarias para eliminar el riesgo cuando éste se materialice. La mitigación consiste en el aminoramiento de los efectos del riesgo, cuando no resulta posible o eficiente la solución del riesgo. Finalmente, habrá casos en los que los riesgos puedan ser ignorados, toda vez que la probabilidad de que estos ocurran es mínima, y los efectos nocivos que pudieran tener sobre el proyecto, tendrían un impacto mínimo que podría ser corregido sin incurrir en mayores costos, incrementar la duración del proyecto, o modificar los alcances y calidad de los productos del mismo.
- Elaborar un plan de trabajo específico para administrar los riesgos del proyecto.

Los resultados de esta etapa serán un listado de los riesgos identificados, y el plan de trabajo de administración de riesgos. Las actividades que emanen del plan de trabajo de administración de riesgos deberán ser incorporadas al plan de trabajo del proyecto, con su correspondiente asignación de recursos, costeo, y secuenciación.

9. Integración del Plan Maestro del Proyecto

Una vez que han sido desarrolladas las etapas previas y que el plan de trabajo ha sido revisado y ajustado hasta que se tiene un producto que cumple con las expectativas y restricciones del proyecto, llega el momento de integrar el Plan Maestro, elaborando una presentación del mismo para obtener la aprobación de los patrocinadores del proyecto y poder iniciar con la ejecución del plan.

Resulta conveniente integrar los documentos que han sido generados durante el proceso de planeación, pues constituyen el soporte del Plan Maestro que será presentado a los patrocinadores.

En las siguientes páginas se muestra un cuadro en donde son enlistados los productos que deben obtenerse de cada etapa de cada etapa del proceso de planeación:

Actividades y productos del proceso de planeación de proyectos		
Etapa	Productos	Formatos
1. Definición de los objetivos y alcances del proyecto.	- Documento para la definición de objetivos y alcances del proyecto	AP-01 “OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROYECTO”
2. Definición de las actividades del proyecto.	- Ciclo de Vida del Proyecto - Estructura para la División del Trabajo (EDT) - Listado de Actividades del Proyecto - Criterios de Terminación y Medición de Avance por Actividad	AP-02.1 “DEFINICIÓN DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO” AP-02.2 “DIAGRAMA DE SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO” AP-02.3 “DESGLOSE DE ACTIVIDADES POR ETAPA”
3. Establecimiento de la secuencia de las actividades.	- Diagrama de precedencia de actividades - Listado de actividades con identificación de sus predecesoras	AP-03.1 “SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO” AP-03.2 “DIAGRAMA DE RED DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO”
4. Asignación de recursos	- Identificación de especialidades requeridas por actividad - Descripción de especialidades identificadas - Identificación de insumos requeridos por actividad - Organigrama del equipo	AP-04.1 “DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIALIDADES TÉCNICAS REQUERIDAS PARA EL PROYECTO” AP-04.2 “DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS MATERIALES REQUERIDOS PARA EL PROYECTO” AP-04.3 “ORGANIGRAMA DEL PROYECTO”

Actividades y productos del proceso de planeación de proyectos		
Etapas	Productos	Formatos
	de trabajo del proyecto - Matriz de Asignación de Responsabilidades	AP-04.4 "MATRIZ DE ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES" AP-04.5 "MATRIZ DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS MATERIALES EN EL PROYECTO"
5. Estimación de la duración de las tareas	- Estimación de la duración de las tareas del proyecto	AP-05 "ESTIMACIÓN DE LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO"
6. Desarrollo del programa de trabajo	- Ruta crítica del proyecto - Programa de trabajo del proyecto	AP-06 "DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO"
7. Costeo del proyecto	- Catálogo de costos unitarios de los insumos que serán utilizados en el proyecto - Presupuesto detallado del proyecto por concepto de gasto - Programa de ejecución de los gastos presupuestados - Programa para la contratación de recursos externos, compra de insumos y contratación de servicios	AP-07.1 "CATÁLOGO DE COSTOS POR ACTIVIDAD" AP-07.2 "PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE GASTO" AP-07.3 "PROGRAMA PARA EJECUCIÓN DEL GASTO PRESUPUESTADO" AP-07.4 "PROGRAMA DE ADQUISICIÓN DE INSUMOS, CONTRATACIÓN DE SERVICIOS Y DE PERSONAL"

