

TESIS DEFENDIDA POR

Alma Lilia Núñez Rodríguez

Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ

Dra. Ana Isabel Martínez García

Director del Comité

Dr. José Antonio García Macías

Miembro del Comité

Dr. Fernando Rojas Iñiguez

Miembro del Comité

Dr. Pedro Negrete Regagnon

Miembro del Comité

Dr. Hugo Homero Hidalgo Silva

*Coordinador del programa de
posgrado en ciencias de la
computación*

Dr. David Hilario Covarrubias Rosales

Director de Estudios de Posgrado

26 de Marzo de 2010

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DE ENSENADA**



**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS
EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**COORDINACIÓN DE FLUJOS DE TRABAJO ORGANIZACIONAL MEDIANTE
TARJETAS INTELIGENTES**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

ALMA LILIA NÚÑEZ RODRÍGUEZ

Ensenada, Baja California, México, Marzo de 2010.

RESUMEN de la tesis de **Alma Lilia Núñez Rodríguez**, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de **MAESTRO EN CIENCIAS en Ciencias de la computación**, Ensenada, Baja California, México, Marzo de 2010.

COORDINACIÓN DE FLUJOS DE TRABAJO ORGANIZACIONAL MEDIANTE TARJETAS INTELIGENTES

Resumen aprobado por:

Dra. Ana Isabel Martínez García
Directora de Tesis

Actualmente las organizaciones están viviendo un cambio en el paradigma de desarrollo de sus sistemas de información: de los datos a los procesos. La finalidad que se persigue con ello es robustecer los procesos organizacionales y mejorar el servicio que les proporcionan a sus clientes. Existen sistemas como los de administración de flujos de trabajo (*WfMS-Workflow Management System*) que permiten esto, mediante la automatización de los procesos organizacionales. Sin embargo ese tipo de sistemas no pueden ser implementados en todo tipo de organizaciones actualmente.

En este trabajo se plantea la necesidad que existe en el área de investigación de flujos de trabajo de desarrollar e implementar nuevos WfMS con otros enfoques, más adecuados al contexto de las organizaciones, principalmente hacia aquellas donde el papel no puede ser sustituido por documentos electrónicos y donde no existen redes de comunicación o éstas carecen de estabilidad.

Dada la problemática anterior, en este trabajo de tesis, se desarrolló un WfMS mediante tarjetas inteligentes que diera soporte a las organizaciones con las características antes planteadas. Este sistema está basado en una arquitectura distribuida en la cual varios motores de WfMS interactúan entre sí a través de las tarjetas inteligentes, coordinando los estados por los que atraviesan los procesos y permitiendo el flujo de la información entre los agentes, sin necesidad de que exista una red, para establecer la comunicación entre las estaciones de trabajo donde se realizan las actividades, y permitiendo el manejo de los documentos impresos en papel. Para este sistema se diseñó un modelo escrito en el Lenguaje de Marcado Extensible (XML) que contiene la definición de un proceso, en el cual se basa para coordinar los elementos de mismo mediante tarjetas inteligentes.

Palabras clave: procesos organizacionales, sistemas de administración de flujos de trabajo, tarjetas inteligentes, modelo del proceso en XML.

ABSTRACT of the thesis presented by **Alma Lilia Núñez Rodríguez**, as a partial requirement to obtain the **MASTER OF SCIENCE** degree in **COMPUTER SCIENCES**. Ensenada, Baja California, México, March 2010.

COORDINATION OF ORGANIZATIONAL WORKFLOW THROUGH SMART CARDS

Nowadays, organizations are experiencing a paradigm shift in the development of information system: from data to processes. The intended purpose thereby is to strengthen the organizational processes and improve the services they provide to their customers. There exist solutions like the Workflow Management System (WfMS) that allows this, by automation of organizational processes. However, currently such systems cannot be implemented in all types of organizations.

This work raises the existing need of workflow research to develop and implement new WfMS with other approaches that are more suitable to the context of organizations, mainly to those where the printed documents cannot be replaced by electronic documents and where communication networks are nonexistent, or they lack stability.

Given the problems raised above, in this thesis we developed a WfMS using smart cards that would support organizations with characteristics previously stated. This system is based on a distributed architecture in which several WfMS engines interact through smart cards, coordinating the states that the processes go through and allowing the flow of information between agents, without the need for a network to establish communication between the workstations where the activity took place, and allowing the management of printed documents. For this system we designed a model written in Extensible Markup Language (XML) that contains the definition of a process, which is based in coordinating the elements of it by smart cards.

Keywords: Organizational processes, Workflow Management Systems, Smart cards, Process modeling in XML.

Dedicatoria

A mi esposo Carlos, por estar conmigo y ayudarme en aquellos momentos difíciles en que el estudio y trabajo fueron excesivos, por su comprensión durante todo este tiempo en el que estuve más cerca de la computadora que de él y por su inmenso amor que es mi fuerza para cumplir mis sueños.

A mis padres Reyna y Jerónimo por sus palabras de aliento que me motivaron a salir adelante y a mis hermanos Luis, Jesús y Miguel por su apoyo incondicional.

Agradecimientos

A Dios, por cuidarme todo este tiempo, brindarme esta oportunidad de superarme y guiarme hacia un maravilloso destino.

A mi directora de tesis Dra. Ana Martínez, por su paciencia y dedicación para enseñarme. Pero sobre todo por esforzarse en recordarme cuales eran mis objetivos y ayudarme a cumplirlos.

A los miembros de mi comité Dr. Fernando Rojas, Dr. Antonio García y Dr. Pedro Negrete por sus comentarios y consejos a favor de mi trabajo.

A los miembros de la secretaría administrativa del CNyN de la UNAM por todo el tiempo que dedicaron a mi tesis a pesar de su exceso de trabajo.

A mis amigos y compañeros de la generación 2007, Jessica, Santos, Rulo, Nancy, Tavo, Ricardo, Ray, Fer, Ismael, Lupita, Liz, Yahir, Daniel, José Luis B., y José Luis G., por todos los momentos divertidos que me hicieron pasar y por su apoyo.

A Lidia y Caro por facilitarme todo lo que necesitaba.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico recibido.

LISTA DE FIGURAS

1	Metodología de la investigación	7
2	Ejemplo de un flujo de trabajo del proceso de asignación de crédito bancario.....	13
3	Elementos de una gráfica rica.....	17
4	Diagrama de rol actividad para los roles <i>solicitando crédito y atendiendo solicitud de crédito</i> del proceso de solicitud de crédito bancario.....	20
5	Diagrama IDEF0 en su <i>nivel 0</i> del proceso de solicitud de crédito bancario.....	22
6	Elementos de un diagrama de transición de estados (DTE).....	23
7	Modelo de referencia para los WfMS.....	27
8	Chip empotrado en tarjeta inteligente.....	31
9	Clasificación de las tarjetas inteligentes.....	34
10	Diferentes tamaños de las tarjetas inteligentes.....	36
11	Fases de la metodología PADM.....	43
12	Subprocesos de administración de proyectos.....	44
13	Gráfica rica del proceso de administración de proyectos.....	53
14	Gráfica rica del subproceso de viáticos y boletos.....	54
15	RADs para dos roles del subproceso de viáticos y boletos.....	58
16	IDEF0 para el subproceso de viáticos.....	60
17	Problemas técnicos del proceso de administración de proyectos.....	63
18	Propuesta de rediseño del proceso de administración de proyectos.....	64
19	Lector de tarjetas inteligentes ACR38.....	67
20	Diseño arquitectónico del WfMS.....	70

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

21	Diagrama de casos de uso del módulo secundario.....	77
22	Diagrama de casos de uso del módulo primario.....	80
23	Diagrama de casos de uso del módulo de información.....	84
24	Diagrama de secuencia del caso de uso <i>solicitar trámite</i> del módulo secundario.....	86
25	Continuación del diagrama de secuencia del caso de uso <i>solicitar trámite</i> del módulo secundario.....	88
26	Diagrama de secuencia del caso de uso <i>registrar estado del subproceso</i> del módulo primario.....	92
27	Diagrama de secuencia del caso de uso <i>continuar trámites pendientes</i> del módulo primario.....	94
28	Modelo general para la coordinación de los flujos de trabajo organizacional mediante tarjetas inteligentes.....	102
29	Diagrama de transición de estados del rol de solicitando trámite de viáticos y boletos.....	107
30	Diagrama de transición de estados del rol de atendiendo solicitud de viáticos y boletos.....	109
31	Diagrama de transición de estados del rol de justificando gastos de viáticos y boletos.....	110
32	Diagrama de transición de estados del rol de justificando gastos de viáticos y boletos.....	111
33	Modelo del flujo de trabajo del trámite de viáticos y boletos basado en autómatas finitos deterministas.....	113
34	Encabezado del modelo del flujo de trabajo mediante XML.....	110
35	Rol solicitando trámite de viáticos y boletos del modelo de flujo de trabajo mediante XML.....	116
36	Esquema de la implementación del prototipo del sistema.....	120

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

37	Desarrollo de la interfaz para (a) módulo principal, (b) módulo secundario y (c) módulo de información.....	122
38	Pantallas de las actividades (a) registrar solicitud en el módulo principal y (b) justificar gastos de viáticos en el secundario.....	123
39	(a) Pantalla de la actividad de continuar trámites pendientes del módulo principal, (b) mensaje mostrado por el prototipo cuando un rol ha finalizado.....	125
40	Pantalla de la actividad registrar trámite del módulo principal.....	126
41	(a) Pantalla de la actividad de continuar trámites pendientes del módulo principal mostrando el estado del subproceso, (b) pantalla del módulo de información consultando el estado del subproceso.....	127
42	Pantalla que muestra el informe de gastos del proyecto de un investigador.....	129
43	Escenario de uso del prototipo del WfMS.....	130
44	(a) Pantalla de acceso al módulo secundario, (b) opción de solicitar el trámite de viáticos y boletos en el menú del módulo secundario.....	131
45	Estado inicial del modelo del flujo de trabajo de viáticos y boletos hecho en XML.....	131
46	(a) Pantalla de la actividad llenar solicitud de viáticos y boletos del estado solicitando información inicial, (b) primer rol del modelo, el nombre es solicitando trámite de viáticos y boletos y el responsable es el investigador.....	132
47	Estados del flujo de trabajo del trámite de viáticos y boletos registrados en contenedor de workflow y en la tarjeta.....	132
48	Mensaje mostrado por el sistema cuando el investigador ha finalizado su rol.....	133
49	Pantalla de la actividad registrar trámite mostrando el trámite que el investigador está solicitando y la información del subproceso que se registra en el contenedor workflow	133

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

50	Modelo del flujo de trabajo ubicado en el estado que indica la transición (vb05).....	134
51	Pantalla de la actividad continuar trámites pendientes mostrando el estado actual del sistema.....	134
52	Actividades que muestra el sistema en base al modelo del flujo de trabajo.....	135
53	Registro del nuevo estado del subproceso en la tarjeta inteligente.....	135
54	Continuación del rol atendiendo solicitud de viáticos y boletos de la jefa de proyectos.....	136
55	Mensaje enviado por el sistema a la jefa de proyectos cuando ha finalizado su rol.....	136
56	Estado que indica que el trámite ha sido finalizado.....	137
57	Investigador consultando el estado del subproceso en el módulo de Información.....	137
58	Metodología del experimento.....	140
59	Secuencia de las tareas realizadas en el experimento de evaluación.....	146
60	Metodología cualitativa empleada para el análisis de la información del experimento.....	153
61	Ejemplos de identificación de conceptos y asignación de códigos en las entrevistas.....	156
62	Filtrado de conceptos de la lista inicial para obtener la lista final de conceptos que se relacionan con el fenómeno estudiado.....	156
63	Identificación de categorías, propiedades y dimensiones.....	157
64	RAD's para los roles “solicitando trámite de viáticos y boletos”, “atendiendo solicitud de viáticos y boletos”, “aprobando trámite y aprobando documentos”.....	184

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

65	RAD's para los roles "justificando gastos de viáticos", "comprobando gastos", "imprimiendo documentos" y "aprobandando documentos".....	185
66	RAD's para los roles "comprobando gastos a México", "recibiendo documentación de comprobación", "descontando gastos del presupuesto asignado", "verificando que la comprobación de gastos haya sido finalizada" y mostrando presupuesto disponible.....	186
67	IDEF0 para el subproceso de viáticos y boletos en su nivel 0.....	187
68	IDEF0 para el subproceso de viáticos y boletos en su nivel 1.....	188
69	Estructura interna de las tarjetas inteligentes ACOS3.....	193
70	Funcionamiento del comando <i>WriteRecord</i> de las tarjetas inteligentes ACOS3....	194
71	Funcionamiento del comando <i>ReadRecord</i> de las tarjetas inteligentes ACOS3.....	196

LISTA DE TABLAS

I	Elementos del proceso representados con cada técnica diagramática de modelado.....	15
II	Resumen del trabajo previo.....	39
III	Personal involucrado en el proceso de administración de proyectos y su responsabilidad.....	45
IV	Trámites solicitados en la secretaría administrativa por los investigadores..	47
V	Lista de roles encontrados en el proceso de administración de proyectos...	55
VI	Lista de roles encontrados en el subproceso de viáticos y boletos.....	56
VII	Casos de uso principales del módulo secundario.....	78
VIII	Casos de uso principales del módulo primario.....	81
IX	Casos de uso principal del módulo de información.....	84
X	Estructura de archivos creada en las tarjetas inteligentes.....	98
XI	Archivos auxiliares en tarjeta inteligente.....	101
XII	Tabla informacional del subproceso de viáticos y boletos.....	105
XIII	Ejemplo de estados y eventos representados por las claves del modelo	113
XIV	Tabla de transición del modelo de flujo de trabajo basado en autómatas....	114
XV	Perfil de los informantes que participaron en el experimento de evaluación.....	158
XVI	Categorización de las percepciones de utilidad y del impacto en el trabajo de los informantes respecto a los mecanismos de apoyo a la administración de los flujos de trabajo mediante tarjetas inteligentes.....	159
XVII	Categorización de las percepciones de utilidad e impacto en el trabajo de los informantes respecto a los mecanismos de apoyo a la administración de los proyectos mediante tarjetas inteligentes.....	162

LISTA DE TABLAS (CONTINUACIÓN)

XXVIII	Categorización de las percepciones respecto a la intención de uso del prototipo del WfMS mediante tarjetas inteligentes.....	164
XIX	Cadena de caracteres enviada a la tarjeta inteligente para escribir datos mediante el comando <i>WriteRecord</i>	194
XX	Respuesta enviada por el sistema operativo de la tarjeta inteligente una vez ejecutado el comando <i>WriteRecord</i>	195
XXI	Significado de la respuesta enviada por el comando <i>WriteRecord</i>	195
XXII	Cadena de caracteres enviada a la tarjeta inteligente para leer datos mediante el comando <i>ReadRecord</i>	196
XXIII	Respuesta enviada por el sistema operativo de la tarjeta inteligente una vez ejecutado el comando <i>ReadRecord</i>	197
XXIV	Significado de la respuesta enviada por el comando <i>ReadRecord</i>	197
XXV	Ejemplos de atributos de seguridad especificadas en un archivo de datos de usuario.....	199
XXVI	Atributos de seguridad definidos en un byte.....	200

CONTENIDO

	Página
Capítulo I. Introducción	
I.1 Antecedentes.....	1
I.2 Planteamiento del problema.....	5
I.3 Objetivo.....	6
I.3 Objetivos específicos.....	7
I.4 Metodología.....	7
I.5 Contenido de tesis.....	10
Capítulo II. Ingeniería de procesos y la tecnología de los WfMS	
II.1 Introducción.....	12
II.2 Flujos de trabajo.....	12
II.3 Modelado de procesos.....	13
II.4 Técnicas de modelado de procesos.....	15
II.4.1 Gráfica rica.....	16
II.4.2 Diagrama rol actividad (RAD).....	18
II.4.3 Diagrama de integración definida (IDEF0).....	21
II.4.4 Diagramas de transición de estado (DTE).....	23
II.5 Sistemas de administración de flujos de trabajo (WfMS).....	24
II.5.1 Funcionamiento de los WfMS.....	28
II.5.2 Arquitectura de los WfMS.....	29
II.5.3 Operación desconectada de los WfMS.....	30
II.6 Tecnología de las tarjetas inteligentes.....	31
II.6.1 Clasificación de las tarjetas inteligentes.....	33
II.7 Trabajo previo.....	37
II.8 Resumen	40
Capítulo III. Caso de Estudio	
III.1 Introducción.....	42
III.2 Caso de Estudio.....	42
III.2.1 Metodología.....	42
III.2.1.1 Definición del proceso	44
III.2.1.2 Captura y representación del proceso.....	45
III.2.1.3 Evaluación del proceso.....	61
III.2.1.4 Propuesta de rediseño.....	63
III.3 Requerimientos para WfMS.....	65
III.3.1 Requerimientos obtenidos de la literatura.....	65
III.3.2 Requerimientos obtenidos del caso de estudio.....	66
III.3.3 Requerimientos obtenidos de la tecnología.....	66
III.4 Resumen.....	67

CONTENIDO (Continuación)

Capítulo IV. Diseño del WfMS	
IV.1	Introducción..... 68
IV.2	Diseño arquitectónico..... 68
IV.3	Análisis y diseño del sistema..... 75
IV.3.1	Funcionalidad mediante casos de uso..... 75
IV.3.2	Comportamiento mediante diagramas de secuencia..... 85
IV.4	Mecanismo de coordinación..... 97
IV.5	Modelado del flujo de trabajo..... 101
IV.5.1	Manejo de la información..... 104
IV.5.2	Modelo con diagramas de transición de estados UML..... 107
IV.5.3	Modelo mediante autómatas finitos deterministas..... 111
IV.5.4	Modelo mediante XML..... 115
IV.6	Resumen..... 117
Capítulo V. Implementación de un prototipo del WfMS	
V.1	Introducción..... 119
V.2	Implementación del diseño arquitectónico propuesto..... 119
V.3	Implementación de la funcionalidad del prototipo desarrollado..... 122
V.4	Escenario de uso del prototipo del sistema..... 130
V.5	Resumen..... 138
Capítulo VI. Evaluación del WfMS	
VI.1	Introducción..... 140
VI.2	Metodología de evaluación 140
VI.3	Definición del problema de evaluación..... 141
VI.4	Diseño del experimento..... 142
VI.4.1	Preguntas de evaluación..... 143
VI.4.2	Factores controlados del experimento..... 143
VI.4.3	Factores a evaluar del experimento..... 144
VI.4.4	Características de la configuración del experimento..... 145
VI.4.5	Tareas del experimento..... 146
VI.4.6	Metodología para el análisis de resultados..... 153
VI.5	Análisis de los resultados..... 158
VI.6	Conclusión de los resultados..... 167
VI.7	Resumen..... 172
Capítulo VII. Conclusiones	
VII.1	Conclusiones..... 173
VII.2	Aportaciones..... 175
VII.3	Limitaciones..... 176
VII.4	Trabajo Futuro..... 177

CONTENIDO (Continuación)

Referencias.....	173
Apéndice A. Modelado del proceso.....	183
Apéndice B. Modelo del flujo de trabajo hecho en XML.....	189
Apéndice C. Aspectos técnicos de las tarjetas inteligentes.....	192
Apéndice D. Experimento de evaluación.....	201

Capítulo I. Introducción

I. Antecedentes

Actualmente las organizaciones están viviendo un cambio en el paradigma de desarrollo de sus sistemas de información: de los datos a los procesos (Rodríguez y Cuervo, 2006). La finalidad que se persigue con ello es robustecer los procesos organizacionales para conseguir arquitecturas más ágiles y flexibles, adaptables a los continuos cambios y a la vez mejorar el servicio que les proporcionan a sus clientes.

Los procesos están implícitos dentro de una organización, ocultos dentro de una red de personas y sistemas que evolucionan a través de los años. Por esta razón los procesos son, frecuentemente, difíciles de definir formalmente, y como consecuencia se hace difícil para muchas organizaciones entender cómo funcionan exactamente, y más aún, trabajar para mejorarlos (Rodríguez y Cuervo, 2006).

El área de ingeniería de procesos se encarga de estudiar los procesos organizacionales. Está definida como la colección de técnicas para el análisis, diseño y evaluación de los procesos organizacionales, basado en el uso de modelado de procesos (Kawalek, 1998).

El modelado de procesos proporciona varias técnicas que permiten modelar la información que se obtiene de los procesos mediante diagramas, los cuales permiten ver el proceso desde diferentes perspectivas, la funcional, organizacional, de comportamiento e informacional (Curtis et. al., 1992). Esto permite identificar a las personas y sistemas de información involucrados en el proceso, así como las actividades que realizan en el flujo de trabajo, facilita la comprensión del proceso y con ello el trabajo que se requiere para encontrar alguna tecnología útil para mejorarlo.

Un proceso organizacional es considerado como el conjunto de actividades ejecutadas por los usuarios humanos o por aplicaciones de software que constituyen los pasos a ser completados para conseguir un objetivo de la organización (Fischer, 2007).

Entre las tecnologías existentes una de las que ha contribuido a facilitar el crecimiento y mejora de las organizaciones, ha sido la automatización de flujos de trabajo para llevar a cabo un proceso (Moreno et al., 2004).

Existen diferentes organismos que trabajan con flujos de trabajo, uno de ellos es la Coalición de administración de flujos de trabajo (WfMC por sus siglas en inglés *Workflow Management Coalition*) fundada en 1993. La WfMC es una organización internacional formada para definir los estándares para la interoperabilidad y conectividad entre los WfMS. Está compuesto de desarrolladores de soluciones aplicadas a los flujos de trabajo, usuarios, analistas y grupos de investigación (WfCM, 1999).

En un *flujo de trabajo (workflow en inglés)* se establece la secuencia de las actividades y el control de la información dentro de un proceso (Barbara et. al., 1994). Para lograr la automatización de los flujos de trabajo organizacionales se han desarrollado sistemas de administración de flujos de trabajo (*WfMS por sus siglas Workflow Managment System*) los cuales involucran tanto actividades manuales como automáticas. De acuerdo con la WfCM se definen de la siguiente manera:

Los WfMS son sistemas que definen, crean y gestionan automáticamente la ejecución de modelos de automatización de flujos de trabajo mediante el uso de uno o más motores de éstos, que se encargan de interpretar la definición de procesos, interactuar con los agentes y, cuando se requiere, invocar el uso de los sistemas de información implicados en el trabajo (WfCM, 1999).

Los WfMS automatizan el flujo de la información y el control en un proceso organizacional a través del manejo y administración de la secuencia de actividades dentro del mismo, así como la invocación de recursos humanos y/o tecnológicos. De esta forma, los agentes del proceso (personas involucradas) se concentran sólo en la ejecución de sus actividades permitiendo al WfMS el manejo del control del flujo de su trabajo.

La WfMC ha definido estándares para el desarrollo de WfMS de ahí surge el “*Modelo de referencia de sistemas de flujos de trabajo*” (Hollingsworth, 1995), el cual pretende identificar las características comunes de los sistemas de administración de flujos de trabajo, proporcionando un marco general para la construcción de los mismos y permitir la interoperabilidad entre ellos, así como con otras aplicaciones involucradas.

Todos los WfMS tienen componentes que interactúan en forma definida. En el modelo de referencia de sistemas de flujos de trabajo se definen un conjunto de interfaces y formatos para el intercambio de datos entre los componentes del sistema. Los componentes que definen un WfMS son: el motor del sistema de flujo de trabajo, los servicios de ejecución y la interfaz de programación de aplicaciones. Entre las interfaces propuestas por este modelo están: la interfaz que proporciona las herramientas de definición de procesos, la de aplicaciones de clientes, la de aplicaciones invocadas, la que proporciona funciones de interoperabilidad entre distintos sistemas de flujo de trabajo y la que brinda herramientas de administración y monitoreo.

Los WfMS son un claro ejemplo de un cambio en la orientación de sistemas informáticos pasando de los datos a los procesos. El objetivo inicial de estos sistemas fue conseguir una oficina sin papeles, automatizando los procesos administrativos basados en documentos en papel. La información o documento que se necesitaba se capturaba en forma de imagen electrónica (por ejemplo mediante un escáner), para luego ser pasada entre los diferentes participantes con distintos propósitos, durante la realización de un proceso. Sin embargo, ahora ya no se trata solamente de eso ya que pronto se extendió a todo tipo de procesos desarrollados dentro de las organizaciones, pero manteniendo su objetivo inicial, es decir, el manejo de documentos en forma electrónica.

El procesamiento de documentos en forma electrónica es parte importante de los WfMS que existen hasta ahora, porque es la forma que utilizan para intercambiar la información entre los participantes de los procesos. El motor del WfMS situado en el servidor de una red de computadoras va encaminando los documentos electrónicos a través de la red, de acuerdo con las reglas establecidas en la definición de los procesos, para que los usuarios realicen sus tareas en sus respectivas estaciones de trabajo.

La arquitectura de los WfMS se basa principalmente en el esquema clientes-servidor. En este enfoque, los WfMS pueden estar constituidos por uno o más motores de coordinación, los cuales pueden ser los encargados del manejo de toda o parte de la ejecución de las instancias de los procesos. Si contienen un único motor significa que la información sobre el proceso, sus estados y los documentos electrónicos están almacenados en una estructura centralizada. La otra alternativa de implementación es como un sistema distribuido en el cual varios motores cooperan, la complejidad de estos sistemas es mayor, pero en ambas estructuras los sistemas están compuestos de bases de datos, redes de comunicación y documentos electrónicos (Alonso *et al.*, 2004). Sin embargo este tipo de esquema no es aplicable en todas las organizaciones ya que existen procesos en donde el papel no puede ser sustituido por documentos electrónicos, por lo que no pueden recurrir a estos sistemas, pero necesitan de mecanismos que las apoyen con sus procesos.

Por otro lado sea centralizado o distribuido el WfMS, en ambos casos necesita que los usuarios del sistema mantengan una conexión constante a una red de comunicación, en la que el WfMS reside para que el sistema pueda coordinar la realización del proceso. Esto es una limitante para las organizaciones que no cuentan con redes de comunicación confiables.

Existen en la literatura dos áreas de investigación de los flujos de trabajo bien diferenciadas. La primera se enfoca al *modelado de los flujos de trabajo*, esta trabaja sobre la reingeniería de procesos organizacionales, metodologías de modelado, métodos formales, nuevos lenguajes de interoperabilidad y orientación al usuario. La segunda trabaja con los WfMS, en *el desarrollo de nuevos sistemas que apoyen los flujos de trabajo de organizaciones que no han sido alcanzadas por estos sistemas* porque no son adecuados para sus formas diferentes de trabajo, *buscando su implementación, evaluación, etc.* (Caro, 2004).

La primera establece la necesidad estudiar cómo los usuarios pueden participar en el diseño de modelos de flujos de trabajo, con la finalidad de que aporten sus experiencias y *capturar con esto los requerimientos de los WfMS de entornos reales*, más adecuados al contexto de trabajo de las organizaciones. La segunda establece la necesidad de estudiar

nuevas formas para la repartición de actividades en los flujos de trabajo, buscando conseguir modelos más flexibles adaptables a los cambios continuos de las organizaciones, para que esto se haga de forma eficiente (Caro, 2004).

De las necesidades establecidas en estas líneas de investigación, aunadas a las organizaciones en donde los WfMS convencionales no pueden ser utilizados se realiza el planteamiento del problema de este trabajo de tesis.

I.2 Planteamiento del Problema

Como se explicó anteriormente, los sistemas de administración de flujos de trabajo generalmente son sistemas muy complejos y en ocasiones no es necesario adicionar toda esta complejidad en el apoyo a los procesos, sino examinar las necesidades de las organizaciones.

La problemática que se plantea en esta tesis es la necesidad que existe en el área de investigación de flujos de trabajo de desarrollar e implementar nuevos WfMS más adecuados al contexto de las organizaciones; involucrando a los usuarios de los sistemas para que cooperen en el desarrollo de estos, aportando sus experiencias, indicando sus principales necesidades, describiendo sus formas de trabajo, etc., enfocados en organizaciones donde estos sistemas no pueden ser implementados actualmente.

Planteamos la problemática de desarrollar un WfMS enfocado principalmente a organizaciones donde no se cuenta con una red de comunicación y donde el papel no puede ser sustituido por documentos electrónicos; ejemplos de esto en México pueden ser procesos donde se da trámite a asuntos legales o gubernamentales como es el caso de las notarías, despachos fiscales, despachos contables, etc. Estas tipo de organizaciones al igual que otras presentan problemas para administrar sus procesos y dar seguimiento a las actividades de sus flujos de trabajo, pero implementar un sistema de este tipo, con las características convencionales en estos ambientes, sería difícil.

De aquí que en este trabajo de tesis se plantea el problema de desarrollar un WfMS que permita coordinar los elementos que conforman los procesos, sin necesidad de

que exista una red para establecer la comunicación entre las estaciones de trabajo donde se realizan las actividades y que permita el intercambio de información entre los agentes sin sustituir los documentos impresos en papel, obteniendo los requerimientos de un entorno real.

Para lograr esto se propone el uso de tarjetas inteligentes como apoyo a los WfMS, debido a que éstas tienen capacidad de almacenamiento y procesamiento de información, que pueden ser intercambiada entre los agentes de los procesos, para establecer la comunicación entre las estaciones de trabajo y lograr con esto coordinar los flujos de trabajo sin necesidad de que exista una red de comunicación, sin transformar drásticamente las formas de trabajo de estas y sin reemplazar el papel con documentos electrónicos.

Además diseñar un modelo donde se establezca cómo coordinar los flujos de trabajo que siguen los procesos mediante las tarjetas inteligentes.

Una tarjeta inteligente (*smartcard* en inglés) es una pequeña tarjeta del tamaño de una de crédito o menor que contiene un chip con un microprocesador (HongQian, 2007). La popularidad de esta tecnología proviene de sus múltiples cualidades como capacidad de procesamiento, facilidad de uso, portabilidad, bajo costo, etc.

La información contenida en una tarjeta inteligente puede ser vista sin necesidad de que los propietarios de la tarjetas se encuentren dentro de una red, basta con que tengan integrado en su computadora personal una lectora de tarjetas inteligentes e instalado el software correspondiente.

Por lo anterior se propone el siguiente objetivo de tesis.

I.3 Objetivo

Desarrollar un sistema de administración de flujos de trabajo mediante tarjetas inteligentes, para un proceso organizacional de un entorno real.

I.3.1 Objetivos Específicos

- Obtener los requerimientos para desarrollar un WfMS mediante tarjetas inteligentes en un entorno real, donde el papel no pueda ser sustituido por documentos electrónicos y no existan redes de comunicaciones o éstas carezcan de estabilidad.
- Diseñar la arquitectura del WfMS, su funcionalidad y comportamiento a partir de los requerimientos encontrados.
- Diseñar un modelo que establezca cómo coordinar los flujos de trabajo organizacional mediante tarjetas inteligentes.
- Desarrollar un WfMS en base al diseño propuesto.
- Evaluar el funcionamiento del WfMS.

I.4 Metodología

La metodología que se siguió en ésta investigación está repartida en varias etapas las cuales se muestran en la *Figura 1* y se describen enseguida.

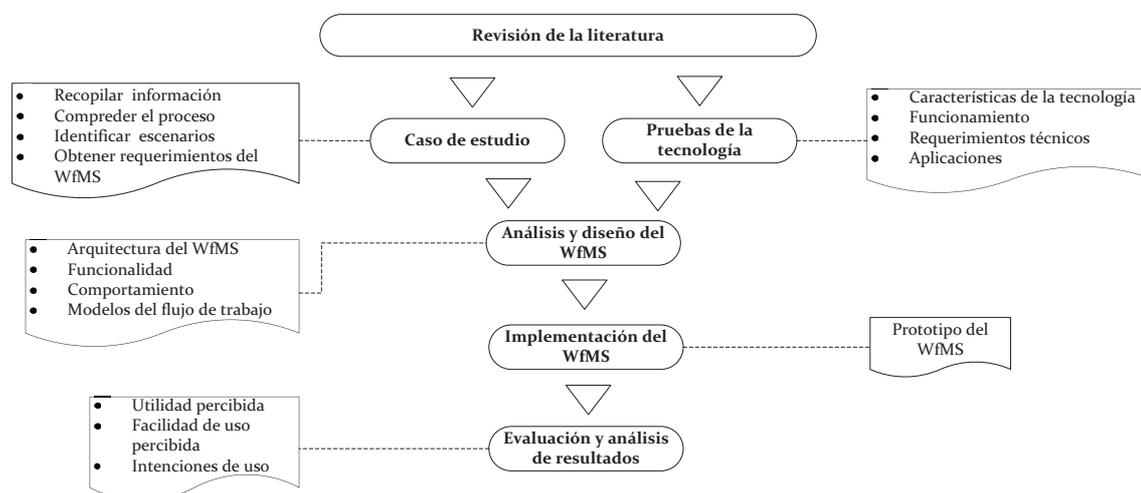


Figura 1. Metodología de investigación

Etapa1. Revisión de la literatura. Se comenzó la investigación haciendo una revisión de la literatura relevante para el tema de tesis. Información con respecto a conceptos de coordinación, flujos de trabajo, modelado de procesos, técnicas de modelado, sistemas de administración de flujos de trabajo, etc. Por otra parte se buscó información sobre la tecnología de las tarjetas inteligentes, su definición, tipos, características, clasificación, aspectos relacionados con la adopción de dicha tecnología, aplicaciones, lenguajes de programación usados para programarlas, etc. Estos conceptos son básicos para comprender cómo podemos aplicar esta tecnología como apoyo a la coordinación de flujos de trabajo.

Etapa2. Caso de estudio. Se realizó un caso de estudio de un proceso organizacional con la finalidad de obtener información detallada de las actividades que se realizan dentro del proceso, los participantes y la información que circula entre cada actividad y con ello poder desarrollar un sistema de administración apegado a la realidad.

Se realizaron actividades que permitieron a los dueños del proceso involucrarse en el proyecto, aportar sus experiencias acerca de las funciones que desempeñan en la organización y problemas que se les han presentado. Así como demás información necesaria para comprender su proceso e identificar un escenario a estudiar. A continuación se detallan éstas actividades:

Recopilación de la información. Se utilizaron técnicas cualitativas comenzando con entrevistas al personal, así como la observación del proceso. El siguiente paso fue plasmar la información recopilada en diferentes diagramas proporcionados por las técnicas de modelado de procesos para lograr comprenderlo

Identificación de escenarios. Con la información recopilada se plantearon posibles escenarios donde podría ser aplicable el proyecto de investigación.

Requerimientos del sistema. Del caso de estudio se obtuvo el primer listado de requerimientos para el WfMS.

Etapa 3. Prueba de la tecnología. Esta etapa se llevó a cabo en forma paralela a la etapa 2. Se hicieron pruebas con la tarjeta inteligente para comprender sus características, su funcionamiento y obtener los requerimientos tecnológicos necesarios para utilizar ésta tecnología.

Etapa 4. Análisis y diseño del sistema de administración de flujos de trabajo. Tomando en cuenta los requerimientos obtenidos de la literatura (etapa 1), los que resultaron del caso de estudio (etapa 2) y de los obtenidos en las pruebas de la tecnología (etapa 3) en esta etapa se realizó, el diseño la arquitectura del WfMS la cual es la base para el desarrollo del sistema.

Etapa 5. Desarrollo del sistema de administración de flujos de trabajo. Aquí se desarrolló un prototipo del WfMS en base a la arquitectura diseñada (etapa 5). Se realizaron pruebas para asegurar que funcionara adecuadamente, determinar su facilidad de uso, confiabilidad, etc. una vez teniendo el sistema, el siguiente paso fue su evaluación.

Etapa 6. Evaluación y análisis de resultados. Se realizó una evaluación cualitativa en dos niveles. El primero orientado a los mecanismos para la administración de los flujos de trabajo enfocándonos en determinar su utilidad e impacto en el trabajo de los usuarios. El segundo orientado a la tecnología (sistema y tarjetas inteligentes) en cuanto la facilidad de uso percibida e intenciones de uso.

Se diseñó y realizó el experimento de evaluación del prototipo del WfMS aplicando diversas actividades a los participantes. Se equipó el lugar donde se realizó el experimento con la tecnología necesaria y se les dio una introducción metodológica y conceptual del trabajo realizado. Entre las actividades y al final del experimento se realizaron discusiones con los informantes para que expresaran sus opiniones respecto al prototipo evaluado y posteriormente se les hizo una entrevista para recolectar información del experimento. Finalmente se analizaron los resultados.

I.5 Contenido de la Tesis

Esta tesis contiene siete capítulos y 5 apéndices, los cuales se describen brevemente a continuación:

En el *capítulo II* se presenta el concepto de flujo de trabajo y el de modelado de procesos, su importancia y las diferentes perspectivas que debe cumplir cualquier modelo de un proceso. Se describen algunas técnicas diagramáticas de modelado que nos proporcionan información relevante de un proceso como son; las gráficas ricas, los diagramas de rol actividad, los diagramas de integración definida y los diagramas de transición de estado. Se presentan los sistemas de administración de flujos de trabajo así como los beneficios que proporcionan a las organizaciones; de la operación de estos sistemas en forma desconectada y de la tecnología de las tarjetas inteligentes con la cual se llevó a cabo la coordinación de un sistema de administración de flujos de trabajo operando de esta manera.

En el *capítulo III* se presenta el caso de estudio que se realizó del proceso de administración de proyectos de la secretaría administrativa del Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM, la metodología que se siguió y la información que se obtuvo del mismo. Ésta información es presentada en forma gráfica utilizando las técnicas diagramáticas del modelado de procesos. Además se especifican los requerimientos del sistema que se obtuvieron del caso de estudio, los recopilados de la literatura y los obtenidos tras haber hecho las pruebas de la tecnología.

En el *capítulo IV* se presenta la arquitectura propuesta para el WfMS y un análisis de su funcionalidad y comportamiento utilizando diagramas de casos de uso y de secuencia respectivamente, además se muestran los modelos del flujo de trabajo seleccionado como base para el desarrollo del sistema.

En el *capítulo V* se presentan los componentes de software utilizados para desarrollar el WfMS, los mecanismos para la administración de flujos de trabajo implementados, y un escenario de aplicación del sistema.

En el *capítulo VI* se describe como se realizó la evaluación del sistema. Se define el problema a evaluar y la metodología del experimento. Se explica en qué consistió el experimento de evaluación y cuáles fueron los resultados obtenidos. Al final se muestra el análisis de los resultados.

En el *capítulo VI* contiene las conclusiones, aportaciones y propuestas de trabajo futuro.

En la última parte del documento se encuentran los apéndices, que incluyen información adicional importante para este trabajo. El *Apéndice A* contiene los diagramas que se realizaron en el modelado del proceso que se estudió en ésta tesis. El *Apéndice B* muestra el modelo del flujo de trabajo que es interpretado por el WfMS para la ejecución de los proceso. El *Apéndice C* contiene aspectos técnicos de las tarjetas inteligentes como estructura interna, personalización, funcionamiento, estándares, etc. Finalmente en el *Apéndice D* se muestra la lista de actividades que realizaron los informantes en el experimento de evaluación, la cual puede servir como manual del usuario.

Capítulo II. Ingeniería de procesos y la tecnología de los WfMS

II.1 Introducción

En este capítulo se explica que es un flujo de trabajo, utilizando un proceso organizacional simple como ejemplo. Se da una introducción al modelado de procesos y a las diferentes técnicas diagramáticas con las cuales se realiza el modelado, tales como las gráficas ricas (Monk and Howard, 1998), los diagramas de rol actividad (RAD por sus siglas en inglés *Role Activity Diagram*) (Huckvale y Ould, 1995), los diagramas de integración definida (IDEF por sus siglas en inglés *Integrated Definition*) (Presley and Liles, 1995), los diagramas de transición de estados (DTE) (Rumbaugh, et al., 2000), etc. De entre éstas resaltan principalmente los RADs y los DTE porque nos proporcionan mucha de la información que se necesita para modelar el flujo de trabajo que se sigue en un proceso y con ello poder desarrollar un sistema que lo apoye.

Se define el concepto de sistema de administración de flujos de trabajo, así como los beneficios que les proporcionan a las organizaciones. Se introduce el concepto de operación desconectada de un sistema de este tipo utilizando tecnología móvil. Finalmente se presentan las tarjetas inteligentes; tecnología que se propuso en esta tesis para la elaboración de un sistema que nos permita la coordinación de un flujo de trabajo.

II.2 Flujos de trabajo

En un flujo de trabajo se establece la secuencia de las actividades y el control de la información dentro de un proceso (Barbara et. al., 1994).

Un ejemplo de un flujo de trabajo de manera general es el que se sigue en el proceso de solicitud de crédito bancario, como se ilustra en la *Figura 2*. En esta se puede observar que el proceso inicia obteniendo los datos del cliente por el encargado de créditos; de esta actividad se obtienen datos como el nombre del cliente, dirección, lugar de trabajo, así como documentos de antecedentes personales, de antecedentes comerciales, y de

propiedades, etc. Sin esta información el inspector no podría revisar el historial crediticio del cliente, la cual es la segunda actividad. Una vez obtenida la información del historial crediticio del cliente, esta información es enviada a la tercera actividad en la cual se realiza el caso de estudio mediante el cual se decide si es aprobado o no el crédito y finalmente se envía la decisión al informante el cual notifica al cliente.

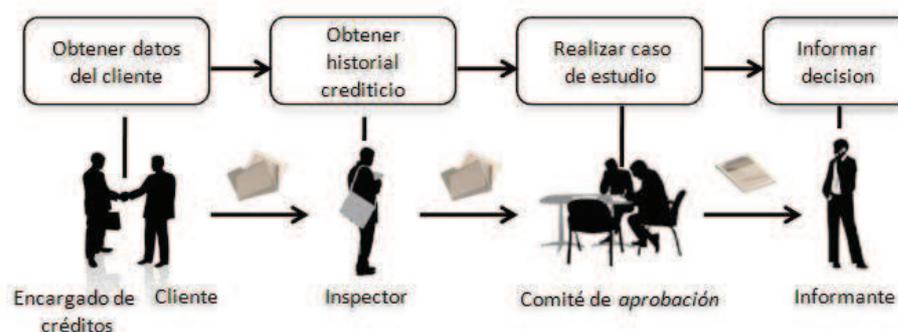


Figura 2. Ejemplo del flujo de trabajo del proceso de asignación de crédito bancario

En el diagrama del flujo de trabajo las flechas representan el flujo de las actividades acompañado por el flujo de la información representada por carpetas.

En un flujo de trabajo existe una fuerte dependencia entre las actividades que conforman el proceso, de tal manera que es necesario que una actividad haya finalizado para que otra pueda llevarse a cabo debido a que, en la mayoría de los casos necesita la información generada en la actividad anterior para comenzar a realizarse.

Para comprender mejor los flujos de trabajo es necesario realizar modelos de los procesos en los que están representados mediante técnicas específicas para esto.

II.3 Modelado de procesos

Un modelo es la interpretación explícita de lo que uno entiende de una situación o meramente de la idea que uno tiene acerca de la situación. Este puede ser expresado con matemáticas, gráficas, símbolos o palabras, pero es esencialmente una descripción de las entidades, procesos o atributos del proceso y la relación entre ellos. Este puede ser

prescriptivo o ilustrativo, pero sobre todo, debe ser útil (Wilson, 1990). Construimos un modelo para facilitar la comprensión y el entendimiento de situaciones complejas.

Un proceso puede definirse de muchas maneras pero en este trabajo manejaremos la siguiente definición: es un conjunto de roles que colaboran entre sí y llevan a cabo actividades parcialmente ordenadas, con la finalidad de alcanzar algunas metas comunes (Curtis et. al., 1992). Donde los roles son un conjunto de elementos del proceso asignados a un agente como una unidad de responsabilidad funcional. Los agentes ejecutan los elementos del proceso y pueden ser personas, sistemas o máquinas (Curtis et. al, 1992).

El modelado de procesos involucra entrevistad con los participantes, tratando de entender sus puntos de vista y recolectar toda la información posible. La elaboración de diagramas que plasmen el proceso en su totalidad o parcialmente, la verificación de los diagramas con los dueños de los procesos, examinar ideas preconcebidas, etc.

En el modelado de procesos se deben contemplar cuatro perspectivas básicas (Curtis et. al., 1992):

- La funcional: Representa los elementos del proceso que están siendo ejecutados y los flujos de entidades informativas que son relevantes a ellos. Es decir *¿qué se va hacer?* Hablando de un proceso de solicitud de crédito, un ejemplo sería *Obtener los datos del cliente*.
- La organizacional: Representa *dónde y por quién* son ejecutados los elementos del proceso, como se comunican entre ellos y que elementos se usan para almacenar entidades. Continuando con el proceso de la solicitud de crédito un ejemplo sería que la obtención de los datos del cliente se llevaran a cabo *en la oficina del banco, por el encargado de créditos*.
- De comportamiento: Representa en qué momento y cómo son llevados a cabo los elementos del proceso. Es decir *¿cuándo y cómo se va hacer?* Continuando con el de la actividad descrita anteriormente, esta llevaría a cabo *cuando algún cliente solicite un crédito, y se hará pidiendo los datos del mismo*.

- La informacional: Representa las entidades informativas producidas y manipuladas por el proceso, incluyendo: datos, artefactos, productos y objetos. *¿Es decir qué información se necesita?*, en el ejemplo anterior sería la *solicitud de crédito, identificación del cliente, etc.*

Enseguida se describen algunas de las técnicas de modelado de procesos que en conjunto cubren diferentes perspectivas del modelado de procesos.

II.4 Técnicas de modelado de procesos

Es importante modelar los procesos utilizando varias técnicas diagramáticas porque cada una cuenta con diferentes características que nos ayudan a plasmar los procesos desde diferentes ángulos, acercándonos lo más posible a la realidad. Con ello podemos encontrar alguna deficiencia en la forma en la que es ejecutado, problemas técnicos como duplicación de actividades, pérdida de información, procesos lentos, etc., hacer alguna propuesta para mejorarlo, para finalmente proporcionar soporte tecnológico.

Las técnicas de modelado utilizadas en este trabajo son las gráficas ricas (Monk and Howard, 1998), los diagramas IDEF0 (Presley and Liles, 1995), los RAD (Huckvale y Ould, 1995) y los DTE (Rumbaugh, et al., 2000). Estas se enfocan en diferentes perspectivas del modelado de procesos y nos permiten definir los elementos que lo conforman, estos son: los *agentes del proceso y su relación, actividades, orden de las actividades, responsables de las actividades, flujo de datos, reglas, procedimientos y excepciones utilizados para ejecutar el proceso y sistemas de información involucrados en el proceso*. La siguiente tabla (Tabla I) muestra los elementos del proceso que nos proporciona cada técnica diagramática de modelado.

Tabla I. Elementos del proceso representados con cada técnica diagramática de modelado

Técnica de Modelado	Parámetro del proceso
Gráficas ricas	Agentes del proceso y su relación
RAD	Actividades
	Orden de las actividades
	Responsables de las

	actividades
	Decisiones
DTE	Estados del proceso
	Eventos
IDEFO	Entidades de información
	Flujo de datos
	Reglas, procedimientos, excepciones
	Sistemas de información

En los siguientes temas se explica con más detalle las técnicas de modelado mencionadas anteriormente.

II.4.1 Gráfica rica

La gráfica rica es una representación caricaturesca, que identifica a todos los involucrados en un proceso, sus inquietudes y la estructura que sustenta el contexto de su trabajo (Monk and Howard, 1998). Es una vista global del proceso que está siendo modelado donde se puede apreciar este de principio a fin.

En ocasiones la informalidad de las gráficas y herramientas tradicionales hacen que se pierdan ciertos detalles importantes de los procesos. Por otra parte el trabajar con dibujos en forma de caricatura puede hacer que el grupo de trabajo se relaje, se propicie un buen ambiente y fluyan las ideas más libremente. (Monk and Howard, 1998).

Las gráficas ricas por lo general son construidas con la información obtenida mediante entrevistas. La entrevista ideal debe ser realizada en el lugar de trabajo debido a que generalmente los entrevistados están dispuestos a mostrarnos documentos y productos que utilizan para realizar sus actividades y además podemos observar lo que en realidad hacen en su trabajo. Las gráficas ricas nos sirven para organizar y razonar acerca de la información que nos proporcionaron los usuarios.

Los principales elementos que conforman una gráfica rica son los siguientes *Figura 3*:

- Actores: Son las personas, sistemas o máquinas que se encargan de realizar alguna actividad del proceso. Son llamados también agentes y roles.

- Preocupaciones: Es la inquietud de un individuo causada por cierta problemática encontrada en el proceso que lo motiva a adoptar nuevas formas de trabajo. Se representan por un círculo direccionado al individuo.
- Actividades: Son los elementos del proceso ejecutados por los actores. Se representan con una nube.
- Artefactos: Son las entradas que se necesitan para poder llevar a cabo una actividad o las salidas que resultan tras haber realizado la actividad. Pueden ser un documento, un cheque, dinero en efectivo, un archivo computacional, una agenda, un cuaderno de notas, etc. Son ilustrados por el dibujo que mejor represente al artefacto o con un cuadro con el nombre del artefacto.

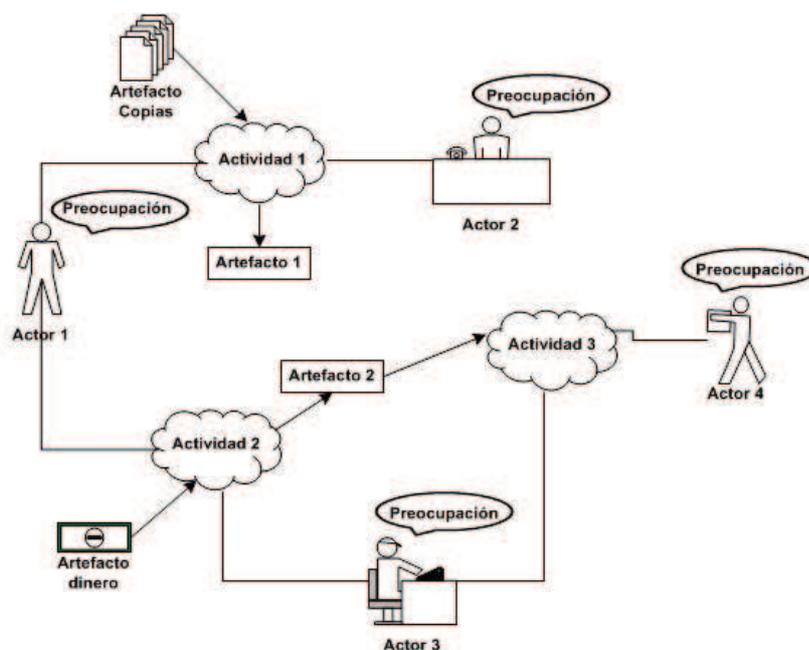


Figura 3. Elementos de una gráfica rica

En la *Figura 3* podemos observar como las actividades se representan mediante una nube. Éstas son realizadas por uno o más actores que se relacionan entre sí para realizar la actividad. En este tipo de gráficas no se especifica con claridad que parte de la actividad le corresponda a cada agente para ello es necesario realizar otros modelos utilizando otras técnicas como los RAD. A las actividades pueden o no entrar artefactos que necesitan los actores para poderlas realizar, en el caso de la actividad 1 es necesario contar con un juego

de copias y en la actividad 2 se necesita dinero. En ocasiones se tiene como resultado otro artefacto como salida, tal es el caso del artefacto 1 que es producto de realizar la actividad 1.

En una gráfica rica se deben de incluir todos los actores que participan en el proceso, las actividades que realizan, los artefactos que manejan, y sus preocupaciones.

La importancia de la gráfica rica está en que nos permite visualizar el proceso completo con facilidad de interpretación a diferencia de las demás técnicas de modelado que muestran el proceso de una forma más compleja. Sirven para tener una idea global del proceso al inicio de su estudio y a partir de ahí comenzar a desglosarlo más utilizando otras técnicas como los diagramas de rol actividad.

II.4.2 Diagrama rol actividad (RAD)

Los RAD son utilizados para esquematizar las actividades bajo la responsabilidad de cada rol así como la interacción entre ellos y con sucesos externos, entendiendo por rol, el comportamiento deseado de los individuos dentro de la organización (Huckvale y Ould, 1995). Los RAD centran su atención en el concepto de rol, por ello son ideales en aquellos contextos en los que la perspectiva organizacional, es un factor clave que debe ser modelado.

Los RAD han demostrado ser una técnica de modelado eficaz y popular, que captura los aspectos más relevantes de un proceso y los describen, de una manera sencilla e intuitiva, como una red de actividades secuenciales llevadas a cabo por agentes, decisiones, roles, responsabilidades, interacciones, metas y reglas (Miers, 1996).

Estos diagramas son muy explícitos en comparación con lo demás elementos de modelado. Cumplen con tres de las perspectivas del modelado de procesos propuestas por Curtis: la funcional, de comportamiento y organizacional.

Algunos de los elementos que componen los diagramas de rol actividad son los siguientes:

- Agente: Es la entidad del proceso que realiza la actividad. Únicamente se utiliza el nombre de este para representarlo. Estos agentes no necesariamente tienen que ser humanos, también son tomados como tal los sistemas que participan en proceso.
- Rol: Es el conjunto de actividades asignadas al agente como una unidad de responsabilidad funcional. Este se denota con un rectángulo que engloba todas las actividades del rol.
- Interacción entre roles: Se encarga de ligar las actividades mediante las cuales interactúan dos agentes. Se representa con una línea horizontal.
- Actividades: Se representan con un cuadrado y son las actividades que realiza el agente dentro del rol.
- Actividades paralelas: Son las actividades que el agente puede realizar al mismo tiempo. El inicio es marcado mediante un triángulo.
- Actividades alternativas: Son las actividades que dependen de que se cumpla una condición para ser realizadas. Se encarga de establecer una condición dentro del proceso. El inicio se representa mediante un círculo.
- Inicio de rol: Como su nombre lo indica muestra el inicio de un rol. Y se representa con un pentágono de lado.
- Marcado de estado: Marca el estado de algún elemento del rol. Se representa mediante un círculo pequeño dentro de otro más grande.

En la *Figura 4* se muestra como se usan algunos de los elementos de los RAD representando dos roles del proceso de solicitud de crédito que hemos venido manejando a lo largo de este capítulo. Los roles indicados en la parte superior del diagrama son “solicitando crédito” el cual es realizado por el agente “cliente” y el rol “recibiendo petición de crédito” realizado por el agente “encargado de créditos.”

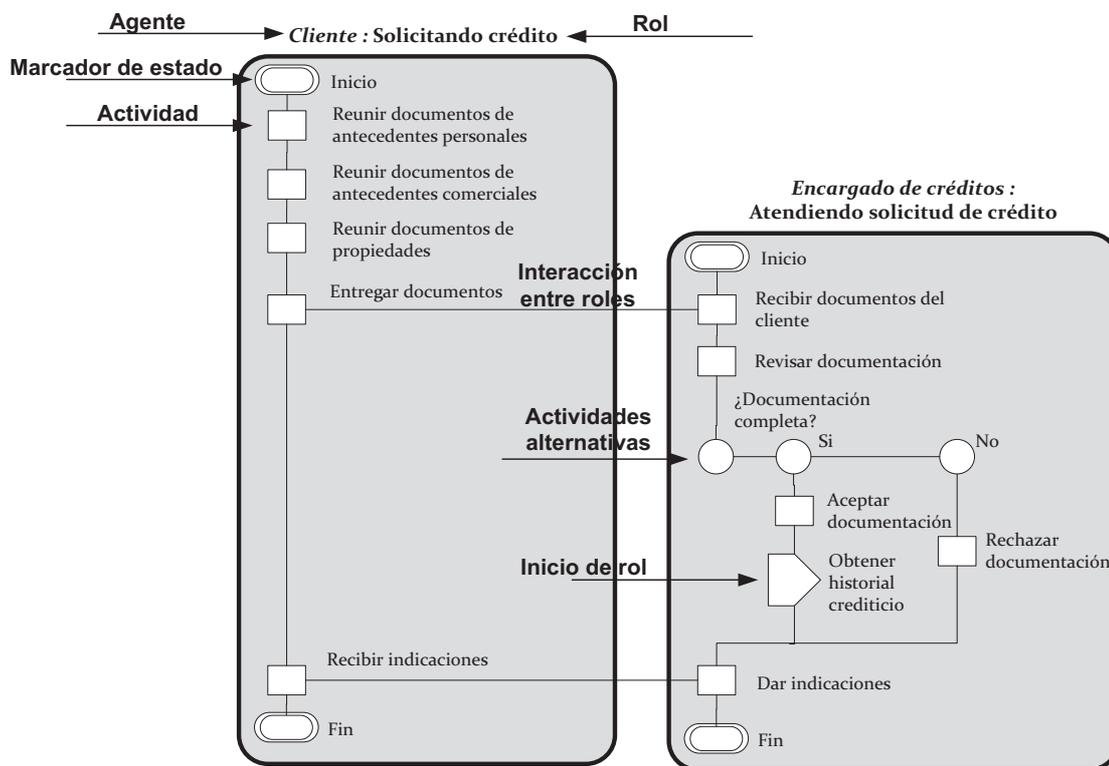


Figura 4. Diagrama de rol actividad para los roles *solicitando crédito* y *atendiendo solicitud de crédito* del proceso de solicitud de crédito bancario

El inicio y final de un RAD es establecido por un marcador de estado. Todas las actividades que un agente realiza dentro del rol son desglosadas en estos diagramas y representados en cuadros en forma ordenada. Estos diagramas son esenciales al momento de modelar flujos de trabajo donde se necesita establecer la secuencia de las actividades, así como los responsables de realizarlas.

Otra parte importante de los RAD a diferencia de otras técnicas de modelado es que permite modelar decisiones que deben ser tomadas por los agentes responsables del rol de acuerdo a ciertas situaciones que se presenten. Como podemos observar en la *Figura 4* éstas se representan con las actividades alternativas por medio de círculos.

Finalmente podemos observar en la *Figura 4* que hay un pentágono indicando el inicio de un nuevo rol, el de “*Obteniendo historial crediticio*” que indica que esa parte la

tiene que realizar el encargado de ese rol, el cual puede ser el mismo agente o un agente diferente.

Una desventaja que presenta este tipo de diagramas es que no muestra las entradas y salidas de información del proceso de forma específica siendo estas necesarias para el flujo de información dentro del flujo de trabajo. Por esta razón es necesario utilizar otros diagramas como los IDEF0 en el modelado de procesos.

II.4.3 Diagramas de integración definida (IDEF0)

Los diagramas IDEF-0 consisten en una serie de diagramas jerárquicos que capturan a detalle el manejo de la información. Sigue una metodología para representar de manera estructurada y jerárquica las actividades que conforman los procesos de una organización y los datos que apoyan la interacción de esas actividades (Presley and Liles, 1995).

Los diagramas IDEF0 son utilizados en el modelado de procesos porque permite plasmar un proceso desde lo más general en su nivel 0, a más detallado y específico en los niveles 1, 2, 3, etc., Se puede ir desglosando el proceso en más niveles dependiendo de lo detallado que se necesite el modelo.

Es diferente a las demás técnicas de modelado de procesos porque permite observar con detalle la información o documentos que entran en la actividad encargada de dar inicio al proceso, además de los cambios que sufren conforme se llevan a cabo las actividades. En este diagrama se reúne la lista de procedimientos, reglas, normas, etc. (controles), que se siguen en la organización para realizar los procesos y además la lista de las personas, sistemas de información y artículos involucrados en cada actividad del proceso (mecanismos). Son 5 los principales elementos de los diagramas IDEF0 los cuales se describen a continuación:

- Actividad o proceso. Es el proceso completo o parte del proceso que se están ejecutando. Se representa mediante una caja.

- Entradas. Son los documentos o información que entra a una actividad o proceso.
- Controles. Son los elementos que rigen la ejecución de una actividad o proceso. Ejemplo: reglas, normas, criterios, procedimientos.
- Mecanismos. Son los participantes y herramientas que contribuyen en una actividad o proceso. Ejemplo: cliente, computadora, supervisor, manual del usuario, etc.
- Salidas. Son los documentos o información que se producen como salida de un actividad o proceso.

En la *Figura 5* se presenta un diagrama IDEF0 en su nivel 0. Este nivel engloba los datos o documentos, personas, sistemas, herramientas, manuales, procedimientos, reglas, normas, estándares, etc. que afectan al proceso completo, así como los documentos, archivos, bases de datos, etc. creados o actualizados resultado de la ejecución del proceso.