Actividades y productos del proceso de planeación de proyectos		
Etapas	Productos	Formatos
8. Análisis de los riesgos del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Listado de riesgos identificados que inciden o pueden incidir sobre el proyecto - Plan de trabajo para administrar los riesgos del proyecto 	<p>AP-08.1 “LISTADO DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS QUE INCIDEN O PUEDEN INCIDIR EN EL PROYECTO”</p> <p>AP-08.2 “ESTRATEGIA DE RESPUESTA ANTE LA MANIFESTACIÓN DE RIESGOS”</p> <p>AP-08.3 “ESTRATEGIA DE PREVENCIÓN PARA LOS RIESGOS DEL PROYECTO”</p>
9. Integración del Plan Maestro del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación ejecutiva del proyecto 	<p>AP-09 “PLAN DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO”</p>

CONCLUSIONES

En la planeación original del proyecto de migración de aplicaciones del IMSS se consideró que todo el esfuerzo duraría seis meses. En la práctica el proyecto requirió de 14 meses para su terminación. El alcance original del proyecto consideraba la conversión de un número determinado de sistemas y sus componentes, y al final la cantidad de programas y componentes que fueron migrados, resultó ser menor a lo previsto. El costo presupuestado del proyecto fue excedido debido al pago de nómina durante un periodo de catorce meses en lugar de los seis que originalmente fueron considerados. Con estos elementos podríamos decir que el proyecto no fue “Exitoso”, bajo la óptica planteada por “The Standish Group” dentro del documento titulado “Reporte Caos”. Más bien, podría ser clasificado como un proyecto “Desafiante”.

Sin embargo, a pesar de tales situaciones, el proyecto cubrió las expectativas del cliente y resultó muy rentable para la empresa que lo llevó a cabo, y por ello fue considerado muy exitoso por ambas organizaciones. Entonces podría señalarse que además de realizarse en tiempo, costo y cubriendo los objetivos originalmente planteados, **un proyecto debe dejar satisfechas a las partes que intervienen en el mismo.**

Muchos de los problemas que se presentaron sobre la marcha, fueron resueltos de la misma manera, improvisando soluciones que podrían haber sido previstas, dimensionadas y costeadas, para buscar mayor racionalidad en los gastos realizados. Visto en retrospectiva, es factible señalar que hizo falta realizar un minucioso análisis de riesgos que permitiera prever la mayoría de las situaciones que se presentaron y que ocasionaron la desviación del curso del proyecto. Eso hubiera permitido instrumentar anticipadamente los cursos estructurados de acción requeridos para atender las eventualidades que ocasionaron los mayores retrasos en el proyecto.

Al realizar una planeación más rigurosa hubiera sido factible establecer que el proyecto requería más tiempo, o más recursos, que lo que originalmente se dimensionó. El establecimiento puntual de los criterios de calidad requeridos para entregar y recibir los componentes que fueron migrados, hubiera evitado la repetición de tareas, toda vez que los insumos que se recibían en el laboratorio de migración tuvieron importantes problemas de calidad, llegando al extremo de que se recibieron grupos de programas que producían errores de compilación al ser procesados en la plataforma original.

Entonces, para el caso del proyecto de actualización tecnológica del IMSS, los factores “desconocimiento” y “falta de previsión” contribuyeron de manera importante a la problemática que ha sido planteada. Es por ello que si se sigue un método de trabajo que claramente especifique los insumos requeridos y las condiciones o características que dichos insumos deben de cumplir, se producirá un importante ahorro de tiempo y costos, en lo que a este tipo de proyectos se refiere.

BIBLIOGRAFÍA

CHASE, Richard B., Jacobs, Robert F., Aquilano, Nicholas J., *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*, McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, Décima Edición, 2007.

HERNÁNDEZ Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos y Baptista Lucio Pilar. *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, Tercera Edición 2002.

Documentos:

ESTADOS UNIDOS, PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide)*, Newton Square, Pennsylvania, 2000, 216 pp.

Documentos consultados a través de Internet:

BELLEÇ, Jean, *GCOS 6 Minicomputers Products*, [s.l.i.], Diciembre 6 de 2002, <<http://febcm.club.fr/english/compindex.html>>, (23 de octubre de 2008), [s.p.]

BULL, "Year 2000 Compliance Overview. GCOS 6 HVS", *Year 2000*, [s.l.i.], Julio 22 de 1997, <<http://www.bull.com/servers/year2000/index.html>>, (30 de Agosto de 2007), [s.p.]

DEURSEN Arie van, Klint Paul, Verhoef Chris: *Research Issues in the Renovation of Legacy Systems*, 1999. Centrum loor Wiskunde en Informatica., <<http://www.cwi.nl/~arie/papers/etaps99.ps>>, (23 de octubre de 2008), [s.p.]

JONES, Caper. *The Economics of Software Maintenance in the Twenty First Century*. 2006, ver. 3, Software Productivity Research, Inc., <<http://www.compaid.com/caiinternet/ezine/capersjonesmaintenance.pdf>>, (23 de octubre de 2008), [s.p.]

MALTON, Andrew, *The Software Migration Barbell*, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, Agosto de 2001, <<http://www.cs.ualberta.ca/~kenw/conf/awsa2001/papers/malton.pdf>>, (27 de Agosto de 2007), 7 pp.

STANDISH GROUP. “*The Chaos Report*”, [s.l.i.], 1995, <<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/NCP08083B.pdf>>, (23 de octubre de 2008), 8 pp.

WEIDERMAN, Nelson H., Northrop, Linda, Smith, Dennis B., Tilley, Scott R., y Wallnau, Kart, *Approaches to Legacy System Evolution*, 1997, Pittsburg, Pa. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, <<http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/97.reports/pdf/97tr014.pdf>>, (23 de Octubre de 2008) p. 1.

Enciclopedia o diccionario en Internet:

“Actividad”, Diccionario de la lengua española, Real Academia Española, Vigésima segunda edición, 2001, < <http://www.rae.es/rae.html>>, (23 de octubre de 2007), [s.p.]

“COBOL”, *Wikipedia, la enciclopedia libre*, Estados Unidos, Wikimedia Foundation, 19 de Agosto de 2007, < <http://es.wikipedia.org/wiki/COBOL>>, (23 de octubre de 2007), [s.p.]

“Código Fuente”, *Wikipedia, la enciclopedia libre*, Estados Unidos, Wikimedia Foundation, 19 de Agosto de 2007, < http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_fuente>, (23 de octubre de 2007), [s.p.]

“Esfuerzo”, Diccionario de la lengua española, Real Academia Española, Vigésima segunda edición, 2001, < <http://www.rae.es/rae.html>>, (23 de octubre de 2007), [s.p.]

“Estrategia”, Diccionario de la lengua española, Real Academia Española, Vigésima segunda edición, 2001, < <http://www.rae.es/rae.html>>, (23 de octubre de 2007), [s.p.]

“Ley de Rendimientos Decrecientes”, *Wikipedia, la enciclopedia libre*, Estados Unidos, Wikimedia Foundation, 19 de Agosto de 2007, < http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_los_rendimientos_decrecientes >, (23 de octubre de 2007), [s.p.]

“Matriz de Asignación de Responsabilidades”, *Wikipedia, la enciclopedia libre*, Estados Unidos, Wikimedia Foundation, 19 de Agosto de 2007, < http://es.wikipedia.org/wiki/Matriz_de_Asignaci%C3%B3n_de_Responsabilidades >, (23 de octubre de 2007), [s.p.]

“Método de la ruta crítica”, *Wikipedia, la enciclopedia libre*, Estados Unidos, Wikimedia Foundation, 19 de Agosto de 2007, < http://es.wikipedia.org/wiki/Critical_Path_Method >, (23 de octubre de 2007), [s.p.]

“Rendimiento”, Diccionario de la lengua española, Real Academia Española, Vigésima segunda edición, 2001, < <http://www.rae.es/rae.html>>, (23 de octubre de 2007), [s.p.]