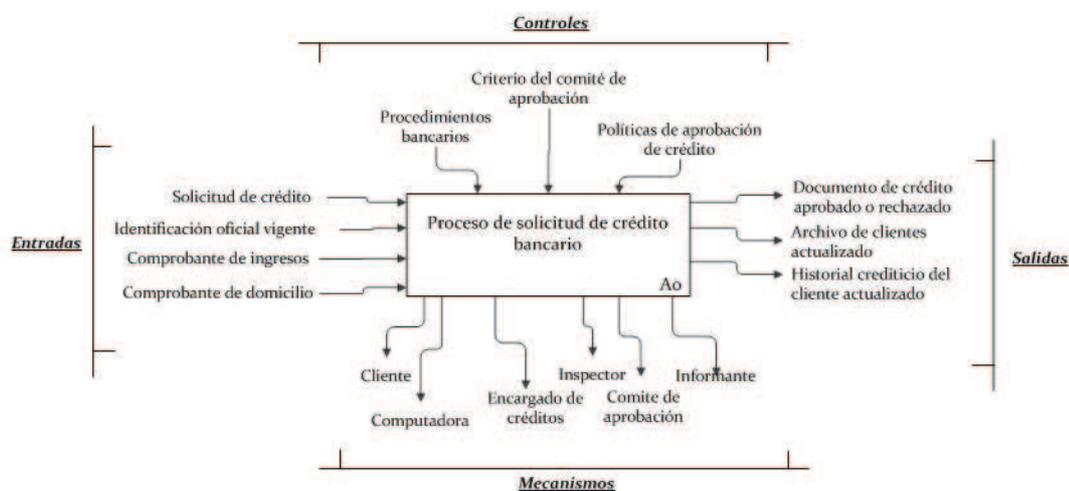


Figura 5. Diagrama IDEF0 en su *nivel 0* del proceso de solicitud de crédito bancario

A pesar de que en conjunto los diagramas de las gráficas ricas, los RAD y los IDEF0 nos proporcionan la mayor parte de los elementos necesarios para el entendimiento de un proceso para poder partir del modelado del mismo hacia automatizar el flujo de trabajo también es necesario conocer los estados por los que pasa, los eventos que provocan estos cambios de estado y las acciones que se llevan a cabo. De aquí surge la

importancia de realizar diagramas de transición de estados que nos proporcionan esta información.

II.4.4 Diagrama de transición de estado (DTE)

Un DTE es un gráfico que se utiliza para destacar los estados relevantes del proceso, así como los eventos que provocan un cambio en estos (Rumbaugh, et al., 2000).

Los elementos más importantes de un diagrama de transición de estados se presentan a continuación *Figura 6*:

- **Estado**: Un estado es el que define el comportamiento que tiene un proceso en un momento de tiempo determinado y puede cambiar como reacción a un evento que suceda. Se representan con cajas con esquinas redondeadas.
- **Eventos**: Es un suceso de gran relevancia que provoca un cambio de estado en el proceso, por ejemplo, finalizar una actividad. Es un disparador que permite la transición. El nombre del evento se coloca sobre las flechas indicadoras del siguiente estado.

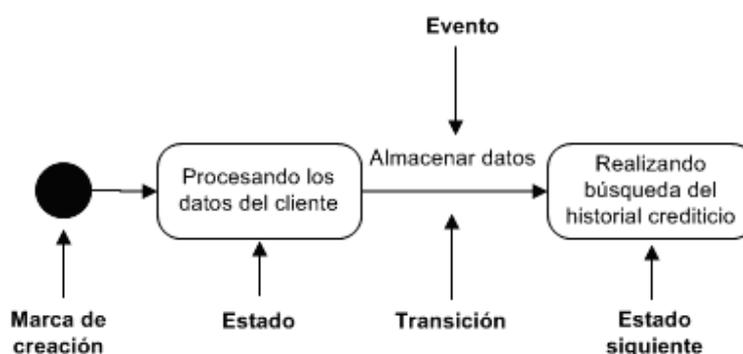


Figura 6. Elementos de un diagrama de transición de estados (DTE)

- **Transiciones**: Son el cambio de un estado a otro. Se representan con flechas apuntando hacia el siguiente estado.
- **Marca de creación**: Indican el estado inicial del diagrama. Se representa como un punto negro con una flecha (sin etiquetar).

Cuando se dispara una transición, su acción (si la hay) es ejecutada. La diferencia entre un evento y una acción radica en que un evento es algo que se hace (afecta) al rol del proceso como recibir una carta. En cambio una acción es algo que se hace (realiza) el agente encargado del rol como por ejemplo enviar una carta.

II.5 Sistemas de administración de flujos de trabajo (WfMS)

Un WfMS define, crea y gestiona automáticamente la ejecución de modelos de automatización de flujos de trabajo mediante el uso de uno o más motores de éstos que se encargan de interpretar la definición de procesos, interactuar con los agentes y, cuando se requiera, invocar el uso de los sistemas de información implicados en el trabajo (WfCM, 1999).

Los WfMS automatizan los procesos organizacionales en su totalidad o parcialmente, esto involucra el envío de documentos, información y las tareas de un participante a otro para realizar una acción, acordando una serie de reglas para el procedimiento (Fischer, 2007).

Para entender mejor esta definición podemos desglosarla definiendo las palabras claves de esta:

- *Automatización.* Se le denomina así a cualquier tarea realizada por máquinas en lugar de personas. Es la sustitución de procedimientos manuales por sistemas de cómputo. Debe existir la tecnología capaz de automatizar determinados procesos organizacionales (Fischer, 2007).
- *Proceso organizacional.* Es un conjunto de uno o más procedimientos o actividades directamente ligadas, que colectivamente realizan un objetivo de la organización, normalmente dentro del contexto de una estructura organizacional que define roles funcionales y relaciones entre los mismos (Smith y Fingar, 2003).

- *Documentos información o tareas.* Se refieren a los elementos distribuidos a los participantes para que interactúen.
- *Participantes:* También son llamados agentes. Pueden ser usuarios humanos de la aplicación o no, por ejemplo una máquina fax (Curtis et. Al, 1992).
- *Acciones.* Son las actividades que realizan los participantes para poder lograr el objetivo de la organización.
- *Reglas.* Son las que rigen el proceso automatizado.

Al implementar estos sistemas, una organización busca obtener el control de sus procesos intentando lograr una buena coordinación entre actividades, información, participantes y reglas del proceso.

Los WfMS proporcionan múltiples beneficio a las organizaciones. Ya que permiten,

- Optimizar la circulación de la información
- Mejorar la atención y servicio al cliente
- Mejorar la productividad de la organización
- Ahorrar tiempo
- Mejorar el control de los procesos
- Eliminar la redundancia de las actividades
- Reducir o eliminar el excesivo papeleo
- Permitir dar seguimiento de las actividades

Por lo general los sistemas de administración de flujos de trabajo se apoyan en sistemas de información que permiten manejar documentos en forma digital y enviar la información de un miembro del proceso a otro sin necesidad de hacer uso de documentos impresos, los cuales con el tiempo se acumulan. Al enviar la información en forma digital se optimiza la manera en la que circula ésta. Por otro lado se lleva un control de la información capturada en el sistema evitando con ello la redundancia de actividades al escribir la misma información en varios documentos y a su vez se ahorrar tiempo.

Estos sistemas, al interpretar la definición de un proceso, saben en qué momento se debe realizar determinada actividad, quien o quienes la deben realizar y la información que se necesita para llevarla a cabo. Esto permite dar seguimiento de las actividades, mejorando la forma en la que se llevan a cabo los procesos, lo cual se ve reflejado en una mejora de la productividad de la organización y a su vez en la atención que ésta brinda a sus clientes.

Existe un modelo denominado “*Modelo de referencia de sistemas de administración de flujos de trabajo*” el cual pretende identificar las características comunes de los WfMS, proporcionando un marco general para la construcción de los mismos y permitir la interoperabilidad entre ellos, así como con otras aplicaciones involucradas. Este define un conjunto de interfaces y formatos para el intercambio de datos entre los componentes del sistema. *La figura 7* presenta el modelo de referencia de los WfMS y a continuación se describen sus elementos (Hollingsworth, 1995):

- *El motor del WfMS.* Es el software que se encarga de ejecutar y dar seguimiento de las instancias de los procesos.
- *Los servicios de ejecución del WfMS.* Constan de uno o más motores del WfMS. Interpretan la descripción de procesos y controlan las diferentes instancias de los mismos, secuencian las actividades, añaden elementos a la lista de trabajo de los usuarios e invocan las aplicaciones necesarias.
- *La interfaz de programación de aplicaciones del WfMS.* Es un conjunto de interfaces de programación de aplicaciones (APIs) y funciones de intercambio apoyadas por el servicio de ejecución del WfMS. Permiten la interacción del servicio de ejecución del sistema con otros recursos y aplicaciones.

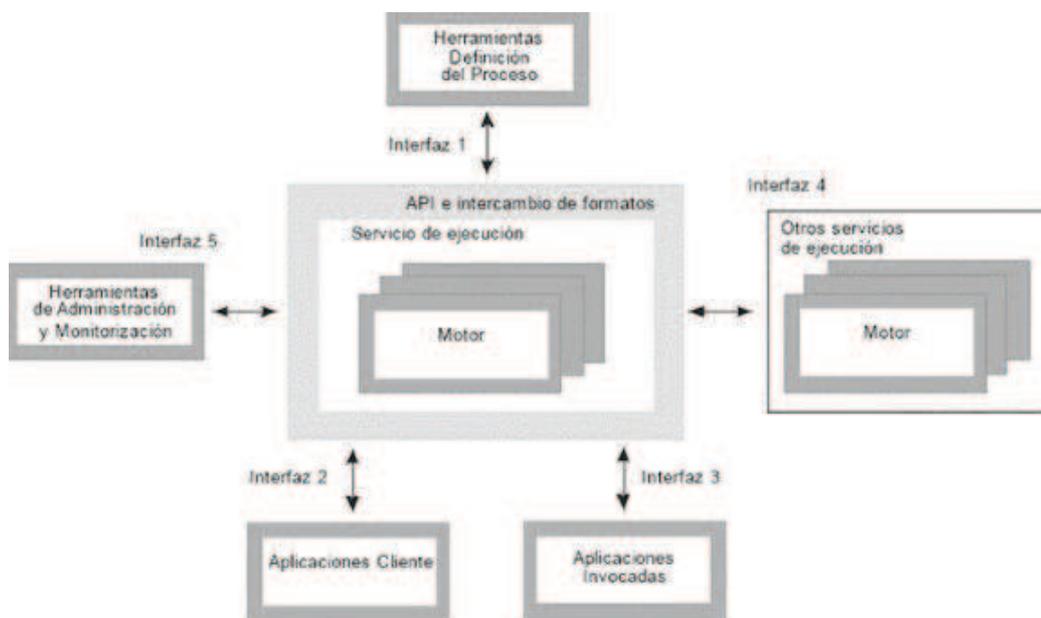


Figura 7. Modelo de referencia para los WfMS

Las interfaces que considera el modelo de referencia son:

- *Interfaz 1, herramientas de definición de procesos.* Los analistas de procesos serán los encargados de realizar una definición de los procesos de la organización, es decir, definir el conjunto de actividades, tareas, condiciones, personal, etc., que conlleva un determinado proceso y la secuencia de ejecución del mismo. Para ello utilizarán herramientas de modelado y simulación de procesos, lo que les permitirá obtener una “definición del proceso” que debe poder ser interpretada en tiempo de ejecución por el o los motores del WfMS. Esta interfaz se encargará del intercambio de información entre el mecanismo que permite la definición del proceso y el propio servicio de ejecución del flujo de trabajo. Será necesaria la definición de un modelo básico, en el que se identifiquen el conjunto mínimo de entidades de información entre ambos componentes.
- *Interfaz 2, aplicaciones clientes.* Consiste en la definición de APIs que permiten que aplicaciones clientes puedan solicitar servicios al motor del WfMS y así poder

controlar la progresión de los procesos y las actividades (incluso para iniciar la ejecución de una instancia del flujo de trabajo del proceso). También define y maneja el concepto de lista de trabajo, como una cola de trabajo asignado a un usuario o a un grupo de usuarios por el propio motor de ejecución del sistema.

- *Interfaz 3, aplicaciones invocadas.* En esta se definen APIs para invocar a distintas aplicaciones. La aplicación que es invocada es manejada localmente por un motor del WfMS, usando la información proporcionada en la definición del proceso para identificar la naturaleza de la actividad. La aplicación invocada puede ser local al motor del WfMS, es decir, reside en la misma plataforma, o está en otra plataforma dentro de una red. En este caso la definición del proceso debe contener información necesaria para poder encontrar la aplicación que se va a invocar.
- *Interfaz 4, funciones de interoperabilidad entre distintos WfMS.* Esta interfaz es utilizada para proporcionar funciones de interoperabilidad entre distintos WfMS, en el caso de estar en entornos de ejecución de flujos de trabajo distribuido, en el que podrían existir diferentes motores de WfMS que controlen distintas partes de la ejecución del proceso.
- *Interfaz 5, herramientas de administración y monitoreo.* Esta interfaz proporciona las herramientas de administración y monitoreo, las cuales permiten una visión completa del estado del flujo de trabajo, así como poder realizar auditorías sobre los datos del sistema.

II.5.1 Funcionamiento de los WfMS

Los WfMS funcionan en base a cambios de estado provocados por algún evento que suceda. Estos sistemas ejecutan por medio de un motor las instancias de los procesos. Este motor es básicamente es un planificador que organiza el trabajo (conjunto de actividades) que se tienen que realizar y lo asigna al agente responsable de llevarlo a cabo.

Cuando un nuevo proceso se instancia, el motor recupera la definición del mismo de un contenedor de modelos y determina el estado que debe ser ejecutado. Si este estado es de enrutamiento, es decir, que tiene que ser ejecutado en una estación de trabajo diferente, entonces el motor determina la salida que deberá ser activada y por lo tanto el siguiente estado que se ejecutará. Si este estado es de trabajo entonces el motor determina los recursos (agentes, información, etc.,) que deberán ser asignados para su ejecución. Enseguida el motor coloca el trabajo en la lista de trabajo del agente seleccionado (Alonso et al. 2004).

Cuando el agente está preparado para ejecutar un nuevo trabajo selecciona uno de la lista, lo ejecuta y devuelve el resultado al motor del WfMS mediante un mensaje (evento), este lo colocará en la lista de trabajo completado. El motor continuamente monitorea esta lista de trabajo para procesar mensajes de trabajo ejecutado. Concretamente, por cada mensaje de esta lista, el motor determina el siguiente estado a ejecutarse basado en el modelo del flujo de trabajo del proceso que se está ejecutando (Alonso et al. 2004).

La información contenida en el mensaje que se produjo por el evento puede ser dada por el usuario o estar implícita en el sistema. Los eventos pueden ser disparados voluntariamente por los agentes, o en forma implícita durante un proceso según el estado de los datos o de decisiones tomadas por el usuario, o en forma automática. Por ejemplo, cuando un gerente de un banco hace una consulta sobre ciertos datos para hacer una auditoría, se dispara un evento que le devuelve la información de dicha consulta.

II.5.2 Arquitectura de los WfMS

La arquitectura de los WfMS se basa principalmente en los esquemas clientes-servidor. En este enfoque pueden estar constituidos por uno o más motores de coordinación, los cuales pueden ser los encargados del manejo de toda o parte de la ejecución de las instancias de los procesos.

Los WfMS pueden ser implementados como un sistema centralizado con un único motor responsable del manejo de todas las ejecuciones de procesos que existen en el sistema (Alonso *et al.*, 2004). En este esquema el motor del WfMS se encuentra en un servidor que se encarga de proveer la funcionalidad del sistema a los clientes, los cuales proporcionan la interfaz de interacción entre los agentes del proceso y el sistema (Sommerville, 2002).

La otra alternativa es una implementación de un WfMS como un sistema distribuido. En la arquitectura distribuida de los WfMS varios motores cooperan en la ejecución de una instancia de un proceso, el control de datos asociado al proceso debe tener la capacidad de dialogar con diferentes motores. El control de datos podría estar distribuido entre los motores o podría estar en un único motor (motor maestro). Este control de datos mantiene el estado de la información asociada a cada proceso (Alonso *et al.*, 2004).

En el esquema distribuido no hay distinción de clientes y servidores, todas las estaciones de trabajo (computadoras), donde los agentes del proceso realizan sus actividades, tienen su propio motor de WfMS.

Ambas estructuras están compuestas de bases de datos y redes de comunicación. (Alonso *et al.*, 2004). Los componentes localizados en las computadoras, comunican y coordinan sus acciones mediante el paso de mensajes a través de las redes. (Coulouris *et al.*, 2001). Por otra parte utilizando los mecanismos adecuados existe la posibilidad de que un cliente se comunique con un WfMS en forma desconectada.

II.5.3 Operación desconectada en WfMS

El término operación desconectada se refiere a la capacidad de un cliente de un WfMS para continuar con sus actividades aún cuando no se encuentre conectado a una red donde generalmente ejecuta su trabajo y por lo tanto el acceso a un contenedor central de datos no es posible (Según *et al.*, 2001). Con los mecanismos que apoyen la operación

desconectada, los usuarios pueden trabajar independientemente de una computadora que les este proporcionando la información que necesitan (Alonso et al., 1997).

Contando con la tecnología adecuada es posible continuar esa coordinación que se requiere para darle seguimiento a un flujo de trabajo aún cuando no haya una infraestructura tecnológica en una organización, que permita tener todos los módulos que forman parte de un WfMS en una misma red de trabajo. Una tecnología que podría permitir esto es la de las tarjetas inteligentes.

II.6 Tecnología de las tarjetas inteligentes

Una tarjeta inteligente (smartcard en inglés) es una pequeña tarjeta que contiene un chip de microprocesador (HongQian, 2007) como se ilustra en la *Figura 8*.

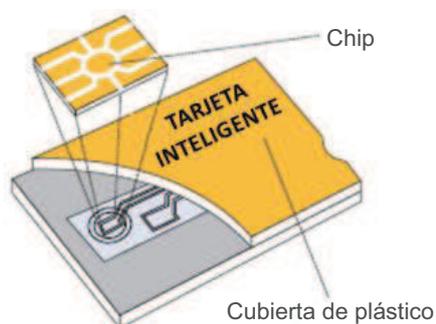


Figura 8. Chip empotrado en tarjeta inteligente

Lo que hace “inteligente” a estas tarjetas es el chip que tiene empotrado. Este chip puede contener memoria para almacenamiento de datos con cierto nivel de seguridad o puede contener además, un microprocesador controlado por un sistema operativo con la capacidad de procesar datos y de ejecutar programas de manera local en la tarjeta. (Poynder 2001). En este contexto lo que las hace inteligentes es la capacidad que tiene la tarjeta para procesar datos.

El tamaño del chip no es más que 25 mm² (HongQian, 2007). Este chip está conectado a un lector, el cual le proporciona poder de procesamiento, es decir operaciones como almacenar, leer y escribir datos en la tarjeta para servir a muchas aplicaciones.

La tecnología de las tarjetas inteligentes está evolucionando rápidamente a través del tiempo y cada día son más las organizaciones que las están utilizando como parte de sus procesos o para el desarrollo de alguna aplicación. Esto es debido a que tienen características como las siguientes (eGov, 2006):

- Económicas: Actualmente el costo de estas tarjetas se encuentra alrededor de escasos centavos de dólar hasta los 23 dólares estadounidenses, dependiendo de su funcionalidad y capacidad de almacenamiento. El costo se incrementa conforme aumenta la capacidad de almacenamiento y la complejidad de sus funciones, por ejemplo el tipo de sistema operativo que utiliza, velocidad de procesamiento, opciones de seguridad, estándares que cumple etc. A su vez el costo disminuye conforme el volumen en la compra de tarjetas aumenta.
- Capacidad de almacenamiento: Actualmente se encuentran tarjetas comerciales disponibles con capacidades de almacenamiento que van desde 1Kb de memoria EPROM hasta 64Kb. Aunque existen compañías que se encuentran desarrollando tarjetas con mucha más capacidad.
- Portabilidad: El tamaño de la tarjeta inteligente es pequeño varía de entre los 15x12mm hasta los 85.6x54mm (Rankl, 2007). Este último tamaño es el de una tarjeta de crédito. Por ello permite ser transportada fácilmente por su propietario incluso ser guardada en la billetera del mismo.
- Comodidad y facilidad de uso: Se maneja fácilmente tal como las tarjetas de crédito.
- Seguridad física y de la información: La información contenida en la tarjeta puede estar almacenada en ella sin sufrir pérdida alguna hasta por 10 años siempre y

cuando la tarjeta no sufra daños en el chip por abuso físico pero es más difícil de dañar o sufrir alteraciones que la de banda magnética. La seguridad de la información se refiere a que es más difícil, más no imposible, duplicar o alterar la información contenida en esta, caso contrario de las tarjetas de banda magnética en las cuales es muy fácil extraer la información. En estas se utilizan algoritmos criptográficos, mecanismos de autenticación y claves para proteger la información.

- Independencia de las conexiones en red: Para poder ver la información contenida en la tarjeta inteligente, almacenar información o realizar algún tipo de transacción no es necesario estar conectado a ninguna red de comunicaciones, basta con tener una lectora de tarjetas y la aplicación desarrollada para interpretar la información contenida en la tarjeta.

En el siguiente tema veremos cómo se clasifican las tarjetas inteligentes de acuerdo a otro tipo de características.

II.6.1 Clasificación de las tarjetas inteligentes

En ésta tesis se clasificaron las tarjetas inteligentes de acuerdo al tipo de componente, es decir el tipo de chip que implementan, de memoria o microprocesador; de acuerdo a la interfaz que se maneja en el componente ya sea una que requiera contacto, sin contacto, o una combinación de ambas interfaces. Otra clasificación es por el tipo de sistema operativo que controla el chip ya sea Java o Multos y también por el tamaño de la tarjeta, la *Figura 9* muestra un esquema de la clasificación de las tarjetas. A continuación describiremos con más detalle cada clasificación (Dhar, 2003):

De memoria: Las tarjetas que contienen un chip de memoria no tienen capacidad de procesamiento, se comunican a través de protocolos síncronos. Algunas tarjetas de este tipo incluyen lógica de control para el acceso a la memoria, por lo que tiene cierto nivel de inteligencia que les permite proteger de escritura algunas partes o toda la memoria. Algunas de estas tarjetas se pueden configurar para restringir el acceso tanto de lectura

como de escritura usando una llave o contraseña. Las memorias segmentadas se pueden dividir en secciones lógicas para proveer multifuncionalidad.

De microprocesador: Estas tarjetas tienen capacidades de procesamiento de datos dinámicos en el chip. Contiene un microprocesador que administra el manejo de la memoria y el acceso a los archivos por medio de un sistema operativo o COS (por sus siglas en inglés *Card Operating System*). Esta cualidad le permite que tenga muchas funciones y que residan múltiples aplicaciones en la misma tarjeta. Por ejemplo una tarjeta de débito que además permita el acceso al campus de la escuela. Esta tecnología permite actualizar la información sin reemplazar la base de las tarjetas, logrando así simplificar los cambios en los programas y como consecuencias, una reducción de costos.



Figura 9. Clasificación de las tarjetas inteligentes

El tipo de interfaz que contenga el chip define la forma en que será establecida la comunicación con la tarjeta, es decir la forma en que son leídos y escritos los datos en la misma. Existen varias maneras de realizar esta comunicación pero en esta tesis reducimos esa clasificación al solo mencionar las más comunes. La clasificación es la siguiente:

De contacto: Este tipo de tarjeta contiene contactos eléctricos localizados en su exterior los cuales se conectan con el lector de tarjetas el cual permite escribir y leer los datos en la tarjeta inteligente cuando ésta se introduce en él. Para realizar la transferencia de datos desde la tarjeta al lector y viceversa la tarjeta debe permanecer dentro del lector, una vez finalizada la operación puede retirarse. La información almacenada en la tarjeta puede ser leída desde cualquier otra lectora que sea compatible con la tarjeta y que se

encuentre conectada a una computadora que tenga instalada la aplicación que permita interpretar la información contenida en la tarjeta. Un ejemplo de este tipo de tarjetas son las de crédito bancario.

Sin contacto: Estas tarjetas no necesitan hacer contacto físico con el lector para realizar la transferencia de datos. Solo se requiere que la tarjeta este dentro de cierto rango de distancia del dispositivo lector, el cual dependerá del tipo de tecnología de transferencia sin contacto que se esté utilizando. Este tipo de tarjetas utilizan la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID por sus siglas en inglés *Radio Frequency Identification*), e incorporan una antena interior que mediante inducción de radiación electromagnética de baja frecuencia proveniente del lector, genera la electricidad necesaria para alimentar el chip, aunque existen algunos que incorporan una batería interna como una fuente de alimentación.

Estas tarjetas se utilizan en aquellas aplicaciones donde se requiere tomar ventaja de la rapidez que resulta de no tener que insertar la tarjeta en un lector, brindando mayor eficiencia en la operación, además de que prolonga la vida del lector al no ser expuesto al desgaste por el contacto físico de las terminales, como sucede con los lectores de tarjetas de contacto. Un ejemplo de este tipo de tarjetas son las de las casetas de cobro.

Híbridas: Estas tarjetas contienen 2 chips, uno utilizando tecnología de contacto y otro que utiliza tecnología sin contacto. Ambos chips pueden ser chips de microprocesadores o simples chips de memoria. El chip sin contacto se utiliza generalmente en aplicaciones que requieren transacciones rápidas (por ejemplo en cobro instantáneo en el transporte), mientras que el chip de contacto es utilizado en aplicaciones que requieran alto nivel de seguridad como las bancarias. Las tarjetas híbridas también provee una solución alterna a los sistemas tradicionales de tarjetas de contacto durante la transición a tecnologías de sin contacto.

Otro tipo de clasificación de las tarjetas inteligentes es mediante el lenguaje de programación el cual fue desarrollado su sistema operativo. Éstas se clasifican de la siguiente manera:

Sistema operativo en Java: Consiste en un sistema operativo desarrollado para tarjetas inteligentes desarrollado en el lenguaje de programación.

Sistema operativo en MultOS: Es una plataforma multi-aplicación la cual permite combinar diferentes aplicaciones en una tarjeta, en cualquier estado de su ciclo de vida, sea con aplicaciones pre-cargadas en los módulos MultOS, personalizadas durante la producción de la tarjeta o después de la emisión. Adicionalmente, todas las aplicaciones desarrolladas en la plataforma MultOS son inter-operables con cualquier chip, siempre y cuando éste tenga la memoria disponible (y en algunos casos las capacidades criptográficas), lo que permite escalabilidad en los proyectos de tarjetas inteligentes hacia chips más o menos avanzados, dependiendo de las necesidades del mismo.

La última clasificación presentada en esta tesis es de acuerdo al tamaño de la tarjeta la cual se muestra a continuación *figura 10* (Rankl, 2007):

ID 000: Son tarjetas cuya medida es de 25x15 mm. Estas tarjetas son utilizadas generalmente en telecomunicaciones. Por ejemplo en celulares.

ID 00: Son tarjetas cuya medida es de 66x33 mm, ésta es una medida estándar establecida para telecomunicaciones pero casi no es usada.

ID 1: Estas tarjetas poseen una medida de 85.6x54 mm. Esta medida de tarjeta es la más usada, por ejemplo en tarjetas bancarias, en tarjetas para teléfonos públicos, transporte público, etc.

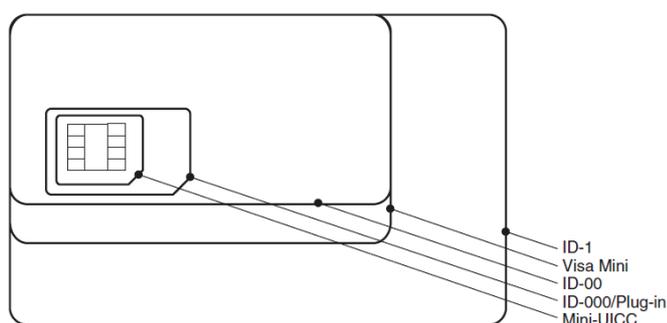


Figura 10. Diferentes tamaños de las tarjetas inteligentes

Las otras medidas no están incluidas en la *figura 10* por tener menor utilización en aplicaciones realizadas con tarjetas inteligentes pero su tamaño es el siguiente:

Visa Mini: La medida de estas tarjetas es de 65x40 mm. Son tarjetas más pequeñas que las tarjetas de crédito que son utilizadas por lo general en sistemas de pago.

Mini-UICC: Esta tarjeta es la más pequeña de todas su medida es de 15x12 mm, aún más pequeña que la ID000 sin embargo también es utilizada en telecomunicaciones.

Existen algunos proyectos donde se ha implementado esta tecnología, en los cuales resaltan algunas de las características de las tarjetas inteligentes que se mencionaron, así como aspectos de su clasificación.

II.7 Trabajo previo

En esta sección se presenta el trabajo previo encontrado en la literatura. En relación a la operación desconectada de los WfMS encontramos el siguiente trabajo “*Supporting Disconnected Workflow en PDA Devices*” (Arroyo et al, 2003). En este proyecto se definen los mecanismos necesarios para el apoyo a la operación desconectada en los sistemas de flujos de trabajo de tal manera que los usuarios en las organizaciones puedan trabajar independientemente de una unidad de cómputo central. El desarrollo de los mecanismos para el apoyo a la operación desconectada se presenta a través de una arquitectura ligera para dispositivos PDAs.

La limitante de este proyecto es que los mecanismos definidos únicamente funcionan en PDAs no en dispositivos móviles en general; además el manejo de documentos sigue siendo en formato electrónico.

En cuanto al uso de tarjetas inteligentes en un flujo de trabajo encontramos el proyecto “*Smart Card Healthcare System*” (SCHS, por sus siglas en inglés) (Kardas y Turnali, 2006) se desarrolló un sistema que utiliza tarjetas inteligentes para controlar el

flujo de datos entre los clientes, es decir los proveedores del cuidado de la salud y el servidor de la base de datos central mediante un protocolo distribuido.

Se reporta que tanto pacientes como proveedores del cuidado de la salud cuentan con su tarjeta inteligente, en la de los pacientes esta almacenada su información personal además de información de su salud en general. Los médicos usan su tarjeta inteligente para ser autenticados en el sistema y acceder a los datos de los pacientes. Estos pueden ser accedidos sin necesidad de estar conectados a una base de datos mediante una red, incluso desde una ambulancia siempre y cuando esta cuente con la aplicación y lectora de tarjetas inteligente adecuado. Llaves de encriptación y llaves de almacenamiento de claves digitales son utilizadas sobre las tarjetas inteligentes como medio de seguridad y autenticación de los usuarios.

En este proyecto nuevamente resalta la operación desconectada de un sistema, pero esta vez usando tarjetas inteligentes. Aunque no se busca con este dar seguimiento a las actividades que se llevan a cabo en un flujo de trabajo pero si involucra la tecnología de las tarjetas inteligentes para lograr la coordinación de ciertas actividades sin una red de comunicación.

En el proyecto *“Expediente Médico Personal en Tarjetas Inteligentes (PHR)”* (Gómez et al. 2008) se desarrolló un expediente médico personal en tarjetas inteligentes con la finalidad de que los pacientes pudieran portar la información concerniente a su salud y consultarla en cualquier momento, incluso en su propios hogares; en estos expedientes además de observar su información pueden agregar síntomas que se les van presentando, información útil para su próxima consulta. El caso de estudio que se presenta en esta investigación se desarrolló en el proceso de seguimiento del embarazo, en este se identificaron las actividades realizadas en una consulta médica, la información capturada durante la misma, así como la necesaria en otros procesos del cuidado de la salud.

En este proyecto la tarjeta inteligente se usa únicamente para almacenar información sobre revisiones o síntomas de las mujeres embarazadas. Pero mediante esta

no se lleva el control del flujo de actividades que se siguen en el proceso de seguimiento del embarazo, ni el flujo de documentos.

El proyecto “*Digital Backpacking*” (Hornecker y Stifter, 2006) consiste en un nuevo enfoque para el uso de las tarjetas inteligentes utilizadas para guiar el recorrido de un visitante en un museo. Los visitantes compran las tarjetas inteligentes a su costo de producción cuando entran al museo. Los propietarios de las tarjetas interactúan con el sistema de información de la exhibición que está accesible en las diversas terminales dentro de las instalaciones. Al pasar por los pasillos mediante lectoras RFID o al introducir la tarjeta inteligente en algunas de las lectoras instaladas en las terminales, el sistema de información va trazando la ruta recorrida por el visitante y hace una comparación con las rutas recorridas por otras personas que han visitado el museo con la finalidad de dar recomendaciones de qué es lo siguiente que podría visitar. Además en las terminales les permite agregar información, videos, imágenes, etc. sobre lo que han visto en el museo formando con ello su mochila digital, información a la cual pueden acceder introduciendo un número impreso sobre su tarjeta en la página de internet del museo.

Dentro de las limitantes de este proyecto es que la información contenida en las tarjetas inteligentes no es recuperada directamente de ésta sino desde una página la WEB. A continuación la siguiente tabla (*Tabla II*) muestra un resumen de las aportaciones y limitantes del trabajo previo presentado.

Tabla II. Resumen del trabajo previo

Propuesta	Aportación	Limitantes
Proyecto “Supporting Disconnected Workflow in PDA Devices”. (Arroyo et. al, 2003) México	Definición de los mecanismos necesarios para el apoyo a la operación desconectada en sistemas de flujos de trabajo.	Los mecanismos definidos únicamente funcionan en PDA's no en dispositivos móviles en general. Además el manejo de los documentos se realiza en forma electrónica.

Proyecto "Digital Backpacking". (Hornecker y Stifter, 2006) Nueva Zelanda	Un nuevo enfoque para el uso de tarjetas inteligentes, las cuales son utilizadas para guiar el recorrido de un visitante en un museo.	La información no es recuperada desde la tarjeta sino de una página WEB.
Proyecto "Smart Card Healthcare System" (SCHS, por sus siglas en inglés). (Kardas y Turnali, 2006) Irlanda	Desarrollo de un expediente médico en tarjetas inteligentes. Utilizadas para ver la información del paciente aunque no se tenga acceso a la red del hospital.	El proyecto apoya algunas de las actividades del médico pero no coordina el seguimiento de éstas.
Proyecto "Expediente Médico Personal en Tarjetas Inteligentes"(PHR) (Gómez et. al, 2008) México	Desarrollo de un expediente médico en tarjetas inteligentes donde los pacientes puedan almacenar sus síntomas.	Da seguimiento a algunas de las actividades del médico pero no en su totalidad.

II.8 Resumen

En este capítulo se describieron los conceptos de flujo de trabajo y de sistemas de administración de flujos de trabajo. Se presentaron técnicas diagramáticas que nos permiten modelar los procesos desde diferentes perspectivas, la importancia de cada una y las diferencias existentes entre éstas.

Se explicó en qué consiste la operación desconectada de un sistema de administración de flujo de trabajo y cómo apoyarla mediante tecnología móvil.

Se introdujeron las tarjetas inteligentes como una posible tecnología para lograr la coordinación de un flujo de trabajo organizacional de forma desconectada y sin uso de documentos electrónicos, se enlistaron sus características y su clasificación. Finalmente se presentó el trabajo previo relevante para este trabajo de investigación.

En el siguiente capítulo se presentará un caso de estudio que se realizó sobre un proceso organizacional de un entorno real, donde mencionaremos la metodología empleada y las técnicas diagramáticas utilizadas para el modelado del proceso, para finalmente

definir los requerimientos para el diseño de un WfMS que trabaje en forma desconectada utilizando tarjetas inteligentes.

Capítulo III. Caso de Estudio y Requerimientos del WfMS

III.1 Introducción

En este capítulo se describe el caso de estudio que se realizó para obtener parte de los requerimientos necesarios para lograr la coordinación de un flujo de trabajo organizacional mediante tarjetas inteligentes de un entorno real. El caso de estudio nos permitió estudiar un proceso de una organización de forma intensa y detallada, así como identificar las decisiones importantes que forman parte del mismo. Se observó el ambiente en el cual las personas involucradas en el proceso se desenvuelven, así como los elementos con los que cuentan para realizar su trabajo.

En base a este caso de estudio se establecieron los requerimientos para el diseño de una arquitectura para el desarrollo de un WfMS usando tarjetas inteligentes. Esto en conjunto con los requerimientos obtenidos de la literatura y de los tecnológicos que nos establece el uso de las tarjetas inteligentes.

A continuación se presenta una descripción del caso de estudio y de los requerimientos que se obtuvieron.

III.2 Caso de Estudio

Se realizó un caso de estudio en un entorno real sobre un proceso de una organización donde el papel no puede ser sustituido por documentos electrónicos. Este fue realizado basándonos en la metodología que describiremos enseguida.

III.2.1 Metodología

La metodología que se utilizó para realizar el caso de estudio fue la Metodología para el Análisis y Diseño de los Procesos (PADM por sus siglas en inglés *Process Analysis and Design Methodology*) (Wastell et al., 1994), ésta proporciona un conjunto de

herramientas y técnicas para poder realizar la captura y análisis del proceso y posteriormente el rediseño del mismo.

El núcleo de la metodología PADM consta de las siguientes cuatro fases *Figura 11* (Wastell et al., 1994):

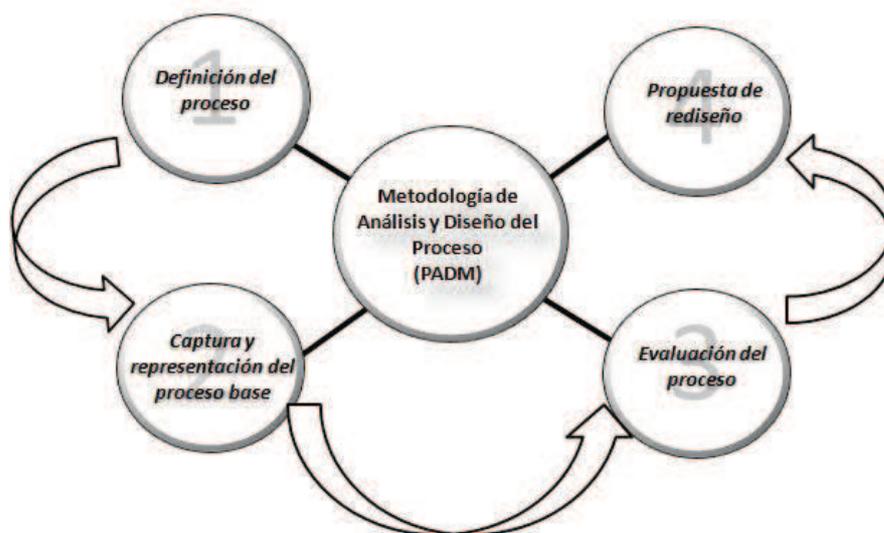


Figura 11. Fases de la metodología PADM

1.- Definición del proceso. En esta fase se establecen los objetivos del proceso, una definición de sus límites e interfaces, sus entradas y salidas principales, personas involucradas en la ejecución, los que se benefician del proceso, y aquellos que proporcionan entradas.

2.- La captura y representación del proceso base. Esta fase consiste en modelar el proceso detalladamente, construyendo una representación gráfica del mismo que nos proporcione una vista del proceso en su totalidad o parcialmente.

3.- Evaluación del proceso. Esta fase involucra técnicas y criterios para el análisis y evaluación. Su objetivo es la identificación de problemas y debilidades del proceso.

4.- Propuesta de rediseño. Esta fase consiste en el diseño de un nuevo proceso para la organización, ya sea por mejoras incrementales o cambios radicales al proceso base. El

rediseño del proceso también envuelve consideraciones técnicas como: modernizar y racionalizar el proceso, reducir complejidad, minimizar actividades que no agreguen valor, eliminar o mejorar el control de las variaciones y sociales como: cambios en los puestos o estructura social para incrementar la motivación, reducir estrés y mejorar el rendimiento dándole a la gente facultades, información y autoridad para tomar responsabilidades para su nuevo trabajo.

Siguiendo las fases de la metodología PADM obtuvimos información importante que poco a poco nos fue introduciendo al proceso y nos ayudó a comprenderlo.

III.2.1.1 Definición del proceso

El caso de estudio fue realizado en el Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM (CNyN) en el área de la secretaría administrativa. Se estudió el “*proceso de administración de proyectos*”.

El objetivo del proceso de administración de proyectos es *la administración del presupuesto anual asignado a los investigadores responsables de un proyecto y de los trámites que solicitan en la secretaría administrativa haciendo uso del mismo*.

A cada uno de los trámites que un investigador puede solicitar a la secretaría administrativa en esta tesis lo hemos identificado como un *subproceso* del proceso de administración de proyectos. A continuación en la *Figura 11* se muestran los subprocesos más solicitados:

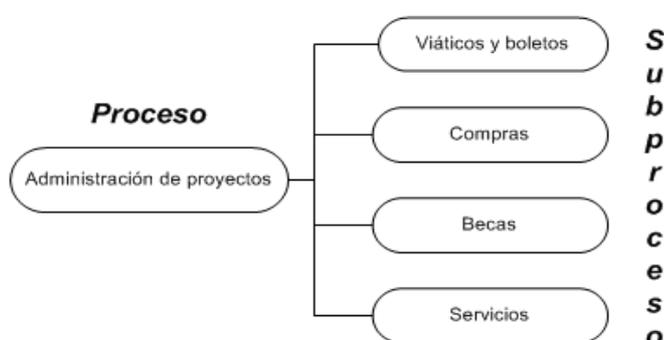


Figura 12. Subprocesos del proceso administración de proyectos.

Las personas (agentes) involucradas en el proceso de administración de proyectos son: la secretaria administrativa, la jefa de bienes y suministros, el jefe de servicios, la jefa de proyectos y los investigadores que tienen a su cargo un proyecto de investigación. La siguiente tabla (*Tabla III*) presenta la responsabilidad en el proceso de cada persona.

Tabla III. Personal involucrado en el proceso de administración de proyectos y su responsabilidad

Puesto	Responsabilidad en el proceso
Secretaria administrativa	Aprobar todas las ordenes de trámites solicitadas por los investigadores
Jefa de bienes y suministros	Atender los trámites que impliquen realizar alguna compra
Jefe de servicios	Contratar los servicios solicitados en alguna orden de trámite
Jefa de proyectos	Atender el trámite de viáticos y boletos, el de becas y de administrar el presupuesto de los proyectos
Investigadores	Solicitar los trámites con el presupuesto asignado a su proyecto de investigación

Una vez definido el proceso e identificado a las personas involucradas, se continuó el caso de estudio realizando la siguiente fase de la metodología.

III.2.1.2 Captura y representación del proceso

Para obtener información del proceso se realizaron un conjunto de entrevistas con el personal involucrado, se analizaron los manuales donde se establecen sus procedimientos, documentos importantes, registros electrónicos relacionados con el proceso y se realizó observación de cómo llevan a cabo sus actividades. Adicionalmente se examinaron las necesidades del personal y del proceso mismo, ideas preconcebidas, preocupaciones, etc.

Aquí presentamos parte de esta información mediante una descripción a grandes rasgos del proceso de “administración de proyectos” en el cual realizamos el caso de estudio.

El proceso de “*administración de proyectos*” consiste en la administración del presupuesto asignado a los investigadores para realizar un proyecto de investigación. En este caso de estudio nos enfocamos principalmente a estudiar aquellos que fueron

aprobados por la DGAPA-PAPIIT (Dirección General de Asuntos del Personal Académico - Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica) de la UNAM. El presupuesto asignado es repartido anualmente durante el período de duración de proyecto.

Los investigadores solo conocen el monto del presupuesto asignado, debido a que la jefa de proyectos, en la secretaría administrativa se encarga de racionarlo permitiendo que el investigador haga uso de este limitándolo a ciertos trámites.

Dentro de los principales trámites a los que un investigador tiene derecho tras el monto asignado a su proyecto están: solicitar boletos aéreos para salir de viaje a alguna conferencia o congreso y los respectivos viáticos para cubrir los gastos del viaje; a solicitar la compra de algún material de trabajo, aparato de laboratorio, equipo de cómputo, etc., a otorgar alguna beca a los estudiantes que participen en el desarrollo del proyecto y a solicitar algún tipo de servicio, como el mantenimiento de algún instrumento de trabajo. Por lo anterior hemos clasificado los trámites en 4 tipos: *viáticos y boletos, compras, becas, y servicios*.

El presupuesto de un investigador puede ser repartido entre 16 partidas presupuestales diferentes, esto depende de las que hayan sido aprobadas para su proyecto. Dependiendo del tipo de trámite que se solicite, la jefa de proyectos obtiene el dinero para realizarlo de una o de varias partidas; por ejemplo para el trámite de viáticos y boletos se necesita retirar dinero de la partida de viáticos para proporcionarle el dinero al investigador para su manutención durante el viaje y de la partida de pasajes aéreos para comprar los boletos del mismo. Adicionalmente si el viaje es para asistir a una conferencia se podría necesitar dinero para la inscripción por lo que se vería afectada la partida de cuotas de inscripción, etc. La siguiente tabla (*Tabla II*) muestra como se agrupan las partidas presupuestales en los diferentes trámites.

Tabla IV. Trámites solicitados en la secretaría administrativa por los investigadores

Trámite	Partida presupuestal
Trámite de viáticos y boletos	Viáticos
	Pasajes aéreos
	Cuotas de inscripción
	Otros pasajes
Trámite de compras	Compra de artículos, materiales y útiles
	Equipo e instrumental
	Equipo de cómputo
	Libros
Trámite de asignación de beca	Revistas técnicas y científicas
	Becas
Trámite de solicitud de un servicio	Honorarios por servicios profesionales y académicos
	Gastos de intercambio académico
	Mantenimiento de equipo de laboratorio y diverso
	Edición y digitalización de libros
	Servicios de impresión
	Otros servicios comerciales

El proceso inicia cuando la jefa de proyectos recibe el documento que contiene la lista con los datos (número de proyecto, investigador responsable, presupuesto aprobado, partidas presupuestales aprobadas, etc.) de los proyectos de investigación aprobados. *Ella realiza un informe financiero de cada proyecto donde registra esos datos, adicionalmente realiza el informe de gastos del proyecto donde se registrarán todas las solicitudes de trámites que se realicen para cada proyecto, esto los hace en dos archivos hechos en Excel. Cada que se realiza un trámite ella actualiza la información del informe financiero restando el monto del presupuesto que ha sido gastado. Cuenta con un sistema de información llamado SICOP (Sistema de Contabilidad y Presupuesto) donde debe registrar todos los gastos generados por los trámites solicitados y llevar un control del presupuesto de los proyectos, sin embargo de acuerdo a la información que nos proporcionó la jefa de proyectos no lo utiliza porque le parece algo complejo, prefiere realizar el registro de la información en los archivos que crea en Excel. Aunque esto implica doble trabajo porque al final del año tiene que actualizar la información de los proyectos en el SICOP para*

determinar cuánto dinero fue gastado de los proyectos y cuanto deberá ser regresado a la DGAPA-PAPIIT.

Por otra parte cuando un investigador desea hacer uso del presupuesto asignado a determinada partida presupuestal solicitando algún trámite, debe llenar la solicitud correspondiente y entregarla a la jefa de proyectos en la secretaría administrativa. Al mismo tiempo debe solicitar el permiso para realizar dicho trámite al departamento de desarrollo académico entregando la documentación necesaria.

En el departamento de desarrollo académico analizan la petición del investigador y si es aprobada se envía un oficio a la entidad encargada de proyectos ubicada en la UNAM en la ciudad de México. Si en esa entidad es aprobada la petición del investigador, la autorización para llevar a cabo el trámite es enviada de regreso a la jefa de proyectos, vía correo electrónico.

Una vez que ha recibido el correo, *verifica en el informe financiero del proyecto del investigador si cuenta con suficiente dinero en las partidas para la realización del trámite.* De contar con suficiencia presupuestal lleva la solicitud con la secretaría administrativa para que la autorice. En caso contrario tiene que comunicarse con el investigador para informarle que no tiene dinero suficiente y a la vez solicitarle autorización para realizar una transferencia presupuestal de una partida en donde aún tenga dinero, hacia la partida donde se requiere, *mientras tanto el trámite queda detenido hasta que sea posible localizar al investigador o este decida de cual partida transferir el dinero.*

La jefa de proyectos ubica en la solicitud el o los montos que el investigador quiere gastar y la o las partidas presupuestales a las que corresponden. Enseguida *registra esta información como dinero pendiente por gastar, junto con el número de solicitud, en el informe de gastos del proyecto.* Una vez hecho esto entrega la solicitud a la persona responsable de realizar la actividades del trámite, en caso de que se requiera realizar la compra de algún equipo a la jefa de bienes y suministros, si es una solicitud de algún servicio al jefe de servicios, si es están solicitando el trámite de asignación de becas o de viáticos y boletos lo atiende ella, etc. *Algunos de los trámites como por ejemplo el de*

viáticos y boletos requieren de la participación de los investigadores para realizar algunas de las actividades del subproceso.

La jefa de proyectos es la encargada de realizar los cheques para cubrir los gastos de cualquier tipo de trámite. La información del cheque junto con el número de solicitud para el cual fue realizado, *es registrada en el informe de cheques del proyecto* (archivo hecho en Excel). Una vez que son gastados los cheques, la jefa de proyectos tiene que *actualizar el presupuesto del proyecto restando el gasto realizado al informe financiero del mismo*. La información registrada en el informe financiero junto con el informe de gastos y el informe de cheques del proyecto deben mantener consistencia y estar actualizados todo el tiempo.

Todos los documentos que se generan en el transcurso del trámite como por ejemplo la solicitud del trámite, los recibos de los cheques entregados, los comprobantes de los pagos realizados, etc., deben estar impresos en papel y con firmas originales, esto debido a que la secretaría administrativa cuenta con la certificación ISO-9001, la cual les exige que tengan toda la documentación que se genera en sus actividades como evidencia de cómo realizan sus procedimientos y con esto comprobar la calidad de los mismos.

Cuando las actividades que se llevan a cabo en el subproceso han finalizado, los documentos generados deben ser enviados por paquetería, para comprobar los gastos realizados del presupuesto del proyecto, hacia una entidad encargada de verificar que está sucediendo con el presupuesto que fue aprobado para los proyectos de todas las dependencias de la UNAM la cual se ubica en la ciudad de México. Esta entidad verifica los documentos y actualiza la información del presupuesto del proyecto en un sistema de información llamado SIAU (Sistema Integral de Administración Universitaria). En la secretaría administrativa la jefa de proyectos puede acceder a ese sistema únicamente para consultar la información mediante Internet. Una vez que ella observa en el sistema el presupuesto del proyecto actualizado el trámite ha finalizado.

La jefa de proyectos tiene que hacer el mismo procedimiento para atender los trámites de los proyectos de investigación vigentes en ese año diariamente. Al final del año

se tiene que hacer un informe financiero final de cada proyecto, donde se describe cuánto dinero del asignado al proyecto fue gastado y cuanto va a ser devuelto, este informe es realizado en el sistema SICOP. Para poder generar el informe debe capturar la información contenida en el informe financiero del archivo hecho en Excel. Una vez que es enviado este informe a la entidad encargada de proyectos en la UNAM de la ciudad de México el proceso ha finalizado.

Subproceso de viáticos y boletos

Para detallar las actividades que se realizan en un subproceso del proceso de administración de proyectos vamos a suponer que un investigador desea realizar un trámite de viáticos y boletos.

El investigador debe *llenar la solicitud de viáticos y boletos*, ésta la obtiene generalmente descargándola de la página Web del CNyN o solicitándola directamente en la secretaría administrativa. Junto con la solicitud debe llenar otros documentos que son parte de los requisitos para realizar ese trámite, como por ejemplo; el certificado del seguro de vida, la licencia con goce o sin goce de sueldo, una carta libre con los detalles del viaje, etc. El investigador tiene que entregar esta documentación; exceptuando la solicitud de viáticos y boletos, al departamento de desarrollo académico del CNyN, para que junto con la entidad encargada de proyectos ubicada en la UNAM de la ciudad de México autoricen el trámite. En este caso de estudio no se le dió seguimiento a esos documentos porque son entregados a un departamento diferente de la secretaría administrativa, nos enfocamos principalmente a los documentos que entran y que son generados en esta.

Por otra parte la solicitud de viáticos y boletos la lleva a la secretaría administrativa y se la entrega a la jefa de proyectos. Ella al recibir la solicitud verifica en el informe financiero del proyecto del investigador si cuenta con suficiencia presupuestal para realizar el trámite. Una vez que la jefa de proyectos ha determinado que el investigador si cuenta con dinero suficiente en las partidas afectadas, de donde se necesita obtener el dinero para realiza el trámite, lo continúa. En caso contrario solicita al

investigador autorización para realizar una transferencia presupuestal. Una vez realizada la transferencia se continúa el trámite.

La jefa de proyectos asigna un número a la solicitud y la fecha de entrega y registra estos datos juntos con los del gasto que se va a realizar del presupuesto de las partidas de viáticos y la de pasajes aéreos. Enseguida espera que llegue el correo electrónico con la autorización desde la ciudad de México para poder continuar el trámite. De acuerdo a la información que nos proporcionaron rara vez no autorizan algún trámite.

Una vez que ha recibido el correo, la jefa de proyectos lleva la solicitud con la secretaria administrativa por la autorización final. Enseguida contacta a las agencias de viaje para establecer el itinerario del vuelo, realiza el cheque para comprar los boletos del viaje y antes de enviarlo a la agencia registra la información del cheque (número de cheque, monto, etc.), en el informe de cheques del proyecto. Una vez hecho esto, elabora un cheque para cubrir los gastos del viaje del investigador (viáticos), el cual también queda registrado en el informe de los cheques. Enseguida la jefa de proyectos se comunica con el investigador para que pase a la secretaría administrativa a recoger su cheque de viáticos.

Una vez que el cheque es entregado al investigador, este firma un recibo como evidencia de que ha recibido el cheque y junto con éste le hacen entrega de los boletos del viaje e itinerario del vuelo.

Una vez que el investigador ha realizado su viaje debe dirigirse a la secretaría administrativa para comprobar los gastos del mismo. Debe entregar todas las facturas, comprobantes de pagos, etc. que comprueben en donde invirtió el dinero de los viáticos, en caso de que le haya sobrado dinero debe regresarlo. Si la comprobación de gastos no está completa, la jefa de proyectos realiza un recibo que hace firmar al investigador, el cual lo compromete a completar la comprobación lo más pronto posible. Sin embargo muchos de los trámites de viáticos y boletos no se finalizan hasta después de un largo tiempo porque la comprobación de gastos queda incompleta. Una vez completada la comprobación de gastos, la jefa de proyectos descuenta el gasto realizado por el trámite al informe financiero del proyecto y enseguida continúa el trámite.

Finalmente la jefa de proyectos tiene que informar del gasto realizado a la entidad encargada de proyectos de la UNAM de la ciudad de México. Envía la documentación generada (impresa en papel) por el trámite mediante paquetería, debe anexar a esta documentación una “forma múltiple de gastos de comprobación de viáticos” y una “forma múltiple de gastos de comprobación de boletos” los cuales son documentos donde se hace un resumen del gasto realizado en cada rubro. Una vez que se actualiza la información en el sistema SICOP el trámite solicitado por el investigador ha finalizado.

La descripción anterior proporciona la información de cómo se lleva a cabo el trámite de viáticos y boletos del proceso de administración de proyectos. De esta misma forma se capturaron todos por medio de entrevistas. Una vez recabada suficiente información de los procesos pasamos al modelado de estos.

Modelado del proceso

Con la finalidad de contar con un modelo completo del proceso se realizaron gráficas ricas, RADs e IDEF0s, las cuales son técnicas diagramáticas para el modelado de procesos descritas en el capítulo anterior (capítulo II). La *Figura 13* muestra una vista global el proceso de administración de proyectos mediante una gráfica rica.

En la gráfica se pueden apreciar los actores involucrados en el proceso, la relación que existe entre ellos, es decir qué actividades realizan en conjunto y los artefactos que son necesarios para que la actividad se pueda realizar.

Los actores que participan en el proceso de administración de proyectos de acuerdo a la gráfica son: *la secretaría administrativa, jefa de bienes y suministros, jefe de servicios, investigador, jefa de proyectos, departamento de desarrollo académico, la entidad encargada de proyectos en la UNAM de la ciudad de México (UNAM México) y los sistemas SICOP y SIAU*. Adicionalmente nos permite observar que la persona con mayor responsabilidad en el proceso es la jefa de proyectos.

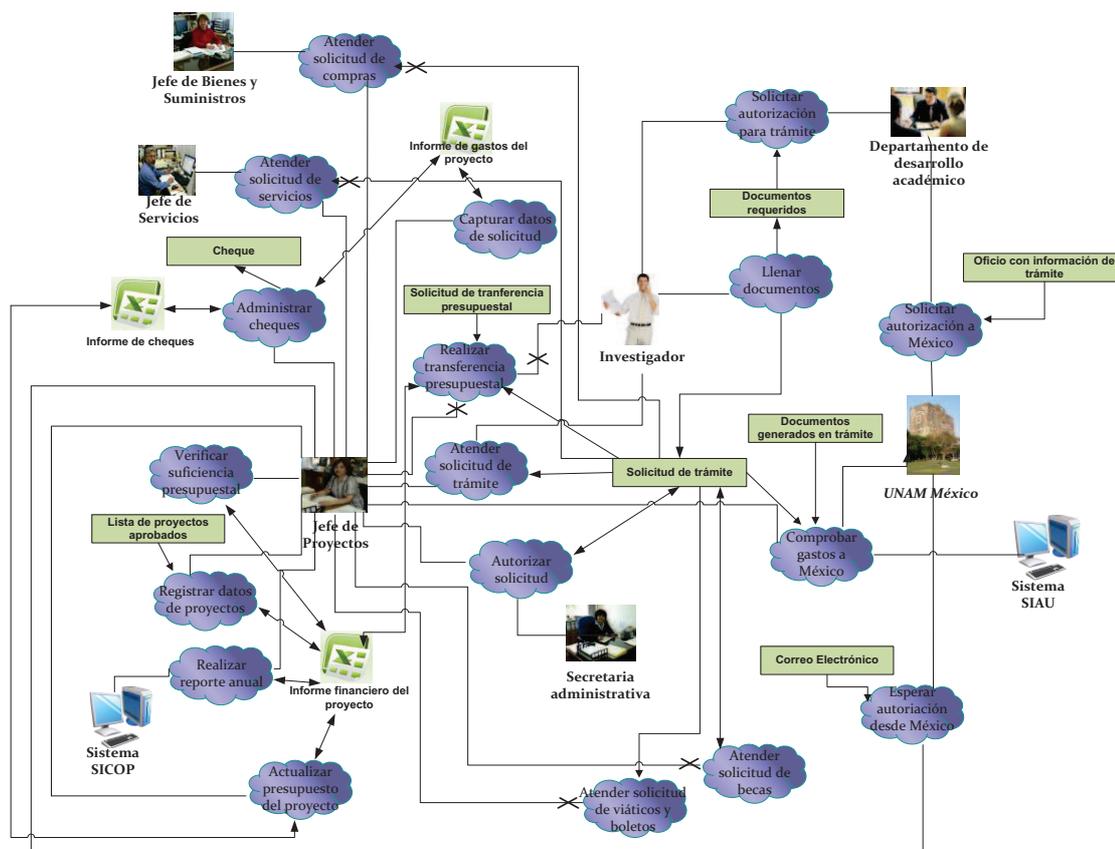


Figura 13. Gráfica rica del proceso de administración de proyectos.

En la figura anterior podemos observar que la jefa de proyectos está relacionada con casi todos los actores del proceso, con el investigador mediante las actividades “Atender solicitud de trámite” y “Realizar transferencia presupuestal”, con el jefe de servicios mediante la actividad de “Atender solicitud de servicios”, con la jefa de bienes y suministros mediante la actividad de “Atender solicitud de compras”, etc. Todas estas actividades están representadas mediante una nube y necesitan el artefacto “solicitud de trámite” para que sea posible llevarlas a cabo. Todos los artefactos están representados por un rectángulo etiquetado con el nombre del mismo, excepto los artefactos que representan los archivos hechos en Excel que son utilizados en el proceso, estos están representados con el ícono del programa.

La gráfica rica ilustrada en la *Figura 14* nos presenta el subproceso de viáticos y boletos descrito en la sección anterior en forma de diagrama.

En particular en este subproceso de viáticos y boletos podemos identificar como actores al *investigador*, a la *jefa de proyectos*, al *departamento de desarrollo académico*, a la *entidad encargada de proyectos en la UNAM de la ciudad de México (UNAM México)* y al *sistema SIAU*.