ANEXO 1

ANEXO 1. EXTRACTO DEL INFORME GENERAL SOBRE EL ESTADO Y GRADO DE AVANCE DE LA CONVERSIÓN DE SISTEMAS DE LA PLATAFORMA BULL A PLATAFORMA H.P. (AGOSTO DE 1998).								
Aplicación (# de programas fuente)	Recepción Biblioteca de Programas Fuente	Pruebas Funcionales		Pruebas en Paralelo		Implantación		Días transcurridos
		Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término	
Contabilidad y Presupuestos (168)	03/07/1997	16/07/1997	06/08/1997	19/08/1997	19/09/1997	20/09/1997	09/10/1997	98
Contabilidad y Presupuestos Solidaridad (14)	09/07/1997	16/07/1997	30/07/1997	19/08/1997	19/09/1997	20/09/1997	09/10/1997	92
SUI ⁷¹ Régimen Ordinario (69)	02/07/1997	17/07/1997	15/08/1997	15/10/1997	18/10/1997	10/12/1997	27/01/1998	209
SUI ⁷² Solidaridad (90)	27/06/1997	10/07/1997	15/08/1997	22/10/1997	16/01/1998	12/02/1998	27/02/1998	245
Inventario Físico de Tiendas (2)	02/07/1997	10/07/1997	15/08/1997	08/10/1997	17/10/1997	20/01/1998	31/01/1998	213
PLA.C.A. ⁷³ Hospitales (22)	03/07/1997	07/08/1997	11/08/1997	29/10/1997	29/10/1997	20/01/1998	27/02/1998	239
PLA.C.A. ⁷⁴ Guarderías (16)	03/07/1997	07/08/1997	11/08/1997	29/10/1997	29/10/1997	20/01/1998	27/02/1998	239
Prestaciones Sociales - Operativo Delegacional (57)	16/07/1997	19/09/1997	24/09/1997	21/10/1997	24/10/1997	03/11/1997	31/12/1997	168
Prestaciones Sociales - Normativo Central ⁷⁵ (12)	08/12/1997	10/03/1998	14/04/1998	15/04/1998	30/04/1998	15/04/1998	30/04/1998	143
Sistema de Guarderías (16)	01/07/1997	08/08/1997	12/08/1997	21/10/1997	24/10/1997	03/11/1997	31/12/1997	183
Tesorería General – Convenios (26)	27/06/1997	04/08/1997	07/08/1997	26/01/1998	18/02/1998	06/03/1998	30/03/1998	276
Asegurados, Patrones y Municipios (97)	26/11/1997	26/01/1998	14/05/1998	15/05/1998	27/05/1998	28/05/1998	01/07/1998	217
Riesgos de Trabajo (115)	03/04/1998	27/04/1998	13/05/1998	15/05/1998	27/05/1998	28/05/1998	20/07/1998	108
EMA ⁷⁶ y EBA ⁷⁷ (10)	04/07/1997	11/08/1997	15/08/1997	29/10/1997	20/11/1997	01/12/1997	26/12/1997	175
Nómina de Pensionados (1)	15/07/1997	12/08/1997	13/08/1997	12/09/1997	30/09/1997	13/11/1997	21/11/1997	129

⁷¹ Iniciales de Sistema Único de Información.

⁷² Ídem.

⁷³ Iniciales del Sistema de Planeación y Control de Alimentos

⁷⁴ Ídem.

⁷⁵ Por tratarse de una aplicación de uso exclusivo de las oficinas centrales, al término de las pruebas en paralelo se dio por implantado el sistema.

⁷⁶ Iniciales de Emisión Mensual Anticipada.

⁷⁷ Iniciales de Emisión Bimestral Anticipada.

ANEXO 1. EXTRACTO DEL INFORME GENERAL SOBRE EL ESTADO Y GRADO DE AVANCE DE LA CONVERSIÓN DE SISTEMAS DE LA PLATAFORMA BULL A PLATAFORMA H.P. (AGOSTO DE 1998).								
Aplicación (# de programas fuente)	Recepción Biblioteca de Programas Fuente	Pruebas Funcionales		Pruebas en Paralelo		Implantación		Días transcurridos
		Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término	
Seguros Especiales (8)	24/11/1997	16/02/1998	23/02/1998	16/02/1998	23/02/1998	27/02/1998	15/03/1998	111
SIMECI ⁷⁸ (33)	19/11/1997	15/12/1997	30/12/1997	16/02/1998	18/02/1998	24/04/1998	05/05/1998	167
SUI55/MT5 ⁷⁹ (15)	19/11/1997	06/03/1998	15/05/1998	15/05/1998	27/05/1998	28/05/1998	20/07/1998	243
Eventuales - Afiliación ⁸⁰ (79)	19/11/1997	15/12/1997	06/03/1998	10/03/1998	30/04/1998	10/03/1998	30/04/1998	162
Eventuales - Cobranza ⁸¹ (43)	19/11/1997	05/03/1998	29/04/1998	30/04/1998	08/05/1998	30/04/1998	08/05/1998	170
Sistema Documentador ⁸² (135)	16/08/1997	02/03/1998	17/04/1998	20/04/1998	08/05/1998	11/05/1998	15/05/1998	272
Control de Cintoteca ⁸³ (46)	27/04/1998	13/07/1998	07/08/1998	13/07/1998	07/08/1998	17/08/1998	21/08/1998	116

⁷⁸ Iniciales de Sistema Mecanizado de Certificados de Incapacidad.

⁷⁹ Iniciales que hacen referencia al Sistema de Información SUI55/MT5 referente a los datos estadísticos de los riesgos de trabajo.

⁸⁰ Ídem.

⁸¹ Ídem.

⁸² Los programas fuente recibidos no correspondieron con la versión compilada en ambiente de producción. Fue necesario reescribirlos. Al final no hubo pruebas en paralelo y la implantación ocurrió inmediatamente después de las pruebas funcionales. Se trató de una aplicación de uso exclusivo de oficinas centrales.

⁸³ Ídem.

**ANEXO 2.
COLECCIÓN DE
FORMATOS
PROPUESTOS
PARA ORGANIZAR
LA INFORMACIÓN
DE LA ETAPA DE
PLANEACIÓN DEL
PROYECTO**

FORMATO AP-01 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROYECTO

Nombre del proyecto	
Organización solicitante	
Patrocinador(es) del proyecto	
Antecedentes y justificación del proyecto	

Objetivos del proyecto	Requisitos para el cumplimiento de los objetivos

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:
Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma

FORMATO AP-01 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROYECTO

Duración estimada del proyecto	
Fecha límite para la terminación del proyecto	
Recursos disponibles para el proyecto	
- Recursos Humanos	
<i>Director del Proyecto / Administrador del Proyecto</i>	
<i>Líder del equipo técnico / Director Técnico</i>	
- Recursos Materiales	
- Recursos Financieros / Techo presupuestal	
Supuestos importantes	
Riesgos identificados que pueden manifestarse	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:
Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma

FORMATO AP-02.1 DEFINICIÓN DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

Nombre del proyecto	
----------------------------	--

Código EDT	Nombre de la etapa	Descripción de la etapa	Principales productos por etapa

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:
Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma

**FORMATO AP-02.2 DIAGRAMA DE SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL
PROYECTO**

Nombre del proyecto	
----------------------------	--

Diagrama de secuencia de actividades del proyecto

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:
Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma

FORMATO AP-02.3 DESGLOSE DE ACTIVIDADES POR ETAPA

Nombre del proyecto	
----------------------------	--

Código EDT	Nombre de la etapa	Actividades de la etapa	Criterio de terminación por actividad

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:
Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma

**FORMATO AP-03.2 DIAGRAMA DE RED DE LA SECUENCIA DE
ACTIVIDADES DEL PROYECTO**

Nombre del proyecto	
----------------------------	--

	Etapa N° _____

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:
Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma

**FORMATO AP-04.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIALIDADES TÉCNICAS
REQUERIDAS PARA EL PROYECTO**

Nombre del proyecto	
Identificador de la especialidad	
Nombre de la especialidad	
Descripción	
Formación académica requerida	
Experiencia requerida	
Certificaciones requeridas	
Conocimientos específicos	
Otras características especiales	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:
Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma

FORMATO AP-04.3 ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

Nombre del proyecto	
----------------------------	--

--

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:
Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma

ANEXO 3

FORMATO FC-01 CONTROL PARA EL TRATAMIENTO DEL CÓDIGO FUENTE EN LA PLATAFORMA ORIGEN

Nombre de la aplicación:	
---------------------------------	--

Nombre del Programa	Ubicación	Programa fuente localizado con todos sus componentes asociados	Compilación del programa con resultado libre de errores	Versión compilada corresponde con la versión en producción	Programa fuente y componentes asociados listos para ser transferidos al laboratorio de migración
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:
Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma	Nombre, fecha y firma