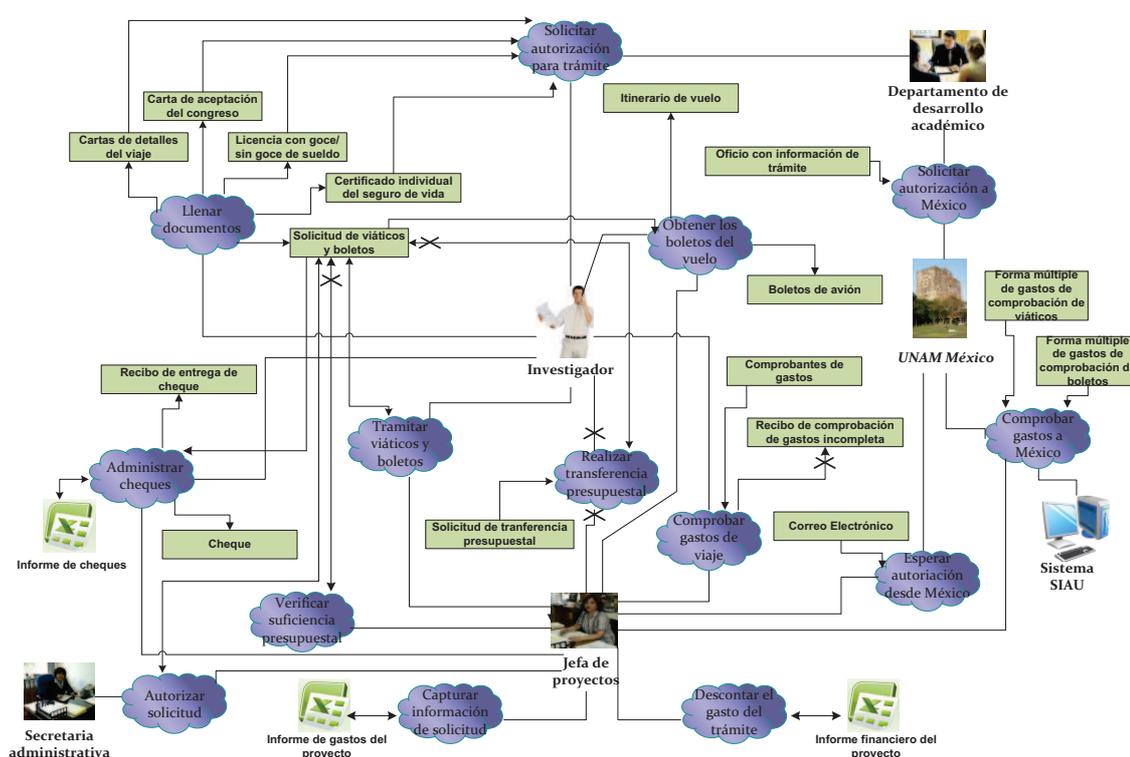


Figura 14. Gráfica rica del subproceso de viáticos y boletos.

De acuerdo a la figura anterior existe una relación entre el investigador y la jefa de proyectos que involucra varias actividades: la actividad del investigador de solicitar los viáticos y los boletos para su viaje y la que corresponde a la jefa de proyectos de atender la solicitud de éste trámite, esto está englobado en una nube que representa la actividad con el nombre general de *“Tramitar viáticos y boletos”*; en ésta actividad es necesario que entre como artefacto el documento que es la *“solicitud de viáticos y boletos”* para poderla

realizar. Una segunda actividad que relaciona a estos dos actores es la de “*Comprobar los gastos de viaje*” en ésta el investigador entrega las facturas y demás comprobantes a la jefa de proyectos la cual se encarga de recibirlos y verificar que los recibos cubran la totalidad del dinero entregado para viáticos como se mencionó en la descripción textual del subproceso. Así como estas actividades podemos observar otras más que relacionan a estos dos actores.

Éstas gráficas nos ayudaron a visualizar mejor el proceso y a establecer una visión general del mismo al inicio de su estudio, con el fin de *identificar a todos los participantes del proceso y su relación*, las principales actividades que llevan a cabo y las entradas y salidas de entidades de información de estas.

Con la finalidad de completar la información requerida para poder modelar el flujo de trabajo realizamos RADs, esto nos permitió identificar los roles que llevan a cabo cada actor y las actividades que componen esos roles, así como determinar los elementos de toma de decisión del proceso y los puntos específicos de interacción entre los actores.

Algunos de los roles identificados en el proceso de administración de proyectos junto con su descripción y el actor responsable de realizarlo, los cuales se enlistan en la siguiente tabla (*Tabla V*).

Tabla V. Lista de roles encontrados en el proceso de administración de proyectos

Rol	Descripción	Responsable
Registrando datos de los proyectos	Consiste en capturar los datos de los nuevos proyectos de investigación aprobados, en el informe financiero de proyectos	Jefa de proyectos
Solicitando trámite	Consiste en recabar y llenar la documentación establecida como requisito para solicitar cualquier trámite, entregarla en los departamentos correspondientes y aprobar en caso de que sea necesaria una transferencia presupuestal.	Investigador
Atendiendo solicitud de trámite	Consiste en recibir la solicitud de algún trámite, verificar si el investigador cuenta con suficiencia presupuestal en el informe financiero, solicitar una transferencia presupuestal en caso de que sea necesaria, capturar los datos de la solicitud en el informe de gastos del proyecto, esperar la autorización de la solicitud de la UNAM de ciudad de México y	Jefa de proyectos

	obtener la autorización de la secretaria administrativa, etc.	
Realizando transferencia presupuestal	Consiste en verificar la cantidad de dinero disponible en las partidas presupuestales del proyecto de un investigador para transferir dinero de una partida a otra.	Jefa de proyectos
Autorizando solicitudes de trámites	Consiste en autorizar las solicitudes de trámites mediante una firma del documento.	Secretaria administrativa
Atendiendo solicitud de becas	Consiste en verificar que la documentación entregada para la asignación de una beca este completa y la información correcta, enviarla por paquetería a la UNAM de la ciudad de México para su aprobación, notificar al interesado la respuesta obtenida.	Jefa de proyectos
Atendiendo solicitud de servicios	Consiste en determinar el tipo de servicio solicitado, hacer la contratación del mismo, verificar el cumplimiento del contrato, informar los resultados obtenidos.	Jefa de servicios
Atendiendo solicitud de compras	Consiste en determinar el tipo de compra que se desea realizar, si pertenecen al catálogo concurrente verificar si hay en existencia en el almacén, de lo contrario contactar a los proveedores, realizar la compra, registrar el producto adquirido y realizar la entrega del mismo.	Jefa de bienes y suministro
Administrando cheques	Consiste en realizar los cheques que se necesiten para cubrir los gastos de cualquier tipo de trámite, registrar el cheque y realizar el pago.	Jefa de proyectos
Comprobando gastos de trámite	Consiste en actualizar el presupuesto de los proyectos en el informe financiero tras el gasto realizado para algún trámite, realizar los documentos para la comprobación de gastos, enviar a la UNAM de la ciudad de México un paquete que con la documentación generada en el trámite y consultar en el sistema SIAU que la comprobación se haya realizado correctamente.	Jefa de proyectos
Realizando reporte anual del presupuesto de los proyectos	Verificar que todos los trámites solicitados durante el año se hayan finalizado, verificar la concordancia entre el presupuesto asignado para los proyectos, el gastado y el que será devuelto, realizar el informe final donde se describa esta información y enviarlo a la UNAM de la ciudad de México.	Jefa de proyectos

Se identificaron los roles que realizan los actores que participan en el subproceso de viáticos y boletos, algunos de estos se muestran en la siguiente tabla (*Tabla VI*).

Tabla VI. Lista de roles encontrados en el subproceso de viáticos y boletos

Rol	Descripción	Responsable
	Consiste en recabar y llenar la documentación establecida como requisito para solicitar el trámite de	

Solicitando trámite de viáticos y boletos	viáticos y boletos, entregarla en los departamentos correspondientes y aprobar en caso de que sea necesaria una transferencia presupuestal.	Investigador
Atendiendo trámite de viáticos y boletos	Consiste en recibir la solicitud del trámite de viáticos y boletos, verificar si el investigador cuenta con suficiencia presupuestal en el informe financiero, solicitar una transferencia presupuestal en caso de que sea necesaria, capturar los datos de la solicitud en el informe de gastos del proyecto, esperar la autorización de la solicitud de la UNAM de ciudad de México y obtener la autorización de la secretaria administrativa, realizar el cheque para comprar los boletos del vuelo y el de viáticos, registrar ambos cheques en el informe de cheques y entregarle el cheque de viáticos al investigador.	Jefa de proyectos
Justificando gastos del trámite de viáticos y boletos	Consiste en reunir todos los recibos, facturas, etc. que comprueben el gasto realizado del cheque que fue entregado para cubrir los viáticos del viaje y presentarlos en la secretaría administrativa junto con el dinero sobrante.	Investigador
Comprobando gastos del trámite de viáticos y boletos	Recibir del investigador los comprobantes de los gastos de su viaje, verificar la correspondencia del dinero comprobado con el monto del cheque de viáticos que le fue entregado, realizar un recibo de dinero pendiente por comprobar en caso de que se requiera, de lo contrario se indica el cheque como justificado.	Jefa de proyectos
Comprobando gastos a la UNAM de la ciudad de México	Realizar las formas múltiples de gastos de comprobación de viáticos y la de boletos, empaquetar los documentos generados durante el trámite junto con estas formas, enviarlos a la UNAM de la ciudad de México y verificar que el presupuesto del proyecto se haya actualizado en el sistema SIAU.	Jefa de proyectos

En la *Figura 15* se muestran los RAD's realizados para los roles de "Solicitando trámite de viáticos y boletos" como responsable, el "Investigador" y de "Atendiendo solicitud de viáticos y boletos" del cual se responsabiliza la "Jefa de proyectos".

Podemos observar en la *Figura 15* el conjunto de actividades enlistadas en forma ordenada que se van realizando dentro de cada rol. Podemos observar también que estos diagramas nos permiten plasmar las decisiones que son tomadas dentro de un rol.

La descripción textual del proceso, descrita anteriormente, menciona que una vez aprobada la solicitud de viáticos y boletos que el investigador llevó a la secretaría

administrativa, la jefa de proyectos debe verificar si tiene suficiencia presupuestal en ese rubro.

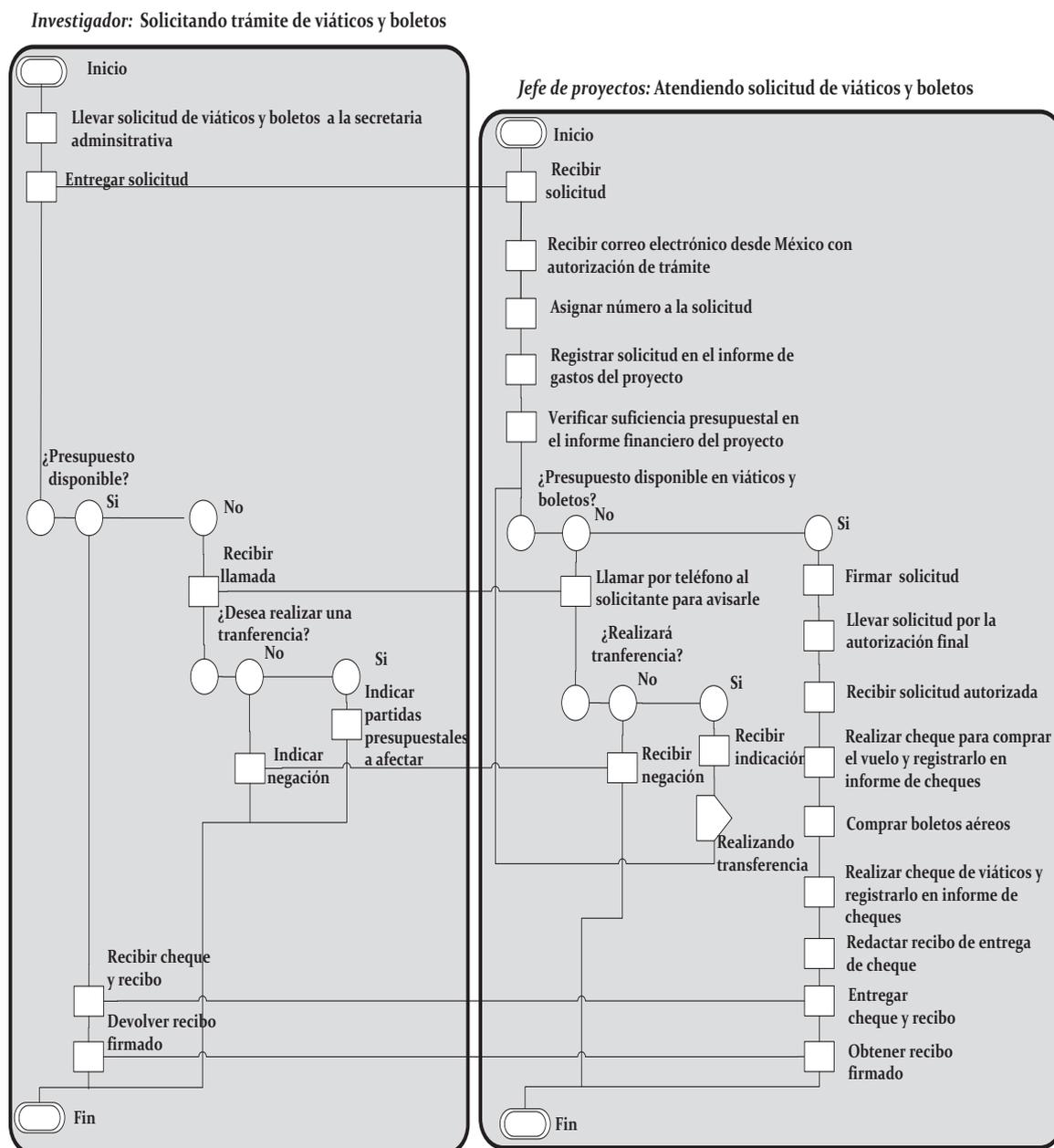


Figura 15. RADs para cuatro roles del subproceso de viáticos y boletos

Éstos diagramas son muy útiles en el modelado de procesos, nos permite identificar el conjunto de *roles* definidos dentro de cada subproceso, en este último ejemplo el de viáticos y boletos. Además identificar la lista de *actividades que componen cada rol, el orden en el que deben ser ejecutadas, las diferentes decisiones que deben tomarse y quién es el responsable de cada rol.*

Un aspecto importante dentro del flujo de trabajo es cómo se lleva a cabo el flujo de información y en qué momento. Por medio de las técnicas de modelado se obtuvieron varios factores que componen el flujo de trabajo, como por ejemplo; las personas involucradas en el proceso, las actividades, decisiones, etc. pero estos no han proporcionado el detalle requerido en el manejo de *información que entra o se genera dentro de un flujo de trabajo y la que sale del mismo, las reglas, normas o procedimientos que se siguen dentro del proceso, y los sistemas de información y demás herramientas utilizadas para llevarlo a cabo.* Para ello se elaboraron los diagramas IDEF-0.

En la *Figura 16* se muestra el diagrama IDEF-0 que se realizó para el subproceso de viáticos en su nivel 0, este es el nivel más general de estos diagramas. Podemos observar en la figura los datos que entran a la solicitud como el nombre del solicitante, monto del viaje, lugares a visitar, presupuesto a afectar etc.

En la parte de los controles del diagrama (parte superior) se muestra que la forma en la que se lleva a cabo el subproceso se basa en el estándar ISO-9001 y su manual de operaciones, además de procedimientos propios del CNyN y otros establecidos en forma centralizada provenientes de la UNAM ubicada en la ciudad de México. Además podemos observar que muchas de las decisiones que son tomadas dentro del subproceso son de acuerdo al criterio del consejo técnico de la UNAM de México y del criterio del consejo interno del CNyN. Además cuentan con un subsidio del gobierno federal para realizar sus procesos que también está indicado dentro de los controles.

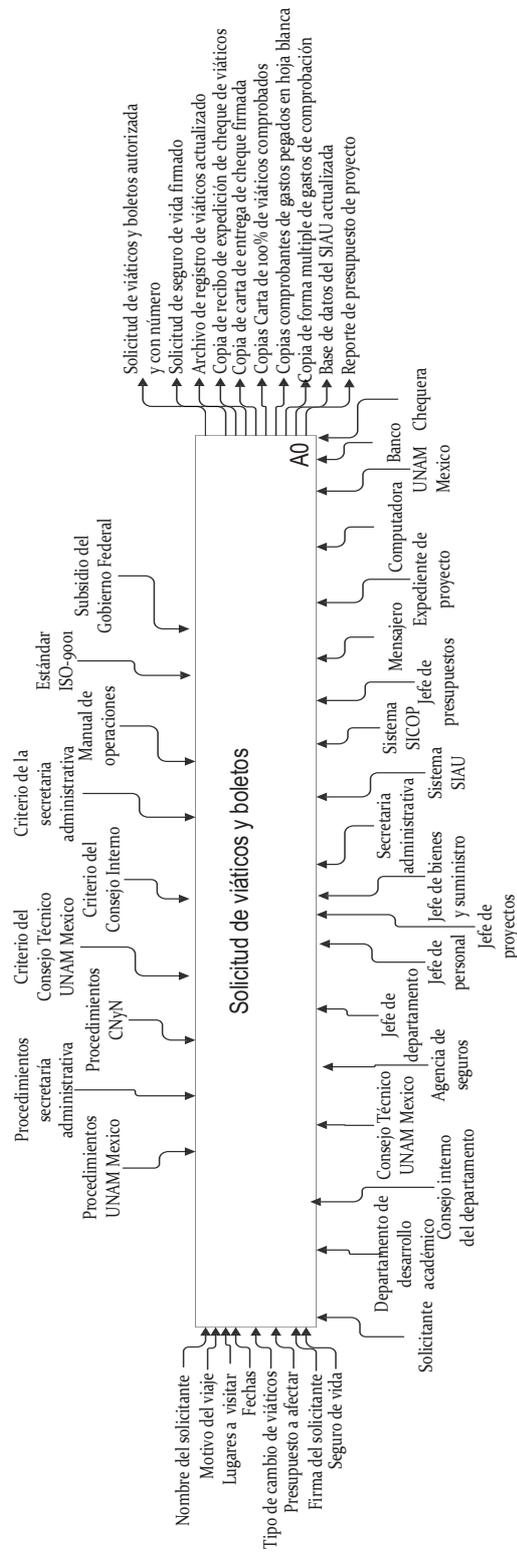


Figura 16. IDEF0 para el subproceso de viáticos y boletos

En la parte inferior del diagrama se muestran los mecanismos necesarios para realizar el subproceso. Observamos que en la secretaría administrativa utilizan dos sistemas de información el SIAU y el SICOP para llevar los cálculos del presupuesto asignado y gastado por cada investigador. Además se observa que para poder hacer uso del dinero utilizan chequeras, etc., así como las personas que están involucradas en el subproceso.

Finalmente observamos en el lado derecho del diagrama las salidas de información, entre las cuales están la solicitud de viáticos y boletos autorizada con su número de folio y los archivos que controlan el presupuesto del investigador que termina al final del subproceso con los datos actualizados. Durante el subproceso se generan algunos documentos como por ejemplo, el seguro de vida por el viaje del investigador, recibos por la entrega del cheque de viáticos, etc.

Estos tres tipos de diagramas en conjunto nos brindan la mayor parte de la información requerida para establecer el flujo de trabajo y de la información y con esto poder determinar la problemática de la organización.

III.2.1.3 Evaluación del proceso

Enseguida se analizaron cuidadosamente los diagramas realizados. Se observó cómo son desarrollados los flujos de trabajo dentro de la secretaría administrativa, se identificaron las etapas por las que atraviesa cada flujo de trabajo es decir cada subproceso. Observamos qué personas son las de mayor participación en el proceso estudiado, y se identificaron partes del proceso donde existe cierta problemática.

Aunque la problemática se analizó desde las perspectivas social y técnica para determinar los aspectos que están afectando negativamente al proceso, en este trabajo nos enfocamos a su problemática técnica

Los aspectos técnicos son aquellos que son provocados por problemas de estructura organizacional, infraestructura tecnológica, falta de entrenamiento, deficiencia en la

administración, etc. (Wastell et al., 1994), analizando estos aspectos es posible determinar cómo está siendo afectada la organización. Entre estos encontramos los siguientes los cuales se ilustran en la *Figura 17*:

- Actualmente cuando la jefa de proyectos captura la información de una solicitud, debe registrar en el informe financiero de proyectos cuánto dinero se quiere gastar el investigador, de cada partida presupuestal que tiene aprobada. Pero esta información ya fue capturada por el investigador cuando llenó su solicitud por lo tanto se está capturando dos veces.
- Por otra parte cuando un investigador lleva su solicitud a la secretaría administrativa la jefa de proyectos revisa si éste tiene suficiencia presupuestal en las partidas que se requieren para realizar el trámite. Si no tiene se comunica con él para que le apruebe una transferencia presupuestal. El trámite queda detenido hasta que se realiza la transferencia.
- Durante algún trámite una vez que son gastados los cheques para cubrir los gastos del mismo, la jefa de proyectos tiene que actualizar el presupuesto del proyecto descontándole el gasto realizado. Esto lo hace manualmente en el informe financiero de proyectos obteniendo los montos a descontar del informe de cheques. Esto implica tiempo y concentración para evitar errores.
- Diariamente la jefa de proyectos tiene que controlar los trámites que tiene pendientes en base al número de solicitudes impresas que ha recibido, y para continuar los trámites tiene que recordar que actividades del trámite ya realizó, es decir en qué etapa del trámite se quedó en cada una. Esto es complicado cuando hay un número muy grande de solicitudes realizadas y sobretodo porque cada trámite requiere de múltiples actividades.
- También en ocasiones los investigadores solicitan un informe de los gastos de su proyecto a la jefa de proyectos, ella tiene que dedicar tiempo para actualizar el archivo rápidamente y realizar la impresión que le entregará al investigador.

- La jefa de proyecto constantemente sufre interrupciones por parte de los investigadores, los cuales requieren saber qué es lo que está sucediendo con su trámite, esto hace más lento su trabajo.



Figura 17. Problemas técnicos del proceso de *administración de proyectos*

Tomando en cuenta los problemas técnicos anteriores el siguiente paso fue realizar la propuesta de rediseño.

III.2.1.3 Propuesta de rediseño

Del análisis del proceso, se estableció cómo se llevaría a cabo la administración de los flujos de trabajo de la organización donde se realizó el caso de estudio, usando un WfMS apoyado en la tecnología de las tarjetas inteligentes, de tal manera que se mejoren los mismos y el manejo de la información. Esto se ilustra en la *Figura 18* y se describe enseguida.

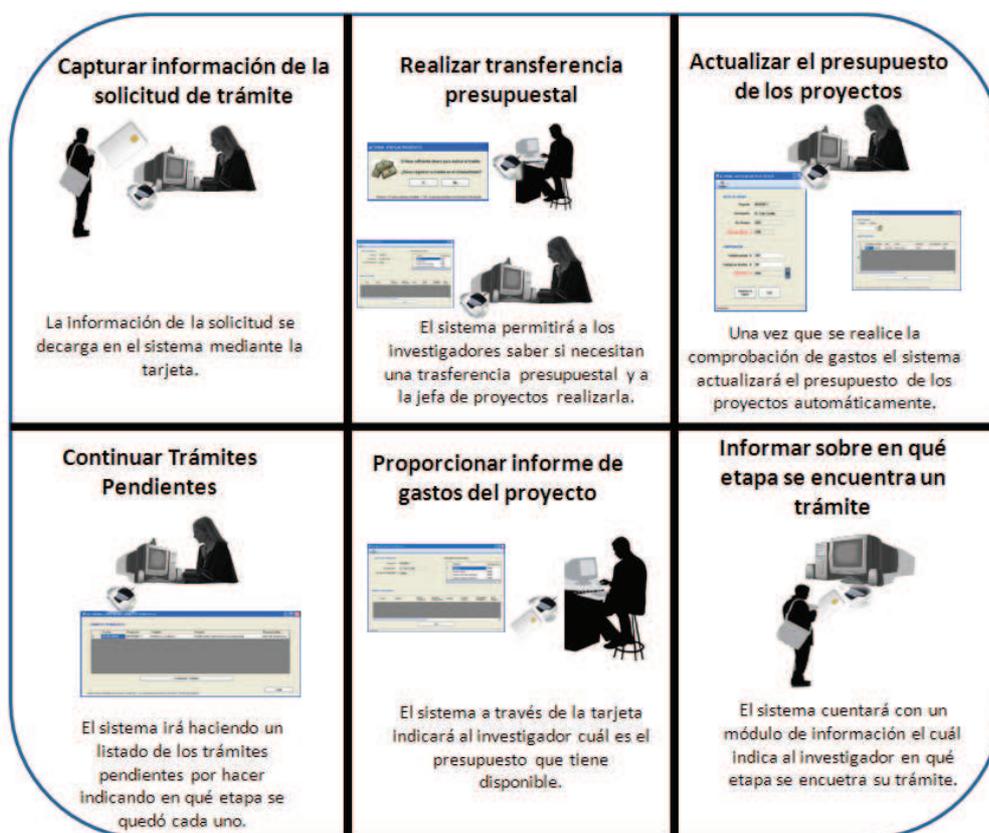


Figura 18. Propuesta de rediseño del *proceso de administración de proyectos*

- El WfMS que se propone permitirá a la jefa de proyectos obtener la información de la solicitud del investigador través de la tarjeta.
- Permitirá a los investigadores saber si tienen suficiente dinero en la partida que se requiera para realizar un trámite, de esta manera podrá identificar si necesita solicitar una transferencia presupuestal a la jefa de proyectos antes de solicitar el trámite.
- Permitirá actualizar automáticamente el presupuesto de los proyectos una vez que se realiza la comprobación de los gastos de mismo.
- Generará un listado de los trámites pendientes por atender indicando en que etapa se quedó cada uno.
- Permitirá a los investigadores saber el presupuesto que tiene en su proyecto a través de la tarjeta. Y registrará automáticamente los trámites que vayan solicitando.

- Utilizando el sistema, no será necesario que el investigador vaya directamente con la jefa de proyectos para saber en qué etapa se encuentra cada trámite solicitado, el sistema cuenta con un módulo de información que le permite saber esto.

En base a la realización de este caso de estudio, la revisión de la literatura y el análisis de la tecnología se establecieron los requerimientos para el desarrollo de un WfMS basado en tarjetas inteligentes para el subproceso de viáticos y boletos de CNyN.

III.3 Requerimientos para WfMS

Se establecieron diferentes requerimientos para el sistema a partir del caso de estudio, los cuales complementan los identificados en la literatura y aquellos obtenidos de la tecnología, en conjunto nos brindan la lista completa de los requerimientos necesarios para desarrollar el WfMS basado en tarjetas inteligentes para el subproceso estudiado.

III.3.1 Requerimientos obtenidos de la literatura

Tras la revisión de la literatura relevante en el área de la administración de los flujos de trabajo se han identificado requerimientos de los cuales los más importantes que han sido señalados son que:

- El sistema deberá identificar a los agentes que participan en el proceso y si existe alguna relación entre ellos. (Alonso et al.1997).
- Se debe definir la secuencia de actividades que componen el proceso, así como los agentes responsables de llevarlas a cabo. (Alonso et al.1997).
- El sistema deberá llevar un control de los estados del proceso, de las actividades, las aplicaciones relacionadas con las tareas y los flujos de datos utilizados en éstas. (Seungil et al., 2001).
- El sistema deberá conocer las reglas, procedimientos, excepciones, etc. en las que se basa el proceso. (Alonso et al.1997).

III.3.2 Requerimientos obtenidos del caso de estudio

Los requerimientos establecidos a partir del caso de estudio se enlistan a continuación:

- El sistema deberá brindar información oportuna que guíe a las personas involucradas en el proceso (investigadores y personal administrativo) a realizarlo de principio a fin, de tal forma que los trámites se vuelvan más sencillos.
- Permitir a los investigadores dar seguimiento a todas las órdenes de trámites que hayan solicitado a la secretaría administrativa.
- Llevar control de todos los gastos que los investigadores van haciendo del presupuesto otorgado para sus proyectos; de tal forma que puedan conocer si tienen presupuesto disponible en la partida que quieren usar antes de iniciar un trámite.
- Reducir el contacto de los investigadores con el personal administrativo para evitar constantes interrupciones.

Además de los requerimientos obtenidos de la literatura y los del caso de estudio mencionados anteriormente. Obtuvimos otros requerimientos impuestos por la tecnología de las tarjetas inteligentes, estos requerimientos se presentan enseguida.

III.3.2.5 Requerimientos obtenidos de la tecnología

- El sistema deberá permitir que los clientes trabajen en forma independiente de una red de comunicación. (Alonso et al., 1996)
- Se deberá estructurar la información de acuerdo a las capacidades de almacenamiento de las tarjetas inteligentes (ACS3, 2007)
- El manejo de la información en la tarjeta deberá contar con mecanismos de seguridad. (ACS3, 2007)

- El sistema deberá utilizar un lector de tarjetas inteligentes que cumpla el estándar ISO 7816. (ACS3, 2007)



Figura 19. *Lector de tarjetas inteligentes ACR38*

III.4 Resumen

En este capítulo se presentó un caso de estudio realizado sobre un proceso organizacional de un entorno real. Se siguió la metodología PADM para conocer y comprender el proceso. Se marcaron sus límites y se identificaron a las personas que intervienen en el mismo, las actividades que realizan y los principales artefactos que manejan, para esto se utilizaron técnicas del modelado de procesos.

Se determinaron aspectos técnicos que afectan el proceso. Se identificaron problemas y debilidades del mismo utilizando la información recopilada. Se presentó la propuesta de rediseño en base a los objetivos de ésta tesis y buscando con ésta mejoras considerables para la organización.

Al final se enlistan los requerimientos para el sistema identificados mediante el caso de estudio, los encontrados en la literatura y los que surgieron tras haber realizado las pruebas a la tecnología utilizada en el sistema.

En el siguiente capítulo se presenta el diseño del WfMS que surgió en base a los requerimientos establecidos en este capítulo.

Capítulo IV. Diseño del WfMS

IV.1 Introducción

Este capítulo describe el diseño y desarrollo del prototipo de un WfMS realizado para este trabajo de tesis, a partir de los requerimientos obtenidos de diferentes fuentes como son la literatura, la tecnología y un caso de estudio realizado en un entorno real, los cuales establecimos y presentamos en el capítulo anterior.

Primeramente describiremos el diseño arquitectónico propuesto para el prototipo y enseguida realizamos un análisis de su funcionalidad mediante casos de uso, y de su comportamiento mediante diagramas de secuencia, para lo cual empleamos la notación del lenguaje unificado de modelado (UML, por sus siglas en inglés *Unified Modeling Language*) (Fowler, 2004).

Después presentamos los modelos del flujo de trabajo realizados, el primero mediante diagramas de transición de estados de UML, el cuál utilizamos para identificar los estados por los que atraviesa el proceso estudiado, enseguida un modelo basado en la teoría de los autómatas finitos deterministas, mediante este, establecimos el manejo de los estados y eventos en el sistema mediante el uso de claves y finalmente un modelo creado utilizando la notación del lenguaje extensible de marcado (XML, por sus siglas en inglés *Extensive Markup Lenguaje*)(Gutiérrez y Martínez, 2001), este modelo engloba los roles, los agentes, las actividades, los estados, los eventos, etc., del proceso, el cual es leído por el sistema para administrar el flujo de trabajo.

IV.2 Diseño arquitectónico

Diseñamos una arquitectura distribuida para el sistema. Un sistema distribuido es aquel en el que los componentes localizados en las computadoras, conectadas en red,

comunican y coordinan sus acciones únicamente mediante el paso de mensajes (Coulouris et al, 2001).

Los WfMS bajo este esquema son aquellos en los cuales varios motores cooperan entre sí para interpretar la definición de los procesos, ejecutar sus instancias, permitir navegar entre las actividades, transferir datos entre los agentes, etc., el control de datos asociado al proceso debe tener la capacidad de dialogar con los diferentes motores. Este control de datos podría estar distribuido entre los motores o podría estar en un único motor (motor maestro). El control de datos mantiene el estado de la información asociada a cada proceso. (Purvis et al, 2001).

Optamos por este esquema porque encontramos como requerimiento que cada una de las actividades del proceso debe ser ejecutada en la computadora en donde trabaja el agente responsable de esas actividades.

Para comunicar y coordinar cada una de las partes del proceso utilizamos la tecnología de las tarjetas inteligentes en lugar de computadoras conectadas en red como sucede en los sistemas distribuidos tradicionales. Las tarjetas inteligentes tienen el control de los datos manteniendo el estado de la información asociada a cada proceso. De esta manera al intercambiarse entre los agentes, el sistema obtiene de la misma el estado en el que se encuentra el proceso, activando la parte que les corresponde realizar para poder continuarlo, del mismo modo es entregada de un agente a otro hasta que finaliza el proceso.

El diseño arquitectónico del prototipo desarrollado está compuesto por 4 elementos: *un módulo principal, un módulo secundario, un módulo de información y el mecanismo de coordinación* entre estos módulos *Figura 20*. Enseguida describiremos cada uno de los módulos y sus componentes comenzando por el módulo secundario:

- **Módulo secundario.** Este módulo está dedicado a los usuarios del sistema que se encargan de iniciar los subprocesos del proceso principal, en este caso particular para los investigadores.

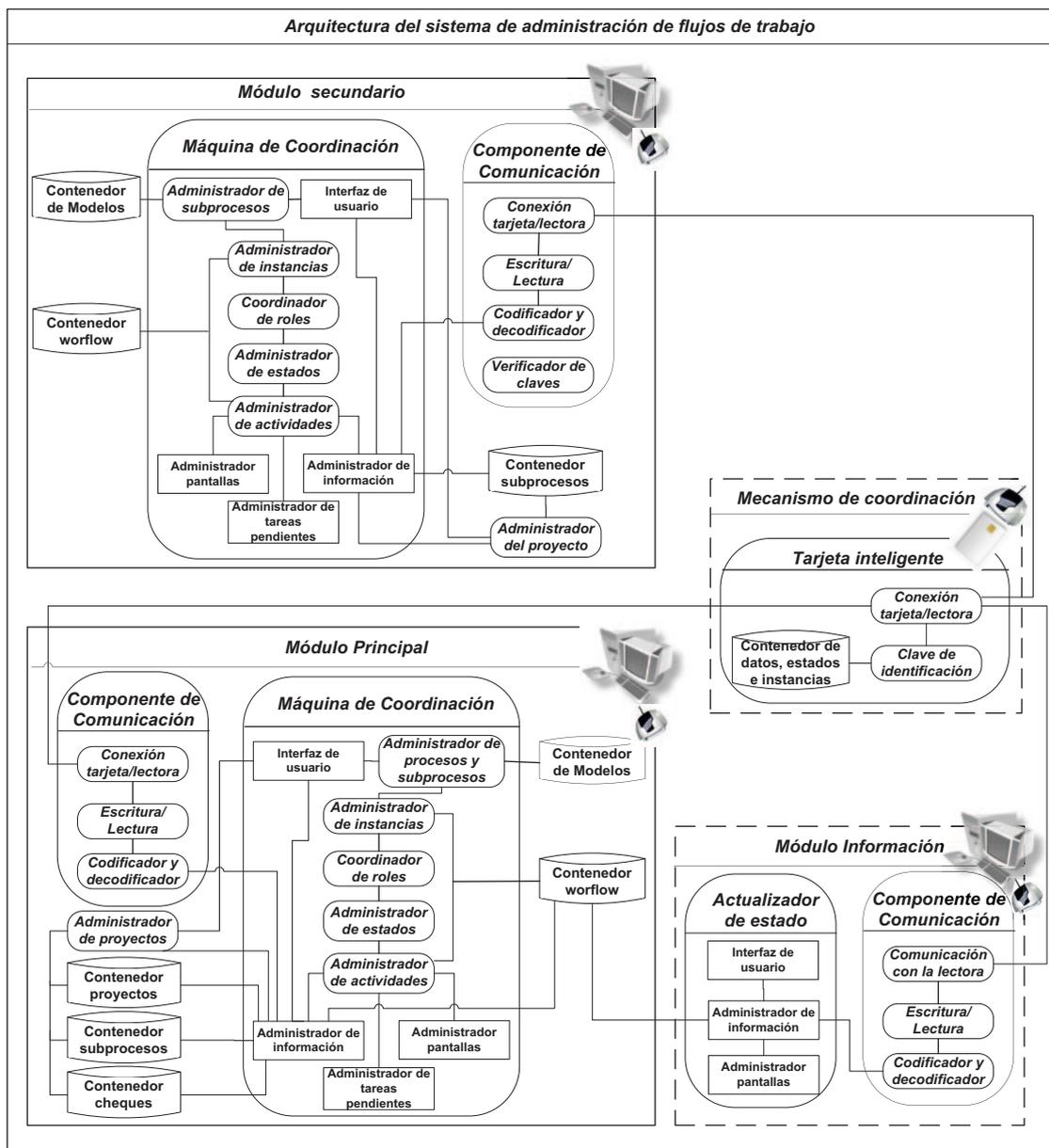


Figura 20. Diseño arquitectónico del WfMS

Cuando un investigador selecciona el tipo de trámite que quiere solicitar, en el interior del módulo se inicia el subproceso correspondiente al trámite. El módulo le va mostrando paso a paso las actividades que tiene que realizar hasta finalizar la primera etapa del subproceso.

A cada investigador se le entrega una tarjeta inteligente en esta se guarda la información del trámite y el estado hasta donde avanzó en la primera etapa del subproceso.

Los componentes que conforman este módulo son la *máquina de coordinación* y el *componente de comunicación* los cuales se describen a continuación:

❖ **Máquina de Coordinación:** Es la que se encarga de coordinar las actividades del proceso y gestionar los recursos necesarios para llevarlas a cabo. Los elementos que la componen son los siguientes:

- *Interfaz de usuario.* Presenta al usuario un menú de las opciones de los trámites que puede solicitar y las herramientas del sistema a las que tiene acceso.
- *Administrador de subprocesos.* Cuando el usuario selecciona en el menú algún trámite, el administrador de subprocesos se encarga de buscar en el contenedor de modelos el que corresponda al flujo de trabajo que sigue el subproceso activo.
- *Administrador de instancias.* Asigna a cada subproceso activo un identificador que lo distinga de los demás del proceso, y se encarga de obtener la información necesaria para darle seguimiento. Se comunica con el administrador de actividades para identificar cuando ha finalizado una actividad y registra el cambio de estado que sufre el subproceso en el *contenedor workflow*.
- *Coordinador de roles.* Identifica los roles que se deben realizar en el subproceso y al responsable de realizar las actividades contenidas en cada rol.
- *Administrador de estados.* Su función principal es controlar el estado en el que se deben encontrar las instancias de los subprocesos durante el tiempo que permanecen activas. El estado indica al *Administrador de actividades* cual es la siguiente actividad que se debe efectuar.
- *Administrador de actividades.* Se encarga de coordinar el flujo que siguen las actividades de cada rol en base a lo establecido en el modelo del subproceso,

los recursos necesarios para realizarlas y verificar que cada una haya sido finalizada correctamente. Cuando una actividad es completada el subproceso cambia de estado. Es activado por el *Administrador de estados*.

- *Administrador de pantallas*. Muestra al usuario la pantalla del sistema donde debe realizar la actividad correspondiente.
- *Administrador de información*. Muestra la información que se necesita para realizar una actividad. Esta es obtenida de la tarjeta inteligente.
- *Administrador de tareas pendientes*. Crea una lista de las actividades que no han sido finalizadas y evita que el subproceso cambie de estado.

❖ **Componente de comunicación.** Este componente se encarga de comunicar al sistema con la tarjeta inteligente. Los elementos que la conforman se describen a continuación:

- *Conexión tarjeta/lectora*. Establece la conexión de la lectora y la tarjeta con el sistema y monitorea la conexión mientras el sistema está en ejecución. En caso de que la lectora haya sido desconectada o la tarjeta retirada del dispositivo envía mensajes al usuario indicando la situación.
- *Escritura/lectura*. Su función es escribir en la tarjeta la información que recibe del codificador y leer la información de la tarjeta para enviarla al decodificador.
- *Codificador y decodificador*. El codificador se encarga de transformar la información que recibe del administrador de información al formato permitido por la tarjeta y enseguida la envía a la herramienta de *Escritura/lectura*. Lo que se escribe en la tarjeta es la información de la solicitud del trámite y los datos del subproceso (instancia del subproceso, estado, transición de estado, etc.)
El decodificador se encarga de regresar la información que recibe de la herramienta de *Escritura/Lectura* a un formato entendible para el sistema y la envía al *Administrador de información*.
- *Verificador de claves*. Autentifica al propietario de la tarjeta mediante una clave de acceso al sistema. Compara la contraseña introducida al sistema por el usuario con la que contiene la tarjeta inteligente.

Para cubrir ciertos requerimientos encontrados en el caso de estudio (capítulo III) la arquitectura cuenta con otro elemento que atiende las necesidades del investigador llamado administrador del proyecto, el cual se describe a continuación:

- *Administrador del proyecto.* Se encarga de administrar los gastos que el investigador hace del presupuesto asignado al proyecto del cual es responsable, los registra en el contenedor de subprocesos. Determina si tiene suficiencia presupuestal para solicitar un trámite e identifica la necesidad de una transferencia presupuestal.
- **Módulo principal.** Este módulo está dedicado a los usuarios del sistema que se encargan de administrar los procesos y subprocesos, tienen mayores privilegios en el sistema, para este caso al personal administrativo. Presenta una interfaz que les permite continuar las subprocesos iniciados por los investigadores y administrar todos los proyectos de investigación aprobados por la DGAPA (capítulo III). El flujo de trabajo que genera la administración de cada proyecto es un proceso de la organización.

Los investigadores entregan su tarjeta inteligente al personal administrativo y ellos obtienen la información del trámite que está solicitando y el estado del subproceso, el cual almacenan en su contenedor workflow para posteriormente poder continuarlo. Este módulo tiene los mismos componentes del módulo secundario pero algunos de sus elementos hacen funciones adicionales a la descripción anterior de estos. Los componentes seguidos de sus elementos se describen enseguida:

- ❖ **Máquina de coordinación.** Tiene la misma función que en el módulo secundario. A continuación se describen los elementos que han cambiado

- *Interfaz de usuario.* Presenta a los usuarios un menú de las herramientas del sistema que necesitan para administrar los procesos y darle seguimiento a los subprocesos activos de cada proceso.

- *Administrador de procesos y subprocesos.* Se encarga de determinar a qué proceso pertenece el subproceso activo en la tarjeta de los investigadores. Se comunica con el administrador de instancias para obtener la instancia del subproceso y determinar qué tipo de trámite es y obtiene del contenedor de modelos el modelo correspondiente al subproceso.
- *Administrador de instancias.* Obtiene la instancia del subproceso y registra la información de este en el contenedor de workflow para poderle dar seguimiento.

Los demás elementos de este componente realizan la misma función anteriormente descrita al igual que el componente de comunicación. Otro elemento que ha cambiado es el administrador de proyectos.

- *Administrador de proyectos.* Se encarga de administrar la información de los proyectos de investigación. Se comunica con el contenedor de proyectos para mantener actualizada la información del presupuesto de los proyectos y para mostrar el informe financiero, con el contenedor de subprocesos para mostrar el informe de gasto de cada proyecto y con el contenedor de cheques para obtener el informe de los cheques entregados para cada trámite. Adicionalmente proporciona una herramienta para realizar transferencias presupuestales.
- **Módulo de información.** Este módulo permite a los usuarios del sistema ver el estado actual en el que se encuentra un subproceso en un momento determinado.
- **Actualizador de estado.** Actualiza el estado del subproceso en la tarjeta inteligente.
 - *Interfaz de usuario.* Presenta al usuario un menú con la opción de ver el estado del proceso.
 - *Administrador de información.* Obtiene el estado del subproceso de la tarjeta inteligente del investigador y lo compara con el estado que se

encuentra en el contenedor workflow del módulo principal y en caso de haber cambiado lo actualiza.

- *Administrador de pantallas.* Muestra pantallas que le indican al usuario qué es lo que ha sucedido con el subproceso.
- **Mecanismo de coordinación.** Este mecanismo es la tarjeta inteligente; la función que lleva a cabo es coordinar las etapas por las que atraviesa el subproceso. Proporciona a cada agente el estado del subproceso y la información para que pueda continuarlo. Sus elementos son:
 - *Conexión tarjeta/lectora.* Su función es permitir la conexión con la lectora y con cada módulo del sistema.
 - *Clave de identificación.* Guarda la clave de identificación que autentifica al usuario como el propietario de la tarjeta. Permite almacenar datos e información en el contenedor de la tarjeta y leer los datos de la tarjeta desde el sistema.

Una vez definido el diseño arquitectónico del sistema, presentamos un análisis de acuerdo a la funcionalidad y comportamiento del mismo.

IV.3 Análisis y diseño del sistema

Para comprender mejor los requerimientos del sistema en esta sección presentamos un análisis de su funcionalidad mediante casos de uso y de su comportamiento mediante diagramas de secuencia para lo cual emplearemos la notación UML.

IV.3.1 Funcionalidad mediante casos de uso

Un diagrama de casos de uso es una representación simple en términos de actores que interactúan con el sistema de cómputo y casos de uso que documentan el comportamiento del sistema. (Bennett, 2004). Como actor se entiende cualquier cosa que ajena al sistema se desarrolla e interactúa con el mismo. Un actor puede ser una persona, otro sistema de información, un dispositivo, etc. (Stevens y Pooley, 1999). Un caso de uso

es en esencia, una interacción típica entre un usuario y un sistema de cómputo. Los casos de uso son realizados por los actores. Un mismo actor puede realizar varios casos de uso y un caso de uso puede ser realizado por varios actores (Fowler y Scott, 1997).

Las interacciones entre un actor y un caso de uso son ilustradas mediante una línea que los une. Además de los vínculos entre los actores y los casos de uso, existen otros tipos de vínculos. Estos representan las relaciones de *include* (incluye) y *extends* (extiende) entre los casos de uso. Se usa la relación *extends* cuando se tiene un caso de uso que es similar a otro pero que hace uno poco más. La relaciones *include* ocurren cuando se tiene una porción del comportamiento que es similar en más de un caso de uso. (Fowler y Scott, 1997).

Los diagramas de casos de uso nos permiten comprender mejor los requerimientos del sistema porque nos presentan una vista externa del mismo y su interacción con el ambiente en el que será implementado. Los requerimientos funcionales del sistema que establecimos en el capítulo anterior, se enfocan principalmente en la administración de los flujos de trabajo de la organización donde se realizó el caso de estudio (capítulo III), en la administración de la información de los proyectos de investigación y en la comunicación entre los módulos de sistema con la tecnología propuesta.

En base a los requerimientos funcionales diseñamos el sistema de administración de flujos de trabajo con 3 módulos y un mecanismo de coordinación los cuales describimos en el capítulo anterior. Para simplificar el diseño del diagrama de casos de uso modelaremos el funcionamiento del sistema en 3 partes, un diagrama para cada módulo en lugar de uno solo para todo el sistema. Primero las funcionalidades del módulo secundario, enseguida el primario y finalmente el de información. El mecanismo de coordinación forma parte de los 3 diagramas.

El módulo secundario *Figura 21*, proporciona funcionalidad a los usuarios cuando quieren iniciar un subproceso, es decir, ***solicitar un trámite***. En el diagrama el actor ***solicitante de trámite***, es el investigador pero tiene el nombre del rol que desempeña en

relación al uso del sistema. Le muestra paso a paso las pantallas de las actividades que tiene que realizar y la información que necesita para cada una. *Administra el flujo de trabajo* que conlleva el subproceso seleccionado y lo guía hasta que termina el rol que está ejecutando. Registra cada uno de los estados por los que atraviesa el subproceso en el contenedor del workflow del investigador y al finalizar el rol el sistema se comunica con el mecanismo de coordinación, es decir, con la tarjeta inteligente para *registrar el estado del subproceso* con la finalidad de que el actor de la siguiente etapa del proceso pueda continuarlo.

Una vez iniciado un subproceso este módulo permite al investigador *continuar el trámite* siempre y cuando las actividades siguientes sean su responsabilidad, al *obtener el estado del subproceso* de la tarjeta inteligente el sistema mediante el mecanismo que *administra el flujo de trabajo* primeramente *obtiene el modelo del subproceso* y enseguida muestra las actividades siguientes en base al estado.

El sistema indica a los actores el estado en el que se encuentra el subproceso y designa al responsable de realizar las actividades que lo componen.

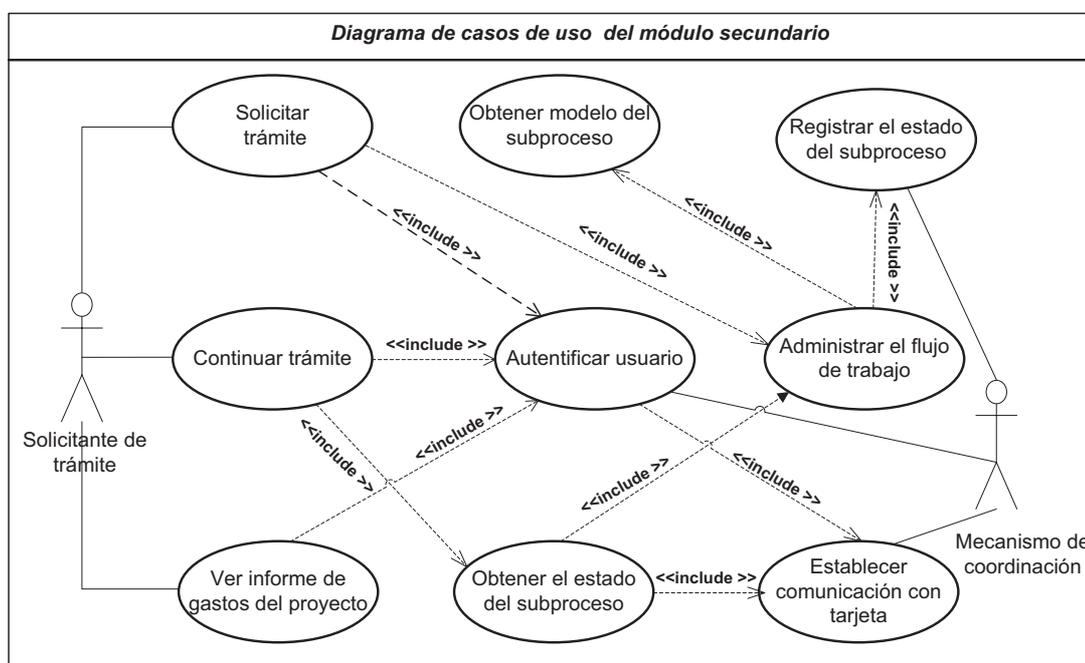


Figura 21. Diagrama de casos de uso del módulo secundario

Otra funcionalidad del sistema es que permite a los investigadores tener control de los gastos que van haciendo del presupuesto otorgado para sus proyectos. Registra los detalles de los gastos de cada trámite que ha solicitado y mediante la opción *ver el informe de gastos del proyecto* le permite consultar cuánto dinero le queda y como está repartido en las diferentes partidas presupuestales. De tal forma que puedan saber si tienen presupuesto disponible en la partida que quieren afectar antes de iniciar un trámite.

Para la construcción del sistema de administración de flujos de trabajo se detallaron todos los elementos de análisis y diseño de este. Sin embargo, para fines de este documento de tesis, en seguida se describen brevemente solo los casos de uso principales de este módulo (*Tabla VII*):

Tabla VII. Casos de uso principales del módulo secundario.

Caso de uso:	Solicitar trámite
Actores:	Solicitante del trámite
Propósito:	Brindar al actor la información oportuna que lo guíe para solicitar un trámite de tal manera que esto se vuelva más sencillo.
Descripción:	Este caso de uso inicia cuando el actor desea que el módulo lo apoye en las actividades que tiene que realizar para solicitar un trámite. Para poder tener acceso al módulo primero tiene que introducir la tarjeta a la lectora y enseguida introducir su contraseña (incluye autenticar usuario que a la vez incluye establecer comunicación con lectora). Una vez permitido el acceso el módulo le mostrará el menú de opciones en el cual el actor selecciona <i>solicitar trámite</i> . Internamente el sistema activa el mecanismo que se encarga de administrar el flujo de trabajo del subproceso que se ha iniciado al momento que se seleccionó el trámite (incluye administrar el flujo de trabajo). Este obtiene el modelo del subproceso y se ubica en el primer estado, muestra la pantalla que corresponde a la primera actividad que se tiene que realizar y proporciona la información que se necesita. El módulo le va mostrando paso a paso las pantallas de las siguientes actividades cambiando de un estado a otro de acuerdo al evento ejecutado por el usuario y siguiendo el modelo establecido para ello (incluye obtener modelo). Todos los estados por los que atraviesa el subproceso se registran en el contenedor workflow descrito en el diseño arquitectónico (incluye registrar el estado del subproceso) con el que cuenta este

	módulo, pero solamente el último estado hasta donde avanzó el subproceso con las actividades que realizó el actor es el que se registra en la tarjeta (incluye registrar el estado del subproceso). El caso de uso finaliza cuando el actor realizó la última actividad mostrada por el módulo y este le indicó que había finalizado su responsabilidad en esa etapa del proceso.
Caso de uso:	Continuar el trámite
Actores:	Solicitante del trámite
Propósito:	Permitir al actor realizar las actividades que le corresponden de la siguiente etapa del trámite para poder continuarlo
Descripción:	Este caso de uso se inicia cuando el actor una vez que se ha autenticado en el sistema (incluye autenticar usuario y a la vez este incluye establecer comunicación con tarjeta) selecciona la opción de <i>continuar trámite</i> . El módulo muestra un listado con los trámites que tiene activos en la tarjeta, el estado en el que se encuentra cada uno, el responsable de realizar las actividades correspondientes al estado, etc. El actor puede continuar únicamente el subproceso que lo señale como responsable. Al seleccionar uno el módulo obtiene el estado del subproceso (incluye obtener estado de subproceso y a la vez este incluye administrar flujo de trabajo), el mecanismo que se encarga de administrar el flujo de trabajo abre el modelo que sigue el subproceso (incluye obtener modelo) y se posiciona en el estado en el que se encuentra el subproceso y a partir de ahí continua la ejecución del mismo mostrando las actividades, información y demás recursos para que el actor pueda continuarlo. El caso de uso finaliza cuando el módulo le indica al actor que ha finalizado su responsabilidad en la etapa del proceso que está realizando.
Caso de uso:	Ver el informe de gastos del proyecto
Actores:	Solicitante del trámite
Propósito:	Permitir al actor consultar los gastos de su proyecto
Descripción:	Este caso de uso inicia cuando el actor selecciona la opción <i>ver informe de gastos del proyecto</i> del menú del módulo (previamente debió autenticarse en el sistema). Este obtiene el presupuesto del proyecto y el monto de cada partida presupuestal de la tarjeta inteligente y del contenedor de subprocesos la información de todos los trámites que ha solicitado. El caso de uso finaliza cuando el actor ha consultado la información que necesita por lo vuelve al menú.

El módulo primario proporciona funcionalidad a los usuarios cuando quieren continuar un subproceso, es decir, atender una solicitud de un trámite y darle seguimiento.

El actor principal es el *administrador de proyectos*, rol que ejecuta la jefa de proyectos; a ella es a quien le proporciona mayor funcionalidad este módulo. A continuación la *Figura 22* muestra el diagrama de casos de uso correspondiente a este módulo:

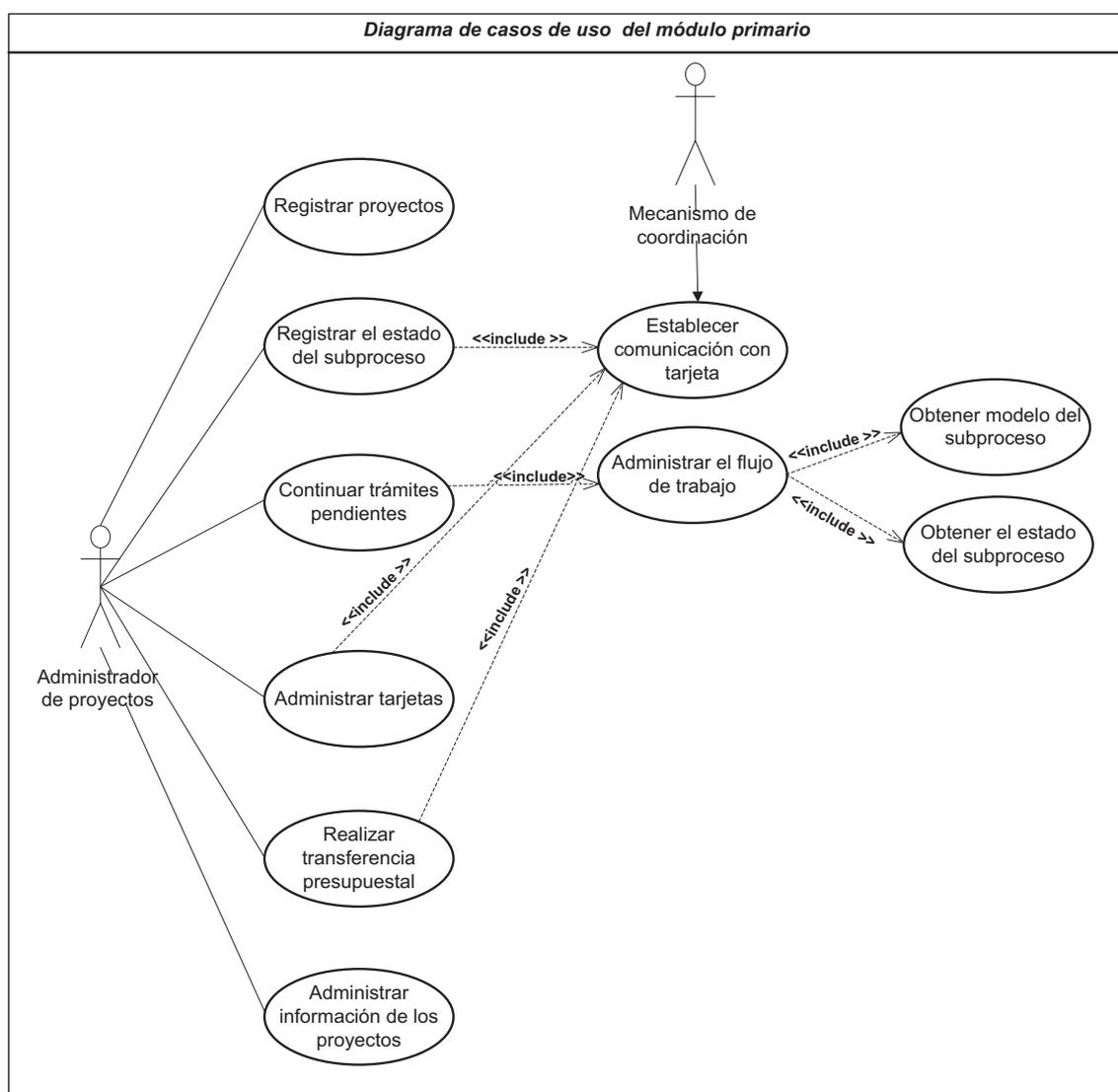


Figura 22. Diagrama de casos de uso del módulo primario

Este módulo fue designado como el nombre de módulo primario porque tiene mayores privilegios que el secundario, cuenta con muchas más funcionalidades adicionales

porque la jefa de proyectos es la encargada de realizar más del 80% de cada subproceso y además administra la información de todos los proyectos de investigación del CNYN, por lo que requiere más mecanismos que la apoyen.

La funcionalidad que este módulo le brinda al administrador de proyectos es cuando quiere **registrar la información de los proyectos** le presenta una interfaz que le facilita este trabajo. Además le permite llevar un control de todas las solicitudes de que recibe diariamente.

Cuando *el solicitante del trámite* llega con la información de este en su tarjeta, esta actúa como *mecanismo de coordinación* de los estados de proceso porque comunica las partes del mismo que realiza cada actor.

El **administrador de proyectos registra el estado del subproceso** el cual se incluye en una lista que genera el sistema de *trámites pendientes* por atender desde donde puede continuar el subproceso. De igual manera que el módulo anterior este cuenta con un mecanismo de **administración de los flujos de trabajo** que a la vez se divide en 4 mecanismos más que proporcionan a los actores los recursos necesarios para que puedan realizar las actividades de los subprocesos y darle seguimiento al conocer el estado en el que encuentra en el momento deseado. Estos son un *mecanismo que proporciona la información, un mecanismo que permite la identificación de la responsabilidad, un mecanismo dedicado al seguimiento del proceso y un mecanismo para controlar el estado en el que se encuentra*. Estos mecanismos serán descritos a detalle en el capítulo V.

Enseguida se describen brevemente los casos de uso principales de este módulo (Tabla VIII):

Tabla VIII. Casos de uso principales del módulo primario.

Caso de uso:	Registrar proyectos
Actores:	Administrador de proyectos
Propósito:	Proporcionar al usuario una interfaz fácil de usar que le permita registrar la información de los proyectos de investigación rápidamente
Descripción:	Este caso de uso inicia cuando el <i>administrador de proyectos</i> quiere registrar la información de los nuevos proyectos de investigación aprobados. El sistema le proporciona una interfaz fácil de usar que le ayuda a realizar esta tarea rápidamente.

	Finaliza cuando el actor ha terminado de registrar todos los proyectos.
Caso de uso:	Registrar el estado del subproceso
Actores:	Administrador de proyectos
Propósito:	Obtener el estado del subproceso de la tarjeta inteligente del investigador para poderlo continuar.
Descripción:	Este caso de uso inicia cuando el actor una vez que introduce la tarjeta inteligente del investigador en la lectora (incluye establecer conexión con tarjeta), selecciona la opción <i>registrar el estado del subproceso</i> . Esta opción muestra un listado de los subprocesos que el investigador trae activos en la tarjeta con una descripción indicando si el subproceso es nuevo o se necesita continuar. El estado se guarda en el contenedor de workflow de este módulo. Finaliza cuando el sistema indica que la información del subproceso se ha guardado correctamente
Caso de uso:	Continuar trámites pendientes
Actores:	Administrador de proyectos
Propósito:	Permitir al usuario llevar el control de los trámites que han solicitado
Descripción:	Este caso de uso se inicia cuando se selecciona la opción de continuar trámites pendientes del menú de este módulo. El módulo muestra una lista de los trámites pendientes donde el actor puede observar en qué estado se encuentra cada uno y seleccionar el que desee continuar (incluye administrar el flujo de trabajo que a su vez incluye obtener el modelo del subproceso y obtener el estado del subproceso). El caso de uso finaliza cuando el sistema le indica que su responsabilidad en la etapa del subproceso que está realizando ha terminado o que el finaliza todas las actividades que corresponden al subproceso.
Caso de uso:	Administrar tarjetas
Actores:	Administrador de proyectos
Propósito:	Permitir al usuario administrar las tarjetas inteligentes
Descripción:	Este caso de uso inicia cuando el actor selecciona la opción <i>administrar tarjetas inteligentes</i> (incluye establecer comunicación con tarjeta) (previamente debió introducir la tarjeta en la lectora). Tiene 3 subflujos: el primero es <i>registrar proyecto en tarjeta</i> , su función es registrar la información de los proyectos de investigación en las tarjetas, para posteriormente entregar cada una al investigador responsable del proyecto registrado en la esta. El segundo es <i>actualizar información de tarjeta</i> , este su encarga de actualizar la información contenida en la tarjeta y el tercero es <i>borrar información de tarjeta</i> , este es utilizado para eliminar información almacenada en la tarjeta. Este caso de uso finaliza

	cuando cualquiera de estas funciones es realizada correctamente.
Caso de uso:	Realizar transferencia presupuestal
Actores:	Administrador de proyectos
Propósito:	Permitir al usuario realizar una transferencia presupuestal
Descripción:	Este caso de uso inicia cuando el actor selecciona la opción <i>realizar transferencia presupuestal</i> (incluye establecer comunicación con tarjeta) (previamente debió introducir la tarjeta en la lectora). Su función es permitir que el <i>administrador de proyectos</i> transfiera dinero de una partida presupuestal a otra de las que tiene aprobadas el proyecto para el cual se solicitó. Necesita que esté conectada la tarjeta del investigador para mantener la consistencia de la información almacenada en esta con la del contenedor de proyectos. Finaliza una vez que la transferencia presupuestal se realizó correctamente.
Caso de uso:	Administrar la información de los proyectos
Actores:	Administrador de proyectos
Propósito:	Permitir al usuario administrar la información de los proyectos
Descripción:	Este caso de uso inicia cuando el actor selecciona la opción <i>administrar la información de los proyectos</i> . Tiene 3 subflujos: el primero es el <i>informe financiero de los proyectos</i> , su función es mantener actualizada la información del presupuesto de los proyectos y permitir que los usuarios consulten esta información, el segundo es el <i>informe de gastos de los proyectos</i> , este registra las solicitudes de trámites realizadas por los investigadores junto con los datos de los gastos establecidos en las mismas y permite a los usuarios que consulten esta información, el tercero es el <i>informe de cheques</i> su función es registrar los datos de los cheques que se realizan para cubrir los gastos de los trámites solicitados, proporciona el monto que debe ser descontado del presupuesto de los proyectos e indica cuándo ha sido justificado el dinero gastado. El caso de uso finaliza cuando el actor ha consultado la información que necesita.

El módulo de información *Figura 23* proporciona la funcionalidad al actor *consultor del estado del trámite* el cual nuevamente es el investigador pero ahora realizando el rol distinto.

Cuando un investigador quiere saber si le han dado seguimiento al trámite que solicitó o si lo tienen detenido en la secretaría administrativa. En vez de que se dirija directamente con el personal administrativo a preguntar ésta información, lo hará en un módulo de información. Este proporcionará el estado actual en el que se encuentra su

trámite, reduciendo el contacto de los investigadores con el personal administrativo para evitar constantes interrupciones y permitir a este personal avanzar más en su trabajo. Esto fue uno de los requerimientos encontrados (capítulo III).

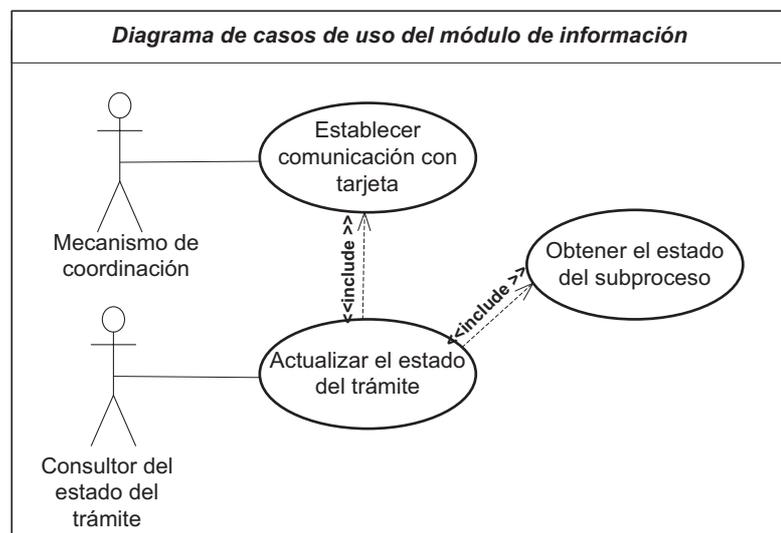


Figura 23. Diagrama de casos de uso del módulo de información

A continuación se describe el caso de uso principal de este módulo, es decir el que tienen interacción con el actor consultor del estado del trámite (*Tabla IX*).

Tabla IX. Casos de uso principal del módulo de información.

Caso de uso:	Actualizar el estado del trámite
Actores:	Consultor del estado del trámite
Propósito:	Actualizar en la tarjeta inteligente el estado del trámite
Descripción:	Este caso de uso inicia cuando un investigador <i>consultor del estado del trámite</i> introduce su tarjeta inteligente a la lectora que se encuentra en el módulo de información. Enseguida selecciona del menú que le muestra la interfaz la opción de actualizar el estado del trámite. El módulo obtiene primeramente el estado de la tarjeta inteligente (<i>incluye establecer comunicación con tarjeta</i>) y lo comprara con el estado que tiene el módulo primario en su contenedor de workflow (<i>incluye obtener el estado del proceso</i>) e indica si el estado ha cambiado o no. En caso de que haya cambiado le pregunta al actor si quiere actualizarlo, si acepta el módulo actualiza el estado en la tarjeta inteligente.

Una vez establecida la funcionalidad del sistema, enseguida explicaremos su comportamiento mediante diagramas de secuencia.

IV.3.2 Comportamiento mediante diagramas de secuencia

Los diagramas de secuencia permiten modelar aspectos dinámicos de los sistemas orientados a objetos (Fowler y Scott, 1997). Muestran los objetos en colaboración interactuando unos con otros por medio del paso de mensajes. Ordenan las interacciones entre estos secuencialmente conforme van ocurriendo en una línea punteada llamada *línea de vida del objeto* la que representa el tiempo que el objeto dura activo (Stevens y Pooley, 1999).

En los diagramas de secuencia se supone que el tiempo pasa de arriba hacia abajo. Un objeto se muestra como una caja en la parte superior y un mensaje aparece como una flecha desde la línea de vida del emisor hasta la línea de vida del receptor. Opcionalmente se puede indicar cuando tienen lugar las respuestas a los mensajes. Cuando un objeto tiene una activación existente, se muestra un rectángulo estrecho que cubre su línea de vida. Cuando un objeto muere se señala con una cruz.

Un diagrama de secuencia se debe realizar para cada caso de uso. Sin embargo en esta sección del documento se muestran únicamente los diagramas que nos permiten observar el comportamiento del sistema para administrar los flujos de trabajo y lograr la coordinación entre las etapas de los subprocesos por ello en un mismo diagrama está incluido el comportamiento de varios casos de uso a la vez. Las *Figura 24 y 25* presentan el diagrama de secuencia del caso de uso *realizar trámite*.

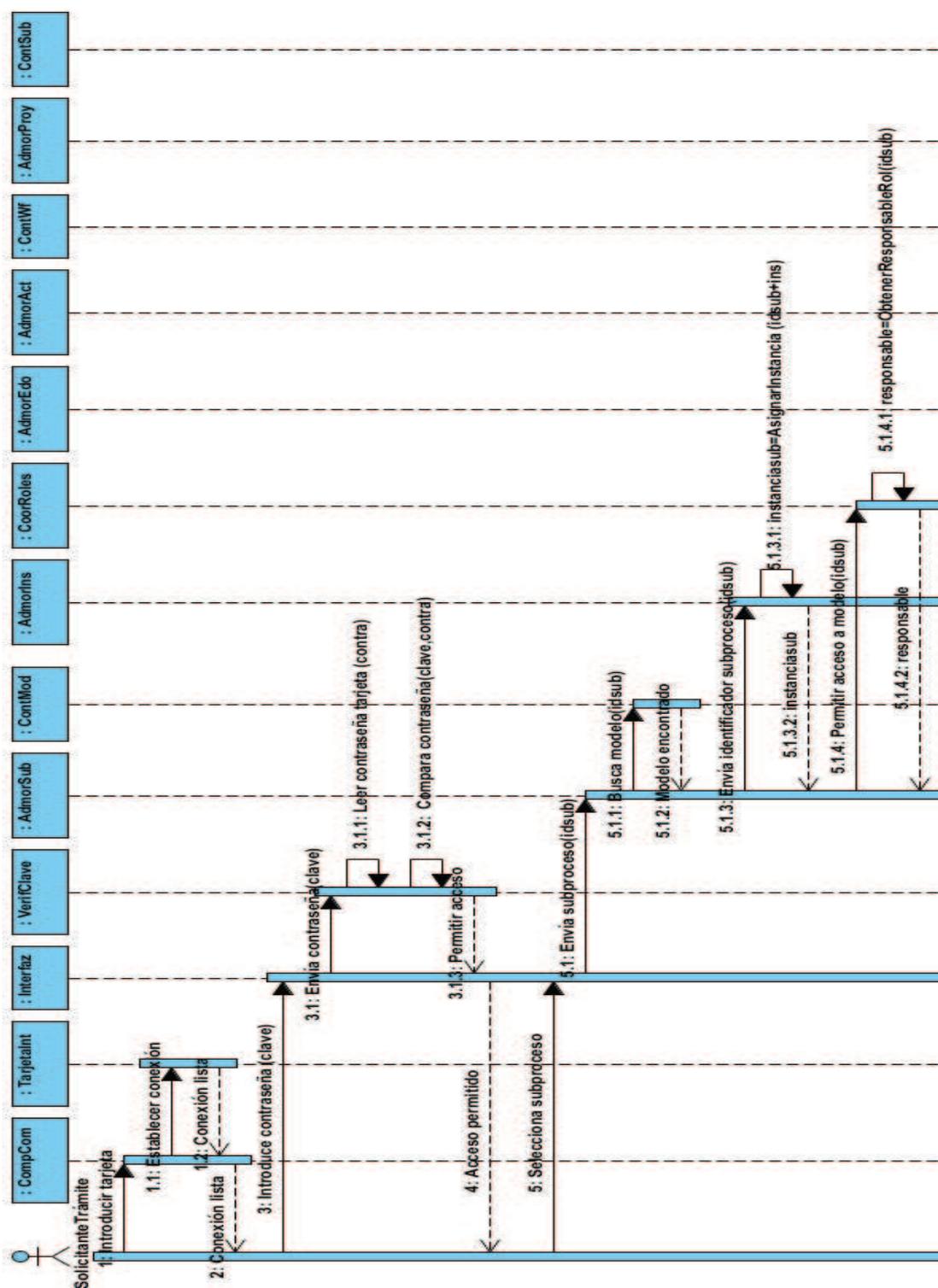


Figura 24. Diagrama de secuencia del caso de uso *solicitar tramite* del módulo secundario

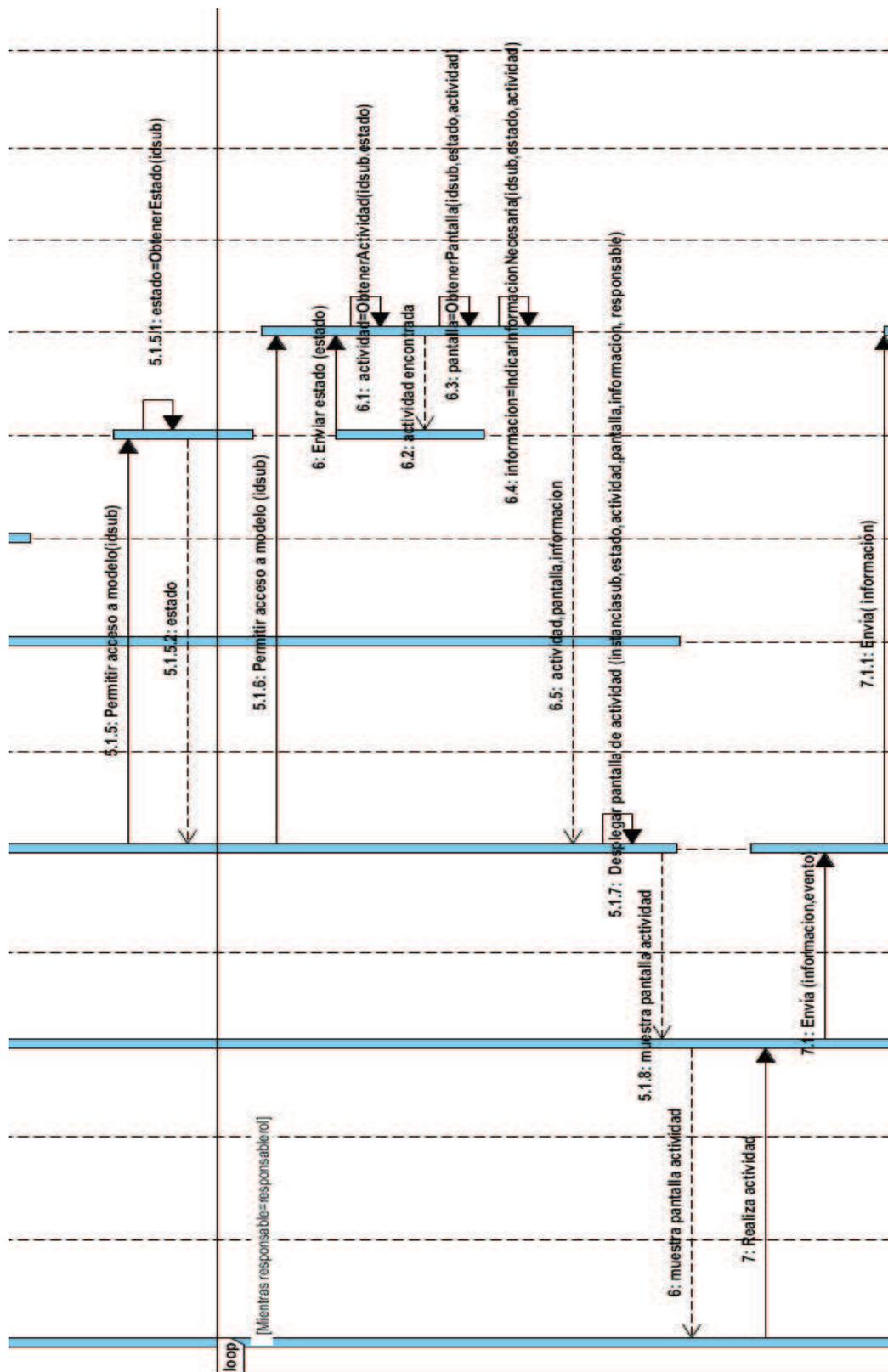


Figura 25. Continuación del diagrama de secuencia del caso de uso *solicitar trámite* del módulo secundario

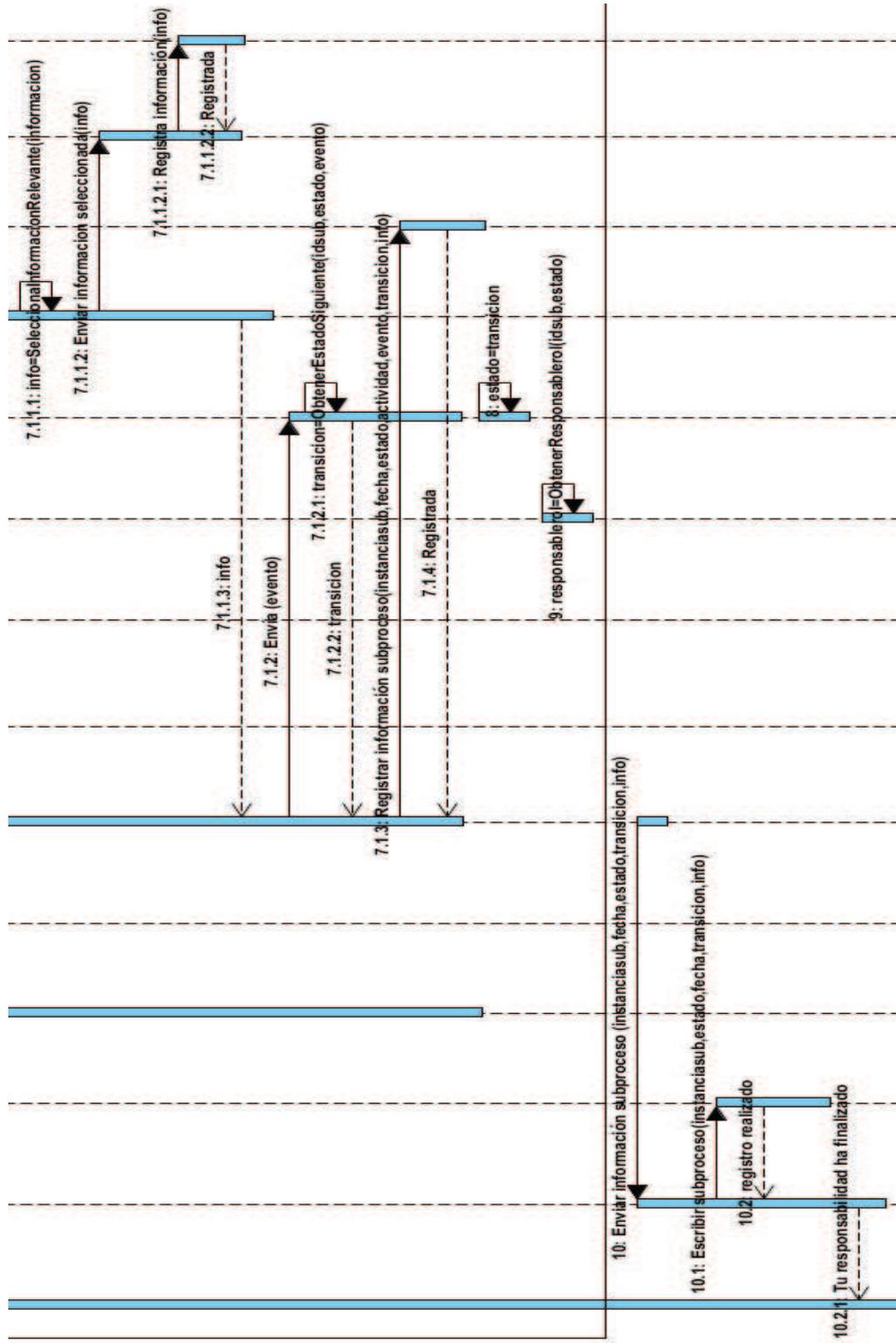


Figura 25. Continuación del diagrama de secuencia del caso de uso *solicitar trámite* del módulo secundario

Los casos de uso que reflejan el comportamiento del sistema para la administración de los flujos de trabajo son: *Realizar trámite*, que a la vez incluye *autenticar usuario*, *establecer comunicación con tarjeta*, *administrar flujos de trabajo*, *obtener modelo* y *registrar estado*. Estos casos de uso utilizan para realizar su función, algunos de los elementos que fueron descritos en el diseño arquitectónico.

El usuario introduce la tarjeta inteligente a la lectora. Ejecuta el módulo del sistema y el **componente de comunicación (CompCom)** con su elemento conexión tarjeta/lectora se cerciora que esté conectada la lectora a la computadora y la tarjeta introducida para poder establecer la conexión entre sistema y la **tarjeta inteligente (tarjetaInt)**. Enseguida introduce su contraseña en la **interfaz** del módulo para autenticarse la cual es enviada al **verificador de claves (verifClave)**. Este lee de la tarjeta inteligente la clave que tiene registrada y la compara con la que el usuario introdujo en la interfaz. Si son iguales el módulo le permite acceso al sistema.

El usuario selecciona el nombre del trámite (subproceso) que quiere realizar del menú que le muestra el módulo en la **Interfaz**. Ésta envía el identificador del subproceso *idSub* al **administrador de subprocesos (AdmorSub)**, para que busque en el **contenedor de modelos (ContMod)** el del flujo de trabajo que sigue el subproceso; es decir el que tenga como identificador *idsub*. Encuentra el modelo y lo abre para permitir el acceso a los demás objetos, pero antes envía el identificador del subproceso al **administrador de instancias (AdmorIns)** para que le asigne un dígito que lo distinguirá de los demás subprocesos del mismo tipo.

La instancia del subproceso está compuesta por el identificador del subproceso, que a su vez es el mismo que el del modelo, más un dígito adicional que cambia por cada subproceso activo ($instanciasub=idsub+ins$). Esto es necesario porque puede ocurrir que el usuario necesite solicitar dos trámites del mismo tipo. Por ejemplo dos o más trámites de viáticos y boletos a la vez o de compras etc.

El **AdmorIns** es el que se encarga de controlar la instancia del subproceso activo para identificar a que subproceso pertenecen las actividades realizadas, la información generada, etc.

El **AdmorSub** envía un mensaje al **administrador de estados (AdmorEdo)** en el cual le indica que tiene permitido el acceso al modelo para que busque el estado en el que se encuentra el subproceso. El **AdmorEdo** obtiene el estado actual del mismo (estado=ObtenerEstado(idsub)) y envía un mensaje al **AdmorSub** indicando en qué estado se encuentra. Como apenas está comenzando el subproceso se posiciona en el estado que marca el inicio del modelo del flujo de trabajo.

Enseguida el **AdmorSub** permite al **administrador de actividades (AdmorAct)** el acceso al modelo y el **AdmorEdo** le envía el estado del subproceso para que busque en el modelo la actividad que el usuario tiene que realizar de acuerdo al estado en el que se encuentra (actividad=ObtenerActividad(idsub,estado)). El **AdmorAct** encuentra la actividad y utiliza su elementos *administrador de pantallas* para que seleccione la pantalla que será mostrada al usuario para realizar la actividad (pantalla = ObtenerPantalla(idsub,estado,actividad)) y el *administrador de información* para que indique la información que necesita ser introducida por el usuario para dar inicio al subproceso (información=IndicarInformacionNecesaria (idsub,estado,actividad)).

El **AdmorAct** envía un mensaje al **AdmorSub** para que active la pantalla de la actividad la cual es mostrada al usuario mediante la **interfaz** y verifique que se introduzca la información necesaria. El usuario realiza la actividad en la cual introduce la información que se le pide y enseguida presiona alguno de los botones que muestra la pantalla. Con ello se genera un evento que determina cuál será el siguiente estado del subproceso.

La **interfaz** envía al **AdmorSub** la información introducida en la actividad y el identificador del evento. El **AdmorSub** envía la información al **AdmorAct** y el evento al **AdmorEdo**.

El **AdmorAct** selecciona la información que es relevante para la administración de los proyectos (*info=SeleccionaInformacionRelevante(información)*) y enseguida la envía al **Administrador de proyectos (AdmorProy)** el cual la almacena en el **contenedor de subprocesos**.

El **AdmorEdo** utiliza el identificador del evento para encontrar el estado siguiente del subproceso (*transicion=ObtenerEstadoSiguiende(idsub,estado,evento)*) y envía un mensaje indicando la transición al **AdmorSub**.

El **AdmorSub** registra la información del subproceso (*instanciapro, instanciasub, fecha, estado, transicion, info*) en el **contenedor workflow (ContWf)**.

El **AdmorEdo** asigna la transición como el nuevo estado. El sistema vuelve a ubicar la actividad que corresponde al nuevo estado, la pantalla dónde se realizará la actividad, la información que se necesita y se las muestra al usuario. Esto se repite hasta que el usuario finaliza el rol que está ejecutando. Este final es identificado en el modelo cuando las actividades del siguiente estado corresponden a otro responsable.

Al final del rol el **AdmorSub** envía la información del último estado que se realizó del subproceso al **CompCom** para que este lo escriba en la **TarjetaInt**. El sistema le indica al usuario que su responsabilidad en esa etapa del proceso ha finalizado y muestra al responsable de la siguiente etapa.

El usuario debe llevar la tarjeta inteligente a la secretaría administrativa donde actualmente solicitan sus trámites. Para que el siguiente responsable obtenga la información del subproceso que se registró en la tarjeta y pueda continuarlo. La tarjeta inteligente es la que se encarga de comunicar las etapas de los subprocesos para que se les pueda dar seguimiento por eso fue nombrada como “**mecanismo de coordinación**”. La *Figura 26* muestra como se lleva a cabo esta coordinación mediante el diagrama de secuencia de caso de uso de registrar estado del subproceso del módulo primario.

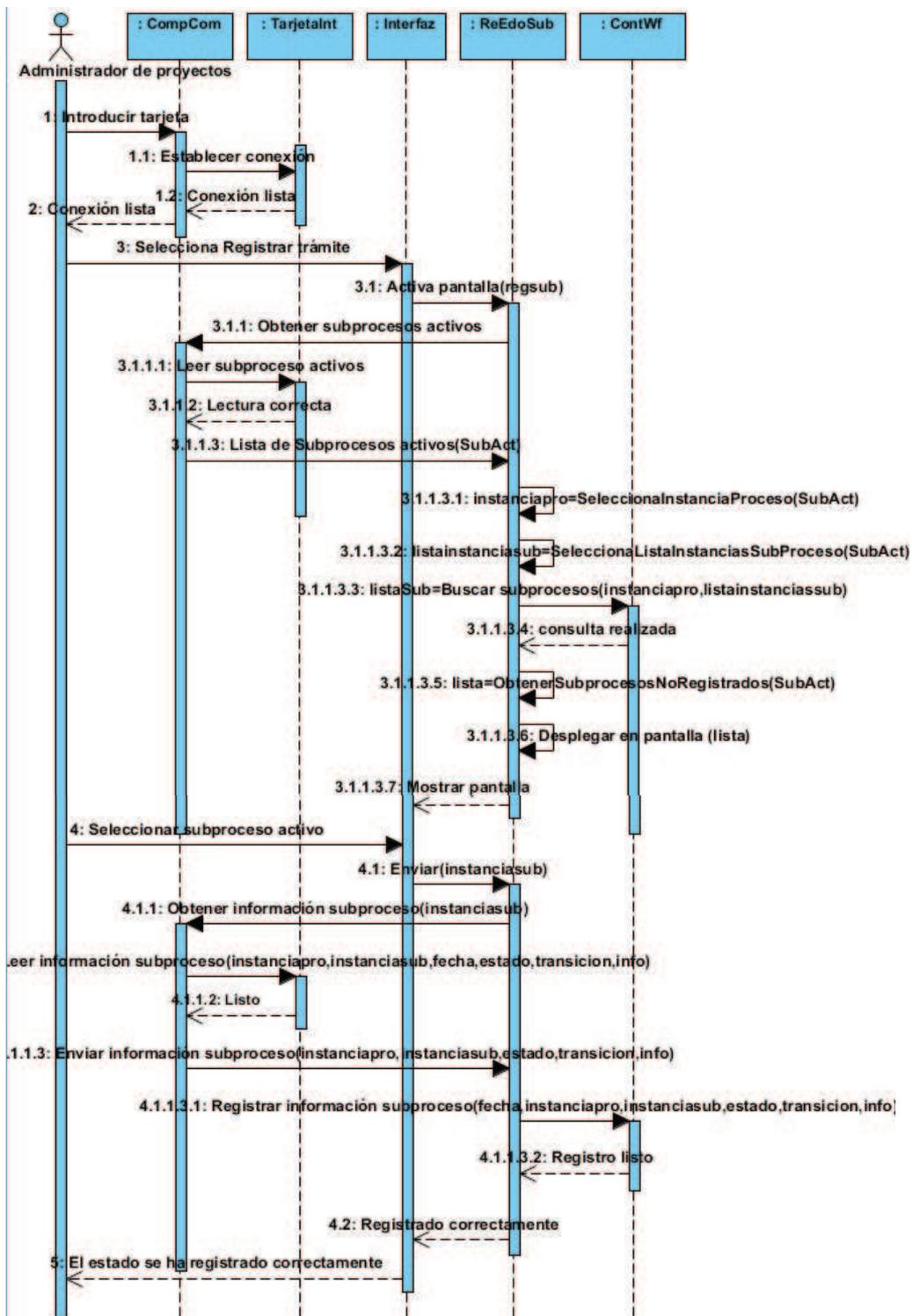


Figura 26. Diagrama de secuencia del caso de uso registrar estado del subproceso del módulo primario

El administrador de proyectos recibe la tarjeta inteligente del solicitante de trámite la introduce en una lectora de tarjetas e internamente el **CompCom** establece la comunicación entre el sistema y la tarjeta inteligente. Enseguida selecciona la opción de registrar trámites en la **Interfaz** la cual manda llamar la pantalla correspondiente, pero antes de que ésta se despliegue, obtiene de la tarjeta inteligente una lista de los subprocesos activos, los cuales busca en el **ContWf** y hace una lista con los que no se encuentran registrados para mostrarlos en la pantalla.

La búsqueda en el contenedor se realiza utilizando la instancia del proceso y las instancias de los subprocesos activos en la tarjeta. Esto se debe a que el **ContWf** registra el estado de todos los trámites solicitados para el proyecto de cada investigador. Entonces la instancia del proceso permite determinar a cuál proyecto pertenece el trámite, y las instancias de los subprocesos nos dice cuántos trámites ha solicitado para ese proyecto y de qué tipo son.

Una vez desplegada la pantalla el administrador de proyectos selecciona de la lista el trámite que desea registrar y el mecanismo encargado del registro del estado del subproceso **RegEdoSub** almacena la información del subproceso (*instanciapro, instanciasub, fecha, estado, transicion, info*) en el **ContWf**. De esta manera la tarjeta inteligente proporciona al administrador de proyectos la información del estado del subproceso que necesita para poder continuar el trámite.

Cuando el administrador de proyectos quiere continuar algún trámite pendiente no hay necesidad de que tenga la tarjeta inteligente conectada todo el tiempo, únicamente cuando es necesario transferir la responsabilidad de continuar los subprocesos a otra persona, lo cual ocurre cuando la etapa del subproceso que le corresponde realizar finaliza.

La *Figura 27* muestra el comportamiento del módulo primario cuando el administrador de proyectos selecciona la opción continuar trámites pendientes del menú que le presenta el módulo. El sistema antes de desplegar la pantalla que corresponde a esta opción, busca en el **ContWf** el estado actual de todos los subprocesos que se encuentran registrados y despliega una lista con esta información.

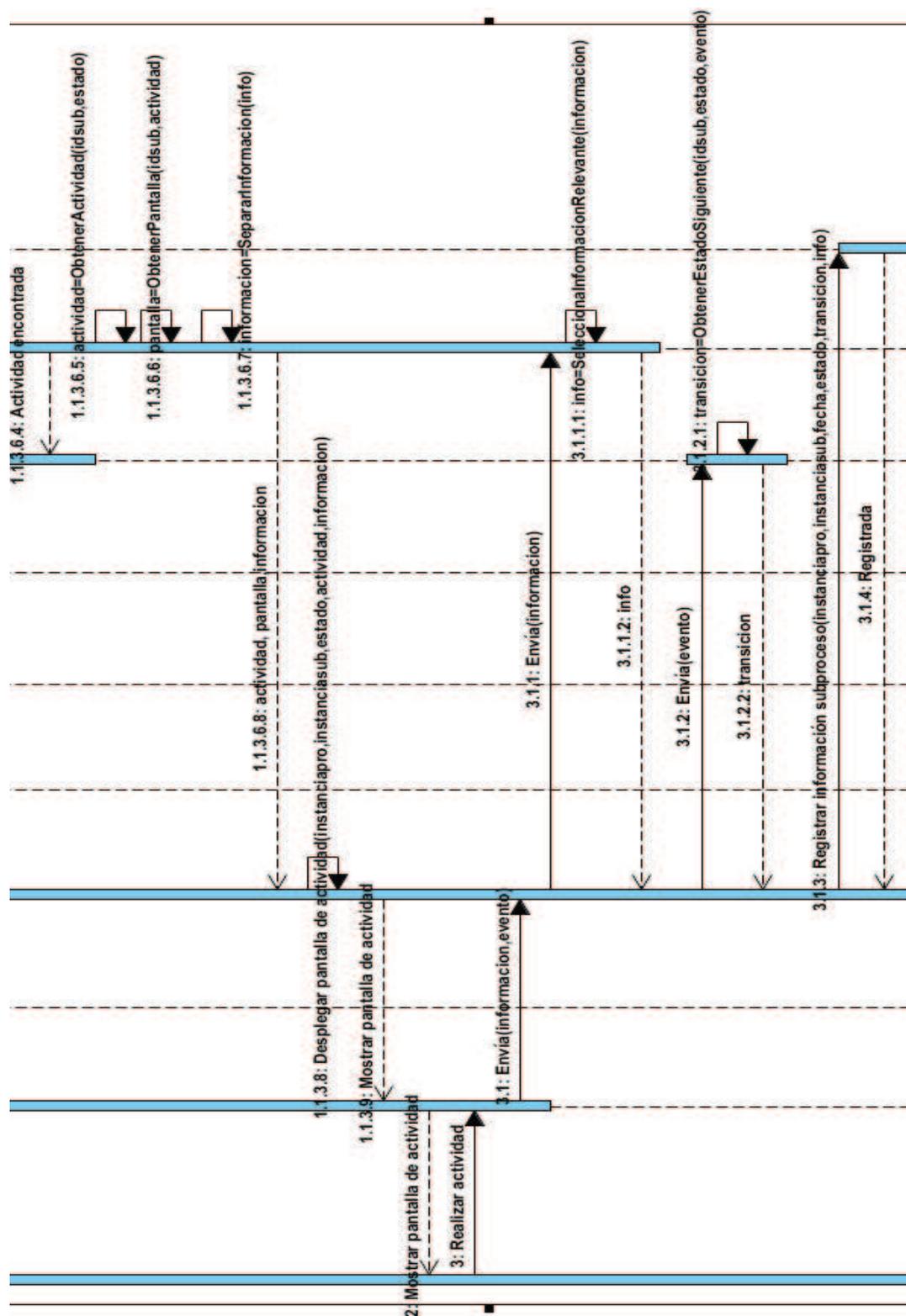


Figura 27. Continuación diagrama de secuencia del caso de uso *continuar trámites pendientes* del módulo primario

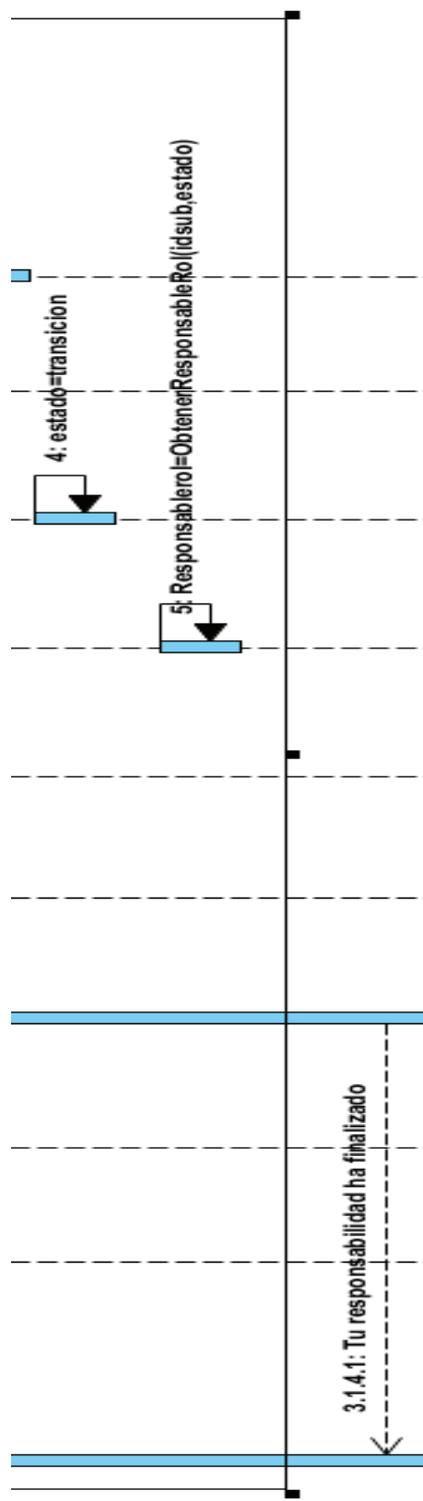


Figura 27. Continuación diagrama de secuencia del caso de uso *continuar trámites pendientes* del módulo primario

El administrador de proyectos selecciona de la lista, el subproceso que desea continuar y el mecanismo encargado de continuar los trámites pendientes (**ConTraPen**) busca en el **ContWf** la información necesaria para continuar el subproceso (*instanciapro, instanciasub, fecha, estado, transicion, info*). Envía esta información al **AdmorSub** para que busque el modelo que sigue el subproceso. Esto lo hace utilizando la instancia del mismo donde los primeros 3 dígitos que la componen hacen referencia al identificador del modelo.

Una vez que el **AdmorSub** obtuvo el modelo, el procedimiento que sigue es similar al descrito en el módulo secundario debido a que ambos tienen el mecanismo de administración de flujos de trabajo controlado por la máquina de coordinación.

La diferencia es que en este módulo la referencia a los subprocesos está compuesta por dos instancias la del proceso y la del subproceso y en el módulo secundario solamente una. Esto se debe a que en el módulo secundario se almacenan únicamente los subprocesos de un solo proyecto a diferencia del módulo primario que almacena la de muchos proyectos.

De esta manera la tarjeta inteligente permite la coordinación entre las etapas del proceso. Enseguida se describirá el diseño del mecanismo de coordinación.

IV.4 Mecanismo de coordinación

En el diseño arquitectónico del sistema, el mecanismo de coordinación es representado por una tarjeta inteligente. En este contexto lo que hace inteligente a estas tarjetas es la capacidad que tiene para procesar datos.

Los módulos del sistema guardan en la tarjeta inteligente información del subproceso que permite coordinar las etapas del mismo entre los agentes responsables. La estructura de la tarjeta donde se guarda esta información se basa en un sistema de archivos.

El diseño de la estructura se determinó en base a los requerimientos de información obtenidos en el caso de estudio (capítulo III). La tarjeta registra información relevante de los proyectos de investigación e información que permite dar seguimiento a los flujos de trabajo que siguen los subprocesos. La *tabla X* muestra el diseño de la estructura.

La tarjeta inteligente cuenta con 13 archivos de los cuales los primeros 6 guardan información del proyecto. A continuación se describe brevemente para que es utilizado cada archivo.

- **Identificación del investigador.** Este archivo guarda el nombre del investigador responsable del proyecto. Dentro de la tarjeta su identificador es AA-01, cuenta con un solo registro de 100bytes.

Tabla X. Estructura de archivos creada en las tarjetas inteligentes

No.	Archivo	Nombre	Registros	Capacidad
1	Identificación del investigador	AA-01	1	100
2	Identificación del proyecto	AA-02	1	40
3	Contraseña	AA-13	1	6
4	Partidas presupuestales	AA-03	17	4
5	Monto de partidas presupuestales	AA-14	17	10
6	Presupuesto	AA-04	1	10
7	Fechas	AA-06	20	8
8	Subprocesos	AA-07	20	4
9	Estados	AA-08	20	4
10	Estatus	AA-09	20	4
11	Transición	AA-10	20	4
12	Información	AA-11	20	255

- **Identificación del proyecto.** Cada proyecto de investigación tiene asignado un identificador, por ejemplo IN102987-3 el cual se guarda en este archivo. Este identificador es utilizado como la instancia del proceso al cual pertenecen los subproceso que se generan. En el archivo solo se puede realizar un solo registro de 40 bytes como máximo. El identificador del archivo dentro de la tarjeta es AA-02.

- **Contraseña.** Guarda la contraseña del propietario de la tarjeta. Esta es utilizada para permitir el acceso al sistema. En este archivo solo se puede registrar una contraseña de 6 bytes máximo, su identificador es AA-13.
- **Partidas presupuestales.** Este archivo contiene las partidas presupuestales que fueron aprobadas para el proyecto. Es posible realizar 17 registros, número máximo de partidas que pueden ser aprobadas, son de 4 bytes porque se guarda la clave de la partida en lugar del nombre, por ejemplo para la partida de viáticos se guarda 211, para pasajes aéreos 212, equipo e instrumental 512 etc. El sistema lee de la tarjeta la clave y la invierte para mostrarla en pantalla.
- **Monto de partidas presupuestales.** Guarda el monto del presupuesto asignado a cada partida presupuestal. Al igual que el archivo anterior su estructura es de 17 registros pero este con capacidad de 10 bytes cada uno.

Cuando un investigador selecciona la opción de solicitar trámite en el módulo que le corresponde e introduce la cantidad de dinero que quiere gastar de cada partida, el sistema verifica en este archivo si tiene suficiente dinero en cada una para realizar el trámite. Una vez que el dinero es gastado, el sistema resta el monto de cada partida dentro de la tarjeta al registro correspondiente.

- **Presupuesto.** Guarda el monto total del presupuesto aprobado para el proyecto en un registro de 10 bytes.

Estos archivos son utilizados para la administración de los proyectos y brindan información útil al propietario de la tarjeta sobre el presupuesto que tiene disponible para solicitar trámites. Los archivos del 7 al 12 son utilizados para realizar la coordinación entre las etapas de los subprocesos. Estos guardan la información que permite dar seguimiento de los subprocesos.

- **Fechas.** En este archivo se almacenan las fechas de registro de la información de los subprocesos. El archivo permite 20 registros de 8 bytes.
- **Subproceso.** Este archivo guarda las instancias de los subprocesos. Es posible guardar en la tarjeta 20 subprocesos activos a la vez. La instancia está compuesta por 4 bytes de

los cuales los primeros 3 hacen referencia al tipo de subproceso que se está realizando; por ejemplo para el trámite de viáticos y boletos sería el 211, para compras 411, becas 311, etc., el último byte es utilizado para distinguir los subprocesos de otros del mismo tipo que se encuentran activos dentro de la tarjeta; por ejemplo para dos trámites de viáticos y boletos sería 2111 y 2112.

- **Estado.** Guarda el estado en el que se encuentran los subprocesos por ello se pueden realizar 20 registros. La clave que representa el estado es de 4 bytes.
- **Estatus.** Indica el estatus de los estados. Una “E” en este archivo significa que todas las actividades que pertenecen al estado en el que se encuentra el subproceso han sido finalizadas, por ello el estatus del estado es *E* que significa *Ejecutado*. Una “P” significa que hay alguna actividad que falta por realizarse por lo que el estatus del estado es *P* que significa que el estado aún está *Pendiente*. Una “F” significa que se ha ejecutado el último estado del subproceso por lo cual ha *finalizado*. La clave que representa el estatus es de 1 byte; sin embargo el espacio en los registros es de 4 bytes cada uno.
- **Transición.** En este archivo se almacena el estado siguiente al que debe cambiar el sistema cuando las actividades del anterior han sido finalizadas es decir cuando el estatus del estado es “E”. El número de registros que permite el archivo son 20 uno para cada subproceso y la clave que representa la transición es de 4 bytes, se utiliza la misma clave de los estados.
- **Información.** Guarda información generada en las actividades del estado del subproceso que se registrará en la tarjeta. El sistema hace una selección de la información que se necesitará para realizar las actividades del siguiente estado; graba en este archivo solamente la indispensable. Permite 20 registros de 255 bytes cada uno.

Más adelante describiremos como están conformadas las claves de los estados del subproceso pero antes describiremos los últimos archivos 13 y 14. Estos son archivos auxiliares, utilizados para administrar el espacio para guardar información de la tarjeta inteligente. Enseguida los describimos brevemente (*Tabla XI*).

Tabla XI. Archivos auxiliares en tarjeta inteligente

No.	Archivo	Nombre	Registros	Capacidad
13	Administrador de existencia de subprocesos	AA-05	20	1
14	Cantidad de información utilizada	AA-12	20	2

- **Administrador de existencia de subprocesos.** Este archivo es utilizado por el sistema para identificar si hay espacio libre en los archivos para almacenar la información de un nuevo subproceso. Indica un 1 si existe un subproceso en el registro ó un 0 en caso contrario.
- **Cantidad de información utilizada.** Indica la cantidad de información utilizada en cada registro del archivo de información.

Al diseñar la estructura interna de la tarjeta inteligente se buscó optimizar al máximo el espacio para guardar información que posee la tarjeta utilizada; la cual fue una Acos3 de 24Kb. Por ello la información se manejó por medio de claves, logrando coordinar los flujos de trabajo haciendo uso solamente del 5.932Kb de su capacidad. Los archivos tienen un espacio limitado pero son suficientes para lograr esto, en caso de ser necesario el espacio podría ser ampliado fácilmente.

En el siguiente tema se presentan los diferentes modelos donde se describe cómo es posible lograr la coordinación de flujos de trabajo organizacional mediante tarjetas inteligentes, comenzando con un modelo general donde se establecen los lineamientos que se deben seguir para conseguir esto.

IV.5 Modelado del flujo de trabajo

El modelo general, para la coordinación de flujos de trabajo organizacional mediante tarjetas inteligentes, propuesto en esta tesis se ilustra en la *Figura 28* y se describe enseguida.

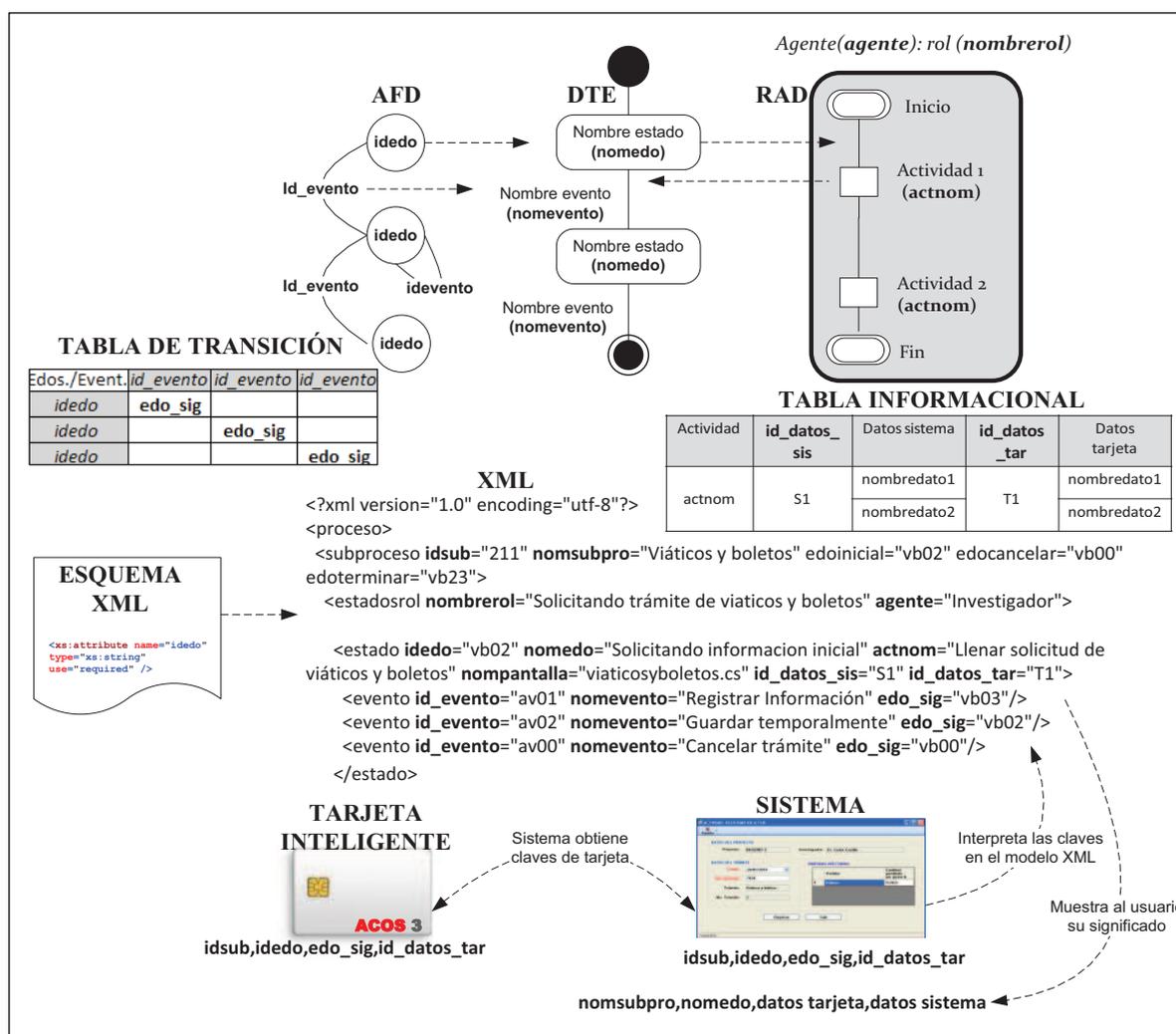


Figura 28. Modelo general para la coordinación de los flujos de trabajo organizacional mediante tarjetas inteligentes

De acuerdo al modelo anterior, para lograr la coordinación de los flujos de trabajo mediante tarjetas inteligentes es necesario realizar lo siguiente:

- Primero determinar cuáles son los agentes involucrados en el proceso, así como los roles que llevan a cabo, y la secuencia de actividades que conforman cada rol. Esto se realizó mediante los *RAD* (capítulo III).
- Enseguida se debe identificar la información que necesitan los agentes para realizar las actividades que les corresponden. Esta fue identificada y agrupada en la *tabla*

informativa que muestra el modelo general (Figura 28), en dos categorías: *los datos de la tarjeta inteligente y los datos del sistema*.

- Enseguida es necesario establecer la secuencia de estados por los que atraviesa el proceso. El concepto de estado se refiere al comportamiento que tiene el proceso en un momento determinado, y puede cambiar como reacción a un evento que suceda. Estos eventos por lo general son el cumplimiento de alguna actividad. Para esto se realizaron *DTE (capítulo II)* para cada rol del proceso.
- Como se mencionó anteriormente, la capacidad de almacenamiento de información de las tarjetas inteligentes es limitado por lo que fue necesario realizar un modelo en el cual se establece el manejo de los estados y eventos del proceso en forma de claves para que se pudieran almacenar en la tarjeta inteligente. Este modelo se basa en la teoría de autómatas finitos deterministas (*AFD*) (Hopcroft et. al, 2001).
- Junto con el modelo *AFD* es necesario construir una *tabla de transición*, ésta nos indica el siguiente estado al que debe cambiar un proceso de acuerdo al evento recibido.
 - Finalmente se debe realizar un modelo del flujo de trabajo del proceso, donde se reúnan todos los elementos del mismo proporcionados por los demás modelos y tablas mencionadas. Este contendrá la definición completa del proceso y será interpretado por el WfMS para llevar a cabo la ejecución del mismo. Este modelo fue realizado utilizando la notación del lenguaje de marcado extensible (XML, por sus siglas en inglés *Extensive Markup Lenguaje*)(*documento XML*)(Gutiérrez y Martínez, 2001). Se establecieron sus reglas en un esquema XML (*XML Schema* en inglés). Este es utilizado para describir la estructura y las restricciones de los contenidos de los documentos XML de una forma muy precisa.

El WfMS guarda en los archivos de la tarjeta inteligente las claves del subproceso, del estado ejecutado, del estado siguiente y las entidades de información importantes para el proceso, generadas en las actividades realizadas por los agentes.

Cuando la tarjeta inteligente es entregada a un agente y leída por el WfMS, este obtiene las claves, las ubica en el modelo del flujo de trabajo hecho en XML, interpreta

su significado y se lo muestra al usuario, es decir, basándonos en el modelo general (Figura 28), si la tarjeta contiene como clave del subproceso 211 (*idsub: 211*), lo que el sistema le mostrará al usuario es el nombre del subproceso (*nomsupro: viáticos y boletos*), de igual manera si la tarjeta contiene la clave del estado vb02 (*idedo:vb02*), el sistema le mostrará al usuario el nombre del estado al que corresponde la clave (*nomedo: solicitando información inicial*). De esta manera son recuperadas e interpretadas las claves de la tarjeta por el sistema, para lograr la coordinación de los flujos de trabajo que siguen los procesos.

El flujo de trabajo en el que nos basamos para el diseño del WfMS es el del trámite de viáticos y boletos que se realiza en el CNyN, donde se llevó a cabo el caso de estudio (capítulo III). Enseguida presentaremos el modelado que se realizó del mismo, para el cual utilizamos las diferentes técnicas mencionadas anteriormente; comenzaremos presentando la tabla informacional, seguida de los modelos realizados con DTE's de la notación UML, enseguida el modelo AFD junto con su tabla de transición y finalmente el modelo realizado en XML.

IV.5.1 Manejo de la información

Se realizó una tabla informacional, que contiene las entidades de información importantes para realizar las actividades del flujo de trabajo del trámite de viáticos y boletos (Tabla XII). Estas entidades fueron divididas en dos categorías: en *datos del sistema* y *datos de la tarjeta*.

Datos del sistema. Las entidades que contienen los datos del sistema consisten en información que es introducida por el usuario en el sistema y almacenada en alguno de sus contenedores u obtenida de alguno de sus contenedores para realizar alguna actividad.

Datos de la tarjeta. Las entidades que contienen datos de la tarjeta consisten en información que es introducida por el usuario en el sistema y almacenada en la tarjeta y obtenida posteriormente por el sistema para realizar alguna actividad.

Las entidades son identificadas por “S” y un número, por ejemplo S1, S2, S3, etc., cuando son entidades formadas por datos del sistema, y por una T y un número, por ejemplo T1,T2,T3, etc., cuando contienen datos de la tarjeta.

Las actividades enlistadas en la *Tabla XII* fueron obtenidas mediante los RAD’s realizados en el modelado del flujo de trabajo de viáticos y boletos realizado en el capítulo III.

Tabla XII. Tabla informacional del subproceso de viáticos y boletos

Actividad	Id_datos_sis	Datos sistema WfMS	Descripción (sistema)	Id_datos_tar	Datos tarjeta	Descripción (tarjeta)
Llenar solicitud de viáticos y boletos	S1	Solicitud de viáticos y boletos	Se introducen y se imprime la solicitud * Los datos no se guardan en ningún contenedor	T1	Clave de viáticos Monto a gastar de viáticos Clave de pasajes aéreos Monto a gastar de pasajes aéreos	Se guardan en tarjeta
Verificar presupuesto	S2	Clave de viáticos Monto a gastar de viáticos Clave de pasajes aéreos Monto a gastar de pasajes aéreos	Se obtienen de actividad anterior	T2	Clave de viáticos Monto disponible Clave de pasajes aéreos Monto disponible	Se obtienen de tarjeta
Entregar solicitud	-----	-----	Nota: Se entrega solicitud impresa	T1	Clave de viáticos Monto a gastar de viáticos Clave de pasajes aéreos Monto a gastar de pasajes aéreos	Se obtiene de tarjeta
Verificando suficiencia					Instancia proceso Instancia subproceso Clave de viáticos	

presupuestal	-----	-----	-----	T3	Monto a gastar de viáticos Clave de pasajes aéreos Monto a gastar de pasajes aéreos	Se obtienen de tarjeta
Realizar transferencia presupuestal	S3	Clave partida origen	Se introducen * Los datos no se guardan en ningún contenedor Nota: Se requiere la solicitud de transferencia impresa	T4	Clave de partida	Se obtienen de tarjeta y se guardan los datos actualizados
		Monto a restar			Monto disponible	
		Clave partida destino			Clave de partida	
		Monto a sumar			Monto disponible	
Registrar solicitud	S4	Fecha	Se obtiene de sistema y se guarda en <i>contenedor subprocesos</i>	T5	Instancia proceso Instancia subproceso Clave de viáticos	Se obtienen de tarjeta
		No. de solicitud	Se introduce y se guarda en <i>contenedor subprocesos</i>		Monto a gastar de viáticos Clave de pasajes aéreos Monto a gastar de pasajes aéreos	
Registrar información de cheque	S5	No. de solicitud	Se obtiene de <i>contenedor subprocesos</i> y se guarda en <i>contenedor cheques</i>	T6	No. de cheque	Se almacenan en tarjeta
		Fecha	Se obtiene de sistema y se almacena en <i>contenedor de cheques</i>			
		No. de cheque	Se introducen y se guardan en <i>contenedor de cheques</i>		Cantidad	
		Cantidad				
Partida						
Concepto						
Justificar gastos	S6	Cantidad gastada	Se introducen	T7	No. de cheque Cantidad	Se obtienen de tarjeta
		Cantidad por devolver			Cantidad gastada Cantidad por devolver	Se guardan en tarjeta

Realizar comprobación de gastos	-----	Nota: Se entregan los comprobantes de gastos	T8	No. de cheque	Se obtienen de tarjeta
				Cantidad	
				Cantidad gastada	
				Cantidad por devolver	

IV.5.2 Modelos con diagramas de transición de estados UML

Los modelos realizados con diagramas de transición de estados (DTE) que se realizaron para los roles que conforman el subproceso de viáticos y boletos, se ilustran en las Figuras 29, 31, 31,32.

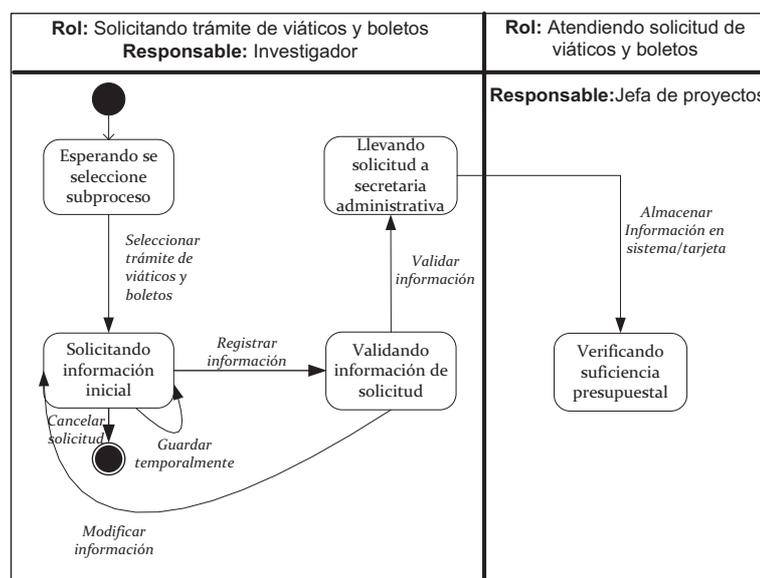


Figura 29. Diagrama de transición de estados del rol de solicitando trámite de viáticos y boletos

El flujo de trabajo del trámite de viáticos y boletos está compuesto por 4 roles de los cuales 2 corresponden al investigador y los otros 2 a la jefa de proyectos. En la Figura 29 es posible observar que el encargado de iniciar el subproceso es el investigador, realizando el *rol de solicitando trámite de viáticos y boletos*. La explicación de estos diagramas se efectuará en términos de lo que ocurre en el sistema.

Una vez que en el sistema se selecciona ese trámite, cambia al estado de *solicitando información inicial*. El usuario realiza la *actividad introduciendo la información de la solicitud de viáticos y boletos* que el sistema le solicita, y al terminar tiene que registrar en el contenedor de subprocesos con el que cuenta este módulo la información que introdujo, para ello debe presionar alguno de los controles (botones, herramientas de la interfaz) con los que cuenta la pantalla de sistema. Al hacer esto en el sistema se realiza un evento que provoca un cambio de estado en el subproceso.

El sistema refleja los cambios de estado que sufre el subproceso; muestra las actividades que se tienen que realizar en cada estado hasta que finaliza el rol que está ejecutando el investigador. El último estado de ese rol es *llevando la solicitud a la secretaría administrativa* y el evento es *almacenar la información del subproceso en el sistema y en la tarjeta*, el cual provoca una transición hacia un estado que pertenece a otro rol. Las actividades que corresponden a este rol ya no pueden ser realizadas por el investigador ahora la responsabilidad pasa a la Jefa de proyectos para que continúe el subproceso.

Todos los estados de este rol se almacenan en el *Contenedor workflow* que forma parte del módulo del sistema que usa el investigador. Pero el último estado es decir, *llevando la solicitud a la secretaría administrativa* junto con el estado siguiente que es *verificando suficiencia presupuestal* y la información relevante para las siguientes actividades se almacenan en la tarjeta inteligente.

El siguiente rol *Figura 30* corresponde a la jefa de proyectos, ella obtiene el estado del subproceso de la tarjeta y lo almacena en el *Contenedor workflow* con el que también cuenta el módulo que le corresponde usar. El estado del subproceso que ella puede ver en el sistema es el estado siguiente, es decir *verificando suficiencia presupuestal*.

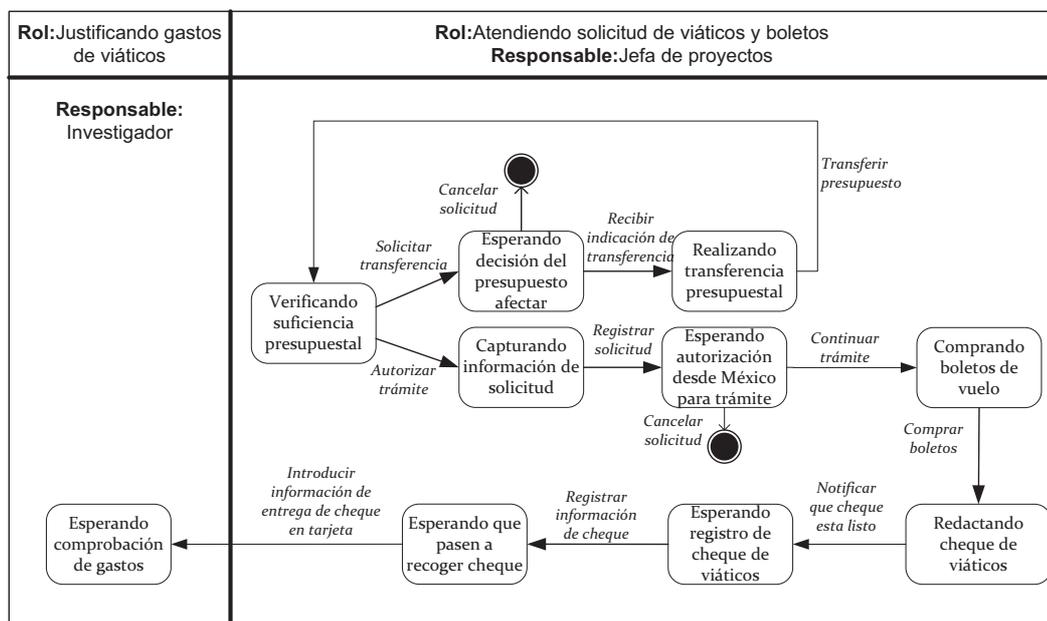


Figura 30. Diagrama de transición de estados del rol de atendiendo solicitud de viáticos y boletos

Para continuar el subproceso es necesario que se realicen las actividades correspondientes a este estado para ello utiliza la información que el investigador introdujo anteriormente en la tarjeta. El sistema muestra paso a paso estas actividades, la secuencia en la que se tienen que realizar la obtiene de un modelo del flujo de trabajo. Una vez finalizadas, pueden ocurrir dos eventos diferentes *solicitar transferencia* y *autorizar el trámite* cada uno envía al subproceso a un estado diferente.

La jefa de proyectos continúa el subproceso realizando las actividades que corresponden a los estados *Esperando decisión del presupuesto a afectar* o *capturando la información de la solicitud* dependiendo del evento que haya ocurrido anteriormente. Todos los estados por los que atraviesa el subproceso en este rol son registrados en el contenedor de workflow del módulo primario.

La jefa de proyectos realiza todas las actividades que le corresponden y al llegar al estado *Esperando a que pasen a recoger cheque* finaliza su rol. Se comunica con el

investigador para que pase a recoger el cheque de viáticos que le fue autorizado y cuando va a recogerlo le graba en la tarjeta inteligente el estado en el que se encuentra el subproceso; es decir *Esperando a que pasen a recoger cheque* y el estado siguiente *Esperando comprobación de gastos* y la información que el investigador necesita para realizar la comprobación, porque ahora la responsabilidad de realizar el siguiente rol le corresponde *Figura 31*.

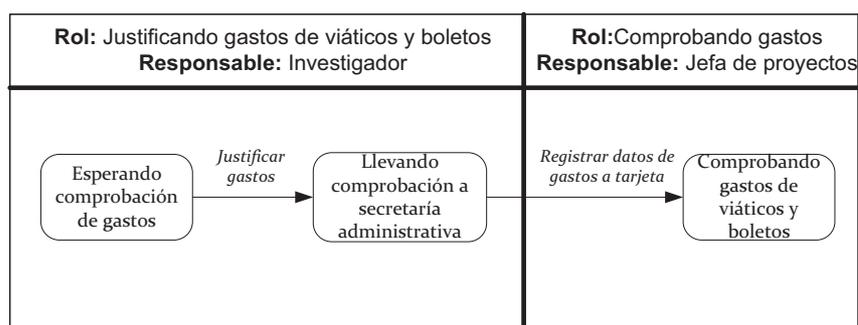


Figura 31. Diagrama de transición de estados del rol de justificando gastos de viáticos y boletos

El investigador puede continuar el subproceso y realizar la actividad correspondiente al estado *Esperando comprobación de gastos*. Esto lo hace utilizando la información que la Jefa de proyectos guardó en la tarjeta. La información se descarga automáticamente en la pantalla del sistema que corresponde a la actividad y al finalizarla debe realizar el evento *justificar gastos*. El sistema automáticamente guarda la información de la justificación en la tarjeta inteligente.

El investigador tiene que volver a la secretaría administrativa a entregar los comprobantes de los gastos de su viaje y además su tarjeta con el estado en el que se encuentra el subproceso. La jefa de proyectos comprueba los gastos del trámite hechos por el investigador y le actualiza el estado del subproceso en la tarjeta. Enseguida, comprueba los gastos realizados del presupuesto del proyecto al departamento encargado en la UNAM, que se encuentra en la ciudad de México, y con esto finaliza el subproceso *Figura 32*.

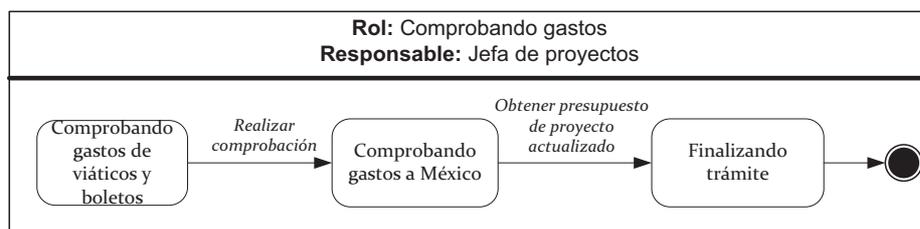


Figura 32. Diagrama de transición de estados del rol de justificando gastos de viáticos y boletos

Enseguida se presenta el modelo del flujo de trabajo realizado mediante autómatas finitos que describe como fueron conformadas las claves que representan los estados y eventos de los subprocesos que son guardados en la tarjeta.

IV.5.3 Modelo mediante autómatas finitos deterministas

Fue creado un modelo del flujo de trabajo del trámite de viáticos y boletos que nos permite observar el flujo completo en un diagrama simple, en el cual se muestran todos los estados por los que atraviesa y los eventos que ocurren mediante claves. Fue necesario realizar un modelo de este tipo por las limitaciones en cuanto al espacio de almacenamiento de información en el interior de la tarjeta inteligente.

El modelo se basa en la teoría de los autómatas finitos. Estos tienen un conjunto de estados y su “control” se mueve de estado en estado en respuesta a entradas externas. Los autómatas finitos se dividen en diversas clases dependiendo de si su control es “determinista” (lo que significa que el autómata no puede estar en varios estados al mismo tiempo) y “no determinista” (lo que significa que puede estar en varios estados al mismo tiempo) (Hopcroft et. al, 2001).

Nos enfocamos principalmente en los autómatas finitos deterministas porque el flujo de trabajo no puede estar en varios estados a la vez. El término determinista hace referencia al hecho de que para cada entrada, existe un único estado al que el autómata puede llegar partiendo del estado actual.

Un autómata finito determinista consta de (Hopcroft et. al, 2001):

- 1.- Un conjunto finito de estados, a los cuales llamaremos Q
- 2.- Un conjunto finito de símbolos de entrada, serán representados por E
3. - Una función de transición T que recibe como argumentos un estado, una entrada y devuelve un estado
- 4.- Un estado inicial (cualquiera de los estados Q)
- 5.- Un conjunto de estados finales F los cuales son un subconjunto de Q

El modelo del flujo de trabajo es representando mediante un grafo *Figura 33* donde cada estado está representado por un nodo etiquetado con una clave de 4 bytes en la cual los primero dos bytes son las letras “vb” los cuales se mantienen fijos, hacen referencia al trámite de viáticos y boletos y los siguientes dos bytes son números cuya aparición es en forma ascendente que nos indican el orden en el que apareciendo los estados; por ejemplo 01, 02,03, etc. Los estados finitos con los que cuenta nuestro modelo son 23, $Q = (vb01, vb02, vb03 \dots vb23)$.

Los eventos que pueden ocurrir son nuestras entradas externas como mencionamos en la sección anterior estos son provocados por los usuarios del sistema al presionar alguno de los controles con los que cuenta las pantallas donde realizan las actividades. Están conformados también por una clave de 4 bytes los primero dos bytes son fijos, son las letras “av” que hacen referencia a la actividad donde se provocó el evento actividad de viáticos. Y los siguientes son números al igual que los estados en forma ascendente que indican la secuencia en la que se deben realizar las actividades las cuales comienzan con la actividad av01 y finalizan con la av24, $E = (av01, av02, av03 \dots av24)$.

Las transiciones son representadas por arcos entre los estados y con etiquetas en dichos arcos. Si q es un estado y e es un símbolo de entrada $T(q,e)$ es el estado p , de tal manera que existe un arco con la etiqueta e que va desde q hasta p .

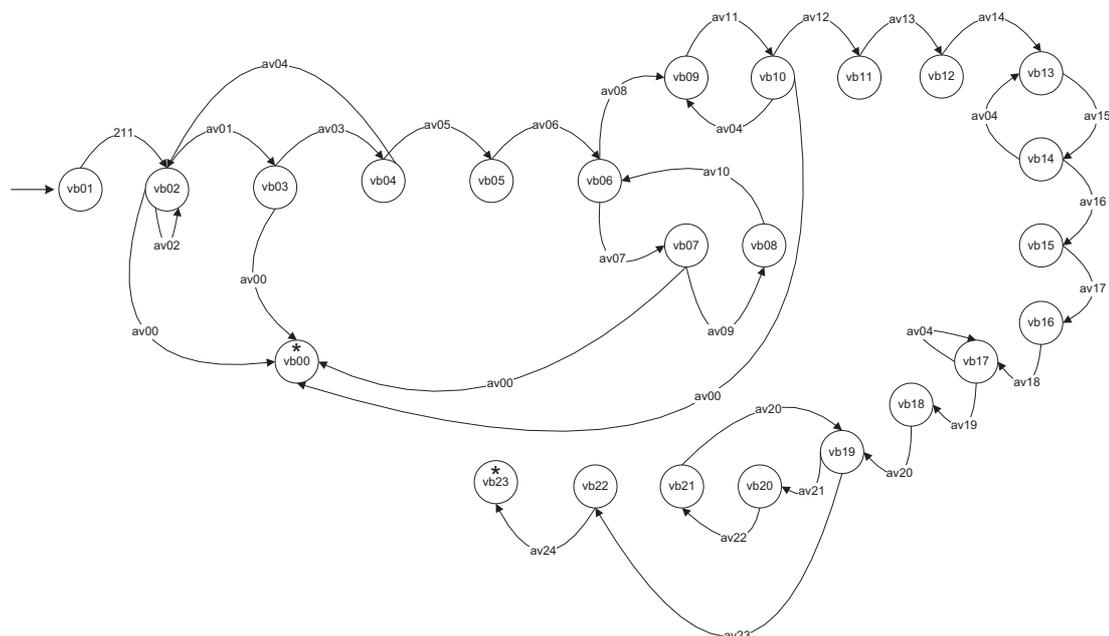


Figura 33. Modelo del flujo de trabajo del trámite de viáticos y boletos basado en autómatas finitos deterministas

Existe una flecha dirigida al estado inicial el cual es *vb01* y un asterisco en los nodos de los estados finales los cuales son *vb23* que indica el trámite finalizado y *vb00* el cual indica que el trámite ha sido cancelado.

Utilizando este modelo en lugar de introducir en la tarjeta inteligente el estado “Solicitando información inicial” de 31 bytes o “validando información” de 22 bytes los representamos con las claves “*vb02* y *vb03*” respectivamente, utilizando solo 4 bytes para cada uno de la capacidad de almacenamiento de la tarjeta. La siguiente tabla (Tabla XIII) nos muestra un ejemplo de esto.

Tabla XIII. Ejemplo de estados y eventos representados por las claves del modelo

Estados	Clave	Eventos	Clave
Iniciando trámite	<i>vb01</i>	Seleccionar trámite de viáticos y boletos	2111
Solicitando información inicial	<i>vb02</i>	Verificar información de solicitud	<i>av01</i>
Validando Información	<i>vb03</i>	Cancelar trámite	<i>av00</i>

Llevando la solicitud a la secretaría administrativa	vb04	Guardar temporalmente	av02
--	------	-----------------------	------

Enseguida se realizó una tabla de transición (Tabla XIV) la cual es una representación tabular de una función de transición T , que recibe dos elementos y devuelve un valor (Hopcroft et. al, 2001). Las filas de la tabla corresponden a los estados y las columnas a los eventos. El valor correspondiente a la fila de un estado q y la columna de la entrada a es el estado p de la transición $T(q,e)$. Por ejemplo, para el estado vb02 que se encuentra en la fila 3, puede ser afectado por 3 eventos diferentes av01, av02 y av03 los cuales dirigen el flujo de trabajo del subproceso hacia uno de los 3 estados diferentes. Dependiendo el evento que ocurra, el estado cambiará a vb03, vb02 o vb00.

Tabla XIV. Tabla de transición del modelo de flujo de trabajo basado en autómatas

Edos./Acts.	211	av01	av02	av00	av03	av04	av05	av06	av07	av08	av09	av10	av11	av12	av13	av14	av15	av16	av17	av18	av19	av20	av21	av22	av23	av24
vb01	vb02																									
vb02		vb03	vb02	vb00																						
vb03				vb00	vb04																					
vb04					vb02	vb05																				
vb05							vb06																			
vb06								vb07	vb09																	
vb07				vb00						vb08																
vb08										vb06																
vb09											vb10															
vb10				vb00		vb09								vb11												
vb11															vb12											
vb12																vb13										
vb13																	vb14									
vb14						vb13												vb15								
vb15																			vb16							
vb16																				vb17						
vb17						vb17															vb18					
vb18																						vb19				
vb19																							vb20		vb23	
vb20																								vb21		
vb21																					vb19					
vb23																										vb24
vb24																										
vb00																										

Los dos modelos descritos anteriormente fueron utilizados para crear un tercer modelo para el cual empleamos la notación de XML. Este modelo se encuentra en el contenedor de modelos de los módulos primario y secundario del sistema. Es leído por el

sistema de administración de flujos de trabajo para dar seguimiento de los subprocesos. En la siguiente sección se presenta este modelo.

IV.5.4 Modelo mediante XML

El Lenguaje Extensible de Marcado abreviado XML, describe una clase de objetos llamados documentos XML y parcialmente describe el comportamiento de programas de cómputo que pueden procesarlos. El término de marcado se refiere a ciertas señales con un propósito definido que añaden a un texto para ayudar a procesarlo. Extensible quiere decir que se pueden definir las marcas como se desee, siempre pensando en la función que pueden desarrollar (Gutiérrez y Martínez, 2001).

Diseñamos este modelo con la finalidad de que el sistema de administración de flujos de trabajo, interpretara la definición del subproceso del trámite de viáticos y boletos, del texto contenido entre las etiquetas que forman parte de la notación XML, y describiera el comportamiento del sistema.

El sistema debe ser dinámico, reaccionar a las interacciones de los usuarios, proporcionarles una guía que los lleve al cumplimiento de las actividades que les corresponde hacer en cada rol que ejecutan, definir al responsable de cada rol, las actividades que los componen, la información que se necesita, los estados por los que atraviesa el subproceso, etc. Esta información el sistema la obtiene de este modelo.

La *Figura 34* muestra el encabezado del modelo. Cuando un usuario selecciona algún trámite en el sistema, este abre el documento XML que contiene el modelo del flujo de trabajo que corresponde al trámite seleccionado. Ubica en el modelo el valor del identificador del subproceso “*idsub*” para determinar el tipo de trámite seleccionado. Y enseguida lee cual es el estado inicial, el de cancelación del trámite y el estado final.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<proceso>
<subproceso idsub="211" nomsupro="Viaticos y boletos" edoinicial="vb02" edocancelar="vb00" edoterminar="vb23">
```

Figura 34. Encabezado del modelo del flujo de trabajo mediante XML

Busca entre las etiquetas el estado inicial “vb02” para inicializar el subproceso, pero está preparado por si recibe un evento que hace que cambie a un estado de cancelación “vb00” o al estado que finaliza el subproceso “vb23” La *Figura 35* muestra el primer rol que compone este modelo.

Los roles, la secuencia de las actividades y los responsables de cada uno fueron identificados y modelados utilizando RAD’s (capítulo III). La información que se necesita para cada actividad fue analizada y modelada mediante diagramas IDEF-0 (capítulo III). Los estados, eventos y transiciones fueron determinados y modelados mediante los DTE y las claves utilizadas para cada estado y evento fueron presentadas mediante el modelo del flujo de trabajo utilizando autómatas finitos deterministas. Estos dos últimos fueron presentados en este capítulo.

```

<estadosrol nombrerol="Solicitando trámite de viáticos y boletos" agente="Investigador">

  <estado idedo="vb02" nomedo="Solicitando información inicial" actnom="Llenar solicitud de viáticos y boletos"
nompantalla="viaticosyboletos.cs" id_datos_sis="S1" id_datos_tar="T1">
  <evento id_evento="av01" nomevento="Registrar solicitud" edo_sig="vb03"/>
  <evento id_evento="av02" nomevento="Guardar temporalmente" edo_sig="vb02"/>
  <evento id_evento="av00" nomevento="Cancelar trámite" edo_sig="vb00"/>
</estado>

  <estado idedo="vb03" nomedo="Validando información" actnom="Verificar presupuesto"
nompantalla="viaticosyboletos.cs" id_datos_sis="S2" id_datos_tar="T2">
  <evento id_evento="av00" nomevento="Cancelar trámite" edo_sig="vb00"/>
  <evento id_evento="av03" nomevento="Validar información" edo_sig="vb04"/>
</estado>

  <estado idedo="vb00" nomedo="Solicitud Cancelada" actnom="Cancelar tramite" nompantalla="tramitecancelado.cs">
</estado>

  <estado idedo="vb04" nomedo="Llevando solicitud a secretaría administrativa" actnom="Entregar solicitud"
nompantalla="viaticosyboletos.cs" id_datos_tar="T1">
  <evento id_evento="av04" nomevento="Modificar información" edo_sig="vb02"/>
  <evento id_evento="av05" nomevento="Almacenar información en sistema/tarjeta" edo_sig="vb06"/>
</estado>
</estadosrol>

```

Figura 35. Rol solicitando trámite de viáticos y boletos del modelo de flujo de trabajo mediante XML

El primer rol es “*solicitando trámite de viáticos y boletos*” y el responsable es el “*investigador*”. Cada estado de este rol agrupa, el identificador del estado *idedo*, el nombre del estado *nomedo*, la actividad que compone el estado *actnom*, el nombre de la pantalla donde se debe realizar la actividad *nompantalla*, el identificador de los datos que se introducirán o almacenarán en el sistema *id_datos_sis* y el identificador de los datos que se almacenarán o se obtendrán de la tarjeta *id_datos_tar*, que se necesitaran para realizar la actividad. Además agrupa una lista con el identificador *id_evento* y nombre de los eventos *nomevento* que pueden ocurrir y provocar una transición del sistema hacia el estado siguiente *edo_sig*. Todos los estados que componen los diferentes roles se agrupan de esta manera, se separan de los demás mediante las etiquetas <estado>.....</estado> y cada rol agrupa un conjunto estados entre las etiquetas <estadosrol>...</estadosrol>.

De esta manera están agrupados en el modelo del flujo de trabajo mediante XML todos los roles que lo componen. En el Apéndice B se muestra el modelo completo (documento XML) y el esquema que define las reglas del mismo (esquema XML).

IV.6 Resumen

En este capítulo presentamos la base del diseño del sistema de administración de flujos de trabajo, en términos de los requerimientos arquitectónicos y funcionales que hemos identificado en este trabajo de tesis.

Para ello primeramente especificamos un diseño arquitectónico compuesto de cuatro partes, un módulo primario, un módulo secundario, un módulo de información y un mecanismo de coordinación entre estos módulos.

El módulo principal ha sido destinado a los responsables de los procesos y el secundario a los agentes que se encargan de inicializar los subprocesos de cada proceso. El módulo de información tiene la función específica de permitir a los agentes encargados de inicializar los subproceso observar el estado en el que se encuentran en un momento determinado y el mecanismo de coordinación es el que se encarga de coordinar las etapas de los subprocesos comunicando los módulos primario y secundario para esto utilizamos tarjetas inteligentes.

La funcionalidad principal de este sistema de administración de flujos de trabajo es apoyar la coordinación de los flujos de trabajos organizacionales. Por este motivo la explicación de la funcionalidad y el comportamiento del sistema se realizó en términos de los flujos de trabajo.

Se utilizaron diagramas de casos de uso para explicar la funcionalidad del sistema y diagramas de secuencia para describir su comportamiento y se describió la estructura interna del mecanismo de coordinación.

Se presentó el modelo general que establece los lineamientos necesarios para lograr la coordinación de un flujo de trabajo organizacional y presentaron los modelos del flujo de trabajo en el que se basa el sistema.

En el siguiente capítulo se describirá el desarrollo del prototipo del sistema de administración de flujos de trabajo que nos sirve para implementar las características de este diseño.

Capítulo V. Implementación de un prototipo del WfMS

V.1 Introducción

En este capítulo describiremos un prototipo funcional desarrollado, en el cual se implementó el diseño del sistema de administración de flujos de trabajo descrito en el capítulo anterior. El cual presenta un diseño arquitectónico compuesto por 4 módulos, un módulo principal, uno secundario, uno de información y un mecanismo de coordinación.

En el contenido de este capítulo primeramente describiremos la implementación del diseño arquitectónico y posteriormente la funcionalidad y características del prototipo desarrollado en base a los requerimientos obtenidos en el caso de estudio.

V.2 Implementación del diseño arquitectónico propuesto

La implementación realizada para el prototipo es representada en la *Figura 36*, la cual es un esquema que muestra los elementos de software utilizados para programar cada uno de los módulos del sistema de administración de flujo de trabajo. A continuación describiremos el esquema que sigue este diseño arquitectónico por cada módulo.

- ❖ **Módulo principal y secundario.** Nos proporcionan la funcionalidad de administrar los flujos de trabajo. Fueron implementados para ejecutarse en computadoras de escritorio o portátiles con un sistema operativo Microsoft Windows XP. Fueron desarrollados en lenguaje de programación C# utilizando el entorno de desarrollo integrado (IDE por su siglas en inglés de *Integrated Development Environment*) de Microsoft Visual Studio 2008.

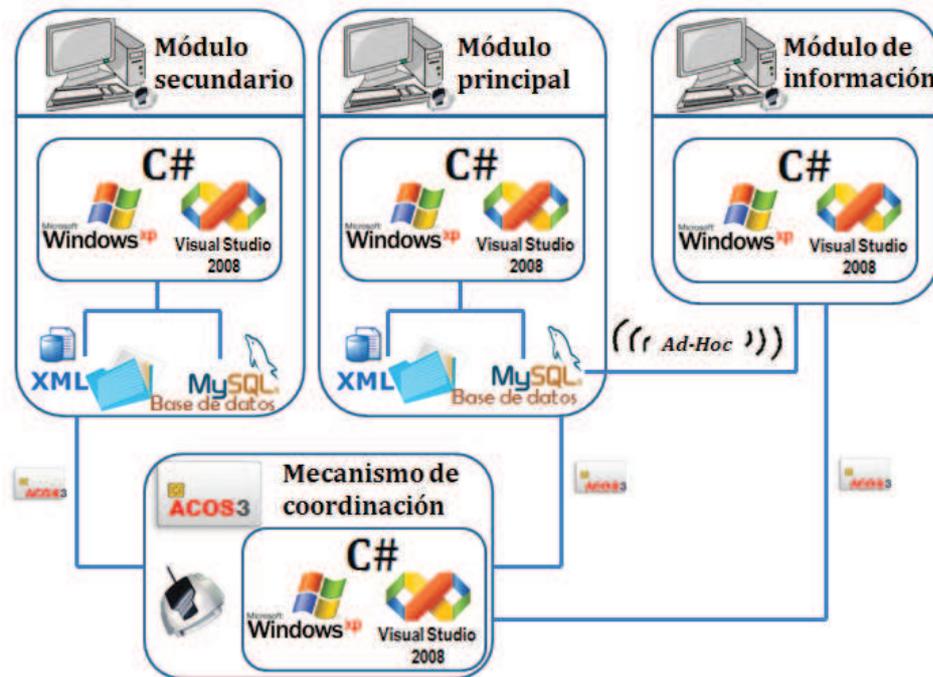


Figura 36. Esquema de la implementación del prototipo del sistema

Cuentan con dos elementos importantes:

- **Contenedor de modelos.** Este contiene los modelos de los flujos de trabajo que siguen los subprocessos, los cuales definen el comportamiento del sistema. Fueron implementados utilizando *documentos XML* que están guardados en la carpeta *debug* de C# desde donde son leídos por el módulo.
- **Base de datos.** Ésta proporciona el registro de información del módulo. Fue implementada utilizando MySQL 5.0 como servidor de base de datos. Se utilizó el conector MySQL Connector/Net 5.0.9 para establecer la comunicación entre el módulo y la base de datos que se encuentra implementada de manera local en la computadora donde se ejecuta el módulo. Se utilizan consultas SQL para obtener y almacenar los datos.

- ❖ **Módulo de información.** Es utilizado por los investigadores para obtener información de los trámites que solicitaron en la secretaría administrativa. Este proporciona la funcionalidad de comunicarse a la base de datos del módulo principal para obtener el estado de los subprocesos. Fue implementado al igual que los módulos anteriores para ejecutarse en computadoras de escritorio o portátiles con un sistema operativo Microsoft Windows XP. Se desarrolló en C# utilizando el entorno de desarrollo integrado de Microsoft Visual Studio 2008.

Las computadoras donde se ejecute el módulo principal y el modulo de información deben estar conectadas de punto a punto mediante un cable de red.

- ❖ **Mecanismo de coordinación.** Permite la comunicación entre los módulos principal y secundario para coordinar las etapas de los subprocesos y proporcionar información para la administración de los procesos. Adicionalmente permite obtener el estado de los subprocesos en el módulo de información. Para implementar este mecanismo se utilizaron tarjetas inteligentes ACOS3 con microprocesador integrado y de 24Kb de capacidad para almacenamiento de información, lectoras de tarjetas inteligentes ACR38 y una computadora donde se ejecutó el programa para crear la estructura interna de las tarjetas. Este fue desarrollado en C# utilizando el entorno de desarrollo integrado de Microsoft Visual Studio 2008.

Una vez que hemos descrito los elementos de software del diseño arquitectónico de este sistema, procederemos a describir cómo es que implementamos el diseño de la funcionalidad del sistema.

V.3 Implementación de la funcionalidad del prototipo desarrollado

El prototipo del sistema de administración de flujos de trabajo, está diseñado para proporcionar una funcionalidad enfocada principalmente a la administración de los procesos y subprocesos organizacionales. Ofrece herramientas que permiten esto mediante mecanismos que facilitan el acceso a la información (datos de los proyectos, trámites realizados, presupuesto disponible, etc.), mecanismos que permiten la identificación de las responsabilidades (roles, realización de actividades, designación de tareas, etc.), mecanismos que permiten darle seguimiento a los procesos y los subprocesos generados (secuencia de actividades, control de pantallas del sistema, etc.) y mecanismos que permiten controlar el consultar en determinado momento el cambio de estado de los subprocesos.

Para este sistema se desarrollaron 3 tipos diferentes de interfaz una para cada módulo, las cuales presentan un menú de herramientas adecuado a las responsabilidades y necesidades de los usuarios de cada módulo, como se muestra a continuación en la *Figura 37*.

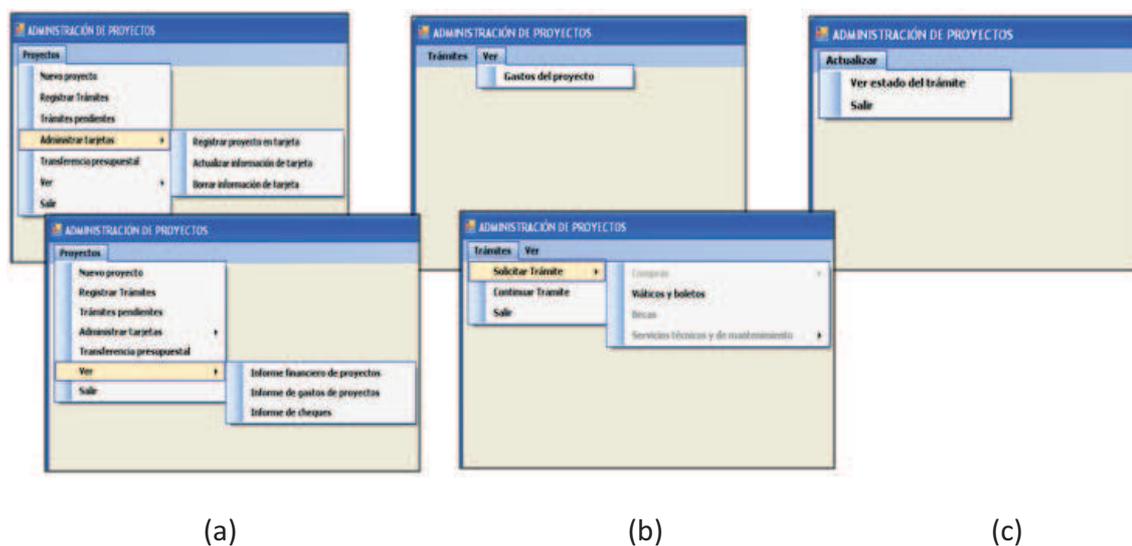


Figura 37. Desarrollo de la interfaz para (a) módulo principal, (b) módulo secundario y (c) módulo de información

Las opciones del menú de cada interfaz activa los diferentes mecanismos que trabajan en conjunto para proporcionar funcionalidad al sistema. A continuación se describen los mecanismos implementados en el prototipo.

❖ Mecanismo de información.

De acuerdo a los requerimientos encontrados en el caso de estudio (capítulo III), es importante que las personas involucradas en los procesos cuenten con información que les facilite realizar sus actividades. Por esta razón fue desarrollado en el sistema un mecanismo que se encarga de proporcionarla de tal forma que los trámites se vuelven más sencillos.

El sistema determina cual es la información que se necesita para la actividad que está ejecutando el usuario y la obtiene automáticamente de la tarjeta inteligente o de algún contenedor dependiendo de cuál sea. Este mecanismo utiliza el administrador de información descrito en el diseño arquitectónico del sistema (capítulo IV). La *Figura 38* muestra un ejemplo de dos actividades que usan este mecanismo.

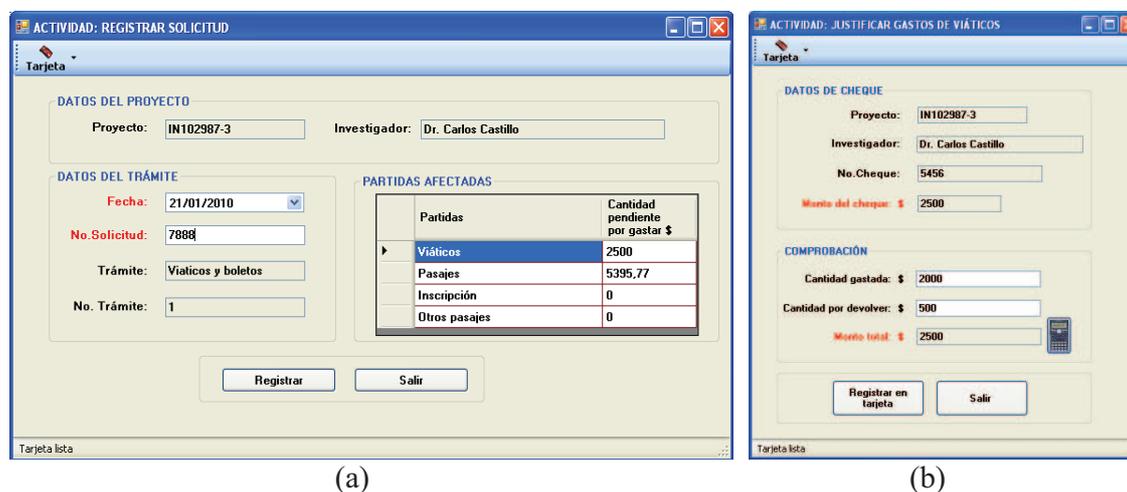


Figura 38. Pantallas de las actividades (a) registrar solicitud en el módulo principal y (b) justificar gastos de viáticos en el secundario

La *Figura 38(a)* muestra la pantalla de la actividad registrar solicitud del módulo principal, responsabilidad de la jefa de proyectos. Esta consiste en capturar en el sistema información importante para la administración de los proyectos de la solicitud del trámite de viáticos y boletos recibida en la secretaría administrativa. Estas son entregadas por los investigadores utilizando la tarjeta inteligente, adicionalmente en un documento impreso.

El sistema obtiene de la tarjeta inteligente, desde que se despliega la pantalla de la actividad, la mayoría de los datos que se necesitan introducir, excepto la *fecha y el número de solicitud*.

La *Figura 38(b)* muestra la pantalla de la actividad justificar gastos del módulo secundario, responsabilidad de los investigadores. Esta consiste en registrar la cantidad del dinero que se gasta en su viaje y la del dinero que va a devolver, la suma de estas debe coincidir con el monto del cheque para viáticos que le fue entregado.

Cuando le entregan el cheque al investigador en la secretaría administrativa el sistema guarda en la tarjeta el número y monto del mismo. Esta información es presentada en la actividad justificar gastos para que el investigador pueda llevarla a cabo y el sistema se cerciore de que la justificación se haya realizado completa.

❖ **Mecanismos de identificación de la responsabilidad.**

Este mecanismo fue desarrollado para que los usuarios del sistema identificaran las actividades del proceso que les corresponde, es decir su responsabilidad en el mismo. Este mecanismo utiliza el coordinador de roles descrito en el diseño arquitectónico. La *Figura 38* muestra un ejemplo del funcionamiento de este mecanismo.

En la *Figura 39(a)* se muestra la pantalla de la actividad de continuar trámites pendientes del módulo principal. Esta presenta un listado de los subprocesos que deben ser atendidos. El mecanismo de identificación de la responsabilidad busca en el modelo al agente responsable realizar las actividades del estado en el que se encuentra el subproceso y lo despliega en esta pantalla.

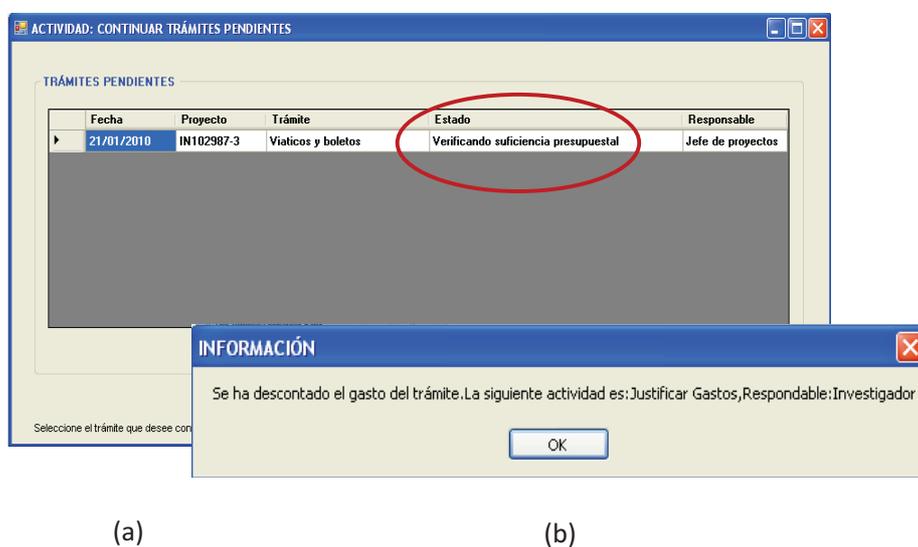


Figura 39. (a) Pantalla de la actividad de continuar trámites pendientes del módulo principal, (b) mensaje mostrado por el prototipo cuando un rol ha finalizado.

Otro ejemplo del funcionamiento de este mecanismo es el que presenta la *Figura 39 (b)*. En esta se muestra un mensaje que envía este mecanismo al usuario del módulo principal cuando determina que ha finalizado su rol y donde indica al responsable de realizar la siguiente actividad.

❖ Mecanismos de seguimiento del proceso.

Este mecanismo fue desarrollado para coordinar los estados por los que atraviesa un proceso, incluso cuando la responsabilidad de realizar las actividades del siguiente estado corresponda a un agente diferente. Utiliza el mecanismo de coordinación (tarjeta inteligente) para transportar el estado de los subprocessos y que otro agente pueda darle seguimiento. La *Figura 40* muestra la pantalla que utiliza este mecanismo, en esa pantalla se realiza la actividad registrar trámite del módulo principal. El comportamiento de esta funcionalidad del sistema fue descrito mediante un diagrama de secuencia en el capítulo anterior.

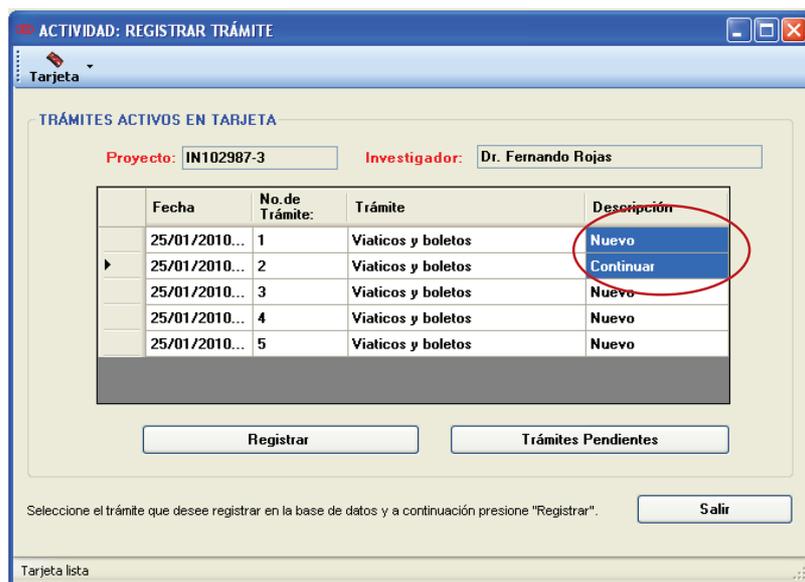


Figura 40. Pantalla de la actividad registrar trámite del módulo principal

Cuando la responsabilidad de continuar algún subproceso pasa a los usuarios del módulo principal, estos tienen que recibir la tarjeta inteligente de donde obtendrán el estado del subproceso que les indicará la actividad que deben realizar. La pantalla les muestra una lista de los subprocesos activos en la tarjeta y junto con esta una descripción que indica si es nuevo y será registrado por primera vez o si ya estaba registrado y es necesario que lo continúen. El usuario responsable de esta actividad selecciona un trámite y lo registra en el sistema y con esto puede darle seguimiento al subproceso.

Adicionalmente este mecanismo se encarga de mostrar paso a paso las actividades que un usuario del sistema tiene que realizar en cada estado, para ello utiliza el administrador de actividades descrito en el diseño arquitectónico.

En el caso de estudio encontramos que era necesario que las personas involucradas en los procesos pudieran saber en qué estado se encuentran estos en el momento que lo necesiten. Tomando como ejemplo el caso de la secretaria administrativa, que los investigadores pudieran de alguna manera saber el paradero de las órdenes de trámites que

solicitaron, sin necesidad de recurrir directamente al personal administrativo, para evitarles constantes interrupciones. Y que la jefa de proyectos pudiera saber diariamente hasta qué estado avanzó con cada trámite sin tener que acudir al expediente de cada proyecto. Esto fue establecido en el capítulo III, como parte de los requerimientos del sistema. Por esta razón se desarrolló el mecanismo de control del estado del proceso y el cual es usado por el módulo de información.

❖ Mecanismos de control del estado del proceso.

Este mecanismo fue desarrollado para que los usuarios del sistema pudieran saber en qué estado se encuentra el proceso en determinado momento. Para su funcionamiento utiliza el administrador de estado descrito en el diseño arquitectónico.

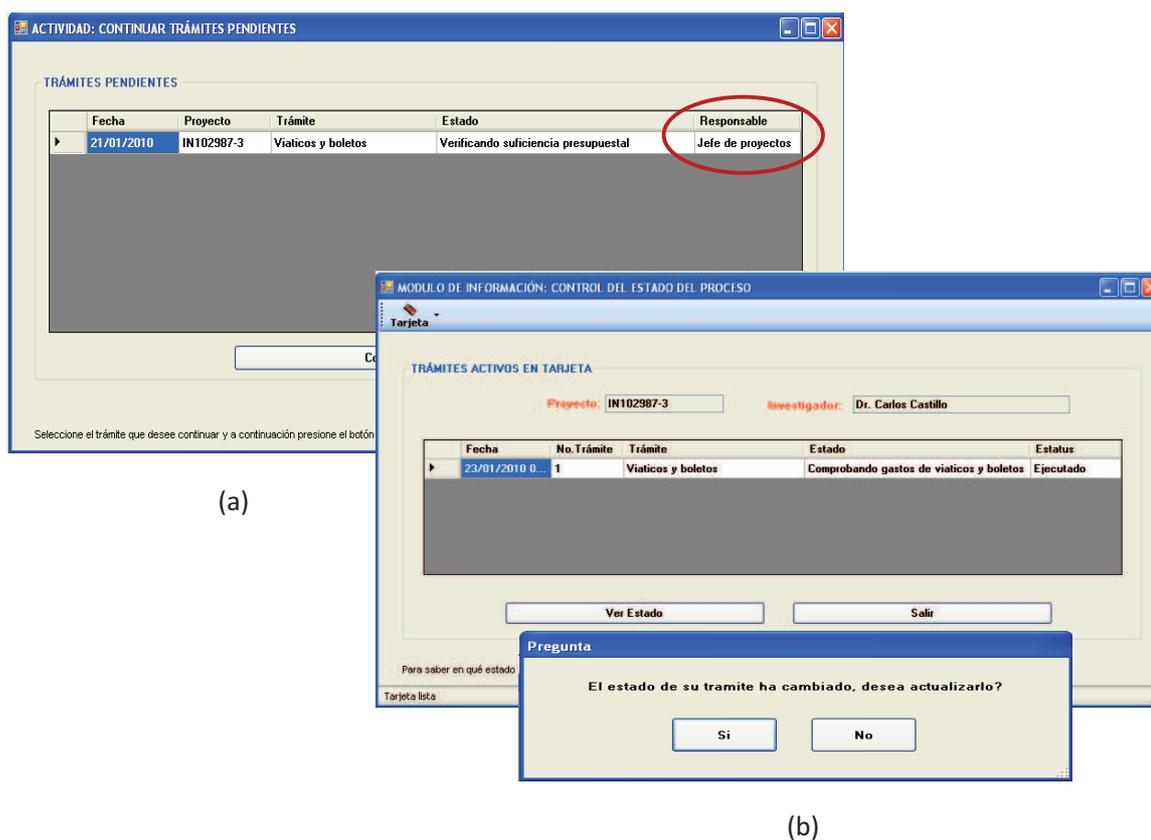


Figura 41. (a) Pantalla de la actividad de continuar trámites pendientes del módulo principal mostrando el estado del subproceso, (b) pantalla del módulo de información consultando el estado del subproceso

Este mecanismo utiliza la pantalla de la actividad continuar trámites pendientes del módulo principal *Figura 41(a)* para mostrar el estado de los subprocesos.

Por otra parte la pantalla del módulo de información *Figura 41(b)* utiliza este mecanismo para hacer una consulta a la base de datos del módulo principal, obtener el estado actual de los subprocesos y mostrarlo en una pantalla del sistema. Permite al usuario darse cuenta si le han dado seguimiento al trámite que solicitó, si este nota que el estado ha cambiado, ó en caso contrario si se ha quedado detenido. Finalmente le permite grabar el estado actual en la tarjeta inteligente.

En esta tesis se propone que el mecanismo de información sea implementado en una computadora ubicada estratégicamente en la secretaría administrativa, o en algún punto neutral para los usuarios, de tal manera que la distancia permita establecer la comunicación con el módulo principal.

Adicionalmente a estos mecanismos se desarrollaron otros para que el sistema permita la administración de los proyectos los cuales surgieron como requerimiento del personal administrativo y de los investigadores cuando realizamos el caso de estudio (Capítulo III). Estos son: *el mecanismo de administración del presupuesto y el mecanismo para obtener la documentación impresa*. A continuación se describen estos mecanismos.

❖ **Mecanismos de administración de presupuesto**

Este mecanismo se desarrolló con la finalidad de que el sistema administre el presupuesto del proyecto de los investigadores y les presente un informe que puedan consultar, de tal forma que puedan saber si cuentan con suficiencia presupuestal en alguna partida que quieran afectar antes de solicitar un trámite. Utiliza el administrador de proyectos descrito en el diseño arquitectónico.

De acuerdo a los requerimientos encontrados en el caso de estudio es importante que los investigadores conozcan su presupuesto disponible porque la falta de dinero, es de las principales causas que provocan trámites detenidos en la secretaría administrativa, y no es posible continuarlos hasta que sea aprobada una transferencia presupuestal. La *Figura 42* ilustra un ejemplo donde es utilizado este mecanismo.

INFORME DE GASTOS DEL PROYECTO

Tarjeta

DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: IN102987-3

Investigador: Dr. Fernando Rojas

Presupuesto disponible: \$ 100000

PRESUPUESTO RESTANTE

Partidas	Presupuesto \$
Viáticos	20000
Pasajes aéreos	20000
Compras Artículos,materiales	45000
Compras equipo,instrumental	15000

TRÁMITES REALIZADOS

Fecha	Trámite	Monto Gastado \$	Servicios Profesionales	Viáticos	Pasajes Aéreos	Intercambio Académico	Otros Pasajes
20/02/2010	Viaticos y boletos	10000	0	2000	3000	0	0

Salir

Tarjeta lista

Figura 42. Pantalla que muestra el informe de gastos del proyecto de un investigador

La figura anterior muestra el informe de gastos del proyecto de un investigador. Este mecanismo obtiene los valores superiores que se despliegan en la pantalla de la tarjeta del investigador. En la izquierda se muestra el presupuesto total disponible para solicitar trámites y en la derecha se muestra como es repartido entre las partidas presupuestales. En la parte inferior se enlistan todos los gastos realizados por el investigador.

Cuando este mecanismo determina que el investigador no tiene dinero suficiente para solicitar un trámite le informa y le dice que tiene que solicitar una transferencia presupuestal.

❖ Mecanismos para obtener documentación impresa

Este mecanismo fue desarrollado para que el sistema permita la documentación impresa en papel lo cual fue un requerimiento encontrado en el caso de estudio (capítulo III).

V.4 Escenario de uso del prototipo del sistema

En esta sección se presenta un escenario de uso del prototipo del sistema *Figura 43*, para ejemplificar la funcionalidad de la administración de los flujos de trabajo y enseguida se describe.

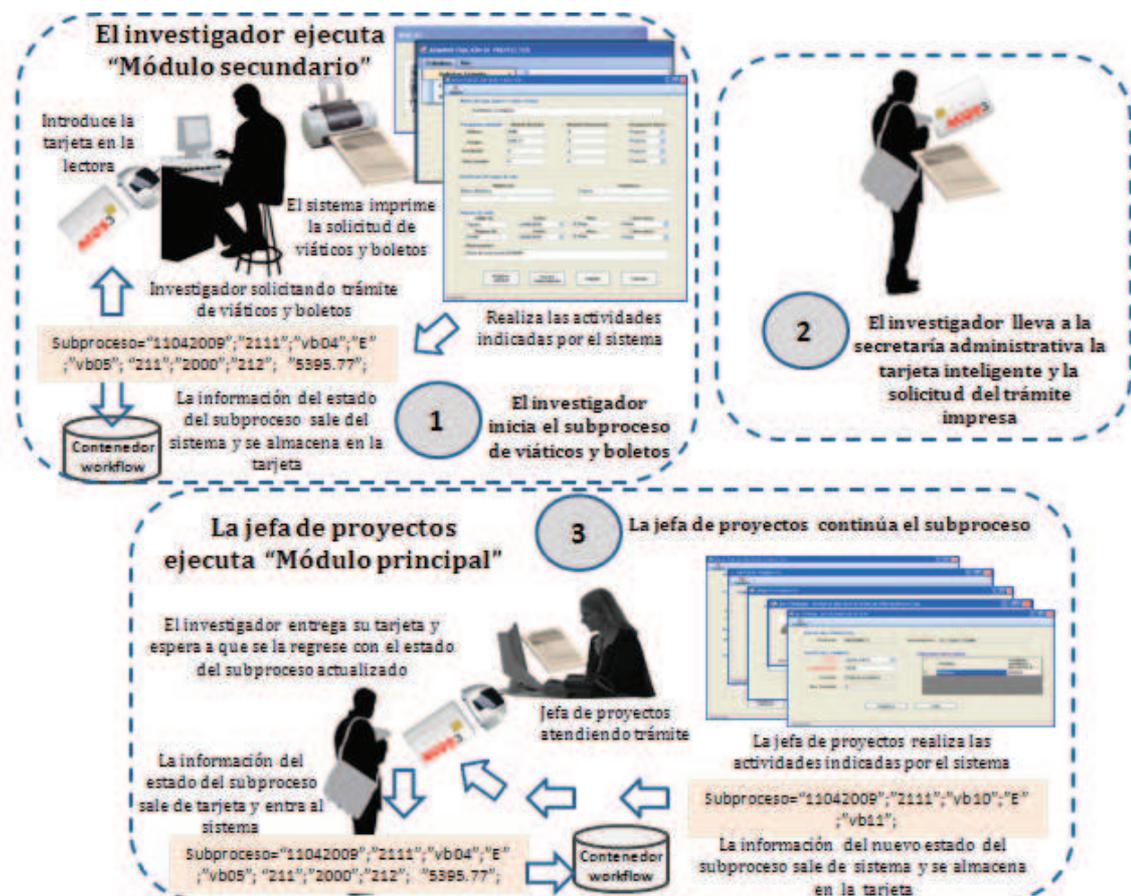


Figura 43. Escenario de uso del prototipo del WfMS

Supongamos que un investigador necesita asistir a un congreso donde se expondrán temas de su interés por lo que decide solicitar el trámite de viáticos y boletos. Conecta la lectora e introduce su tarjeta inteligente y enseguida ejecuta el módulo del sistema que fue implementado en su computadora (módulo secundario).

El sistema le pide que se autentifique como el propietario de la tarjeta inteligente Figura 44(a). Una vez que el investigador lo hace, el sistema le permite el acceso a las opciones del menú donde selecciona la opción del trámite de viáticos y boletos Figura 44(b).

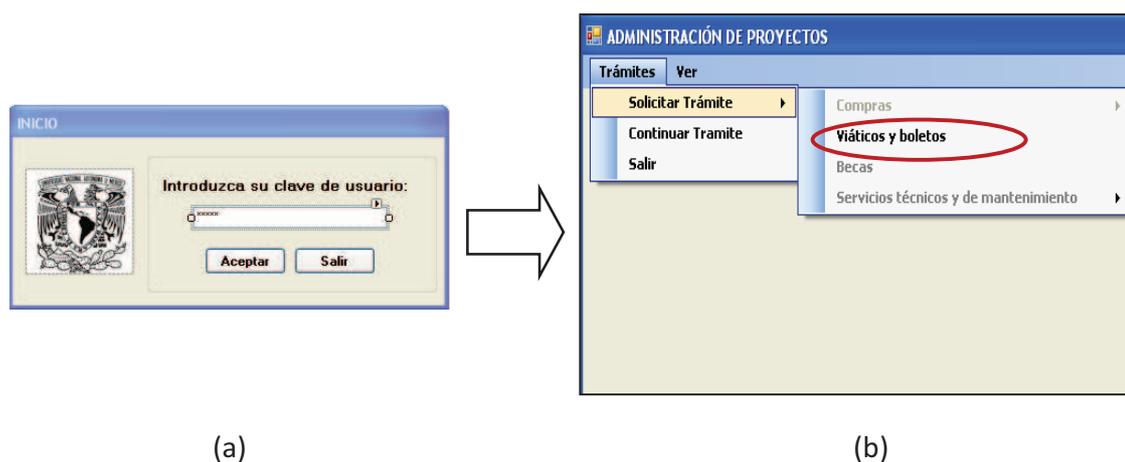


Figura 44. (a) Pantalla de acceso al módulo secundario, (b) opción de solicitar el trámite de viáticos y boletos en el menú del módulo secundario

El sistema abre el modelo del flujo de trabajo del trámite, se posiciona en el estado inicial Figura 45 y muestra la pantalla de la actividad que tiene que realizar el responsable del rol donde se encuentra ese estado Figura 46(a).

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<proceso>
<subproceso idsub="211" nomsubpro="Viaticos y boletos" edoinicial="vb02" edocancelar="vb00" edoterminar="vb23">
```

Figura 45. Estado inicial del modelo del flujo de trabajo de viáticos y boletos hecho en XML

El investigador introduce la información que la actividad le solicita y al final presiona el botón de registrar solicitud. Esto genera un evento que provoca una transición hacia el estado siguiente Figura 46(b).

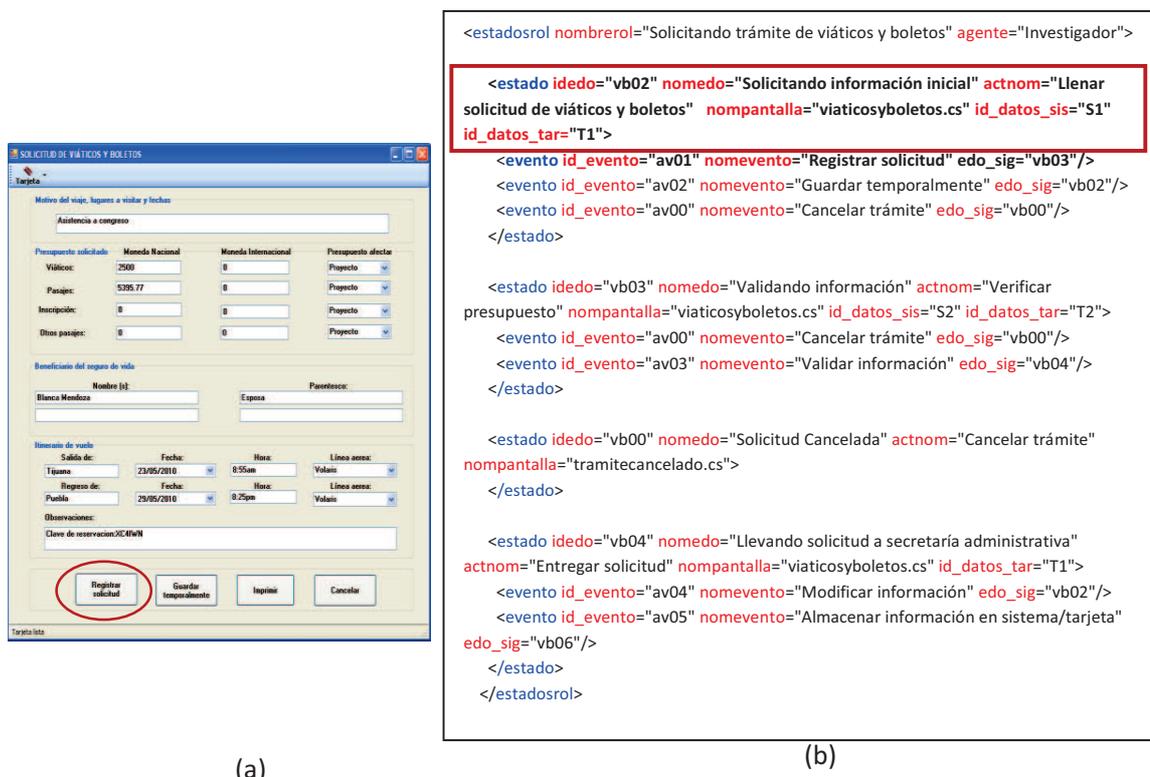


Figura 46. (a) Pantalla de la actividad llenar solicitud de viáticos y boletos del estado solicitando información inicial, (b) primer rol del modelo, el nombre es solicitando trámite de viáticos y boletos y el responsable es el investigador.

El sistema realiza un registro en el contenedor de workflow del módulo de todos los estados por los que va atravesando el flujo de trabajo, pero solo el último estado de este rol es registrado en la tarjeta inteligente del investigador Figura 47.

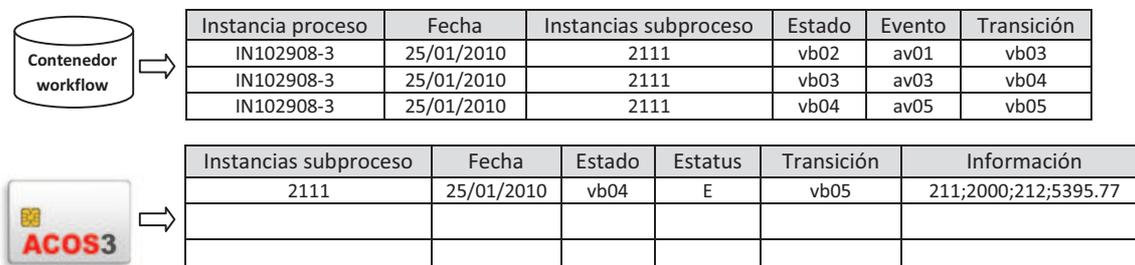


Figura 47. Estados del flujo de trabajo del trámite de viáticos y boletos registrados en contenedor de workflow y en la tarjeta

El sistema muestra un mensaje al investigador donde le indica que ha finalizado su responsabilidad en el rol que estaba ejecutando y nombra al responsable de la siguiente actividad Figura 48.



Figura 48. Mensaje mostrado por el sistema cuando el investigador ha finalizado su rol. El investigador lleva la solicitud impresa y la tarjeta inteligente a la secretaria administrativa con la jefa de proyectos para solicitar el trámite. Ella toma la tarjeta inteligente y la introduce en su lectora, enseguida registra la información del subproceso contenida en ésta Figura 49 en su contenedor workflow y continúa el subproceso.

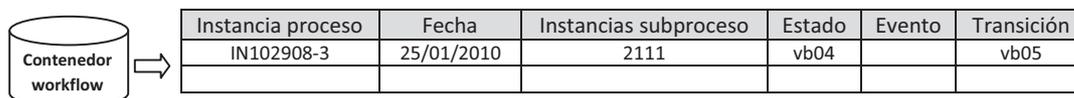
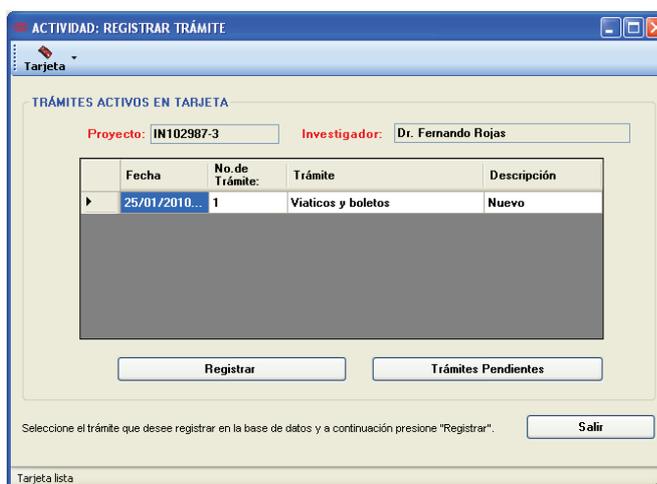


Figura 49. Pantalla de la actividad registrar trámite mostrando el trámite que el investigador está solicitando y la información del subproceso que se registra en el contenedor workflow

El sistema abre el modelo de flujo de trabajo ubica el estado que indica la transición Figura 50 y lo muestra en la pantalla de continuar trámites pendientes Figura 51.

```
<estadosrol nombrerol="Atendiendo solicitud de viáticos y boletos" agente="Jefe de proyectos">
<estado idedo="vb05" nomedo="Verificando suficiencia presupuestal" actnom="Verificar suficiencia presupuestal"
nompantalla="suficienciapresupuestal.cs" id_datos_tar="T3">
```

Figura 50. Modelo del flujo de trabajo ubicado en el estado que indica la transición (vb05)

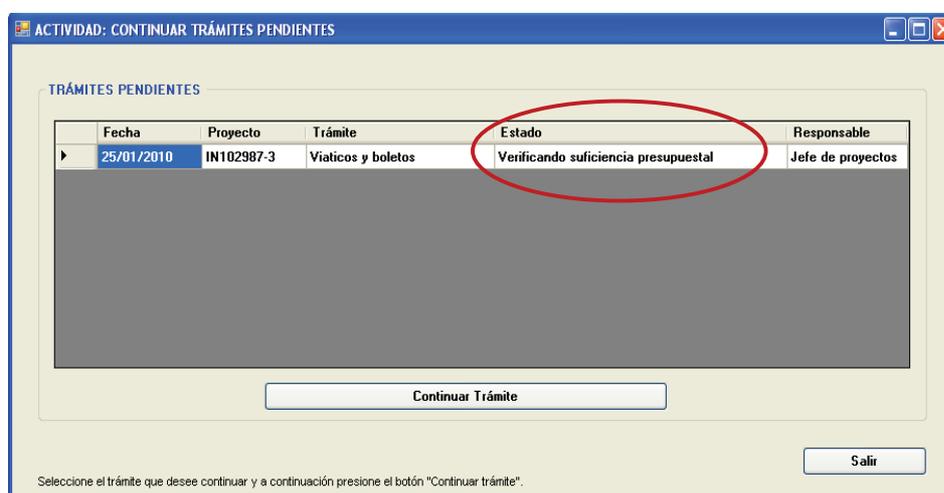


Figura 51. Pantalla de la actividad continuar trámites pendientes mostrando el estado actual del sistema

La jefa de proyectos presiona el botón de “Continuar trámite” de la pantalla de la figura anterior y el sistema muestra las actividades que tiene que realizar para los siguientes estados, para ello utiliza el modelo del flujo de trabajo Figura 52.

```

<estado idedo="vb06" nomedo="Verificando suficiencia presupuestal" actnom="Verificar suficiencia presupuestal"
nompantalla="suficienciapresupuestal.cs" id_datos_tar="T3">
<evento id_evento="av07" nomevento="Trasferencia presupuestal" edo_sig="vb07"/>
<evento id_evento="av08" nomevento="Autorizar trámite" edo_sig="vb09"/>
<evento id_evento="av00" nomevento="Cancelar tramite" edo_sig="vb00"/>
</estado>

<estado idedo="vb07" nomedo="Realizando transferencia presupuestal" actnom="Realizar transferencia presupuestal"
nompantalla="transferencia.cs" id_datos_sis="S3" id_datos_tar="T4">
<evento id_evento="av10" nomevento="Transferir presupuesto" edo_sig="vb06"/>
</estado>

<estado idedo="vb09" nomedo="Capturando informacion de solicitud" actnom="Registrar solicitud"
nompantalla="capturandosolicitud.cs" id_datos_sis="S4" id_datos_tar="T5">
<evento id_evento="av11" nomevento="Registrar" edo_sig="vb10"/>
</estado>

<estado idedo="vb10" nomedo="Esperando autorizacion desde Mexico" actnom="Esperar autorización"
nompantalla="autorizacion.cs">
<evento id_evento="av12" nomevento="Si" edo_sig="vb11"/>
<evento id_evento="av00" nomevento="Cancelar tramite" edo_sig="vb00"/>
</estado>
    
```



Figura 52. Actividades que muestra el sistema en base al modelo del flujo de trabajo

Una vez que la jefa de proyectos finaliza las actividades, retira la tarjeta del investigador en la cual se registra el nuevo estado del subproceso Figura 53.

Contenedor workflow	Instancia proceso	Fecha	Instancias subproceso	Estado	Evento	Transición
	IN102908-3	25/01/2010	2111	vb04		vb05
	IN102908-3	25/01/2010	2111	vb05	av08	vb09
	IN102908-3	25/01/2010	2111	vb09	av10	vb10
	IN102908-3	25/01/2010	2111	vb10	av11	vb11

Instancias subproceso	Fecha	Estado	Estatus	Transición	Información
2111	25/01/2010	vb10	E	vb11	

Figura 53. Registro del nuevo estado del subproceso en la tarjeta inteligente

En la tarjeta del investigador hay un solo registro por subprocesso, cada que se actualiza el estado este se sobrescribe.

El investigador recibe su tarjeta y solo le resta esperar a que la jefa de proyectos le de seguimiento a su trámite. Ella lo continúa hasta que finaliza el rol que está ejecutando Figura 54.

```

<estado idedo="vb11" nomedo="Comprando boletos de vuelo" actnom="Comprar boletos" nompantalla="boletos.cs">
<evento id_evento="av13" nomevento="Comprados" edo_sig="vb12"/>
</estado>

<estado idedo="vb12" nomedo="Realizando cheque de viáticos" actnom="Realizar cheque" nompantalla="notificarcheque.cs"
id_informacion="d4" nominf="informacion de cheque">
<evento id_evento="av14" nomevento="Notificar cheque listo" edo_sig="vb13"/>
</estado>

<estado idedo="vb13" nomedo="Esperando registro de cheque de viáticos" actnom="Registrar información de cheque"
nompantalla="informacioncheque.cs" id_datos_sis="S5" id_datos_tar="T6">
<evento id_evento="av15" nomevento="Registrar cheque" edo_sig="vb14"/>
</estado>

<estado idedo="vb14" nomedo="Esperando recojan cheque de viáticos" actnom="Esperar para entrega"
nompantalla="entregarcheque.cs">
<evento id_evento="av16" nomevento="Introducir información en tarjeta" edo_sig="vb15"/>
</estado>
</estadosrol>

<estadosrol nombrerol="Justificando gastos de viáticos" agente="Investigador">

<estado idedo="vb15" nomedo="Esperando comprobación de gastos" actnom="Justificar gastos"
nompantalla="comprobaciongastos.cs" id_datos_sis="S6" id_datos_tar="T7">
<evento id_evento="av17" nomevento="Registrar en tarjeta" edo_sig="vb19"/>
</estado>

```

Figura 54. Continuación del rol atendiendo solicitud de viáticos y boletos de la jefa de proyectos *Al finalizar el rol el sistema muestra un mensaje donde le indica que la siguiente actividad le corresponde al investigador que solicitó el trámite Figura 55. Se comunica con el investigador para que vaya a la secretaría administrativa a recoger el cheque de viáticos y le graba en su tarjeta el estado actual del subprocesso para que lo pueda continuar.*



Figura 55. Mensaje enviado por el sistema a la jefa de proyectos cuando ha finalizado su rol

El investigador continúa las actividades del subproceso y cuando finaliza su rol se repite el procedimiento descrito anteriormente. Esto se hace hasta que finaliza el subproceso Figura 56.

```

<estadosrol nombreroI="Comprobando gastos" agente="Jefe de proyectos">

<estado idedo="vb19" nomedo="Comprobando gastos de viáticos y boletos" actnom="Realizar comprobación de gastos"
nompantalla="comprobaciongastos2.cs" id_datos_tar="T8">
<evento id_evento="av23" nomevento="Realizar comprobación" edo_sig="vb22"/>
</estado>

<estado idedo="vb22" nomedo="Comprobando gastos a Mexico" actnom="Comprobar gastos a México"
nompantalla="Finalizartramite.cs">
<evento id_evento="av24" nomevento="Obtener presupuesto de proyecto actualizado" edo_sig="vb23"/>
</estado>

<estado idedo="vb23" nomedo="Trámite finalizado" actnom="Terminar trámite"> </estado>
</estadosrol>
</subproceso>
</proceso>

```

Figura 56. Estado que indica que el trámite ha sido finalizado

En el momento que un investigador sienta incertidumbre por no saber que está sucediendo con su trámite, puede acudir al módulo de información ubicado en la secretaría administrativa para obtener el estado en el que se encuentra el mismo Figura 57.



Figura 57. Investigador consultando el estado del subproceso en el módulo de información

Suponiendo que el investigador acude al módulo de información, introduce su tarjeta inteligente y enseguida selecciona la opción “ver estado del trámite” en la interfaz del menú. El sistema obtiene el estado del subproceso que se encuentra almacenado en la tarjeta y lo compara con el estado que se encuentra guardado en el contenedor workflow del módulo principal. En el caso de que este último sea mayor que el estado contenido en la tarjeta ($vb012 > vb10$), el sistema muestra un mensaje al investigador que dice lo siguiente: “El estado de su trámite ha cambiado, ¿desea actualizarlo?”, si el investigador presiona el botón “Si” se genera un evento que provoca que el estado que se encuentra en el contenedor workflow se almacene en la tarjeta, reemplazando el estado que se encontraba anteriormente como se muestra en la Figura 57.

En caso contrario el sistema muestra el siguiente mensaje: “El estado de su trámite aún no está registrado, debe llevar su tarjeta a la secretaría administrativa para registrarlo”. Esto sucede cuando un investigador inicia un subproceso en el módulo secundario y no lleva la tarjeta con la jefa de proyectos para que le dé seguimiento ó cuando el último estado registrado en la tarjeta fue el de un rol que realizó el investigador y aún no ha llevado la tarjeta a la secretaría administrativa para que la jefa de proyectos lo continúe. Finalmente si el estado del subproceso contenido en la tarjeta coincide con el estado almacenado en el contenedor workflow, el mensaje enviado es el siguiente: “El estado de su trámite no ha sufrido ningún cambio”.

Al conocer el estado del trámite el investigador puede determinar si en la secretaría administrativa le están dando seguimiento al mismo o si lo tienen detenido. Por otra parte puede identificar el momento en que puede pasar a recoger algún cheque que haya solicitado, algún equipo que haya mandado comprar, etc.

V.5 Resumen

En este capítulo describimos un prototipo funcional que fue desarrollado implementando el diseño arquitectónico y funcional que establecimos en el capítulo IV.

Primeramente presentamos un esquema de cómo implementamos los elementos de *software* en los dispositivos del *hardware* que requiere el sistema de administración de administración de flujos de trabajo. Enseguida describimos brevemente los mecanismos que fueron desarrollados para darle funcionalidad al sistema para el apoyo a la administración de los flujos de trabajo y de la administración de los proyectos. Finalmente presentamos un escenario de utilización del sistema que nos muestra la funcionalidad del sistema y cómo es posible lograr la coordinación de los flujos de trabajo organizacionales haciendo uso de las tarjetas inteligentes.

El desarrollo de este prototipo está encaminado a tener una herramienta demostrativa de las funcionalidades del diseño propuesto. A partir de esta, realizamos una evaluación con el personal administrativo y los investigadores que participaron en el caso de estudio, con la finalidad de conocer su percepción con respecto a la utilidad y al impacto en su trabajo del prototipo desarrollado, la cual es descrita en el siguiente capítulo.

Capítulo VI. Evaluación del WfMS

V.1 Introducción

En este capítulo describiremos la evaluación que se realizó al WfMS, con apoyo del personal administrativo y un grupo de investigadores del CNyN de la UNAM, a partir de un prototipo funcional desarrollado el cual fue descrito anteriormente. El objetivo es conocer la percepción y sentir de este grupo, sobre la utilidad de un sistema de este tipo como mecanismo de apoyo a la administración y seguimiento de los procesos organizacionales.

Durante la evaluación utilizamos técnicas cualitativas para recopilar información haciendo énfasis en documentar todo tipo de información que se fue generando durante la misma. Esta información la obtuvimos mediante la observación, discusiones grupales, entrevistas etc. Posteriormente analizamos la información obtenida mediante una técnica cualitativa llamada codificación abierta y a partir de este obtuvimos los resultados.

El capítulo comienza con la metodología empleada en la realización del experimento de evaluación, seguido por la definición del problema de evaluación, el diseño del experimento, las tareas realizadas, el análisis de los resultados obtenidos y finalmente las conclusiones. A continuación se presenta la metodología de evaluación.

VI.2 Metodología de evaluación

El experimento de evaluación se desarrollo en cinco etapas, las cuales se muestran a continuación *Figura 58*, seguida de una descripción de las mismas.



Figura 58. Metodología del experimento

1. **Definición del problema.** En esta etapa definimos y acotamos el problema a evaluar con este experimento.
2. **Diseño del experimento.** En esta etapa se definieron las preguntas de investigación, se determinó el tipo de experimento, se establecieron los factores controlados en el mismo, los factores a evaluar, las características deseadas en los participantes y el tamaño de la muestra, los escenarios, tareas del experimento que nos ayudarían a recopilar información, el equipo necesario y protocolo de entrevista, así como el lugar del experimento, etc.
3. **Experimento de evaluación.** En esta etapa los participantes realizaron las tareas de evaluación con el equipo previsto y en el lugar seleccionado de acuerdo a la forma en la que se planeo en la etapa anterior. Obtuvimos la información que fue analizada en la siguiente actividad, la cual nos permitió dar respuesta a las preguntas de evaluación.
4. **Análisis de resultados.** La cuarta etapa consistió en el análisis cualitativo de los resultados utilizando la técnica cualitativa de codificación abierta, la cual nos permitió interpretar los resultados obtenidos.
5. **Conclusiones.** En base a la interpretación de los resultados del experimento se le dió respuesta a las preguntas de evaluación.

Una vez definida la metodología de este experimento comenzaremos describiendo con más detalle la primera etapa de la misma.

VI.3 Definición del problema de evaluación

Recapitulando brevemente, identificamos la necesidad de apoyar a las organizaciones donde no se cuenta con una red de comunicación y donde el papel no

puede ser sustituido por documentos electrónicos para administrar y dar seguimiento de sus procesos, por ello hemos desarrollado un prototipo de un WfMS usando tarjetas inteligentes basados en la información obtenida mediante un caso de estudio sobre un proceso que se realiza en un entorno real, en el cual involucramos a las personas que participan en el proceso, los cuales a la vez son los usuarios finales del sistema, para que nos aportaran sus experiencias, nos dieran a conocer sus necesidades, etc., y a partir de este obtuvimos parte de los requerimientos del mismo.

El prototipo desarrollado cuenta con diferentes mecanismos: mecanismos que apoyan los flujos de trabajo y mecanismos de apoyo a la administración de los proyectos, mediante el uso de tarjetas inteligentes. Los requerimientos para el desarrollo de los mecanismos de apoyo a los flujos de trabajo fueron obtenidos mediante la revisión de artículos relevantes donde se analizaron sistemas de este tipo, así como la revisión de las tarjetas inteligentes. En cambio los requerimientos para desarrollar los mecanismos de administración de los proyectos son exclusivos de la organización donde se realizó el caso de estudio.

Los problemas planteados para este experimento son: evaluar la percepción de utilidad de los mecanismos de apoyo a los flujos de trabajo, de los mecanismos de apoyo a la administración de los proyectos y de las tarjetas inteligentes. Una vez conocida la definición del problema presentaremos el diseño del experimento.

VI.4 Diseño del Experimento

En esta sección presentaremos a detalle el diseño de este experimento de evaluación. Primeramente establecemos las preguntas de investigación. Después especificamos los factores que controlamos en el experimento, para que las percepciones de los participantes no se vieran afectados por cambios en la información que se les proporcionara. Enseguida, especificamos los factores a evaluar en el experimento. Y finalmente, especificamos la metodología que se uso para el análisis de los resultados.

VI.4.1 Preguntas de evaluación

Las preguntas de investigación establecidas para la obtención de información en esta evaluación son las siguientes:

- ¿Qué utilidad encuentran los miembros del personal administrativo y los investigadores con respecto a los mecanismos de apoyo a la administración de los flujos de trabajo mediante tarjetas inteligentes?
- ¿Qué utilidad encuentran los miembros del personal administrativo y los investigadores con respecto a los mecanismos de apoyo a la administración de los proyectos mediante tarjetas inteligentes?
- ¿Qué utilidad encuentran los miembros del personal administrativo y los investigadores con respecto al uso de tarjetas inteligentes como mecanismos de coordinación de los flujos de trabajo?

En general, el diseño de esta evaluación está enfocado en dar respuesta a estas preguntas, donde se buscan principalmente conocer el sentir del personal administrativo e investigadores sobre la utilidad e impacto en el trabajo del prototipo desarrollado. A continuación, especificaremos los factores que controlamos sobre el experimento.

VI.4.2 Factores controlados del experimento

Para este experimento de evaluación se buscó controlar ciertos factores, que pudieran influir directamente en la percepción de los participantes, los cuales se enlistan a continuación:

- **Separación de los participantes en dos grupos de acuerdo a su responsabilidad en el proceso.**

Este experimento se diseñó para evaluar por separado a los participantes dividiéndolos en dos grupos. El primero estuvo conformado por investigadores que tuvieran a su cargo la responsabilidad de un proyecto de investigación. Y el segundo por miembros del personal administrativo responsables de administrar los

proyectos; la jefa de proyectos y la secretaría administrativa, todos ellos trabajadores del CNyN de la UNAM (Capítulo III). Esta separación se hizo debido a que deseamos evaluar perspectivas de utilidad enfocándonos en la responsabilidad que tiene cada grupo en el proceso de administración de proyectos enfocándonos principalmente al trámite de viáticos y boletos.

- **Elección de un escenario de trabajo y de la información.**

Para que el experimento fuera lo más acercado a la realidad se les presentó a ambos grupos escenarios de trabajo que simulaban situaciones semejantes a las que comúnmente ocurren en su trabajo. Además se les proporcionó la información que debían utilizar en cada tarea, esto con el objetivo de agilizar el experimento.

- **Tareas del experimento.**

La primera tarea de la evaluación fue una introducción metodológica y conceptual del prototipo desarrollado y del objetivo de la evaluación, la cual fue realizada mediante una exposición con el audio de la explicación grabado e incrustado en las diapositivas. Esto se hizo con la finalidad de que la explicación no variara, para que no se vieran afectadas las percepciones de los participantes, debido a que la presentación se realizó más de una vez.

La segunda tarea del experimento estuvo compuesta por múltiples actividades que se realizaron en forma interactiva entre los participantes y el prototipo. Las cuales fueron divididas en actividades que correspondían al personal administrativo y actividades que correspondían a los investigadores. Ambos grupos realizaron actividades diferentes pero ligadas en un mismo flujo. Se les proporcionó un cuadernillo de actividades como guía y además contaron con un instructor.

VI.4.3 Factores a evaluar del experimento

Los aspectos a evaluar en este experimento, están relacionados con las percepciones de los participantes con respecto a:

- Utilidad y el impacto en su trabajo de cada una de las herramientas de apoyo a los flujos de trabajo que proporciona el sistema, presentadas en las actividades de evaluación del experimento.
- Factores de adopción de la tecnología, como facilidad e intensidad de uso, y la percepción de utilidad con respecto al prototipo evaluado en el experimento.
- Conveniencia del uso de tarjetas inteligentes, como elementos de coordinación del flujo de trabajo en su ambiente laboral.

Dado que la muestra de informantes es pequeña, analizaremos los resultados en forma cualitativa. Esto en base a comentarios y discusiones con los mismos, y apoyándonos en un cuestionario de evaluación para obtener un mayor grado de información.

VI.4.4 Características de la configuración del experimento

Para este experimento también se consideraron las siguientes características:

- **Equipo de trabajo.** Para realizar el experimento se les proporcionó a cada investigador una computadora, una lectora de tarjetas inteligentes y un cuadernillo de actividades y se simuló que era un día común y corriente de trabajo en su oficina y que este era el equipo con el que contaban normalmente. Al personal administrativo se les proporcionó otra computadora junto con su respectiva lectora y un paquete de tarjetas inteligentes las cuales posteriormente entregaron a los investigadores con la información de sus proyectos. Adicionalmente se utilizó otra computadora representando un módulo de información para los investigadores simulando que este estaba ubicado en la secretaría administrativa. Cada computadora tenía instalado el prototipo de sistema de administración de flujos de trabajo que se desarrolló buscando con esto que la experiencia con el sistema, de cada participante, fuera individual.

- **Vistas del WfMS.** Como el prototipo cuenta con tres diferentes interfaces una paraca cada módulo del sistema, para esta evaluación se etiqueto con tres nombres diferentes: *WfMS-JP*, nombre que se le dio al módulo principal, el cuál fue utilizado por el personal administrativo, *WfMS-I*, nombre que representa al módulo secundario, este fue utilizado por los investigadores y el *WfMS-MI* el cual representa al módulo de información, este también fue utilizado por los investigadores. Cada vista presenta un menú diferente mediante el cual pueden acceder a las herramientas desarrolladas para apoyar las actividades de trabajo que le corresponden a cada usuario.

Una vez definidos los factores y características del experimento, enseguida explicaremos más detalladamente en que consistieron las tareas realizadas en el experimento.

VI.4.5 Tareas del experimento

Las tareas del experimento se dividen en tres secciones, *Figura 59* la introducción, los escenarios interactivos y la recolección de resultados. Enseguida se describen estas tareas con detalle.

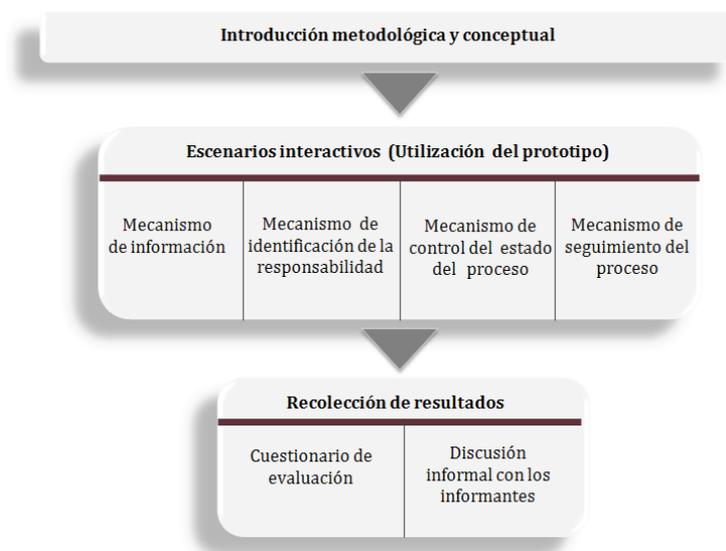


Figura 59. Secuencia de las tareas realizadas en el experimento de evaluación

En la *primera tarea* del experimento, la introducción metodológica y conceptual, se les presentó a los participantes conceptos que se manejaron durante la evaluación, como la definición de flujo de trabajo, de sistemas de administración de flujos de trabajo y el de tarjeta inteligente. Se les explicó por qué se decidió utilizar la tecnología de las tarjetas inteligentes para desarrollar el prototipo del sistema, y además la función que desempeñan. Enseguida se les presentó la metodología que se siguió para obtener los requerimientos para el desarrollo del prototipo y se les describió a grandes rasgos en qué consiste. Finalmente se les presentó el objetivo de la evaluación e instrucciones para realizar la siguiente tarea.

La *segunda tarea* consistió en dar seguimiento a los escenarios interactivos. Fue llamada: “Apoyo a la identificación de la responsabilidad, seguimiento del proceso y control del estado”, cuyo objetivo fue: que los participantes se familiarizaran con el prototipo del sistema de administración de flujos de trabajo y con las tarjetas inteligentes, para que pudieran conocer los mecanismos del sistema que les permite identificar las actividades del proceso que les corresponde (*mecanismo de identificación de la responsabilidad*), y que determinaran si el sistema les proporcionaba la información necesaria para realizarlas (*mecanismo de información*). Además, que observaran cómo mediante una tarjeta inteligente es posible lograr la coordinación entre los diferentes estados por los que atraviesa un proceso, lo que les permite dar seguimiento del mismo (*mecanismo de seguimiento del proceso*), aún cuando la responsabilidad de las siguientes actividades las tenga una persona diferente. Y que conocieran el mecanismo que les permite saber en qué etapa se encuentra el proceso en un momento determinado (*mecanismo de control del estado*), estos mecanismos fueron descritos en el capítulo anterior (Capítulo V).

Para demostrar la funcionalidad del prototipo y que los participantes formaran su percepción individual, a cada uno se le proporcionó su equipo de trabajo al inicio de la evaluación para que utilizaran el prototipo realizando un conjunto de actividades descritas en el cuadernillo de trabajo que se les proporcionó como parte del equipo de trabajo (Apéndice D).

Las actividades asignadas a los miembros del personal administrativo fueron distintas a las que realizaron los investigadores, porque ambos grupos tienen diferentes responsabilidades en el proceso. Sin embargo, todas siguen el mismo flujo de trabajo, el del trámite de viáticos y boletos que se realiza en la secretaría administrativa, en el cual nos basamos para desarrollar el prototipo. Por esto, la relación entre el personal administrativo y los investigadores es muy estrecha y las actividades que tiene que realizar unos dependen de las que ya hayan finalizado los otros. Por esta razón las actividades se realizaron en forma secuencial agrupadas de acuerdo al *rol* o conjunto de *roles* que comúnmente desempeñan los participantes en su trabajo.

La primera secuencia de actividades marcadas en el cuadernillo de trabajo le correspondió al personal administrativo. Comenzaron con el *rol* llamado “*registrando proyectos*”, enseguida el *rol* “*verificando información de proyectos*” y finalmente el *rol* “*asignando proyecto a tarjeta*”. Mientras el personal administrativo realizaba estos roles los investigadores observaron cómo utilizaban el prototipo como mecanismo de apoyo para su trabajo.

Una vez que el grupo formado por el personal administrativo finalizaron, entregaron las tarjetas inteligentes al grupo de investigadores para que ellos pudieran realizar sus actividades los cuales comenzaron con el *rol* llamado “*Consultando información de proyecto*” enseguida el *rol* de “*Solicitando trámite de viáticos y boletos*”, etc. Entre los dos grupos realizaron un total de 115 actividades.

Esta tarea se diseñó para que los participantes experimentaran con los *mecanismos de apoyo a la administración de flujos de trabajo mediante tarjetas inteligentes* que fueron desarrollados en el prototipo, estos mecanismos son: el *mecanismo de información*, *mecanismo de identificación de la responsabilidad*, *mecanismo de seguimiento de proceso* y *mecanismo de control del estado del proceso*.

Adicionalmente a estos mecanismos se desarrollaron y evaluaron otros para que el sistema permita *la administración de los proyectos mediante tarjetas inteligentes* los cuales surgieron como requerimiento del personal administrativo y de los investigadores cuando

realizamos el caso de estudio (Capítulo III), estos mecanismos son: *el mecanismo de administración del presupuesto y el mecanismo para obtener la documentación impresa.*

Enseguida se presenta una breve lista junto con una pequeña descripción de las actividades que realizaron los participantes en forma secuencial para que observaran el funcionamiento de los mecanismos desarrollados en el WfMS, para que al final nos dieran su opinión con respecto a la utilidad que le encontraron al sistema, su facilidad de uso y si estarían dispuestos a usarlo como apoyo para su trabajo. La lista completa de actividades que realizaron los participantes en la evaluación se encuentra en el Apéndice D. Los mecanismos mencionados en la lista de actividades fueron descritos a detalle en el capítulo V. Como se mencionó anteriormente los primeros en participar fueron los miembros del personal administrativo, seguidos de los investigadores indicaremos el tipo de mecanismo que está siendo utilizado para poder realizar la actividad. A continuación se presenta la lista de actividades:

Personal Administrativo

- Se simuló que recientemente había llegado a la secretaría administrativa la lista con los nuevos proyectos aprobados por la DGAPA-UNAM por lo que las actividades iniciales del personal administrativo fueron; registrar los datos de los proyectos en el sistema y en las tarjetas inteligentes.
- Enseguida se entregó cada tarjeta inteligente al investigador responsable del proyecto registrado en esta, para que utilizaran la tarjeta para solicitar algún trámite.

Investigadores

- Una vez que los investigadores contaban con su tarjeta, se planteó un escenario en donde querían asistir a un congreso, por ello necesitaban solicitar en la secretaría administrativa el trámite de viáticos y boletos. Para hacer esto primero realizaron las actividades del rol *“solicitando el trámite de viáticos y boletos”*.
- Los investigadores primero conectaron la lectora de tarjetas en su computadora, introdujeron la tarjeta inteligente en esta y ejecutaron el sistema. Este les pidió que

introdujeran su contraseña que los autentificara como propietarios de la tarjeta inteligente, y una vez hecho esto les permitió el acceso a las opciones del menú de la interfaz.

- Antes de solicitar cualquier trámite, verificaron el presupuesto aprobado para su proyecto con ayuda del sistema, el cual estaba guardado en la tarjeta (*mecanismo de administración del presupuesto*), con esto pudieron cerciorarse de que contaban con suficiente dinero para realizar algún trámite.
- Enseguida seleccionaron en el menú de la interfaz del sistema, la opción correspondiente al trámite de viáticos y boletos.
- El sistema les presentó la pantalla de la primera actividad que tenían que realizar, la cual fue *Llenar la solicitud de viáticos y boletos*, donde tuvieron que introducir la información que se necesitaba, la cual fue solicitada por el sistema. Una vez finalizada la primera actividad, el sistema guardó en la tarjeta inteligente de manera transparente para el usuario la información importante para el seguimiento del flujo de trabajo.
- Enseguida el sistema les presentó paso a paso las siguientes actividades que les correspondía realizar; los participantes observaron esto y fueron realizando cada una (*mecanismo de seguimiento del proceso*) y en la última actividad del rol, el sistema automáticamente mandó imprimir la solicitud (*mecanismo para obtener la documentación impresa*).
- Finalmente el sistema mostró a los investigadores, un mensaje donde les decía que el rol que estaban ejecutando había finalizado, y por esto tenían que llevar la solicitud y la tarjeta inteligente a la secretaría administrativa para poder continuar el trámite, porque la responsable de realizar la siguiente actividad era la jefa de proyectos (*mecanismo de identificación de la responsabilidad*). Con esto pudieron identificar el momento en el que su responsabilidad en la primera etapa del proceso había terminado.

- Los investigadores entregaron las solicitudes impresas y las tarjetas inteligentes a los miembros del personal administrativo para que pudieran dar seguimiento de los trámites.

Personal administrativo

- Los miembros del personal administrativo tomaron una tarjeta, la introdujeron en su lectora y enseguida seleccionaron en el menú del sistema la opción de *registrar trámite*, para ver el tipo de trámite solicitado por el investigador, registrarlo en el sistema y poderlo continuar (*mecanismo de seguimiento del proceso*). Tras realizar esta actividad, los investigadores observaron cómo efectivamente la información del trámite se había guardado en la tarjeta y con esto los miembros del personal administrativo le podían dar seguimiento.
- Para poder continuar el trámite los miembros del personal administrativo realizaron la actividad de *continuar trámites pendientes*, en la cual el sistema les muestra una lista con los trámites pendientes por realizar, junto con el estado en el que se encuentra y el responsable de realizar la siguiente actividad (*mecanismo de control del estado del proceso*).
- Seleccionaron el trámite que querían continuar de la lista y el sistema les mostró la pantalla de la siguiente actividad que debían realizar, la cual es *Registrar solicitud*. Los participantes observaron cómo la información que se necesitaba para realizar esta actividad fue descargada en la pantalla obtenida de la tarjeta inteligente, evitando que los miembros del personal administrativo la capturaran (*mecanismo de información*).
- Enseguida entregaron la tarjeta inteligente a los investigadores y continuaron el trámite. El sistema les fue mostrando paso a paso las actividades que tenían que realizar (*mecanismo de seguimiento del proceso*) hasta que finalizaron el rol que les correspondía ejecutar. Al igual que a los investigadores, el sistema les mostró un mensaje donde les indicaba que el responsable de la siguiente actividad era investigador (*mecanismo de identificación de la responsabilidad*).

Los investigadores continuaron el trámite realizando el *rol de justificando los gastos de viáticos y boletos* y enseguida los miembros del personal administrativo realizaron *los roles de comprobando los gastos de viáticos y comprobando gastos a México* en los cuales se siguieron utilizando los diferentes mecanismos y con esto finalizó el flujo de trabajo del trámite de viáticos y boletos.

Investigadores

- En el transcurso del flujo de trabajo se les pidió a los investigadores que acudieran al módulo de información para que observaran en el estado en el que se encontraba el trámite que habían solicitado y con esto probaran la funcionalidad de este módulo (*mecanismo de control del estado del proceso*).
- Además una vez que fue finalizado el trámite se les pidió que verificaran en el sistema el presupuesto restante de su proyecto tras haber realizado el trámite lo cual pudieron observar desde la opción del menú de gastos del proyecto (*mecanismo de administración del presupuesto del proyecto*)

De esta manera se realizaron las actividades del flujo de trabajo del trámite de viáticos y boletos de la segunda tarea y los participantes pudieron observar la funcionalidad de cada uno de los mecanismos claramente, generando su percepción de utilidad al respecto, la cual describieron en una serie de preguntas abiertas que se les hizo al final de cada rol que iban ejecutando.

Con respecto al último grupo de tareas del experimento, la recolección de resultados, se entregó un cuestionario de evaluación con las preguntas finales, las cuales fueron enfocadas a la adopción de la tecnología, con la finalidad de saber si el prototipo del sistema les había parecido fácil de usar y asumiendo que sí se les proporcionará la tecnología y el sistema si estaban dispuestos a usarlo para realizar su trabajo. Además su percepción de utilidad con respecto a los mecanismos del sistema enfocados a apoyar la administración de los proyectos, así como conocer si encontraban algún beneficio en utilizar tarjetas inteligentes para esto. Adicionalmente se realizaron discusiones informales

al momento de estar realizando la tarea y al término de las cuales también se obtuvo información importante.

Una vez conocidas las tareas del experimento, ahora presentaremos la metodología que utilizamos para el análisis de los resultados que obtuvimos en el experimento.

VI.4.5 Metodología del análisis de resultados

La metodología que utilizamos para analizar la información obtenida en el experimento fue cualitativa. Esto debido a que contamos con una muestra pequeña de participantes. Realizamos el experimento con 7 personas de las cuales 2 eran miembros del personal administrativo y 5 investigadores, la razón de esta muestra pequeña fue por la falta disponibilidad de los últimos.

La metodología cualitativa empleada en este estudio consistió en las actividades mostradas en la *Figura 60*.



Figura 60. Metodología cualitativa empleada para el análisis de la información del experimento.

- **Definición de los factores de análisis**

En la definición de los factores de análisis nos enfocamos a buscar información que nos permitiera obtener la percepción de utilidad y del impacto en el trabajo de los informantes, de acuerdo a lo siguiente:

- ✓ Percepción respecto a los mecanismos de apoyo a la administración de flujos de trabajo mediante tarjetas inteligentes.

- ✓ Percepción respecto a los mecanismos de apoyo a la administración de los proyectos mediante tarjetas inteligentes.

- **Recopilación de información**

La recopilación de información acerca de las percepciones de los informantes se realizó en dos etapas.

En la primera etapa reunimos a los dos miembros del personal administrativo, junto con dos investigadores. El objetivo de esta primera etapa fue que los participantes utilizaran el prototipo del sistema para realizar un conjunto de actividades siguiendo el flujo de trabajo del trámite de viáticos y boletos, para lo cual establecimos un escenario acercado a la realidad y en base a su interacción con el sistema que los participantes generaran sus percepciones acerca de la utilidad de factores de análisis y la facilidad de uso e intención de uso del sistema. Los participantes realizaron las actividades siguiendo las indicaciones de un cuadernillo de trabajo que se les entregó al comenzar la segunda tarea.

Entre las actividades y al finalizar la tarea, se fomentó una discusión informal en grupo para obtener retroalimentación sobre el sentir de los informantes al usar el prototipo del WfMS mediante tarjetas inteligentes. Toda la información generada fue grabada en audio. Para finalizar la evaluación se les aplicó un cuestionario con preguntas abiertas para que expresaran en este sus percepciones individuales.

En la segunda etapa se realizó la evaluación del prototipo con tres investigadores más, diferentes a los que asistieron a la primera evaluación. Esta fue en forma individual de acuerdo a los horarios disponibles de cada uno. Se realizó una dinámica similar, primero una presentación con audio grabado como introducción metodológica y conceptual de la evaluación, enseguida realizaron las actividades del flujo de trabajo siguiendo las indicaciones del cuadernillo de trabajo. La diferencia fue que el papel de la administración lo realizamos nosotros y que al finalizar las actividades se les aplicó el mismo cuestionario de evaluación pero en forma de entrevista para obtener mayor información, la cual fue

grabada en audio. Una vez obtenida la información se procedió primero a transcribir esta, para posteriormente hacer una codificación enfocándonos en los factores de análisis.

- **Transcripción y codificación de la información**

Transcribimos la información obtenida y enseguida seleccionamos la que consideramos importante; es decir donde se plasmaran las percepciones de los informantes. El siguiente paso fue realizar la codificación.

Para lo anterior utilizamos un procedimiento de la teoría fundamentada conocido como *codificación abierta*. La teoría fundamentada es un método de investigación en el que la teoría emerge desde los datos, tiene como objetivo la identificación de procesos sociales básicos. A través de esta metodología podemos descubrir aquellos aspectos que son relevantes de una determinada área de estudio (Strauss y Corbin, 1998). En este sentido los conceptos, y las relaciones entre los datos son producidos y examinados hasta la finalización de su estudio. Strauss y Corbin (1998) aseguran que si la metodología se utiliza adecuadamente reúne todos los requisitos para ser considerada rigurosa como investigación científica.

Esta metodología utiliza una serie de procedimientos que, a través de la inducción, genera una teoría explicativa de un determinado fenómeno estudiado uno de estos métodos es la codificación abierta. La codificación abierta es el proceso analítico a través del cual se identifican los conceptos, se descubren propiedades y dimensiones de la información (Strauss y Corbin, 1998). Para realizar la codificación se debe realizar el siguiente procedimiento: primeramente se revisan cada uno de los párrafos de las entrevistas en busca de conceptos, enunciados y acciones que ayuden a descubrir el fenómeno estudiado, posteriormente a esta información se le asigna un código. En la *Figura 61* se ilustra este proceso.

UTILIDAD DEL PROTOTIPO	
	Conceptos
<p>Entrevistador. ¿Cómo consideras el sistema el sistema para tu trabajo?</p> <p>Informante (6), Investigador. lo considero útil, porque siempre me va decir cuánto tengo en el proyecto [información oportuna], ahora nada más tengo que meter la tarjetita [información en tarjetas] y actualmente tengo que ir a la secretaría administrativa y esperar a que busquen en el archivo de Excel que manejan [pérdida de tiempo], y me preguntan qué número de proyecto es y una vez que encuentran me dicen lo que tengo [manejo de la información actual], si es que encuentro a la persona en ese momento que yo vaya, porque sino la encuentro tengo que volver a dar otra vuelta y estar haciendo la casería de la persona [problema del manejo de la información]. Por otra parte yo no llevo ningún registro de los trámites que solicito [falta de administración del proyecto], así que usando el sistema podría consultar esta información para ver cómo van los gastos del proyecto [información oportuna], me ayudaría a administrar mejor mi proyecto [administración de la información].</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Información oportuna ▪ Información en tarjetas ▪ Pérdida de tiempo ▪ Manejo de la información actual ▪ Problema del manejo de la información ▪ Falta de administración del proyecto ▪ Información oportuna ▪ Administración de la información

Figura 61. Ejemplos de identificación de conceptos y asignación de códigos en las entrevistas

Conforme se van identificando los conceptos o códigos, estos se van agregando a una lista, la cual se depura al terminar de codificar todas las entrevistas, dejando solo aquellos códigos con una fuerte relación al fenómeno estudiado (en este caso la percepción de utilidad, facilidad de uso e intensidad de uso del prototipo). En la *Figura 62* se muestran algunos de los elementos que forman parte de la lista inicial de conceptos y cómo queda constituida después de realizar el filtrado.

Lista inicial de conceptos	Filtrado	Lista final de conceptos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Información oportuna ▪ Información en tarjetas ▪ Pérdida de tiempo ▪ Manejo de la información actual ▪ Problema del manejo de la información ▪ Falta de administración del proyecto ▪ Información oportuna ▪ Administración de la información 	X	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Información oportuna ▪ Información en tarjetas ▪ Pérdida de tiempo ▪ Manejo de la información actual ▪ Problema del manejo de la información ▪ Falta de administración del proyecto ▪ Administración de la información

Figura 62. Filtrado de conceptos de la lista inicial para obtener la lista final de conceptos que se relacionan con el fenómeno estudiado

Posteriormente los códigos se agrupan en base a ciertas características afines, tipos, acciones, etc., resultando una serie de conceptos abstractos que representan algún componente especial del fenómeno estudiado. Una vez que se tiene este primer grupo de conceptos, el análisis de la información pasa a una segunda etapa llamada codificación axial, en el que empiezan a emerger propiedades y dimensiones para cada uno de éstos conceptos. Esta segunda etapa también se le llama por algunos autores categorización, la consiste en la simplificación o selección de la información para hacerla más manejable (Miles y Huberman, 1994). Las actividades de este procedimiento se describen a continuación.

La *codificación axial* consiste en explorar la relación que existe entre las categorías (conceptos que describen el fenómeno estudiado) (Strauss y Corbin, 1998). Las propiedades se definen como las características de una categoría o lo que le da significado a una categoría. Las dimensiones se definen como el rango en el que una propiedad de una categoría puede variar, resultando una especificación de dicha categoría (Strauss y Corbin, 1998). En la *Figura 63* se muestra un ejemplo de esto.

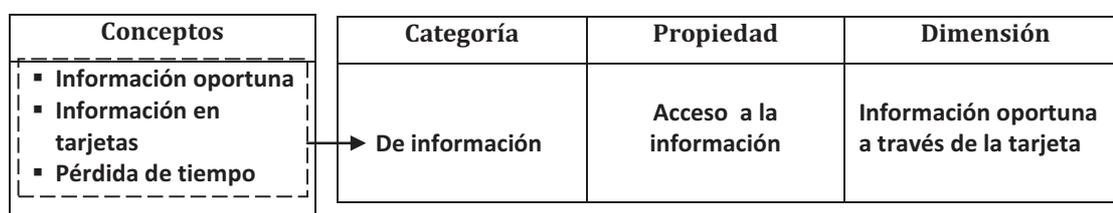


Figura 63. Identificación de categorías, propiedades y dimensiones

El proceso descrito anteriormente se aplicó en cada una de las entrevistas.

▪ **Categorización de percepciones**

Finalmente, se realizó una síntesis de esta codificación en un conjunto de tablas donde se especificaron las categorías, propiedades y dimensiones haciendo un análisis de las percepciones relacionadas con los mecanismos del prototipo que se evaluaron en el experimento, obteniendo como resultado la percepción de utilidad e impacto en el trabajo

de los informantes, sus opiniones con respecto a la facilidad de uso y su intención de usar el prototipo.

Una vez obtenida toda la información posible, la siguiente etapa de la evaluación es realizar el análisis de los resultados.

VI.5 Análisis de los resultados

Durante todo el experimento se obtuvo información, mientras los participantes realizaban sus actividades, la obtuvimos mediante la observación y pequeñas discusiones con respecto a las funcionalidades del prototipo del WfMS mediante tarjetas inteligentes, una vez finalizada la segunda tarea, obtuvimos información mediante cuestionarios y grupos de discusión.

Como se mencionó anteriormente en el diseño del experimento, los participantes fueron divididos en dos grupos para la evaluación, de acuerdo a su responsabilidad en el proceso. El primer grupo estuvo formado por 2 miembros del personal administrativo y el segundo por 5 investigadores. En esta sección nos enfocaremos a presentar los resultados que obtuvimos y el análisis cualitativo que realizamos. Primeramente mostraremos en una tabla el perfil de los informantes (Tabla XV).

Tabla XV. Perfil de los informantes que participaron en el experimento de evaluación

No. de informante	Grupo al que pertenecen	Puesto en la organización	Tiempo en la organización	Experiencia con computadoras	Experiencia con tarjetas inteligentes
Informante 1	Personal administrativo	Secretaria administrativa	10 años	Si	Si
Informante 2	Personal administrativo	Jefa de proyectos	8 años	Si	No
Informante 3	Investigadores	Investigador Depto. Física Teórica	12 años	Si	Si
Informante 4	Investigadores	Investigador Depto. Nanoestructuras	18 años	Si	Si
Informante 5	Investigadores	Investigador Depto.	8 años	Si	Si

		Nanocatálisis			
Informante 6	Investigadores	Investigador Depto. Físicoquímica y Nanometariales	7 años	Si	Si
Informante 7	Investigadores	Investigador Depto. Físicoquímica y nanomateriales	2 años	Si	No

Como se mencionó anteriormente el análisis de los resultados se realizó en forma cualitativa, utilizamos la técnica conocida como codificación abierta de la teoría fundamentada para el análisis de la información. Esta técnica nos permitió descubrir las percepciones más relevantes de los informantes con respecto a los factores de análisis y agruparlas de acuerdo a ciertas categorías que fueron surgiendo en la codificación de los datos que determinan el tipo de utilidad percibida. Enseguida presentaremos los resultados obtenidos

Percepción de utilidad de los informantes respecto al uso de tarjetas inteligentes en la administración de los flujos de trabajo

Hubo un consenso entre los informantes en que resulta útil para su trabajo utilizar tarjetas inteligente como apoyo para la administración de los flujos de trabajo. Enseguida presentamos la tabla que muestra la categorización de las percepciones de los informantes respecto a este factor de análisis (Tabla XVI):

Tabla XVI. Categorización de las percepciones de utilidad y del impacto en el trabajo de los informantes respecto al uso de tarjetas inteligentes en la administración de los flujos de trabajo mediante tarjetas inteligentes

Categoría	Propiedad	Dimensiones
De información	Acceso a la información	Información oportuna a través de la tarjeta
		Lugar requerido, momento justo
	Manejo de la información	Actualización de la información con los datos obtenidos de la tarjeta
		Flujo de información entre los agentes usando la tarjeta
		Movilidad de la información mediante la

		tarjeta
De responsabilidad	Definición de responsabilidades	Permite determinar con claridad al responsable de cada actividad
	Cumplimiento de las responsabilidades	Identificación del responsable de algún proceso detenido
De seguimiento del proceso	Flujo de actividades	Proporciona una guía a lo largo del proceso
		Agiliza y simplifica los procesos
	Coordinación del proceso	Comunica el estado del proceso entre las diferentes estaciones de trabajo usando la tarjeta
De control del estado	Consulta del estado	Registra el estado del proceso en la tarjeta
		Permite observar hasta dónde se avanzó con los procesos
		Proporciona una lista de los trámites pendientes

La tabla anterior muestra las categorías que surgieron al realizar la codificación de la información, las cuales son: *De información*, *De responsabilidad*, *De seguimiento del proceso* y *De control del estado*.

Los informantes encontraron utilidad principalmente porque el sistema los va guiando a lo largo del trámite mostrando paso a paso las actividades que les corresponde realizar (*De seguimiento del proceso*) y a la vez les proporciona la información que necesitan para realizar alguna actividad a través de la tarjeta inteligente (*De información*). Opinaron que el sistema dirige los procesos de una forma transparente, porque les permite observar a los responsables de cada actividad (*De responsabilidad*) y además en qué estado se encuentra el trámite en determinado momento mediante la tarjeta inteligente (*De control del estado*). Mencionaron que esto es de gran utilidad porque les permite darse cuenta si el trámite quedó detenido (*De control del estado*) y quien es el responsable de esto (*De la responsabilidad*). Concluyeron que el sistema les permite tener mayor control de los trámites y que agiliza los procesos mediante las tarjetas inteligentes.

Enseguida se presenta la transcripción de las percepciones originales de los informantes de ambos grupos comenzando con el grupo de los miembros del personal administrativo, siguiendo con la de los investigadores.

*“..considero que las tarjetas son una herramienta de apoyo útil para el seguimiento del trámite ya que cuando un investigador solicita un trámite en ese momento se registran en la tarjeta y cuando llegan con la jefa de proyectos la información se registra en el sistema y no quedaría pendiente de registrar la solicitud hasta que el responsable tuviera tiempo, además porque siempre debe de haber un flujo de información entre el responsable administrativo y el investigador, situación que en ocasiones no se da porque el investigador se desliga de atender su proyecto, hasta cuando casi está a punto de cerrar es cuando quiere ejercer el 100% en el último mes y con la tarjeta verían que no ha finalizado su responsabilidad ..” **Informante (1), Administrativo***

*“..es una herramienta muy útil (sistema), ya que muchas veces hay que buscar manualmente la solicitud para darle seguimiento a un trámite y si no está archivada buscarla entre muchas solicitudes hasta encontrarla, además buscar la orden de compra para saber si ya se tramita, buscar la póliza de cheque para saber si ya se pagó y hasta poder actualizarlo, todo tiene que ser manual en cambio con el sistema ya me dice en donde me quedé..” **Informante(2), Administrativo***

*“.. utilizando la tarjeta yo me aseguraría que ya le registraron en el sistema (la solicitud de trámite) y que le van a dar seguimiento porque cuando llegue a mi oficina y vea que ya cambio la etapa del trámite quiere decir que para que este allí mi trámite, debieron registrar mi solicitud antes como tú dijiste es un flujo y hay cosas que se tiene que hacer primero. Por otra parte si mi trámite ya está registrado puedo ir a los días al módulo de información haber si ya le han hecho algo incluso si paso por ahí, nomás saco la tarjetita y veo, sino a cambiado voy a ver qué paso..” **Informante(5), Investigador.***

“..manejar una tarjeta es buena idea porque de alguna manera tenemos que estar relacionados y la tarjeta nos relaciona mediante el intercambio de información, de acuerdo a como observe esto a veces nos toca introducir la información a nosotros y les ahorramos el trabajo a ellos porque ya no la vuelven a teclear la obtienen de la tarjeta y a veces ellos la introducen y sin que ellos se den cuenta se mete en la tarjeta y aparece justo cuando la necesitamos, eso es útil porque agilizaría los trámites, aparte que serían

*más fáciles para nosotros, no perderíamos tanto tiempo buscando papeles y luego esta lo otro también que en la tarjeta se guardan los tramites que voy solicitando y puedo saber en qué va..” **Informante(6), Investigador***

*“.. me parece útil el módulo de información porque es muy común que los trámites se queden trasapelados por lo mismo ya no les den seguimiento y uno no se entera hasta que va y pregunta, esto no sucede siempre pero si muy seguido. También sucede que encargas que compren algún material y no se dan cuenta cuando llega lo guardan en el almacén y se les olvida avisarte, por cosas como estas me parece útil que el sistema permita ver que está pasando con los trámites, así me doy cuenta si están atendiendo el tramite que solicité o si llegó el material que mande comprar ..” **Informante(7), Investigador***

Percepción de utilidad de los informantes respecto al uso de tarjetas inteligentes en la administración de los proyectos

Nuevamente hubo un consenso entre los informantes en que resulta útil para su trabajo utilizar tarjetas inteligentes como apoyo para la administración de los proyectos. Enseguida presentamos la tabla que muestra la categorización de las percepciones de los informantes respecto a este factor de análisis (Tabla XVII):

Tabla XVII. Categorización de las percepciones de utilidad y del impacto en el trabajo de los informantes respecto al uso de tarjetas inteligentes en la administración de los proyectos

Categoría	Propiedad	Dimensiones
Proyectos	Administración de la información	Actualiza la información del presupuesto de los proyectos automáticamente
		Acceso rápido a los datos del proyecto mediante la tarjeta
Presupuesto	Administración del presupuesto	Permite consultar en la tarjeta el presupuesto disponible de un proyecto
		Verifica la existencia de presupuesto en la tarjeta inteligente antes de cualquier trámite
	Transferencias	Determina la necesidad de una transferencia
		Evita trámites detenidos por falta de recursos
Gastos	Control de gastos	Descuenta el gasto realizado para algún trámite automáticamente
		Elabora una lista de los gastos realizados
Documentos	Manejo de documentos en papel	Permite imprimir los documentos generados durante el trámite

Las principales categorías que surgieron en el análisis de la información, sobre las percepciones de los informantes respecto al uso de tarjetas inteligentes, en el apoyo a la administración de proyectos son: *Proyectos, Presupuesto, Gastos y Documentos*.

Éstas categoría surgieron debido a que los informantes consideraron útil que el sistema permita consultar el presupuesto de los proyectos mediante la tarjeta inteligente (Presupuesto), registrar automáticamente en la misma los trámites que van solicitando (Gastos) y les indica cuando necesitan solicitar una transferencia (*Presupuesto*).

Actualmente a los investigadores se les dificulta saber cuánto dinero les queda en su proyecto por no tener esta información disponible, entonces cuando llevan una solicitud de algún trámite a la secretaría administrativa sino cuentan con presupuesto suficiente este queda detenido hasta que se realiza una transferencia presupuestal.

Opinaron que encuentran utilidad en el uso de la tarjeta inteligente porque les permite administrar la información de los proyectos automáticamente (*Proyectos*), sin la necesidad de remplazar los documentos que se manejan en el proceso por documentos electrónicos (*Documentos*). Actualmente el personal administrativo realiza esta labor pero cada que llegan nuevas solicitudes, tiene que capturar la información de la solicitud en los archivos de Excel donde tienen registrada la información de los proyectos. Sin embargo esta información fue capturada anteriormente por el investigador en la solicitud por lo que existe una duplicidad de actividades. Más adelante una vez realizado el gasto del trámite tiene que actualizar manualmente los archivos del proyecto lo cual es muy tardado.

A continuación presentamos la transcripción de las principales percepciones respecto al uso de tarjetas inteligentes en la administración de los proyectos.

*“.. el uso de la tarjeta es importante porque ayuda para que conozcan (los investigadores) si tiene los recursos necesarios y estén conscientes de que el trámite se detiene hasta contar con los recursos, además es útil porque les permite a ellos ver que necesitan una transferencia presupuestal y para determinar qué partidas van a afectar dependiendo del plan de desarrollo que tengan para su proyecto..”***Informante(1), Administrativo**

“.. me parece importante que el sistema permita que se impriman los documentos que se generan en el trámite, porque a nosotros nos piden evidencias de los gastos y estos documentos tienen que ir en papel porque estamos certificados con el ISO-9001, pero sería bueno que las impresiones salieran en los formatos que nos solicitan por la certificación ..

”Informante (1), Administrativo

“..por lo general trato de ir registrando los gastos que hago de mi proyecto, pero de repente se me olvida registrar alguno y me pierdo, cuando ya de plano no me acuerdo y quiero solicitar un trámite voy y pregunto a la administración, allá me dice cuánto dinero tengo o si puedo hacer algún movimiento de dinero de una partida a otra, y hasta que no pregunto sé cuánto tengo. Aunque ir a preguntarle se me hace algo tedioso porque por lo general Carmen (jefa de proyectos) siempre está ocupada y cuando voy tiene que dedicarme 5 o 10 minutos en que yo le explique todo lo que yo tengo que hacer y que quiero que haga ella. En cambio el sistema me permite ver cuánto dinero tengo y como lo tengo repartido utilizando una tarjeta, incluso me dice en qué me lo gaste, sin tener que ir a preguntar, esto sería la forma de organización que siempre he querido, porque reconozco que soy muy desorganizado..” ***Informante(5), Investigador.***

“Es útil que el sistema te permita imprimir la solicitud porque es uno de los requisitos en la administración para poder solicitar un trámite con la pura tarjeta no se podría”

Informante (2), Investigador.

Percepción de intensidad de uso de los informantes respecto al prototipo del WfMS mediante tarjetas inteligente

Los informantes opinaron que en el caso de contar con la tecnología y el sistema sí lo utilizarían en su trabajo. Enseguida presentamos la tabla que muestra la categorización de las percepciones de los informantes respecto a su intensidad de uso (Tabla XVIII):

Tabla XVIII. Categorización de las percepciones respecto a la intención de uso del prototipo del WfMS mediante tarjetas inteligentes

Categoría	Propiedad	Dimensión
		Seguimiento de los trámites y conocer el estado

Percepción sobre el uso del sistema	Uso general	en el que se encuentran usando la tarjeta
		Mantener actualizada la información de los proyectos
		Consultar la información del presupuesto de los proyectos en sistema y tarjetas
		Para no perder tiempo buscando en manuales lo que se tiene que hacer en el proceso
		Identificar a los responsable del seguimiento del proceso para entregarle la tarjeta
	Habilidades y conocimientos	Tecnología conocida, experiencia de uso
	Consecuencias de usar la tecnología	Estandarizar los procesos
		Modificar mínimamente su formas de trabajo
		Adquirir la tecnología
	Facilidad de uso	Interfaz agradable, herramientas básicas, facilidad al introducir información
		Rápido de aprender por lo que no requiere leer un manual de uso
		Interacción transparente con la tarjeta
		Tarjetas inteligentes fáciles de guardar, de trasportar, etc.
		Notificación cuando la tarjeta está afuera de la lectora

La categoría principal que surgió en el análisis de los datos con respecto a este factor de análisis fue la: *Percepción sobre el uso del sistema*

Los informantes opinaron que si tuvieran la tecnología y el sistema si lo utilizarían para realizar su trabajo, principalmente para dar seguimiento de los trámites y conocer el estado en el que se encuentran usando la tarjeta, para consultar la información del presupuesto de los proyectos en sistema, para mantener actualizada la información de los proyectos (*Percepción sobre el uso del sistema*).

Los informantes opinaron que uno de los factores que los lleva a la adopción del sistema es su facilidad de uso mencionaron que interactuar con las tarjetas no implico gran trabajo sobre todo porque la mayoría tiene experiencia usando este tipo de tecnología (*Percepción sobre el uso del sistema*). Comentaron que solamente necesitaban aprender a utilizar el prototipo y acostumbrarse a utilizar las tarjetas inteligentes para todo lo que

tuvieran que ver con gastos del proyecto y su uso general (*Percepción sobre el uso del sistema*), pero piensan que les resultaría fácil.

Al final de las tareas se les pregunto a los informantes, cómo les había parecido el sistema respecto a su uso, algunas de las percepciones se presentan a continuación:

“..fue fácil utilizarlo, el ambiente de operación es sencillo no requiere de leer instructivos extensos, es amigable..” Informante(1), Administrativo.

“..fue fácil interactuar con la tarjeta porque es algo accesible que uno puede traer en cualquier momento ,durante el día o en la noche o en cualquier hora del día. Es fácil de guardar porque no es como una agenda de papel que por lo general son voluminosas donde uno este apuntando las cantidades o que a uno le permita, yo diría que más accesibilidad que una tarjeta es difícil ahorita..” Informante(5), Investigador.

“..Se me hizo muy fácil de usar, muy elemental muy obvia toda la parte del diseño , todas las ventanitas que salen indicándome lo que tengo que hacer evitan que cometa errores es el tipo de programa que yo llamo “programa a prueba de tontos” con esto te aseguras que lo que estás haciendo lo estás haciendo bien y te quedas más tranquilo, todo me parece amigable..” Informante (6), Investigador.

Finalmente les preguntamos a los informantes si estarían dispuestos a usar el prototipo como apoyo para su trabajo y contestaron lo siguiente:

“..si lo pusieran en la oficina, si lo utilizaría, para administrar los proyectos de investigación, como herramienta de comunicación permanente entre la administración y el investigador, respecto al presupuesto asignado, al ejercido, y a los trámites que haya pendientes, que en ocasiones..” Informante(1), Administrativo.

“.. si estaría dispuesto a usarlo, lo que se me hace atractivo del sistema es la transparencia que hay durante todo el trámite, por eso más que todo me inclinaría a usarlo, para estar al tanto porque al usar la tarjeta en el sistema ya sé por dónde va el trámite, quien tiene la responsabilidad en un momento determinado y si se atrasó el trámite se sabe quien tuvo la

*culpa de esto, hay como más transparencia. En cambio como está ahora, cuando uno va a preguntar qué paso con mi trámite te dicen que no se pudo continuar porque nos faltaba algo por entregar y supuestamente ya nos habían dicho, entonces como quien dice ya me echo la culpa a mí, entonces no hay transparencia en cómo se realiza el procedimiento actualmente. En cambio con lo que tu planteas, hay transparencia en todo el procedimiento sabes quién está haciendo sus cosas y quien se atoro con las suyas ..” **Informante(6), Investigador.***

*“si lo utilizaría, principalmente para ver cuánto dinero tengo, para solicitar un trámite, para ver los que he solicitado y ver también si ya me gaste todo el dinero de las partidas antes de que se acabe el año, sino solicitar algunas transferencias para poder usar el dinero, me serviría también para tener la información de los gastos del proyecto y realizar los reportes a final del año a la DGAPA y no tener que depender de la administración para obtener esta información ” **Informante(7), Investigador***

Una vez presentadas las categorizaciones de las percepciones presentaremos la conclusión de los resultados.

VI.6 Conclusión del análisis de los resultados

Como conclusión del análisis de los resultados obtenidos contestaremos las preguntas de evaluación en las que nos basamos para hacer la evaluación, haciendo el análisis por cada grupo de participantes.

La primera pregunta plantea lo siguiente: *¿Qué utilidad encuentran los miembros del personal administrativo y los investigadores con respecto a los mecanismos de apoyo a la administración de los flujos de trabajo mediante tarjetas inteligentes?*

Personal administrativo. En esta evaluación los miembros del personal administrativo comentaron que el sistema les había parecido muy dinámico, algo diferente a los que tienen implementados en su trabajo los cuales son simplemente sistemas de información. Opinaron que un sistema como el presentado en esta evaluación les permitiría ahorrar

tiempo, porque no tendría que estar capturando toda la información de las nuevas solicitudes, ni actualizando los archivos cada que se realiza un gasto. Su necesidad de optimizar el tiempo es debido a la excesiva carga de trabajo que tienen diariamente, por ello el módulo de información con el que cuenta el sistema fue algo de lo que más les llamó la atención, opinaron que una herramienta de este tipo les evitaría las constantes interrupciones de los investigadores en busca de información por lo que podrían avanzar más en su trabajo.

Encontraron utilidad en que el sistema provocara que todos los responsables se involucraran en el proceso porque el sistema indica qué actividad le corresponde a cada uno, no solamente ellos como encargados de la administración, comentaron que muchos de los trámites son detenidos porque algunos investigadores al dejar la solicitud en la secretaría administrativa se deslindan de toda responsabilidad a pesar de que más adelante les corresponden realizar ciertas actividades del proceso para poder finalizar el trámite.

La característica del sistema que les pareció más útil fue que este generará una lista de las solicitudes que tienen pendientes por atender sobre todo porque les muestra hasta donde avanzaron con cada trámite y si seleccionan cualquier elemento de la lista les permite continuarlo al mostrarles la siguiente actividad que tienen que realizar junto con la información que necesitan, además porque el sistema los va guiando a lo largo de cada trámite sin necesidad de que anden buscando en manuales qué actividades son las siguientes. Concluyeron que el sistema les permitiría tener mayor control de los trámites y agilizar la atención de los mismos evitando que se retrasaran.

Investigadores. A los investigadores les pareció útil el sistema principalmente porque los va guiando a lo largo del trámite mostrando paso a paso las actividades que les corresponde realizar y a la vez les proporciona la información que necesitan. Comentaron que solicitar trámites no es algo monótono, por esto no conocen el flujo de actividades que tienen que realizar, por lo mismo llaman o van constantemente a la secretaría administrativa para que les indiquen que hacer, encontraron útil el sistema porque les evitarían esto. Opinaron que este mecanismo dirige el proceso de una forma transparente, porque les permite observar a los responsables de cada actividad y además en qué etapa se

encuentra el trámite en determinado momento consultando el módulo de información. Mencionaron que esto, útil porque les permite darse cuenta si el trámite ha quedado detenido y quien es el responsable de esto incluso les recuerda los trámites que han solicitado porque generalmente se les olvida. Comentaron que no habría gran problema en ir al módulo de información a consultar sus trámites incluso lo podrían hacer al pasar cerca de este, a diferencia de tener que ir directamente con el personal administrativo lo cual consideraron algo engorroso porque siempre encontraban ocupada a la jefa de proyectos y tenían que interrumpirla para obtener la información que necesitaban o en ocasiones tenían que dar varias vueltas porque no la encontraban. Concluyeron que este mecanismo es útil porque los guía, les proporciona información, les indica si están atendiendo su trámite o si está detenido y les recuerda los trámites que han solicitado. Todo esto se resume en que les permite tener mayor control de los trámites que solicitan.

La segunda pregunta plantea lo siguiente: *¿Qué utilidad encuentra el personal administrativo y los investigadores con respecto a los mecanismos de apoyo a la administración de los proyectos mediante tarjetas inteligentes?*

Personal administrativo. Encontraron útil este mecanismo para su trabajo principalmente porque les permite administrar la información de los proyectos al mantenerla actualizada automáticamente, lo cual les ahorra tiempo. Registran la información de los proyectos en la base de datos del sistema una sola vez y este se las proporciona automáticamente cada que la necesitan para realizar una actividad. Les pareció útil poder consultar la información de los trámites solicitados por los investigadores mediante tres elementos con los que cuenta este mecanismo, *el informe financiero de los proyectos* porque les permite ver el presupuesto disponible para cada proyecto, *el informe de los gastos* porque les permite consultar la lista de trámites solicitados para cada proyecto junto con el gasto realizado, y *el informe de cheques* porque les permite consultar los cheques que entregaron a cada investigador y si han sido justificados. Gran parte de esta información es descargada en los contenedores del sistema, obtenida de la tarjeta inteligente, por lo que los requerimientos de captura por parte del personal administrativo son mínimos. Concluyeron que este

mecanismo les parece útil principalmente porque les evita actualizar la información de los proyectos manualmente lo que les permite ahorrar tiempo.

Investigadores. Los investigadores también consideraron útil el sistema porque a ellos se les dificulta saber cuánto dinero les queda en su proyecto por no tener esta información disponible en su área de trabajo, comentaron que en la medida de lo posible intentan llevar un control de los gastos que van haciendo de su proyecto, pero cuando se les olvida registrar cierta información lo pierden y el presupuesto que tienen registrado no concuerda con el que tiene la jefa de proyectos. Entonces cuando llevan una solicitud de algún trámite a la secretaría administrativa sino cuentan con presupuesto suficiente, este queda detenido hasta que se realiza una transferencia presupuestal. Concluyeron que el mecanismo es útil porque les permite consultar esta información, registra automáticamente los trámites que van solicitando y les indica cuando necesitan solicitar una transferencia.

La tercera pregunta plantea lo siguiente: *¿Qué utilidad encuentra el personal administrativo y los investigadores con respecto al uso de tarjetas inteligentes como mecanismo de coordinación de los flujos de trabajo?*

Personal administrativo. Encontraron utilidad en que a los investigadores se les proporcionara una tarjeta inteligente con la información de su proyecto, porque en esta ellos encontrarán parte de la información que constantemente solicitan directamente en la secretaría administrativa por lo que no habría necesidad de que se fueran para allá. Además encontraron que la tarjeta les permite el flujo de información entre ellos y los investigadores porque obtienen la información introducida por los investigadores a través de la tarjeta automáticamente y viceversa. Además los relaciona coordinando las etapas por las que atraviesa el trámite, lo cual evita que los investigadores se deslinden de su responsabilidad en el proceso.

Investigadores. La principal utilidad que encontraron en usar una tarjeta inteligente es que les permite consultar la información de su proyecto como el presupuesto que tienen disponible y cuánto les queda en cada una de las partidas presupuestales. Por otra parte les

parece útil porque registra los trámites que van solicitando y yendo al módulo de información pueden saber en qué etapa se encuentran. Esta información la consideran importante porque les evita ir o llamar a la secretaría administrativa para preguntar por esta información, la cual generalmente es la que más solicitan.

En esta evaluación encontramos argumentos suficientes para afirmar que los informantes si encontraron útiles los mecanismos con los que cuenta el prototipo del sistema y el utilizar tarjetas inteligentes en su trabajo. En las discusiones con los participantes se estuvo de acuerdo en que las tarjetas inteligentes son una buena opción para coordinar los procesos, sobre todo porque esta tecnología proporciona múltiples servicios adicionales a los presentados en esta evaluación. Uno de los servicios que se le podría adicionar es permitir el acceso a la organización, actualmente se observa que la seguridad en el CNyN ha incrementado y que el acceso está restringido vigilado por un guardia de seguridad, para entrar tienes que tocar un timbre. Los investigadores al contar con una tarjeta inteligente podrían introducirla en una lectora instalada en la puerta y el sistema les permitiría el acceso a la organización, de igual forma serviría para entrar a la biblioteca donde también el acceso está restringido. De esta manera la tarjeta les serviría como una identificación el cual es un servicio adicional al que les proporciona con sus proyectos. Otra utilidad que los informantes observaron en las tarjetas inteligentes es que podrían controlar los gastos de papelería de la organización, por ejemplo en el número de copias que tiene permitidas cada persona.

Algo muy interesante comentado en las entrevistas por los informantes fue que las tarjetas inteligentes podrían ser utilizadas incluso en organización que trabajan con sistemas basados en WEB, estas tecnologías no están peleadas entre sí. En caso de que las organizaciones con este tipo de sistemas tuvieran problemas con la estabilidad de las redes podrían consultar la información que necesitan a través de las tarjetas sin necesidad de depender del Internet.

VI.7 Resumen

En este capítulo, presentamos la evaluación del prototipo de un sistema de administración de flujos de trabajo que se desarrolló para este trabajo de tesis. En esta obtuvimos las opiniones de algunos miembros del personal administrativo y un grupo de investigadores donde obtuvimos con respecto a la utilidad que le encontraron al prototipo. Primeramente presentamos la metodología en la que consistió la evaluación. Enseguida describimos ampliamente en que consistió cada etapa de la metodología, comenzamos con el problema de evaluación, siguiendo con el diseño del experimento, el experimento de evaluación, el análisis de los resultados y las conclusiones.

Los resultados del experimento se analizaron con métodos cualitativos porque se buscaba conocer el sentir de los informantes con respecto a la utilidad que le encuentran al prototipo del sistema, si les parece fácil de usar y si estarían dispuestos a usarlo.

Finalmente presentamos las conclusiones de los resultados los cuales arrojan que las herramientas evaluadas si son de utilidad para los informantes.

Capítulo VII. Conclusiones

VII.1 Conclusiones

En este trabajo de tesis se abordó la necesidad que existe en el área de investigación de flujos de trabajo de desarrollar e implementar WfMS con nuevos enfoques, más adecuados al contexto de las organizaciones que presentan problemas para administrar sus procesos, principalmente enfocados en aquellas donde el papel no puede ser sustituido por documentos electrónicos y donde no existen redes de comunicaciones o que las redes no son confiables de tal forma que permitan la implementación de estos sistemas.

Dada la problemática anterior, en este trabajo de tesis, se abordó ésta por medio del desarrollo de un WfMS mediante tarjetas inteligentes que diera soporte a las organizaciones con esas características. Este sistema está basado en una arquitectura distribuida en la cual varios motores de WfMS interactúan entre sí a través de las tarjetas inteligentes, coordinando los estados por los que atraviesan los procesos y permitiendo el flujo de la información entre los agentes, sin necesidad de que exista una red, para establecer la comunicación entre las estaciones de trabajo donde se realizan las actividades, y permitiendo el manejo de los documentos generados durante el proceso impresos en papel.

Con el propósito de identificar los requerimientos funcionales de la arquitectura y los mecanismos que la conforman se realizó un caso de estudio en la secretaría administrativa del CNYN de la UNAM en el proceso de administración de proyectos, en el cual se utilizaron técnicas de ingeniería y modelado de procesos que nos permitieron estudiar el proceso en forma intensa y detallada, así como identificar las decisiones importantes, identificar a las personas involucradas, el ambiente en el que se desenvuelven y los elementos con los que cuentan para realizar su trabajo.

Como resultado de este estudio, encontramos que el diseño del sistema administración de flujos de trabajo debía incluir mecanismos que permitan a los usuarios identificar su responsabilidad en el proceso y controlar el flujo de la información entre los agentes; sin descartar los documentos impresos en papel por exigencias de la certificación ISO9001 con la que cuentan. Además que los guíe de tal manera que las actividades se vuelvan más sencillas y les permita dar seguimiento de los procesos al controlar el estado en el que se encuentran.

Por otra parte se identificó la necesidad de contar con un módulo de consulta que despliegue información de los procesos y permita que los agentes se involucren en el resto de las etapas que conforman los procesos, que no sientan incertidumbre por no saber que está sucediendo con estos y se mantengan alertas para cuando sea momento de su participación.

Con los requerimientos encontrados en el caso de estudio en conjunto con los obtenidos de la literatura y del análisis de la tecnología, primero se realizó el diseño de la arquitectura del sistema la cual está compuesta por 4 módulos: *módulo principal* y *módulo secundario*, las cuales representan las estaciones de trabajo donde se llevan a cabo las actividades que conforman el flujo de trabajo, *el modulo de información*, que funciona como mecanismo de consulta del estado de los procesos y *el mecanismo de coordinación* el cual permite la comunicación entre los motores de WfMS ubicados en el módulo principal y en el secundario para la ejecución de los procesos.

Una vez establecido el diseño arquitectónico del WfMS se diseñó la funcionalidad y el comportamiento del mismo. Se realizaron 3 modelos del flujo de trabajo en el cual está basado el sistema, el primero utilizando DTE para destacar los estados relevantes del proceso así como los eventos que provocan un cambio de estado, el segundo fue un modelo basado en la teoría de autómatas finitos deterministas, que estableció el manejo de los estados y los eventos del proceso mediante claves, de tal manera que se pudieron introducir en la tarjeta tomando en cuenta las limitaciones de espacio de almacenamiento de información con las que cuentan, y permitiendo que estas claves fueran interpretadas por el

WfMS para dar seguimiento del proceso, y el tercer modelo fue hecho en XML en el cual se reunió la información que define el flujo de trabajo que sigue el proceso organizacional, el cual es interpretado por el WfMS durante su ejecución para definir su comportamiento.

Finalmente se realizó un prototipo del WfMS, para el subproceso de viáticos y boletos del CNyN de la UNAM, en el cual se desarrollaron todos los mecanismos establecidos en el diseño y se implementó el modelo del flujo de trabajo hecho en XML de este subproceso. Con la finalidad de conocer la percepción de utilidad e impacto en el trabajo de los informantes que laboran en la organización respecto al uso de tarjetas inteligentes como apoyo a la administración de los flujos de trabajo. Se llevó a cabo una evaluación del prototipo y los resultados se analizaron en forma cualitativa.

Los resultados de este experimento arrojan que los informantes perciben utilidad en el prototipo del WfMS evaluado en cuanto a que les permitiría tener mayor control de los trámites que solicitan en la secretaría administrativa, y agilizar la atención de los mismos utilizando las tarjetas inteligentes, debido a que permiten que se registre la información del trámite automáticamente desde el momento de su llegada, evitando con esto que se retrasen. Lo encuentran útil porque los guía durante todo el proceso y les proporciona la información a través de las tarjetas inteligentes que necesita para realizar sus actividades, les permite saber si algún trámite está detenido consultando esta información en el módulo de información con la tarjeta inteligente. Además que las tarjetas inteligentes son una buena opción para coordinar los procesos, sobre todo porque esta tecnología proporciona múltiples servicios adicionales a los presentados en la evaluación que podrían ser aplicados bajo el mismo enfoque de este trabajo.

VII.2 Aportaciones

El objetivo de esta tesis fue *desarrollar un sistema de administración de flujos de trabajo mediante tarjetas inteligentes para un proceso organizacional de un entorno real*. En este sentido las contribuciones principales de este trabajo se mencionan a continuación:

- El desarrollo de un WfMS utilizando tarjetas inteligentes que coordina los elementos que conforman los procesos sin necesidad de que exista una red y sin sustituir los documentos impresos en papel.
- El diseño de una arquitectura distribuida que sirve como base para el desarrollo WfMS mediante tarjetas inteligentes. Estos sistemas funcionarán bajo un esquema de estaciones de trabajo distribuidas, donde la ejecución de las actividades será llevada a cabo en forma independiente en cada estación y la comunicación y coordinación entre estas se logrará utilizando tarjetas inteligentes.
- El diseño de un modelo basado en autómatas finitos deterministas, que establece la forma de almacenar la información de un proceso en las tarjetas inteligentes para que sea posible darle seguimiento.
- Se experimentó con funcionamiento de una tecnología que no había sido utilizada para apoyar la administración de los flujos de trabajo, la cual además de esto permite múltiples servicios adicionales por lo que se determinó que podría ser una buena opción para este nuevo enfoque de desarrollo de estos sistemas.

VII.3 Limitaciones

Las limitaciones de este trabajo de tesis se enlistan a continuación:

- El desarrollo del prototipo del WfMS se realizó para el seguimiento de un solo flujo de trabajo y no se involucra ningún sistema de información.
- No se utilizaron ninguno de los mecanismos de seguridad que posee la tarjeta inteligente, por lo cual se accede fácilmente a la información contenida en la tarjeta, mediante una lectora.
- Por falta de tiempo y disponibilidad de los informantes la evaluación se realizó mediante un experimento controlado en el que participaron 7 personas, por ser una muestra pequeña la evaluación se realizó en forma cualitativa, siendo necesario contrastar los resultados obtenidos contra una evaluación cuantitativa, para que estos sean más confiables.

VII.4 Trabajo futuro

Se propone como trabajo futuro lo siguiente:

- Extender la arquitectura propuesta para que permita interactuar a las tarjetas inteligentes con los sistemas de información involucrados en los procesos, de tal forma que éstas puedan obtener la información que necesitan para darle seguimiento a los mismos.
- Evaluar la arquitectura propuesta en este trabajo, para el WfMS mediante tarjetas inteligentes, en otros ambientes organizacionales con el objetivo de estandarizar los requerimientos para estos sistemas.
- Aplicar los mecanismos de seguridad de las tarjetas inteligentes para proteger la información almacenada en su estructura.
- Desarrollar una herramienta que permita crear fácilmente la estructura interna de las tarjetas inteligentes, y modificarla cuando sea necesario para que se adecúe a los requerimientos de información de la organización.

Referencias

ACS3, 2007. “*Manual de referencia ACOS3*”.

http://www.scmmicro.ru/upload/catalog/items/docs/ACOS3%20Reference%20Manual_v3.7_v1.07.pdf (Consultado en Marzo 2009)

Alonso G., Gunthor R., Kamath M., Agrawal D., El Abbadi A. y Mohan C. 1996. “*Exotica/FMDC: Handling Disconnected Clients in a Workflow Managements System*”. *Journal of Distributed and Parallel Databases: Special Issue on Databases and Mobile Computing*.5:99-110 p.

Alonso G., Reinwald B. y Mohan C. 1997. “*Distributed data managements in workflow environments*”. *Proceedings of the 7th International Workshop on Research Issues in Data Engineering (RIDE'97)*. 07-11 de Abril en Birmingham, Inglaterra.82-90 p.

Alonso, G., Kuno, H., Harumi, C, Fabio M. y Vijay L. (2004). “*Web Services: Concepts, Architectures and Applications*”. Springer Verlarg.Primera edición. Alemania. 286 pp.

Arroyo S., Martinez A. y Fernandez R. 2003. “*Supporting Disconnect Workflow in PDA Device*”. *Internacional Conference on Information System and Engineering 2003 (ISE' 2003)*.20-25 de Julio en Montreal Canada. 277-292 p.

Barbara D., Mehrotra S. y Rusinkiewicz M. 1994. “*INCAS: A Computation Model for Dynamic Workflow in Autonomous Distributed Envioirements*”. *Journal of Database Management*.5(2):1-27 p.

Bennett, S., Skelton, J. y Lunn K. 2004. “*Schaum's outline of UML*”, *Schaum's Outline Series*. McGraw-Hill. Primera edición. Washington, D.C. 380 pp.

Caro, J.2004. “*Tecnología Workflow: Estado actual de la Investigación*”. Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Grupo de investigación SICUMA. Universidad de Málaga.

http://www.lcc.uma.es/~jlcaro/doctorado/Curso_Doctorado_Workflow_2004.pdf

(Consultado en Agosto del 2008)

Coulouris, G., J. Dollimore y T. Kindberg, 2001. “*Sistemas Distribuidos: Conceptos y Diseño*”. Addison Wesley. Tercera Edición. Madrid. 744 pp.

Curtis B., Kellner M. y Over Jim. 1992. “*Process Modeling*”. Communications of ACM.35(9):75-90 p.

Dhar S. 2003. “*Introduccion to Smart Cards: Data Security Management*”.Auerbach Publications.4:1-9 p.

Fischer L. 2007. “*BPM and Workflow HANDBOOK*”. Workflow Management Coalition (WfMC).Future Strategies Inc. Primera Edición.Florida. 322 pp.

Fowler, M. 2004. “*UML Distilled*”. Addison Wesley. Quinta edición. Boston, 175 pp.

Fowler, M. y Scott, K.1997. “*UML Distilled*”. Addison Wesley. Tercera edición. Massachusetts. 179pp.

Gómez J., Martínez G., y Fernando R. 2008. “*Expediente Médico Personal en Tarjetas inteligentes (PHR)*”. Encuentro Nacional de Computación (ENC’08). 6-10 de Octubre en Mexicali, BC., México.1-6 p.

Gutierrez A., y Martinez R.2001. “*XML a través de ejemplos*”. Alfaomega RA-MA. Primera Edición, España. 487pp.

Hollingsworth D. 2005. “*The Workflow Reference Model*”. Workflow Management Coalition(WfMC). Documento número TC00-1003 (1.1). 20-44 p.

HongQian K.2007. “*Network smart card review and analysis*”. Computer Networks: The International Journal of Computer and Telecommunications Networking.51(9): 2234-2247 p.

Hopcroft J., Motwani R., y Ullman J. 2001. “*Introduction to Automata Theory, Languages and Computation*”. Addison Wesley. Segunda Edición, Massachusetts.584 pp.

Huckvale, T. y Ould M.1995. “*Process Modeling - Who, What and How: Role Activity Diagraming, Business Process Change: Reengineering, Concepts, Methods and Technologies*”, Idea Group Publishing.25. 330-349 p.

Kardas G. and Tunali E. T., 2006. “*Design and implementation of a smart card based healthcare information system*”. Computer methods and programs in biomedicine. 8(1), 66-78 p.

Kawalek, P.1998. “*A Method for Designing the Software Support for Coordination*”. Tesis doctoral. Universidad de Manchester, Inglaterra. 199 pp.

Miles, M. y Huberman, A. 1994. “*Qualitative Data Analysis. An expanded sourcebook*”.SAGE Publications, Inc. Segunda Edición. London. 337 pp.

Monk A. y Howard E. 1998. “*Methods and Tools.The Rich Picture:A Tool for Reasoning About Work Context*”. Interactions.5(2). 21-30 p.

Moreno J., Verese I., y Joyanes L.2004, “*Modelo Transaccional para Aplicaciones de Workflow*”. II Simposio Internacional de Sistemas de Información Ingeniería de Software en la Sociedad del Conocimiento.20-13 de Agosto en Lima Peru.1-14p.

Poynder R.2001.*A guide to Smart Cards. Smartex Limited.*

http://www.smartex.com/smartcards_guide.html (Consultado en Octubre del 2008)

Presley A. y Liles D.1995. *The use of IDEF0 for the design and specification of Methodologies*. Automatization & Robotic Research Institute. The University of Texas at

Arlington. 4th Industrial Engineering Research Conference. Mayo en Nashville, TN. 442-448 p.

Purvis M., Purvis M., y Lemalu S. 2001. "*A Framework for Distributed Workflow Systems*". Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). 3-6 de Enero en Hawaii. 1-8 pp.

Rankl W. 2007. "*Smarts Cards Applications. Design Models for using and modeling smartcards.*". Jonh Wiley & Sons, Inc. Primera Edición. Inglaterra. 385pp.

Rodríguez A. y Cuervo E. 2006, "*Nuevas Tendencias en Sistemas de Información: procesos y servicios*". Universidad de León. Pecunia: revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. 2.129-158 p.

Rumbaugh, J., Jacobson, I. y Booch G. 2000. "*El lenguaje unificado de modelado. Manual de referencia*". Editorial Pearson educación, S.A. Primera Edición. Madrid. 552 pp.

Seungil L., Dongsoo H. y Dongman L. 2001. "*Supporting Voluntary Disconnection in WFMSs*". Proceedings of the Third International Symposium on Cooperative Databases System for Advanced Applications (CODAS'2001). 23-24 de Abril en Beijing, China. 147 - 157 p.

Smith, H. y Fingar, P. 2003. "*Business Process Management (BPM): The Third wave*". Meghan-Kiffer Press. Primera Edición, USA. 256 pp.

Sommerville, I. 2002. "*Ingeniería de Software*". Addison Wesley, Sexta Edición, México, 712 pp.

Stevens P. y Pooley R. 1999. "*Using UML: Software Engineering with Objects and Components*". Addison Wesley. Primera Edición. Massachusetts. 287pp.

Strauss, A. and Corbin, J. 1998. "*Basics of Qualitative Research: Techniques and procedures for developing grounded theory*", Sage Publications, Inc. Tercera Edición. California. 379 pp.

Wastell D., White P. and Kawalek P. 1994. "*A methodology for business process redesign: experiences and issues*". *Journal of Strategic System*.3(1). 23-40 p.

Wilson, B.1990. "*Systems: Concepts, Methodologies and Applications*", John Wiley & Sons Ltd. Second Edition. London. 391 pp.

Yung Y. 2002. "*Enabling Cost-effective Lightweight Disconnected Workflow for Web-based Teamwork Support*". *Journal of Applied System Studies*. 3(2): 437-453p

Apéndice A. Modelado del proceso

En este anexo se muestran algunos diagramas realizados durante el modelado del “proceso de administración de proyectos” realizado durante el caso de estudio que se llevó a cabo en la secretaría administrativa del CNyN UNAM descrito en el capítulo III.

Se presentan primeramente los RAD'S realizados para el trámite de viáticos y boletos, seguido por los diagramas IDEF0 en su nivel 0 y 1 del mismo trámite.

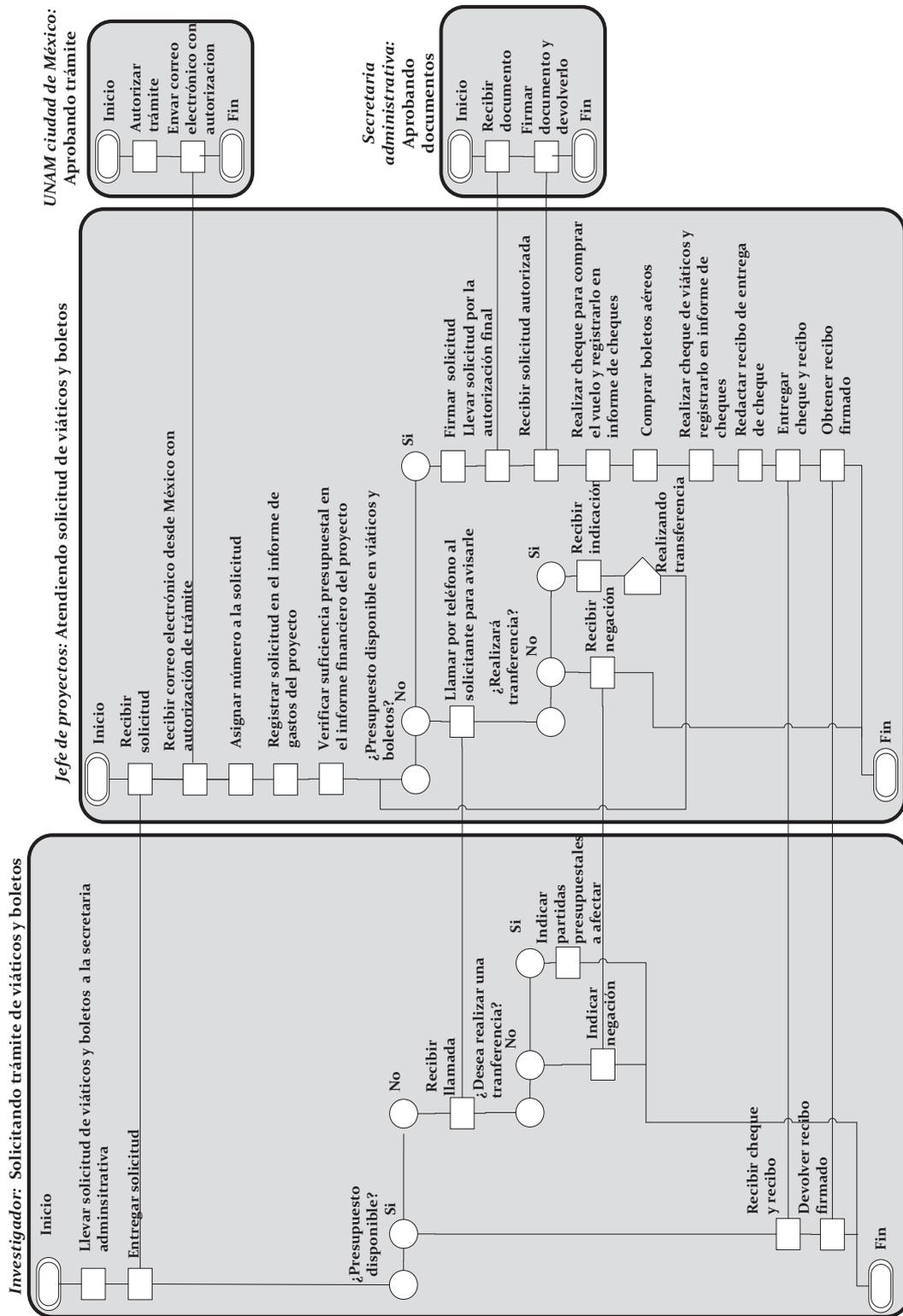


Figura 64. RAD's para los roles "solicitando trámite de viáticos y boletos", "atendiendo solicitud de viáticos y boletos", "aprobando trámite y aprobando documentos"

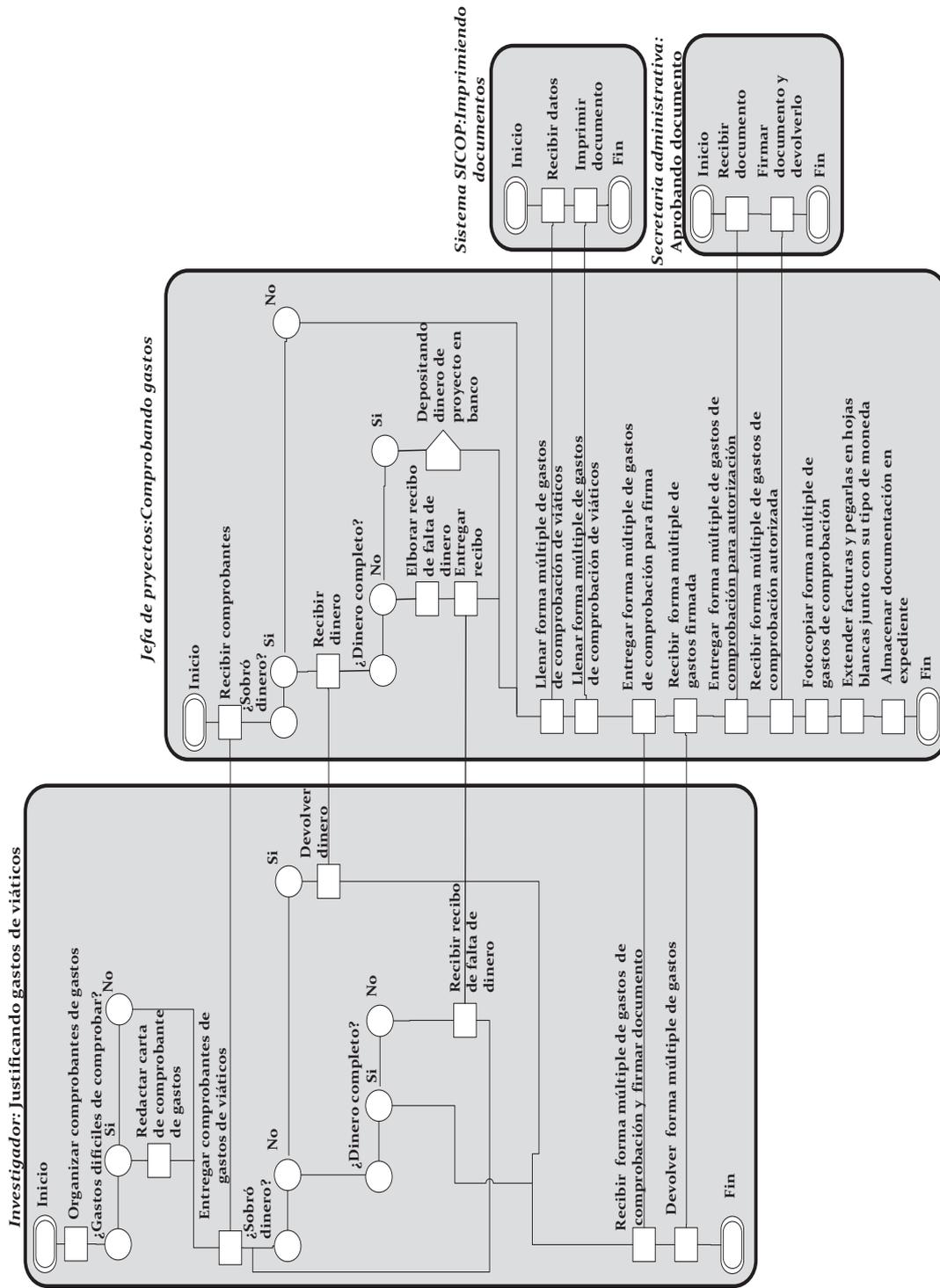


Figura 65. RAD's para los roles "justificando gastos de viáticos", "comprobando gastos", "imprimiendo documentos" y "aprobando documentos"

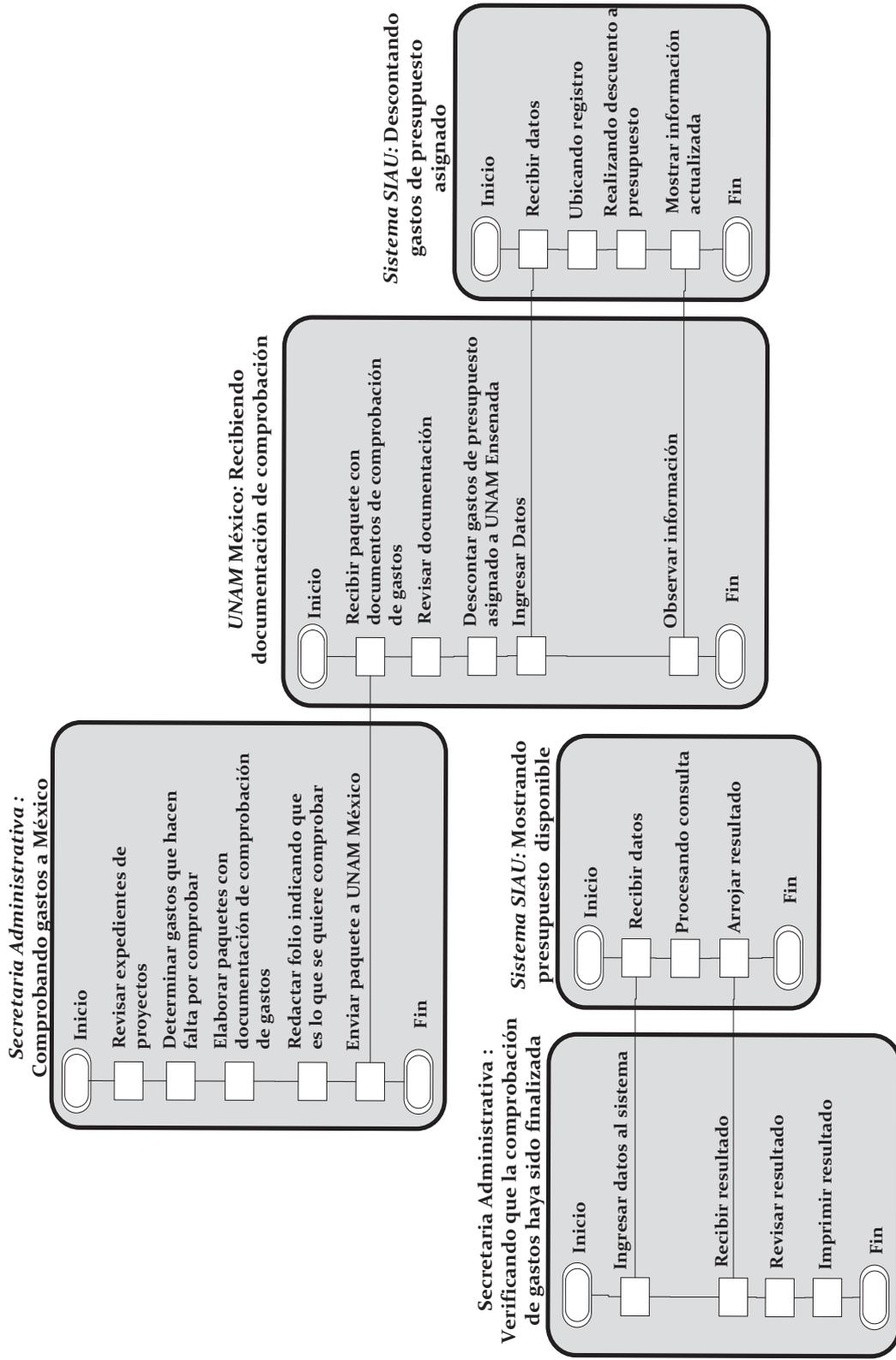


Figura 66. RAD's para los roles "comprobando gastos a México", "recibiendo documentación de comprobación", "descontando gastos del presupuesto asignado", "verificando que la comprobación de gastos haya sido finalizada" y mostrando presupuesto disponible

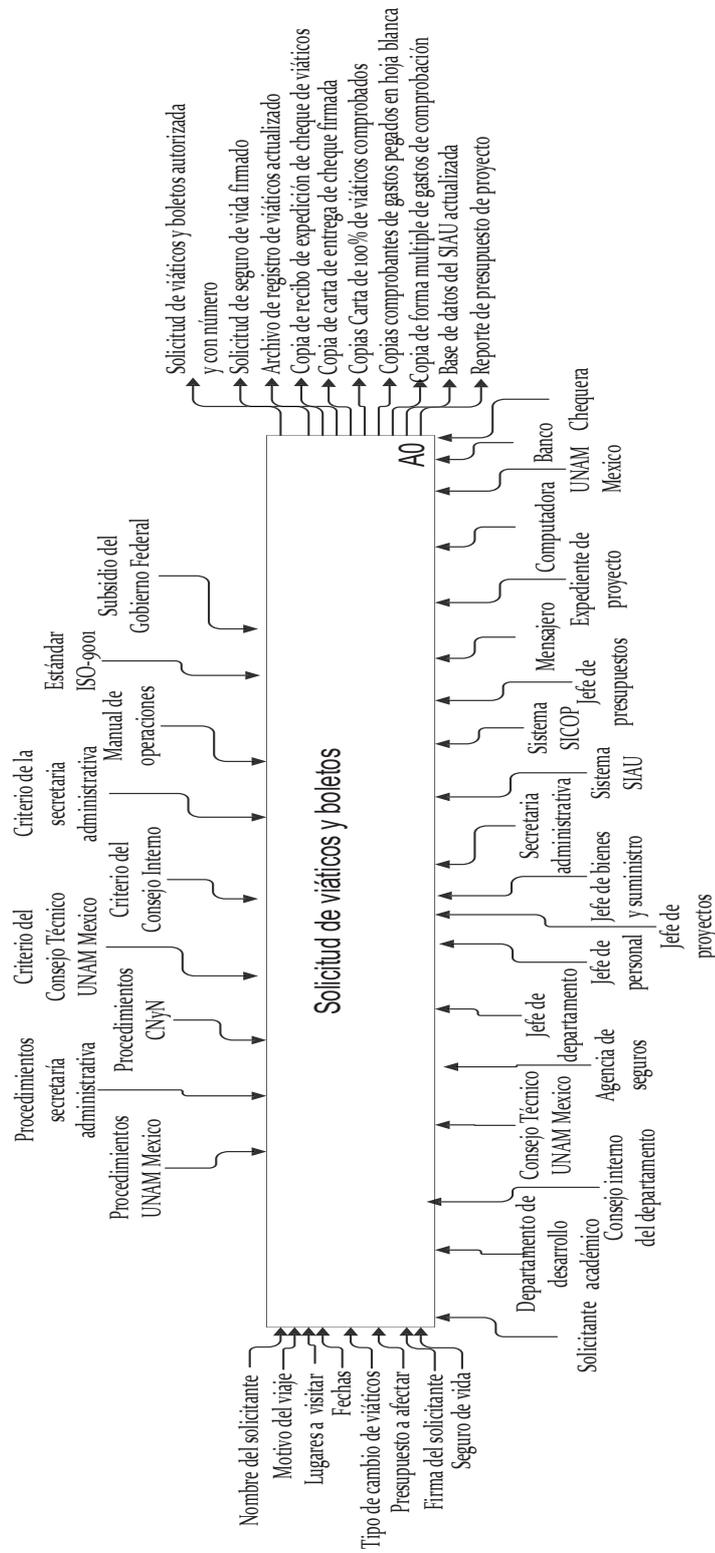


Figura 67. IDEFO para el subproceso de viáticos y boletos en su nivel 0

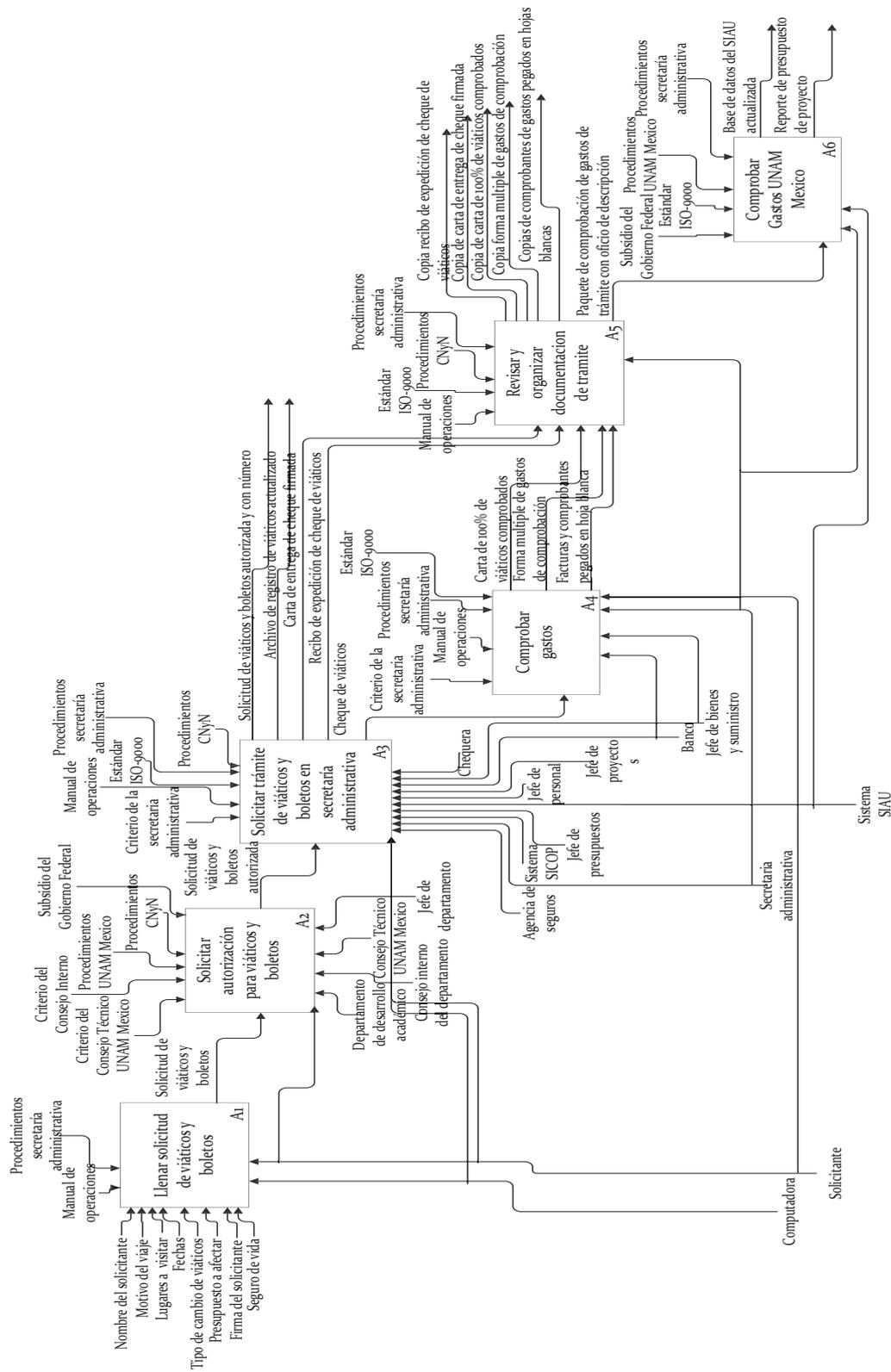


Figura 68. IDEFO para el subproceso de viáticos y boletos en su nivel 1

Apéndice B. Modelo del flujo de trabajo hecho en XML

Documento XML

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<proceso>
  <subproceso idsub="211" nomsubpro="Viaticos y boletos" edoinicial="vb02"
edocancelar="vb00" edoterminar="vb23">
    <estadosrol nombrerol="Solicitando trámite de viaticos y boletos"
agente="Investigador">

      <estado idedo="vb02" nomedo="Solicitando informacion inicial" actnom="Llenar
solicitud de viáticos y boletos" nompantalla="viaticosyboletos.cs" id_datos_sis="S1"
id_datos_tar="T1">
        <evento id_evento="av01" nomevento="Registrar Informacion" edo_sig="vb03"/>
        <evento id_evento="av02" nomevento="Guardar temporalmente" edo_sig="vb02"/>
        <evento id_evento="av00" nomevento="Cancelar tramite" edo_sig="vb00"/>
      </estado>

      <estado idedo="vb03" nomedo="Validando informacion" actnom="Verificar presupuesto"
nompantalla="viaticosyboletos.cs" id_datos_sis="S2" id_datos_tar="T2">
        <evento id_evento="av00" nomevento="Cancelar tramite" edo_sig="vb00"/>
        <evento id_evento="av03" nomevento="Validar infomacion" edo_sig="vb04"/>
      </estado>

      <estado idedo="vb00" nomedo="Solicitud Cancelada" actnom="Cancelar tramite"
nompantalla="tramitecancelado.cs">
      </estado>

      <estado idedo="vb04" nomedo="Llevando solicitud a secretaria administrativa"
actnom="Entregar solicitud" nompantalla="viaticosyboletos.cs" id_datos_tar="T1">
        <evento id_evento="av04" nomevento="Modificar informacion" edo_sig="vb02"/>
        <evento id_evento="av05" nomevento="Almacenar informacion en sistema/tarjeta"
edo_sig="vb06"/>
      </estado>
    </estadosrol>

    <estadosrol nombrerol="Atendiendo solicitud de viaticos y boletos" agente="Jefe de
proyectos">

      <estado idedo="vb06" nomedo="Verificando suficiencia presupuestal"
actnom="Verificar suficiencia presupuestal" nompantalla="suficienciapresupuestal.cs"
id_datos_tar="T3">
        <evento id_evento="av07" nomevento="Trasferencia presupuestal" edo_sig="vb07"/>
        <evento id_evento="av08" nomevento="Autorizar tramite" edo_sig="vb09"/>
        <evento id_evento="av00" nomevento="Cancelar tramite" edo_sig="vb00"/>
      </estado>

      <estado idedo="vb07" nomedo="Realizando transferencia presupuestal"
actnom="Realizar transferencia presupuestal" nompantalla="transferencia.cs"
id_datos_sis="S3" id_datos_tar="T4">
        <evento id_evento="av10" nomevento="Transferir presupuesto" edo_sig="vb06"/>
      </estado>

      <estado idedo="vb09" nomedo="Capturando informacion de solicitud"
actnom="Registrar solicitud" nompantalla="capturandosolicitud.cs" id_datos_sis="S4"
id_datos_tar="T5">
        <evento id_evento="av11" nomevento="Registrar gasto pendiente" edo_sig="vb10"/>
      </estado>
    </estadosrol>
  </subproceso>
</proceso>

```

```

        <estado idedo="vb10" nomedo="Esperando autorizacion desde Mexico"
actnom="Solicitar autorizacion" nompantalla="autorizacion.cs">
        <evento id_evento="av12" nomevento="Continuar trámite" edo_sig="vb11"/>
        <evento id_evento="av00" nomevento="Cancelar tramite" edo_sig="vb00"/>
    </estado>

<estado idedo="vb11" nomedo="Comprando boletos de vuelo" actnom="Comprar boletos "
nompantalla="boletos.cs">
    <evento id_evento="av13" nomevento="Comprados" edo_sig="vb12"/>
</estado>

    <estado idedo="vb12" nomedo="Realizando cheque de viáticos" actnom="Realizar
cheque" nompantalla="notificarcheque.cs">
    <evento id_evento="av14" nomevento="Notificar cheque listo" edo_sig="vb13"/>
</estado>

    <estado idedo="vb13" nomedo="Esperando registro de cheque de viáticos"
actnom="Registrar informacion de cheque" nompantalla="informacioncheque.cs"
id_datos_sis="S5" id_datos_tar="T6">
    <evento id_evento="av15" nomevento="Registrar cheque" edo_sig="vb14"/>
</estado>

    <estado idedo="vb14" nomedo="Esperando recojan cheque de viáticos"
actnom="Esperar para entrega" nompantalla="entregarcheque.cs">
    <evento id_evento="av16" nomevento="Introducir informacion en tarjeta"
edo_sig="vb15"/>
</estado>
</estadosrol>

    <estadosrol nombrerol="Justificando gastos de viaticos" agente="Investigador">

    <estado idedo="vb15" nomedo="Esperando comprobacion de gastos" actnom="Justificar
gastos" nompantalla="comprobaciongastos.cs" id_datos_sis="S6" id_datos_tar="T7">
    <evento id_evento="av17" nomevento="Registrar en tarjeta" edo_sig="vb19"/>
</estado>
</estadosrol>

    <estadosrol nombrerol="Comprobando gastos" agente="Jefe de proyectos">

    <estado idedo="vb19" nomedo="Comprobando gastos de viaticosy boletos"
actnom="Realizar comprobación de gastos" nompantalla="comprobaciongastos2.cs"
id_datos_tar="T8">
    <evento id_evento="av23" nomevento="Completar comprobacion" edo_sig="vb22"/>
</estado>

    <estado idedo="vb22" nomedo="Comprobando gastos a Mexico" actnom="Comprobar
gastos a mexico" nompantalla="Finalizartramite.cs">
    <evento id_evento="av24" nomevento="Obtener presupuesto de proyecto
actualizado" edo_sig="vb23"/>
</estado>

    <estado idedo="vb23" nomedo="Tramite finalizado" actnom="Terminar tramite">
</estado>
</estadosrol>

</subproceso>
</proceso>

```

Esquema XML

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema attributeFormDefault="unqualified" elementFormDefault="qualified"
xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xs:element name="proceso">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="subproceso">
          <xs:complexType>
            <xs:sequence>
              <xs:element maxOccurs="unbounded" name="estadosrol">
                <xs:complexType>
                  <xs:sequence>
                    <xs:element maxOccurs="unbounded" name="estado">
                      <xs:complexType mixed="true">
                        <xs:sequence minOccurs="0">
                          <xs:element maxOccurs="unbounded" name="evento">
                            <xs:complexType>
                              <xs:attribute name="id_evento" type="xs:string"
use="required" />
                              <xs:attribute name="nomevento" type="xs:string"
use="required" />
                              <xs:attribute name="edo_sig" type="xs:string"
use="required" />
                            </xs:complexType>
                          </xs:element>
                        </xs:sequence>
                      </xs:element>
                    </xs:sequence>
                    <xs:attribute name="idedo" type="xs:string" use="required" />
                    <xs:attribute name="nomedo" type="xs:string" use="required" />
                    <xs:attribute name="actnom" type="xs:string" use="required" />
                    <xs:attribute name="nompantalla" type="xs:string" use="optional"
/>
                    <xs:attribute name="id_datos_sis" type="xs:string"
use="optional" />
                    <xs:attribute name="id_datos_tar" type="xs:string"
use="optional" />
                  </xs:complexType>
                </xs:element>
              </xs:sequence>
              <xs:attribute name="nombrerol" type="xs:string" use="required" />
              <xs:attribute name="agente" type="xs:string" use="required" />
            </xs:complexType>
          </xs:element>
        </xs:sequence>
        <xs:attribute name="idsub" type="xs:unsignedByte" use="required" />
        <xs:attribute name="nomsubpro" type="xs:string" use="required" />
        <xs:attribute name="edoinicial" type="xs:string" use="required" />
        <xs:attribute name="edocancelar" type="xs:string" use="required" />
        <xs:attribute name="edoterminar" type="xs:string" use="required" />
      </xs:complexType>
    </xs:element>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>

```

Apéndice C. Aspectos técnicos de las tarjetas

Las tarjetas inteligentes utilizadas en este trabajo de tesis fueron las ACOS3 (por sus siglas en inglés *ACS Smart Card Operating Systems Version 3*) de 24Kbytes de memoria EEPROM para aplicaciones de datos. En este anexo describiremos brevemente algunos detalles técnicos de la estructura interna de estas tarjetas y de los comandos de escritura y lectura que utilizamos para interactuar con la misma, así como de los mecanismos de seguridad que poseen, ésta información fue obtenida del manual de referencia de las ACOS3.

Estructura interna

La estructura interna de las tarjetas inteligentes está compuesta mediante archivos de datos divididos en dos categorías, *los archivos de datos internos*, y *los archivos de datos del usuario*. Los primeros almacenan información en la tarjeta que proviene del fabricante, por ejemplo, la capacidad de la memoria EEPROM que poseen, etc.

El número máximo de archivos de datos que puede contener una tarjeta inteligente ACO3 es de 31. Estos archivos están compuestos a la vez por registros, que son pequeñas entidades de datos que son direccionadas hacia el archivo donde serán almacenadas. Cada archivo permite almacenar hasta 255 registros con una capacidad máxima de 255 bytes. El tamaño de los registros puede variar de un archivo a otro pero no en el mismo archivo. La *Figura 69* muestra un ejemplo de la estructura interna de las tarjetas ACOS3.

Es necesario considerar que si se hace una multiplicación de 31(archivos) x 255 (registros) x 255 (bytes) nos dará un resultado de 2, 015, 775 bytes (1,968 Kbytes) de almacenamiento, sin embargo la tarjeta inteligente cuenta con 24, 576bytes (24 Kbytes) de almacenamiento máximo, una cifra muy alejada de la anterior, por lo cual se debe tener cuidado al momento de estructurar la información en la tarjeta inteligente para no sobrepasar la capacidad de almacenamiento real de la misma.

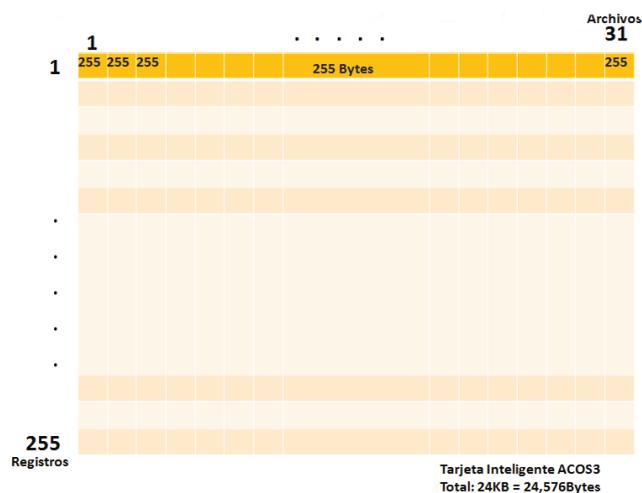


Figura 69. Estructura interna de las tarjetas inteligentes ACOS3

La estructura de los *archivos de datos internos* está definida por el sistema operativo de la tarjeta inteligente y no puede ser cambiada. En cambio la estructura de los *archivos de datos del usuario* es determinada por el programador de aplicaciones con tarjetas inteligentes en la etapa de personalización de la misma.

Cada archivo tiene un identificador de 2bytes que es asignado durante su personalización. Si el mismo identificador, es asignado a más de un archivo, ocurre un error interno en la tarjeta difícil de identificar porque ésta no emite ningún mensaje de error. El valor de FF_H es usado en el primer byte de los identificadores de los archivos de datos internos por lo que no puede ser usado en los archivos de datos del usuario.

El acceso a los archivos es posible únicamente mediante los comandos *ReadRecord* y *WriteRecord*. El sistema operativo no lleva el control de cuáles registros de un archivo ya han sido escritos mediante el comando *WriteRecord*.

Escritura

Como se mencionó anteriormente el comando que permite escribir datos en la tarjeta inteligente es el *WriteRecord* pero antes se debe seleccionar el archivo en donde serán guardados, esto se hace mediante el comando *SelectFile*, este comando solo puede

seleccionar un archivo a la vez, de igual manera el comando *WriteRecord* solo puede escribir en un solo archivo y registro a la vez. El número de bytes que serán escritos son especificados en el comando, el número máximo de bytes que pueden ser escritos es igual a la longitud del registro. Enseguida la *Figura 70* muestra el funcionamiento a grandes rasgos de este comando.

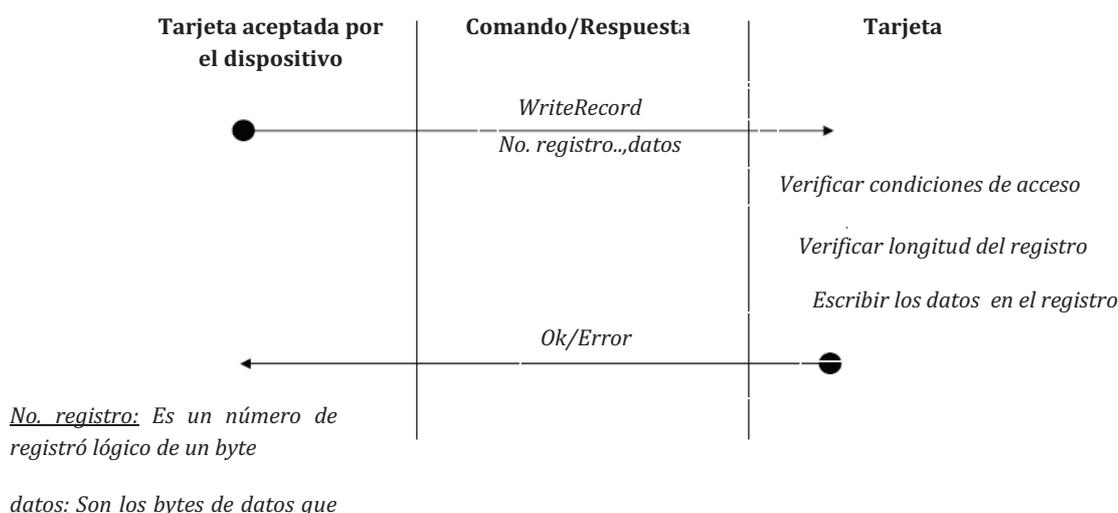


Figura 70. Funcionamiento del comando *WriteRecord* de las tarjetas inteligentes ACOS3

Para escribir datos, mediante el comando *WriteRecord*, en un registro del archivo seleccionado de la tarjeta inteligente, la estructura de la cadena de caracteres que debe ser enviada es la siguiente (*Tabla XV*):

Tabla XIX. Cadena de caracteres enviada a la tarjeta inteligente para escribir datos mediante el comando *WriteRecord*

CLA	INS	P1	P2	P3	DATOS
80	D2	No. Rec.	00	Lon	Byte1.....ByteN

Una breve descripción de lo que significa cada parte de la cadena de caracteres se presenta a continuación:

CLA: Indica a la tarjeta inteligente que se está ejecutando un comando

INS: Indica el tipo de comando que está siendo ejecutado (D2 es para el comando *WriteRecord*)

P1: Número lógico (0..N) del registro donde se almacenarán los datos

P2: Es el valor fijo 00

P3: Número de datos en bytes que serán escritos en el registro indicado (en hexadecimal)

DATA: Los datos que serán escritos en el registro comenzando desde el primer byte del mismo (en hexadecimal).

La *respuesta* enviada por el sistema operativo de la tarjeta inteligente una vez que se ha ejecutado la operación anterior se muestra a continuación en la *Tabla XX*, y enseguida, en la *TablaXXI*, su significado.

Tabla XX. Respuesta enviada por el sistema operativo de la tarjeta inteligente una vez ejecutado el comando *WriteRecord*

SW1	SW2
Status	

Tabla XXI. Significado de la respuesta enviada por el comando *WriteRecord*

SW1	SW2	Significado
69	82	El código de seguridad de la tarjeta ha sido incorrecto
6A	83	El No.Reg. no ha sido encontrado
67	00	La longitud de los datos especificada en la cadena es mayor a la del registro.
69	85	No se seleccionado ningún archivo
6F	00	El identificador del archivo es inválido

Lectura

El comando *ReadRecord* es el que permite leer datos de la tarjeta inteligente. Permite leer la información de un solo archivo a la vez, el que haya sido seleccionado más recientemente con el comando *SelectFile*.

Las condiciones de seguridad asociadas al archivo que será leído, son verificadas antes de la ejecución del comando, si éstas no son cumplidas, la ejecución de mismo es rechazada por la tarjeta.

Es posible leer los datos de un solo registro por cada operación *ReadRecord*. El número de bytes que será leído deben ser especificados en el comando, el número máximo de bytes es igual al tamaño del registro. Si el número de bytes que será leído es menor al tamaño del registro, los primeros bytes del registro serán leídos. Enseguida la *Figura 71* muestra el funcionamiento a grandes rasgos de este comando.

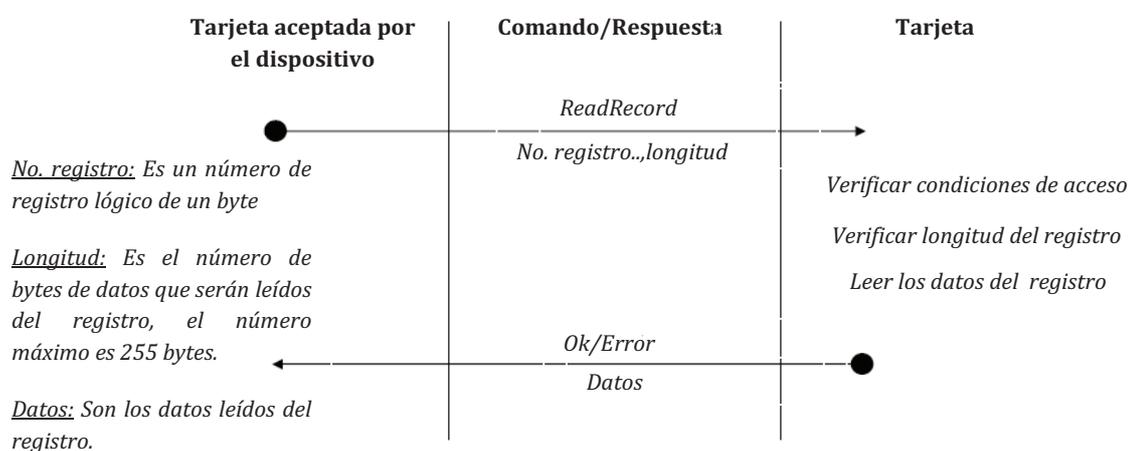


Figura 71. Funcionamiento del comando *ReadRecord* de las tarjetas inteligentes ACOS3

Para leer datos, mediante el comando *ReadRecord*, de un registro del archivo seleccionado, la estructura de la cadena de caracteres que debe ser enviada hacia la tarjeta inteligente es la siguiente (*Tabla XXII*):

Tabla XXII. Cadena de caracteres enviada a la tarjeta inteligente para leer datos mediante el comando *ReadRecord*

CLA	INS	P1	P2	P3
80	B2	No. Rec.	00	Lon

Una breve descripción de lo que significa cada parte de la cadena de caracteres del comando *ReadRecord* se presenta a continuación:

CLA: Indica a la tarjeta inteligente que se está ejecutando un comando

INS: Indica el tipo de comando que está siendo ejecutado (B2 es para el comando *WriteRecord*)

P1: Número lógico (0..N) del registro de donde se obtendrán los datos

P2: Es el valor fijo 00

P3: Longitud en bytes de la cadena de datos que será leída del registro indicado (en hexadecimal)

La *respuesta* enviada por el sistema operativo de la tarjeta inteligente una vez que se ha ejecutado la operación anterior se muestra a continuación en la *Tabla XXIII*, y enseguida en la *Tabla XIV*, su significado.

Tabla XXIII. Respuesta enviada por el sistema operativo de la tarjeta inteligente una vez ejecutado el comando *ReadRecord*

DATOS	SW1 SW2
Byte1.....ByteN	Status

Tabla XXIV. Significado de la respuesta enviada por el comando *ReadRecord*

SW1	SW2	Significado
69	82	El código de seguridad de la tarjeta ha sido incorrecto
6A	83	El No.Reg. no ha sido encontrado
67	00	La longitud de los datos especificada en la cadena es mayor a la del registro.
69	85	No se seleccionado ningún archivo
6F	00	El identificador del archivo es inválido

Seguridad

El ciclo de vida de las tarjetas inteligentes presenta 3 etapas, *la etapa de fabricación, la etapa de personalización y la etapa del usuario.*

La etapa de fabricación, comienza desde el momento en que se fabrica el chip que será empotrado en la tarjeta inteligente hasta cuando este ha sido programado. En ésta etapa se crean los archivos de datos internos de la tarjeta, dentro de estos, esta un archivo de seguridad en el cuál los fabricantes guardan un *código de emisión (IC por sus siglas en inglés Issuer Code)* de la tarjeta, cada tarjeta tiene uno diferente que las identifica de las demás. El IC es utilizado para permitir el acceso a la estructura interna de la tarjeta inteligente, así como a los datos contenidos en ésta. Sin este código no puede ser ejecutado ningún comando por el sistema operativo de la misma, por ello siempre debe ser enviado antes de cualquier comando.

Enseguida se encuentra la etapa de personalización, en ésta trabajan los desarrolladores de aplicaciones que utilizan tarjetas inteligentes, aquí es donde se definen la estructura de archivos de datos del usuario, un *código PIN de la tarjeta*, el cual permite el acceso a los datos de los archivos del usuario y los *códigos de aplicación (AC por sus siglas en inglés Application Code)* para proteger los archivos contra lectura y escritura.

Las tarjetas inteligentes cuentan con dos atributos de seguridad para acceder a los datos de un archivo: el atributo de seguridad contra lectura y el de seguridad contra escritura. Estos atributos definen las condiciones de seguridad que se deben cumplir para permitir la operación que se intenta realizar.

El atributo de seguridad contra lectura, controla el acceso a la lectura de los datos contenidos en un archivo. En el caso de que la condición de seguridad especificada no sea cumplida, la tarjeta rechazará el comando *ReadRecord*. De igual manera ocurre con el comando *WriteRecord*, si un archivo posee el atributo de seguridad contra escritura y se envía este comando, será rechazado por el sistema operativo de la tarjeta inteligente.

Los atributos de seguridad contra escritura y lectura son especificados para cada archivo mediante *códigos de aplicación (AC)*, en total son cinco los códigos de aplicación que acepta cada archivo, adicional a estos debe ser introducido el *IC* y en caso de ser necesario el *PIN* de la tarjeta. Estos códigos deben cumplirse antes de ejecutar cualquier comando de lectura o escritura sobre cualquier archivo asegurado.

En caso de que un archivo haya sido asegurado con más de un *código de aplicación*, con cualquiera de estos (*AC x*) que sea introducido junto con el *IC* el sistema operativo de la tarjeta permite la ejecución del comando.

Si el código de aplicación *AC0* es especificado en el atributo de seguridad contra escritura de un archivo, el sistema operativo de la tarjeta rechaza el comando *WriteRecord*, de igual manera sucede con el atributo de seguridad contra lectura.

Los archivos de datos internos tienen especificado el atributo de seguridad contra escritura, controlado por el sistema operativo de la tarjeta para que este se mantenga fijo, permitiendo a los desarrolladores de aplicaciones únicamente acceder a estos para ser leídos. En cambio los atributos de seguridad para los archivos de datos de usuario son especificados al momento de la definición de los archivos. A continuación la *Tabla XXV* muestra algunos ejemplos de las condiciones de seguridad que pueden ser especificadas en la definición de un archivo.

Tabla XXV. Ejemplos de atributos de seguridad especificadas en un archivo de datos de usuario

Atributos de seguridad	Condiciones de seguridad
-	No hay restricciones, libre acceso
AC x, IC	Acceso únicamente después de haber introducido correctamente el AC x y AC
AC x, AC y, AC z, IC	Acceso únicamente después de haber introducido correctamente el AC x ó AC y ó AC z y el IC
IC	Acceso únicamente al introducir el IC
PIN, IC	Acceso únicamente al introducir el PIN y el IC
PIN, IC	Acceso únicamente al introducir el PIN y el IC
AC x, IC	Acceso únicamente al introducir el AC x y el IC

AC x, PIN, IC	Acceso únicamente al introducir el AC x y el PIN y el IC
AC x, AC y, PIN, IC	Acceso únicamente al introducir el AC x ó AC y, el PIN y el IC
AC0	Acceso denegado

Los atributos de seguridad son definidos por un byte como se muestra a continuación (Tabla XXV).

Tabla XXVI. Atributos de seguridad definidos en un byte

IC	PIN	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0
-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Cada bit representa un código. Si el bit es igual a “1” el código correspondiente debe ser introducido. Si el bit es 0, el código correspondiente es irrelevante para el acceso a los datos del archivo.

El sistema operativo de la tarjeta ejecuta el algoritmo DES (*por sus siglas en inglés Data Encryption Standard*) para la encriptación y des-encriptación de los códigos IC, PIN, AC. Este algoritmo también es conocido como DEA (*por sus siglas en inglés Data Encryption Algorithm*) especificado en el estándar ANSI X3.93. El desarrollador de aplicaciones al momento de asignar los códigos de seguridad en la etapa de personalización de la tarjeta debe especificar si estos deben ser encriptados.

Finalmente la tercera etapa corresponde a la etapa del usuario esta inicia cuando la tarjeta ya ha sido programada y esta lista para ser utilizada por los usuarios.

Apéndice D. Experimento de evaluación

Tarea2. Apoyo a la identificación de la responsabilidad, seguimiento del proceso y control del estado.

Objetivo

Familiarizarse con el sistema de administración de flujos de trabajo para conocer las características de este que permite a los usuarios identificar las actividades del proceso que les corresponde, y determinar si cuentan con la información necesaria para realizarlas. Además observar cómo mediante una tarjeta inteligente es posible lograr la coordinación entre las diferentes partes del flujo de trabajo, pudiendo dar seguimiento del proceso aun cuando la responsabilidad de las actividades siguientes la tiene una persona diferente, esto sin hacer uso de una red de comunicación. Y conocer en qué estado se encuentra el proceso en un momento determinado.

Secretaría Administrativa

Antecedentes

Supongamos que ha comenzado el año 2010 y con ello la llegada a la secretaría administrativa de la lista que contiene los nuevos proyectos aprobados por la DGAPA, los cuales deben ser registrados para comenzar su administración. La descripción de dos de ellos son:

DATOS DEL PROYECTO 1

Número de proyecto	IN102987-3	
Nombre del investigador	Dr. Fernando Rojas	
Monto total aprobado \$	100000	
Duración del proyecto	3 años	
Etapa	19va.	
Fecha de inicio	01/01/2010	
Fecha de término	01/01/2012	
PARTIDAS PRESUPUESTALES APROBADAS		
CONCEPTO	CLAVE	MONTO
Viáticos	211	20,000
Pasajes Aéreos	212	20,000
Artículos, Materiales y útiles	411	45,000
Equipo e Instrumental	512	15,000

DATOS DEL PROYECTO 2

Número de proyecto	IN102995-3	
Nombre del investigador	Dr. Leonardo Morales	
Monto total aprobado \$	200000	
Duración del proyecto	3 años	
Etapa	19va.	
Fecha de inicio	23/01/2010	
Fecha de término	23/01/2012	
PARTIDAS PRESUPUESTALES APROBADAS		
CONCEPTO	CLAVE	MONTO
Viáticos	211	40,000
Pasajes Aéreos	212	60,000
Otros Pasajes	218	20,000
Artículos, Materiales y útiles	411	80,000

Además de la lista de los nuevos proyectos la jefa de proyectos recibe un paquete de tarjetas inteligentes y uno que contiene lectoras de tarjetas. En cada tarjeta se deben registrar los datos de un proyecto y entregársela al investigador responsable del proyecto para que pueda dar seguimiento de los trámites que solicita para el mismo.

A continuación la jefa de proyectos debe registrar la información de los nuevos proyectos en el sistema y además registrar cada uno en una tarjeta inteligente.

Instrucciones: Realizar las siguientes actividades. Las que están marcadas con una

“JP” y con la imagen  le corresponden a la Jefa de proyectos y las que están marcadas con “I” y con la imagen  le corresponden al investigador.

Parte I. INICIANDO EL PROCESO DE “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”

Responsable: Jefa de proyectos



Registrando proyectos

Debe registrar la información de los nuevos proyectos en la base de datos del sistema de administración de flujos de trabajo realizando las siguientes actividades:

JP.1 Para comenzar ejecute el sistema llamado “Wf-Card-JP” que se encuentra en su computadora haciendo doble “click” sobre este. Selecciona en el menú la opción de “Proyectos” luego “Nuevo Proyecto”

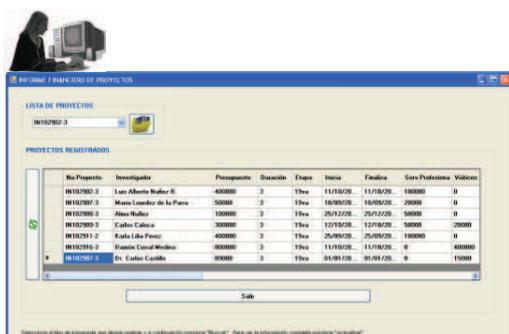
JP.2 Aparecerá la pantalla de la actividad de registrar proyectos. Introduce la información solicitada contenida en la **Tabla 1**. Enseguida presiona el botón de “Registrar” para que se almacene la información del proyecto del Dr. Fernando Rojas en la base de datos del sistema.

 *Observa que aparte de **Registrar** hay más botones en la pantalla. Estos te sirven en caso de que necesites modificar alguna información o eliminarla.*

JP.3 Una vez que se haya almacenado el proyecto 1 correctamente, presiona el botón **“Nuevo”**. Ahora debes registrar el proyecto del Dr. Leonardo Morales cuya información se encuentra en la **Tabla 2**.

JP.3 Cuando ambos proyectos este registrados presiona el botón **“Salir”**.

Verificando registro del proyecto



JP.4 Verifica que los proyecto se haya almacenado correctamente, esto se hace desde el menú **“Proyectos”** en la opción **“Ver”** y enseguida **“Informe financiero de proyectos”**. Ahí podrá observar la información de los proyectos registrados.

JP.5 Puedes realizar búsquedas en la lista seleccionando en el cuadro de arriba un número de proyecto y presionando el botón del **“Folder”**. El sistema te muestra únicamente la información del proyecto seleccionado. Esto es muy útil cuando se encuentran muchos proyectos registrados. Presiona **“Salir”**.

Asignando proyecto a tarjeta

Ahora vamos a introducir los proyectos en las tarjetas inteligentes las cuales serán entregadas a los investigadores responsables de los proyectos. Realiza las siguientes actividades:

JP.6 Para realizar esta actividad es necesario que tengas conectada la lectora en tu computadora. Esta se conecta por el puerto USB. Selecciona la tarjeta que le asignaras al

proyecto del Dr. Fernando Rojas e introducela en la lectora.

JP.7 Selecciona en el menú la opción de “Proyectos” enseguida “Administrar Tarjetas” y luego “Registrar proyecto en tarjeta”.

JP.8 Aparecerá la siguiente pantalla correspondiente a la *actividad* de asignar *proyecto a tarjeta* donde debes seleccionar el No. de Proyecto: IN102987-3 de la lista y enseguida presiona “Buscar”. Aparecerá la información del proyecto del Dr. Fernando Rojas solo falta que le asignes una contraseña.

JP.9 Introduce una contraseña con la cual el investigador se autenticará como propietario de la tarjeta la cuál será “ulises”. Presiona el botón “Grabar en tarjeta”. La información del proyecto se grabara en la tarjeta.

JP.10 Una vez que te aparezca el mensaje diciendo que la información se ha registrado correctamente, verifica que efectivamente la información se encuentre en la tarjeta, presiona “Leer tarjeta”. En el cuadro grande te aparecerá la información que contiene la misma.

JP.11 Presiona el botón “Limpiar”. Enseguida da un “click” en la imagen de la tarjeta que se encuentra en la esquina superior izquierda de la pantalla y presiona “Desconectar” para desconectar la tarjeta del sistema antes de sacarla de la lectora. En la parte inferior de la pantalla hay una barra de estado que te indica que ya puedes sacar la tarjeta del

dispositivo. Sácala y mete la otra tarjeta donde guardarás ahora la información del proyecto del Dr. Leonardo Morales realizando el mismo procedimiento pero con la contraseña “leo”.

JP.12 Una vez asignados los proyectos en ambas tarjetas, presiona el botón “Salir”.

JP.13 Las tarjetas están listas. Debes entregar cada tarjeta al investigador responsable del proyecto registrado en la misma.

Parte II. SEGUIMIENTO DEL TRÁMITE DE VIÁTICOS Y BOLETOS

Investigador



Antecedentes

Te han entregado tu tarjeta inteligente que deberás usar cada que necesites solicitar un trámite, la contraseña de tu tarjeta es **“ulises”** esta te permite el acceso al sistema donde quiera que estés. La función de la tarjeta inteligente es coordinar las actividades del proceso que te corresponden realizar con las actividades que le corresponden al personal administrativo, permitiendo con ello tener control del proceso y saber en qué etapa se encuentra en determinado momento.

Es hora de solicitar un trámite. Te has enterado de que se va a realizar un congreso de Nanotecnología e Ingeniería Molecular en la Universidad de las Américas ubicada en Puebla, en el cuál se expondrán temas importantes para la investigación que estas realizando. Por ello requieres utilizar el presupuesto que tienes asignado en las partidas de **viáticos y en la de boletos** para solicitar el trámite correspondiente e ir al congreso. Los detalles del congreso se muestran a continuación:

	Congreso de Nanotecnología e Ingeniería Molecular Puebla, 2010 Del 24 al 28 de Mayo.
	<i>Universidad de las Américas Puebla. Sta. Catarina Mártir. Cholula, Puebla. C.P. 72820. México</i>

De acuerdo al anuncio el congreso será en Mayo del Lunes 24 al Viernes 28. Consultas las aerolíneas para hacer la reservación de tu vuelo y encuentras uno redondo disponible viajando por **“Volaris”**, el cuál sale de **“Tijuana”** a las **“8:55am”** el domingo **23 de mayo**. Y te regresas el **sábado 29 de Mayo** a las **8:25 pm** saliendo de **Puebla**. Reservas el vuelo y a continuación necesitas solicitar el trámite de **“viáticos y boletos”** a la secretaría administrativa.

Detalles de Vuelo		Clave de Confirmación : XC4IWN	volaris		Detalle de Tarifa	
Salida: dom, may 23				Vuelo 1 Adulto \$ 2,340.00 Descuento \$ 0.00 Servicios esp. \$ 0.00 Impuestos/Fees \$ 363.69		
Vuelo # Y4 460 - Clase Q Airbus A319-144 NUEVO	Salida de Tijuana (TIJ)	8:55 a.m.	Llegada a Puebla (PBC)	2:25 p.m.	Vuelo 1 Adulto \$ 2,340.00 Descuento \$ 0.00 Servicios esp. \$ 0.00 Impuestos/Fees \$ 329.88 Cargos por Asientos \$ 22.20 Tarifa ser. \$ 0.00 Cargo cambio (sin/IVA) \$ 0.00	
Regreso: sáb, may 29				Precio total \$5,395.77 Moneda: MXN		
Vuelo # Y4 461 - Clase Q Airbus A319-144 NUEVO	Salida de Puebla (PBC)	8:25 p.m.	Llegada a Tijuana (TIJ)	10:10 p.m.		
Detalles del Viajero Adulto Dr. Carlos Castillo						

Investigador: *En base a la información presentada anteriormente debe solicitar el trámite de viáticos y boletos realizando las siguientes actividades.*

Responsable: Investigador
proyecto



Consultando información del

Antes de de realizar cualquier trámite primero debes consultar el presupuesto que tienes en el proyecto para verificar que tengas dinero disponible en las partidas que quieras afectar. Esto se hace realizando las siguientes actividades:

- I.1 Antes de utilizar el sistema primero debes de conectar la lectora de tarjetas a tu computadora e introducir tu tarjeta en la lectora. Una vez hecho esto puedes entrar al sistema.
- I.2 Ejecute el sistema llamado **“Wf-Card-I”** que se encuentra en su computadora haciendo doble “click” sobre este.
- I.3 Introduce la contraseña de acceso al sistema, esta es **“ulises”**.




Observa que tu sistema en comparación con el de la jefa de proyectos tiene diferentes opciones en el menú. Esto es porque la jefa de proyectos debe realizar actividades diferentes a las de los investigadores por ello el sistema tiene diferentes vistas de acuerdo al tipo de usuario **administrativo o investigador**. (Privilegios de usuario).



Partida	Presupuesto \$
Viáticos	20000
Pasajes aéreos	20000
Comprar Actitudes académicas	45000
Comprar equipo instrumental	15000

- I.4 Seleccione en el menú la opción de **“Ver”** luego **“Gastos del proyecto”**. Aparecerá el **“informe de gastos del proyecto”** donde se muestra la información de su proyecto introducida en la tarjeta.

- Observe el presupuesto disponible con el que cuenta y también como fue repartido entre las partidas presupuestales que le aprobaron. En el cuadro de abajo se registrarán todos los trámites que vaya realizando de los cuales el monto gastado se irá descontando de las partidas presupuestales afectadas y a su vez del presupuesto disponible.

I.5 Presione el botón “Salir”.



Solicitando el trámite de viáticos y boletos

Solicita el trámite de viáticos y boletos pero para ello debes llenar la solicitud de viáticos y boletos en el sistema y entregarla en la secretaría administrativa. Las actividades que debes realizar se presentan a continuación:

- I.6 Asegúrate que la lectora este conectada a tu computadora y la tarjeta introducida en la lectora.
- I.7 En el menú debes seleccionar la opción de “Subprocesos”, enseguida “Solicitar trámite” y luego “Viáticos y boletos”.

I.8 El sistema te solicitará la información que necesitas para poder realizar la actividad. Introduce la información siguiente:

- Motivo del viaje: **Asistencia a congreso**
- Moneda Nacional - Viáticos: **2500**
- Moneda Nacional – Pasajes: **5395.77**
- Moneda Nacional-Inscripción: **0** *Esa partida no fue aprobada



Presupuesto solicitado	Moneda Nacional	Moneda Internacional	Presupuesto afectar
Viáticos:	2500	0	Proyecto
Pasajes:	5395.77	0	Proyecto
Inscripción:	0	0	Proyecto
Otros pasajes:	0	0	Proyecto

- Moneda Nacional-Otros pasajes: **0**
*Esa partida no fue aprobada
- No necesitas presupuesto en otro tipo de moneda, deja las casillas de Moneda internacional con **0**.
- Presupuesto afectar: **Proyectos en ambas partidas**
- Beneficiario del seguro de vida: **Ana Martínez**
- Parentesco: **Esposa**.
- Itinerario de vuelo-Salida: **Tijuana**, Fecha: **23 de mayo del 2010** (23/05/2010), Hora **8:55am**, Aerolínea: **Volaris**.
- Itinerario de vuelo-Regreso: **Puebla**, Fecha: **29 de mayo del 2010** (29/05/2010), Hora: **8:25pm**, Aerolínea: **Volaris**.
- Por último faltan las **“Observaciones”** esta es una casilla opcional, pero para este ejercicio debes poner **Clave de reservacion:XC4IWN**



ACTIVIDAD: VERIFICAR PRESUPUESTO

 Si tiene suficiente dinero para realizar el tramite

¿Desea registrar su tramite en el sistema/tarjeta?

Presione "Si" para continuar el trámite. Y "No" si necesita modificar la información introducida.

I.9 Presiona el botón **“Registrar solicitud”**. El sistema internamente verificará en tu tarjeta inteligente si tienes suficiente dinero para realizar el trámite.

* Si no tienes dinero en la partida que quieres afectar debes solicitar una transferencia presupuestal.

 *Observa la pregunta que te está haciendo la pantalla correspondiente a la actividad de verificar presupuesto. Al presionar el botón “Si” se registrará un nuevo trámite para tu proyecto en el sistema y la información de tu solicitud y la etapa en la que se encuentra tu trámite en la tarjeta.*

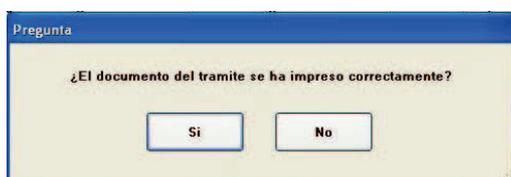
I.10 Presiona el botón **“Si”**.



I.11 Imprime la solicitud, presiona el botón de **“Imprimir”**. El sistema te mostrará la solicitud da un **“click”** sobre el título y con ello se abrirá el asistente de impresión presione **“Cancelar”**. *(Como no hay impresora les daré la solicitud impresa).



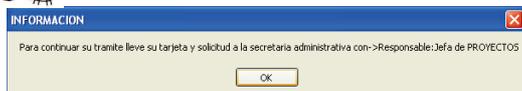
Observa que el sistema te está indicando paso a paso las actividades que tienes que hacer para solicitar el trámite.



I.12 Te aparecerá una ventana preguntando si la solicitud se ha impreso correctamente, presiona el botón **“Si”**.



Observa que el sistema te está indicando que la responsabilidad de las siguientes actividades le corresponde a la jefa de proyectos. Por lo que debes llevarle tu tarjeta inteligente y solicitud. Hasta esta parte terminan las actividades que te corresponden de la primera etapa del trámite.



I.13 Presiona **“OK”**. A pesar de lo que te indica el sistema, intenta continuar el trámite tú. En el menú selecciona **“Trámites”** y después **“Continuar trámite”**.



I.14 Te aparecerá la pantalla de la *actividad de continuar trámite*. Esta te muestra la etapa en la que se encuentra tu trámite y la persona responsable de continuarlo. Selecciónalo y presiona el botón de **“Continuar trámite”**.

I.15 El sistema te marcará un error porque sabe que tú eres un investigador y el responsable es la jefa de proyectos. Más adelante volverás a ser responsable de una etapa del trámite

así que entrarás en esta pantalla y lo continuarás. Presiona **“OK”**.

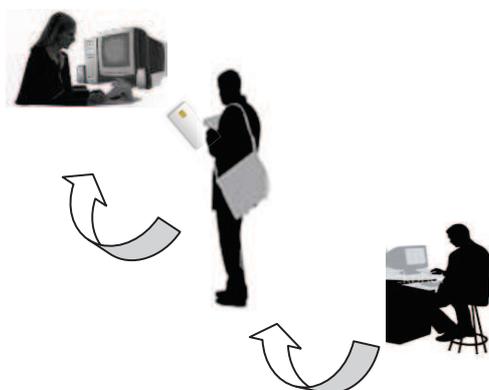


Figura 1. Investigador entregando tarjeta inteligente a jefa de proyectos

I.16 En el menú **“Trámites”** presiona **“Salir”**. Finalmente debes entregar la solicitud impresa y la tarjeta inteligente con la **información y la etapa en la que se encuentra tu trámite** a la jefa de proyectos.

Observa que cuando la jefa de proyectos presiona el botón de Continuar trámite una vez que ya ha registrado en el sistema la información contenida en su tarjeta, este sí le permite continuarlo porque la identifica como responsable. El sistema busca la siguiente actividad en base a la etapa en la que se encuentra el trámite y se la muestra.

I.17 Espera a que te entregue tu tarjeta mientras contestas las siguientes preguntas.

El investigador ha llegado a la secretaría administrativa con su solicitud impresa y su tarjeta inteligente para solicitar el trámite de viáticos y boletos. La jefa de proyectos debe darle seguimiento al trámite realizando las siguientes actividades.

Responsable: Jefa de Proyectos
trámites



Registrando nuevos

Para poder darle seguimiento al trámite primero debes registrar el nuevo trámite en la base de datos. El sistema obtendrá la información de la etapa en la que se encuentra de la tarjeta.

JP.18 Antes de continuar primero asegúrate que esté conectada la lectora de tarjetas a tu computadora. Introduce la tarjeta del investigador en la lectora.

JP.19 En el menú selecciona “**Proyectos**” y enseguida la opción de “**Registrar trámites**”.



JP.20 Aparecerá la pantalla de la actividad de registrar nuevos trámites. Esta indica el trámite que el investigador está solicitando. Selecciona el trámite y presiona “**Registrar**” para obtener la información y la etapa en la que se encuentra el trámite de la tarjeta y registrarlos en la base de datos. * Cada que te llegue un trámite nuevo o que necesites continuar utiliza esta pantalla.

JP.21 Enseguida presiona el botón de “**Trámites Pendientes**”.



JP.22 Aparecerá la pantalla de la actividad de continuar trámites pendientes. Esta muestra un listado de todos los trámites solicitados para diferentes proyectos y la etapa en la que se encuentra cada uno. Es tu lista de trámites pendientes por realiza en los que actualmente tienes uno.

JP.23 Selecciona el trámite. En renglón te está indicando el número de proyecto, tipo de trámite, la fecha en la que está siendo solicitado y que la etapa en que se encuentra el trámite es “**Verificando suficiencia presupuestal**” y la responsabilidad de realizar la siguiente actividad le corresponde a la **Jefa de proyectos**. Presiona el botón de “**Continuar trámite**”. El sistema interpreta la información y determina cuál es la siguiente actividad que debes realizar.



JP.24 Aparece la pantalla de la actividad de verificar suficiencia presupuestal indicando

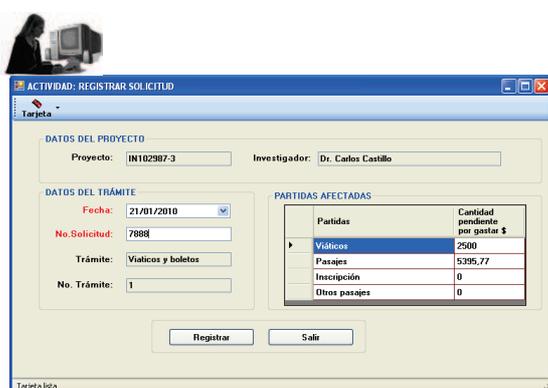
que el investigador si tiene suficiencia presupuestal para realizar el trámite.

*En caso de que no tuviera debes hacer una transferencia presupuestal.

JP.25 Presiona el botón de “Autorizar trámite” el sistema te mostrará la siguiente actividad que debes realizar y te presentará la información que necesitas.



JP.26 Para continuar el trámite debe asegurarse que se encuentre conectada la lectora e introducida la tarjeta inteligente del investigador, una vez hecho esto presione “OK”.



JP.27 La siguiente actividad es registrar la información de la solicitud.

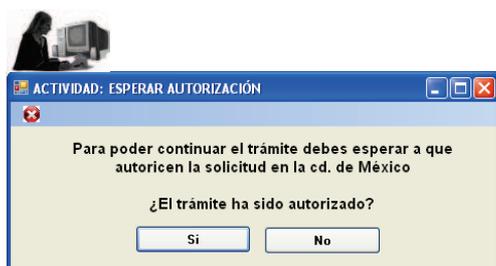
Observa que casi toda la información que se necesita para esta actividad ya esta introducida. El sistema te la proporciona a través de la tarjeta, selecciona de la solicitud del investigador únicamente la información importante para la administración del proyecto y te la muestra en esta pantalla solo falta que le asignes un número a la solicitud y es todo.

JP.28 Introduce el No. Solicitud: **7888** si estas capturando la solicitud del Dr. Fernando Rojas o el No. Solicitud: **7889** para la solicitud del Dr. Leonardo Morales. En la fecha se pone automáticamente la del día actual déjala así.

Observa que en la tabla de partidas afectadas hay una columna de “Cantidad pendiente por gastar” ese dinero es el que el investigador desea gastar de cada partida. Está

pendiente porque se descontará del presupuesto del proyecto del investigador hasta que ya hayan sido entregados los cheques que cubrirán los gastos.

JP.29 Una vez hecho esto presiona el botón **“Registrar”** para almacenar la información de la solicitud en el sistema. Te aparecerá un mensaje diciéndote que tu solicitud sea registrado correctamente presiona **OK**.



JP.30 Enseguida te aparece la pantalla de la siguiente actividad indicándote que tienes que esperar a que te llegue la autorización de México para poder continuar el trámite. Hasta aquí puedes avanzar con el trámite porque aún no tienes esa autorización.

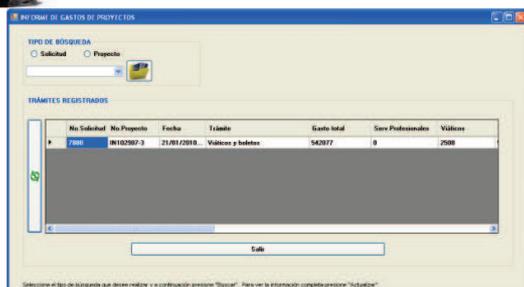
 *Observa que el sistema te está indicando paso a paso las actividades que tienes que realizar para darle seguimiento a la solicitud del trámite de viáticos y boletos.*

JP.31 En el menú de esa pantalla selecciona **“Tarjeta”** y enseguida **“Desconectar”** para desconectar la tarjeta del investigador. Retírala de la de la lectora.

JP.32 Como aún no te ha llegado la autorización presiona **“No”**. En el sistema se guardó la información de la solicitud y además la etapa hasta la que avanzaste con el trámite.

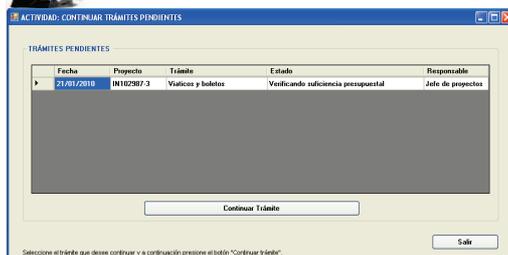
JP.33 Realiza las mismas actividades pero ahora con el trámite que está solicitando el otro investigador. Ir a actividad **JP.18**

JP.34 Revisa que las solicitudes se hayan guardado correctamente. En el menú **“Proyectos”** selecciona **“Ver”** enseguida **“Informe de gastos de**



proyectos". En esa pantalla te aparecerá la lista de los trámites que han solicitado los investigadores en este caso son dos. Puedes realizar búsquedas por número de proyecto o número de solicitud.

JP.35 Presiona "Salir".



JP.36 Revisa en que etapa se quedó cada proyecto. En el menú selecciona "**Proyectos**" y luego "**Trámites pendientes**". Ambos proyectos se encuentra en la etapa de "**Esperando la autorización desde México**" una vez que te llegue la autorización podrás continuar el trámite.

Observa que el sistema te va haciendo un listado de todos los trámites que tienes pendientes por hacer, y te indica hasta qué etapa avanzaste cada uno, así tu podrás decidir cual quieres continuar. Esto te ayuda a tener mayor control de los trámites que te van solicitando día con día y lograr una mejor organización.

JP.37 Presiona "Salir". Entrega cada tarjeta al investigador correspondiente.

INVESTIGADOR



I.39 Recibe tu tarjeta inteligente e introdúcela en la lectora. Tu trámite ha sido registrado en el sistema de la jefa de proyectos y ella realizó algunas actividades por lo que la etapa en la que se encuentra el trámite ha cambiado. Ejecuta el sistema **Wf-Card-I** e introduce tu contraseña. En el menú de tu sistema selecciona "**Trámites**" y después la opción de "**Continuar trámites**". La pantalla te muestra la nueva etapa en la que se encuentra.

- *Observa que la etapa en la que se encuentra el trámite ahora es “Esperando autorización desde México” y antes de que le llevaras la solicitud en tu tarjeta a la jefa de proyectos era “Verificando suficiencia presupuestal”.*

I.40 Presiona el botón de “Salir”. Menú “Trámites” y enseguida “Salir”.

Por fin llegó la autorización de la ciudad de México para que la jefa de proyectos pueda continuar el trámite de viáticos y boletos de ambos investigadores.

Responsable: Jefa de Proyectos pendientes

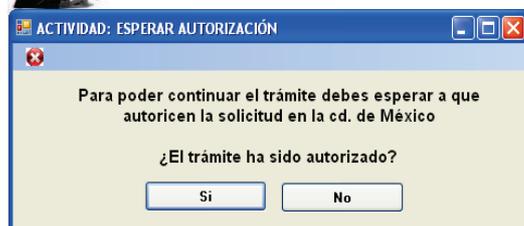


Continuando trámites



JP.41 En el menú selecciona “Proyectos” y enseguida “Trámites Pendientes”

JP.42 Aparecerá la pantalla de la *actividad* de *continuar trámites pendientes*. Selecciona un trámite y presiona el botón de “Continuar trámite”.



JP.43 Aparecerá la pantalla de la *actividad* de *continuar esperando autorización*.



Observa que en la esquina superior izquierda hay la imagen de una cruz, desde ahí puedes cancelar el trámite en caso de que la solicitud no haya sido autorizada.

JP.44 Como si te llegó la autorización para realizar el trámite presiona el botón “Sí”. El sistema mostrará la siguiente actividad que tienes que realizar.



JP.45 Te aparecerá la pantalla de la *actividad de comprar los boletos aéreos*. El itinerario y costo del vuelo viene en la solicitud de viáticos y boletos impresa que te entregó el investigador al iniciar el trámite, por lo que debes realizar un cheque para hacer el pago. Asumiremos que ya tienes el cheque realizado del monto equivalente al costo del vuelo, pero antes de pagar el vuelo debes de registrar el cheque en el sistema. Presiona el botón de **“Registrar cheque”**.

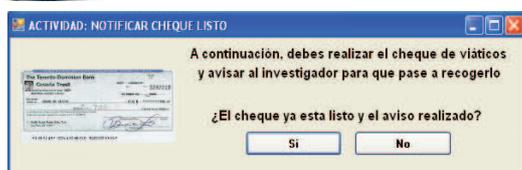
JP.46 Te aparecerá la pantalla de la *actividad de registrar cheque de boletos*. La información que debes introducir si estas atendiendo el trámite del **Dr. Fernando Rojas** es la siguiente:

- Fecha: **28/01/10**
- No. Cheque: **2425**
- Cantidad \$: **5395.77**
- Partida: **Pasajes aéreos**
- Concepto: **Viaje redondo de Tijuana a Puebla**

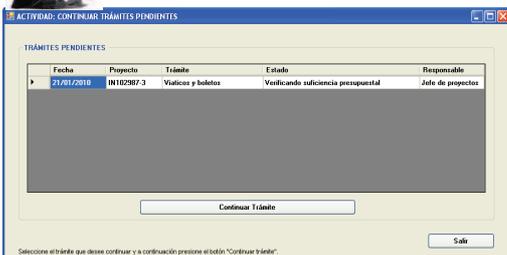
La información que debes introducir si estas atendiendo el trámite del **Dr. Leonardo Morales** es la siguiente:

- Fecha: **28/01/10**
- No. Cheque: **8989**
- Cantidad \$: **5395.77**
- Partida: **Pasajes aéreos**
- Concepto: **Vuelo de ida y vuelta desde Tijuana a Puebla**

JP.47 Una vez introducidos todos los datos presiona el botón **“Registrar”**. La información del cheque se guardará en la base de datos y el sistema te mostrará la siguiente actividad.



JP.48 Te aparece la pantalla de la *actividad de notificar cheque listo*. Todavía no tienes el cheque listo por lo cual debes presionar el botón **“No”**. Al hacer esto en el sistema se guarda la etapa en la que se quedó el trámite.



JP.49 Hasta esta parte solamente has continuado el trámite solicitado por un investigador ahora debes continuar el trámite del otro investigador. Ve a la actividad **JP.41**.

JP.50 Una vez que hayas continuado ambos trámites, en el menú selecciona **“Proyectos”** y enseguida **“Trámites Pendientes”** para que observes en qué etapa van los trámites, la etapa es **“Realizando cheque de viáticos”** para ambos, después presiona **“Salir”**.

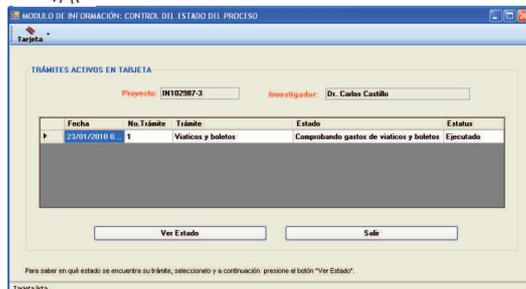
Investigador



Sientes incertidumbre por no saber que está sucediendo con tu trámite desde que lo solicitaste en la secretaría administrativa. No sabes si le han estado dado seguimiento o no por lo que te diriges al **“Módulo de Información”** con tu tarjeta para saber en qué etapa se encuentra.



Figura 1. Investigador entregando tarjeta inteligente a jefa de proyectos



I.51 Introduce tu tarjeta inteligente en la lectora. En el menú selecciona **“Actualizar”** y enseguida **“Ver estado del trámite”**.



I.52 Te aparecerá la etapa en el que se encuentra tu trámite el cual está contenido en la tarjeta. Selecciónalo y presiona el botón **“Ver estado”** para que el sistema te indique que está pasando con tu trámite.

I.53 El sistema te indica que tu trámite ha cambiado y te pregunta si deseas actualizarlo presiona **“Si”**.



Observa que actualmente están realizando tu cheque de viáticos por lo que sabes que en cualquier momento te van a llamar para que pases a recogerlo. Con esta información sabes que si se le dio seguimiento a tu trámite y te liberas de la incertidumbre al no saber qué está pasando con este.

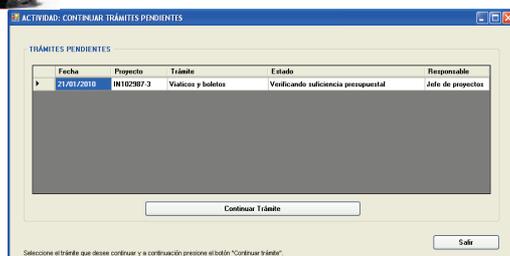
I.54 Contesta las siguientes preguntas

Jefa de proyectos



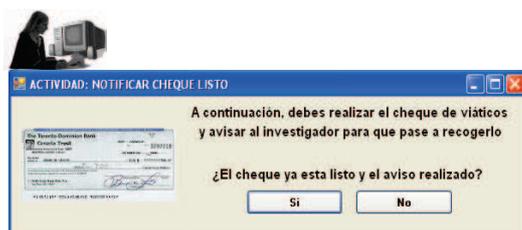
Asumiremos que ya has realizado los cheques de viáticos para ambos investigadores y les has llamado para que pasen a recogerlos, por lo que puede continuar sus trámites.

JP.55 En el menú selecciona **“Proyectos”** y enseguida **“Trámites Pendientes”**.



JP.56 Selecciona el trámite que desees continuar y presiona el botón de **“Continuar trámite”**.

JP.57 Te aparece nuevamente la pantalla de la actividad de notificar cheque listo, la cual te



pregunta si el cheque ya está listo y el aviso realizado como ya está hecho presiona el botón “Si”.

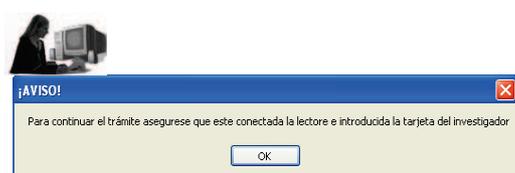
JP.58 Próximamente vendrá el investigador a recoger su cheque por lo que debes registrarlo en el sistema antes de entregárselo. Por ello el sistema te indica que la siguiente actividad es *registrar la información del cheque de viáticos*.

JP.59. La información que debes introducir si estas atendiendo el trámite del **Dr. Fernando Rojas** es la siguiente:

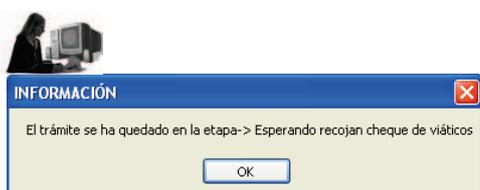
- Fecha: **28/01/10**
- No. Cheque: **2728**
- Cantidad \$: **2500**
- Partida: **Viáticos**
- Concepto: **Manutención por asistencia a congreso en Puebla**

La información que debes introducir si estas atendiendo el trámite del **Dr. Leonardo Morales** es la siguiente:

- Fecha: **28/01/10**
- No. Cheque: **9090**
- Cantidad \$: **3000**
- Partida: **Viáticos**
- Concepto: **Hospedaje y alimentos por asistencia a congreso en Puebla**



JP.60 Una vez introducidos todos los datos presiona el botón “Registrar”. La información del cheque se guardará en la base de datos y el sistema te mostrará la siguiente actividad.



JP.61 El sistema te mandará un aviso indicándote que para poder realizar la siguiente actividad debes tener introducida en el sistema la tarjeta inteligente del investigador. Presiona “OK”. Como el investigador aún no ha ido a recoger su cheque no puedes introducir ninguna tarjeta por lo que te aparecerá un mensaje diciéndote la etapa en la que se quedó el trámite. Presiona “OK”.

JP.62 Continúa el trámite del otro investigador para que ambos trámites queden en la misma etapa. Regresa al paso **JP.55**.

Nota: Una vez que ambos trámites lleguen hasta esta etapa sigue el investigador

Investigador

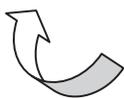


Figura 1.
Investigador
entregando tarjeta



Te han llamado por teléfono para avisarte que ya puedes pasar a recoger tu cheque de viáticos por lo que debes dirigirte con tu tarjeta con la jefa de proyectos.

I.63 Debes entregarle tu tarjeta inteligente a la jefa de proyectos

I.64 Espera pacientemente a que te regrese tu tarjeta. La jefa de proyectos registrará en esta la etapa en la que se encuentra tu trámite y la información del cheque que te entregará.

Jefa de proyectos

JP.65 Recibe las tarjetas de los investigadores, selecciona una e introdúcela en la lectora.



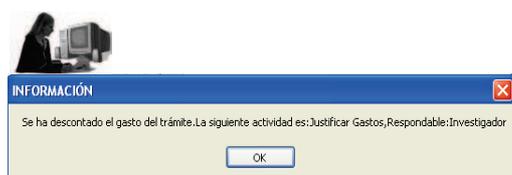
JP.66 En el menú selecciona **“Proyectos”** y enseguida **“Trámites Pendientes”**.

JP.67 Selecciona el trámite correspondiente a la tarjeta que introdujiste, No. de proyecto: *IN102987-3* para continuar el trámite del Dr. Fernando Rojas o No. de proyecto: *IN102995-3* para el trámite del Dr. Leonardo Morales. Presiona el botón de **“Continuar trámite”**



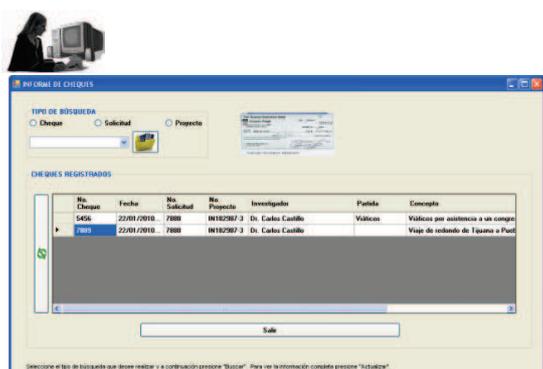
JP.68 Te aparecerá la pantalla de la *actividad de entregar cheque*. Asumiremos que ya le has entregado el cheque al investigador por lo cual presiona **“Si”**.

JP.69 El sistema te indicará que se le han descontado los gastos del trámite al presupuesto del proyecto del investigador. Lo cual es registrado en el sistema y en la tarjeta. Además en la tarjeta se guardan los datos del cheque de viáticos que le estas entregando al investigador para que después este vuelva a justificar sus gastos.



⦿ *Observa que el sistema te está diciendo que la siguiente actividad es Justificar Gastos pero esta ya no te corresponde a ti sino al Investigador. Tú ya no puedes continuar el trámite, debes esperar a que él vuelva a justificar los gastos de su viaje.*

JP.70 Presiona **“OK”**. Retira la tarjeta del dispositivo e introduce la del otro investigador y vuelve al paso **JP.66** para continuar ahora su trámite.



JP.71 Una vez que ambos trámites lleguen hasta esta etapa. Verifica que se hayan almacenado en el sistema la información de los cheques que registraste para ambos trámites, para ello en el menú selecciona **“Proyectos”** enseguida **“Ver”** y luego **“Informe de cheques”**.

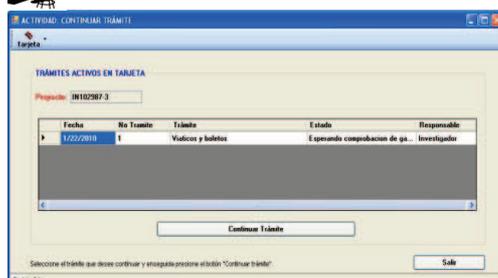
JP.72 El sistema te permite realizar diferentes tipos de búsqueda, por *No. de Cheque*, *No. de Solicitud* o por *No. de Proyectos*. Selecciona alguna y después presiona el **“ícono del folder”**.

● *Observa en la información de cada trámite que en la columna que indica si el cheque de viáticos ha sido justificado dice que **“No”**.*

JP.73 Presiona el botón de **“Salir”**.

JP.74 Entrega cada tarjeta al investigador correspondiente.

Investigador



Asumiremos que ya asistió al congreso y que ya está de regreso. Debe justificar los gastos de su viaje. Para ello debe realiza las siguientes actividades.

I.75 Antes de utilizar el sistema asegúrate que la lectora este conectada e introduce tu tarjeta. Una vez hecho esto puedes entrar al sistema.

I.76 Ejecute el sistema **“WfMS-I”** haciendo doble “click” sobre este e introduce tu contraseña de acceso al sistema.

I.77 En el menú selecciona la opción de **“Trámites”** y enseguida **“Continuar trámites”**.

● *Observa que la etapa en la que se encuentra tu trámite es **“Esperando comprobación de gastos”** y como responsable esta el*

“investigador” esto significa que te corresponde continuarlo.

I.78 Selecciona el trámite y presiona el botón de “Continuar trámite”.

I.79 Te aparecerá la pantalla de la actividad de justificar gastos de viáticos.

Observa que el sistema te está proporcionando la información que necesitas para poder realizar esta actividad la cuál proviene de tu tarjeta inteligente. Te indica el número del cheque de viáticos que te entregaron y el monto del cheque el cuál es el que debes justificar en su totalidad.

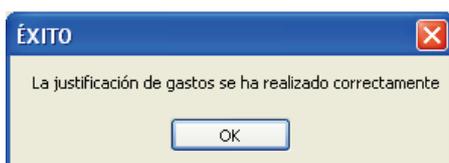
I.80 Introduce la siguiente información:

Para el **Dr. Fernando Rojas** es la siguiente:

- Cantidad gastada: **2000**
- Cantidad por devolver: **500**

Para el **Dr. Leonardo Morales** es la siguiente:

- Cantidad gastada: **3000**
- Cantidad por devolver: **0**



I.81 Presione el “icono de la calculadora” para calcular el total de la justificación. Enseguida presione el botón de “Registrar en tarjeta”. Si el monto total de la justificación coincide con el monto del cheque que le fue entregado aparecerá un mensaje diciendo “La justificación de gastos se ha realizado correctamente”. Y el trámite podrá avanzar a la siguiente etapa mientras no. El sistema no permite justificaciones de gastos incompletas.

I.82 Enseguida el sistema te indica que la siguiente actividad le corresponde a la jefa de



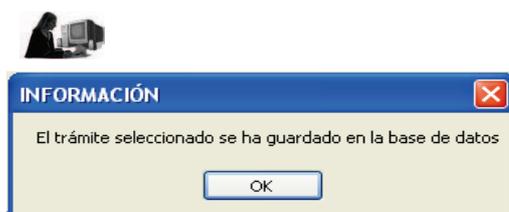
Figura 1.
Investigador
entregando tarjeta

proyectos por lo que debes llevarle tu tarjeta con la información de la justificación.

I.83 Presiona el botón “OK.” En el menú “Trámites” enseguida “Salir”. Retira la tarjeta de la lectora y entrégasela a la jefa de proyectos.

I.84 Contesta las siguientes preguntas:

Jefa de proyectos



JP.84 Recibe las tarjetas de los investigadores, selecciona una e introdúcela en la lectora.

JP.85 En el menú selecciona “Proyectos” y enseguida la opción de “Registrar trámites”.

JP.86 Aparecerá la pantalla de la actividad de registrar trámites. Esta indica el trámite que el investigador desea continuar. Selecciona el trámite y presiona “Registrar” para obtener la información y la etapa en la que se encuentra el trámite de la tarjeta y registrarlos en la base de datos. * Cada que te llegue un trámite nuevo o que necesites continuar utiliza esta pantalla.

JP.87 Presiona “Ok”, cuando te aparezca el mensaje de que se ha guardado el trámite seleccionado en la base de datos. Enseguida presiona el botón de “Trámites Pendientes”.

JP.88 Aparecerá la pantalla de la actividad de continuar trámites pendientes.

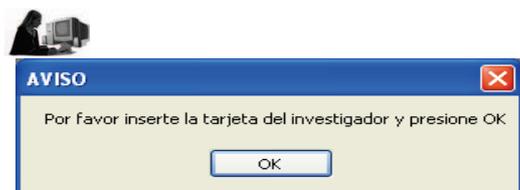


Observa que la etapa en la que se encuentran ambos trámites tienen diferente responsable. Esto significa que solamente puedes continuar uno y el otro hasta recibir

la tarjeta del investigador responsable del proyecto con su justificación de gastos.

JP.87 Selecciona el trámite correspondiente a la tarjeta que introdujiste, No. de proyecto: *IN102987-3* para justificar los gastos del trámite del Dr. Fernando Rojas o No. de proyecto: *IN102995-3* para los del trámite del Dr. Leonardo Morales. Presiona el botón de **“Continuar trámite”**.

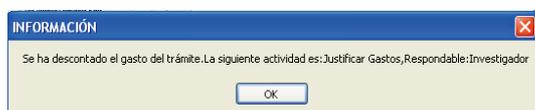
JP.88 El sistema te solicitará que insertes la tarjeta del investigador, presiona **“OK”** porque ya la tienes introducida.



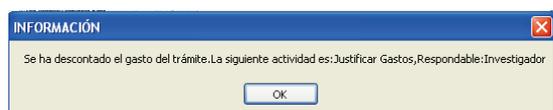
JP.89 Te aparecerá la pantalla de la actividad de comprobar gastos mostrándote los montos que el investigador quiere justificar. La información es obtenida de la tarjeta.



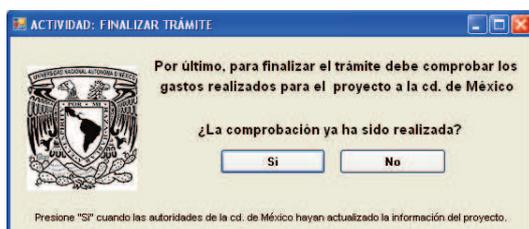
Observa que no es necesario que captures ninguna información en el sistema toda te la proporciona la tarjeta. En la pantalla puedes ver que el investigador de los 2500 que le entregaste en el cheque de viáticos, se gastó 2000 pero te va a regresar 500. Esto significa que la comprobación de gastos está completa.



JP.90 La comprobación está completa, presiona el botón de **“Aceptar”**. El sistema te indicará que la comprobación se ha realizado con éxito y a continuación te mostrará la siguiente actividad que debes realizar.

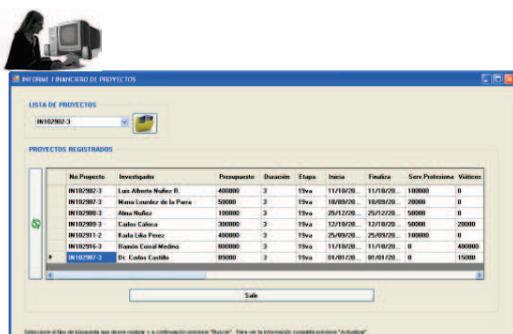


JP.91 Te aparecerá la pantalla de la actividad de **“Finalizar el trámite”**. Esta es la última etapa del trámite de este investigador, como no



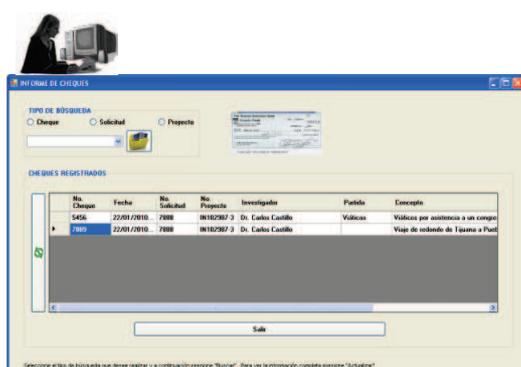
has realizado la comprobación a México. Presiona **"No"**.

JP.92 Retira la tarjeta de la lectora e introduce la otra tarjeta para realizar la justificación de gastos ahora del otro investigador. Regresa al paso **JP.85**.



JP.93 Una vez realizadas las dos comprobaciones de gastos. En el menú selecciona **"Proyectos"**, **"Ver"** y luego **"Informe financiero de proyectos"**.

Observa que el gasto realizado por los trámites solicitados por cada investigador ya fue descontado del presupuesto de sus proyectos. Y a la vez fue descontado de la tarjeta inteligente del investigador de tal forma que haya consistencia entre la información del proyecto contenida en la tabla y la contenida en la tarjeta de cada investigador.



JP.94 Presiona el botón de **"Salir"**.

JP.95 Ahora consulta el informe de cheques. En el menú selecciona **"Proyectos"** y enseguida **"Ver"**, **"Informe de cheques"**.

*Observa que en la columna que indica si el cheque ha sido justificado o no ahora hay un **"Si"** porque la justificación se realizó correctamente.*

JP.96 Presiona **"Salir"**.

JP.97 Entrega cada tarjeta al investigador correspondiente.

Investigador



Ya justificaste gastos así que hasta ahí termino tu responsabilidad en el trámite, pero aún realizaremos las siguientes actividades para que sigas enterado de qué está sucediendo con tu trámite.

I.98 Recibe tu tarjeta inteligente con la nueva etapa en la que se encuentra tu trámite.

I.98 Asegúrate que la lectora este conectada e introduce tu tarjeta. Una vez hecho esto puedes entrar al sistema.

I.99 Ejecute el sistema **“Wf-Card”** haciendo doble “click” sobre este e introduce tu contraseña de acceso al sistema.

I.100 En el menú selecciona la opción de **“Trámites”** y enseguida **“Continuar trámites”**.



Observa que la etapa en la que se encuentra tu trámite es **“Esperando comprobación de gastos a México”** y el responsable es la **“jefa de proyectos”** esto significa que te ya no te corresponde continuarlo a ti. La jefa de proyectos lo continuará hasta que lo haya finalizado.

I.101 Presiona **“Salir”**.

I.102 En el menú selecciona **“Ver”** y enseguida **“Gastos del proyecto”**.



Observa que el presupuesto de tu proyecto ha disminuido tras haber realizado el trámite de viáticos y boletos. Además puedes observar los detalles del trámite que realizaste.

I.103 Presiona “Salir”. Luego en el menú selecciona “Trámites” luego “Salir” y enseguida retira tu tarjeta de la lectora.

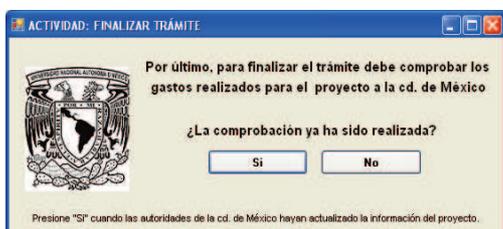
Jefa de proyectos



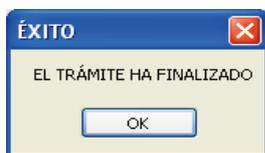
Asumiremos que ya ha realizado la comprobación de gastos a la ciudad de México, envió la documentación y observo en el sistema SIAU que se les descontó los gastos que realizaron ambos investigadores del presupuesto de sus proyectos, por ello ya puede finalizar los trámites que tiene pendientes.

JP.104 En el menú selecciona “Proyectos” y enseguida “Trámites Pendientes”.

JP.105. Seleccione un trámite y presione “Continuar trámite”.



JP.106. Aparecerá nuevamente la pantalla de la actividad de “Finalizar trámite”, como ya ha realizado la comprobación de los gastos realizados para ese proyecto a la cd. de México presione “Si”.



JP.107. El sistema enviará un mensaje indicando que el trámite ha finalizado. Presione OK.

JP.108 Vaya a la pantalla de trámites pendientes. En el menú “Proyectos” seleccione “Trámites Pendientes”.



Observa que el trámite se encuentra en la etapa de finalizado, si usted selecciona ese

trámite y presiona el botón de continuar, no podrá hacerlo y el sistema le marcará un error porque una vez que el trámite llegó a esa etapa ya no hay más actividades que realizar.

JP.109 Regrese al paso **JP.105** para finalizar el otro trámite.



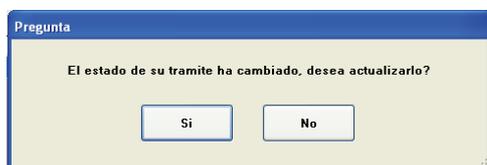
JP.109 Conteste las siguientes preguntas.

Investigador



I.110 Por último ve al **módulo de información** para que observes que sucedió con tu trámite.

I.111 Introduce tu tarjeta inteligente en la lectora. En el menú selecciona **“Actualizar”** y enseguida **“Ver estado del trámite”**.



I.112 Te aparecerá la etapa en el que se encuentra tu trámite el cual está contenido en la tarjeta. Selecciónalo y presiona el botón **“Ver estado”** para que el sistema te indique que está pasando con tu trámite.



I.113 El sistema te indica que tu trámite ha cambiado y te pregunta si deseas actualizarlo presiona **"Si"**.

 *Observa tu trámite ha finalizado.*

I.114 Presiona el botón de **"Salir"**. En el menú selecciona **"Trámites"** enseguida **"Salir"**.

I.115 Conteste las siguientes preguntas.