

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN Y MANTENCIÓN DE
INDICADORES DE DESEMPEÑO PARA EL INSTITUTO SISTEMAS COMPLEJOS DE
INGENIERÍA**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PABLO ARANCIBIA RODRIGUEZ

**PROFESOR GUÍA:
JUAN VELÁSQUEZ SILVA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
HERNÁN CÁRDENAS
MARIO MORALES**

**SANTIAGO DE CHILE
ENERO 2009**

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL
POR : PABLO ARANCIBIA RODRIGUEZ
FECHA: 15/01/2009
PROF. GUÍA: JUAN D. VELASQUEZ S.

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN Y MANTENCIÓN
DE INDICADORES DE DESEMPEÑO PARA EL INSTITUTO SISTEMAS COMPLEJOS
DE INGENIERÍA**

La presente memoria tiene como objetivo diseñar y construir un sistema para la mantención y explotación de información para la gestión científica del ISCI.

Para cualquier organización, con o sin fines de lucro, se requieren de métricas que permitan medir su desempeño en el tiempo, por lo que se hace necesario contar con información de la productividad de cada una de sus operaciones. Por otra parte, esta información puede ser utilizada para realizar gestión sobre sus productos o servicios, identificando fortalezas y debilidades.

El ISCI se financia a través de la postulación a fondos para investigación, estos fondos son abiertos y ganan los mejores. Para postular de debe acreditar la productividad del centro, lo cuál ahora es un problema debido a la dificultad para recopilar y almacenar la información.

Un sistema de información que facilite la medición de la productividad científica del ISCI permitirá una considerable mejora en la capacidad de respuesta a los requerimientos para la creación de informes técnicos.

Para desarrollar el modelo y su construcción se utilizó una metodología de rediseño de procesos, basado en el estudio de casos similares, el análisis de la situación actual, levantamiento de requerimientos, revisión de herramientas, construcción y prueba. La metodología anterior permitió obtener datos estimados de la situación y generar propuestas a los problemas descritos, además de producir los requerimientos para el sistema de información. Con esto se realizó una comparativa entre las distintas herramientas que pueden ser utilizadas para la construcción de la solución y seleccionar las mejores de acorde a las condiciones de borde del problema.

Posteriormente se procedió a construir el modelo realizado para comprobar su correcto funcionamiento y utilidad. Se demostró a través de un test de usabilidad la aceptación de los usuarios y con pruebas de consultas sobre la capacidad de generar la información requerida.

Se concluyó que el modelo realizado permite dar una solución factible a los problemas descritos en el instituto y los tiempos de respuesta en la generación de indicadores bajo considerablemente de horas a fracciones de segundos (de 12 hrs a 0,106 seg en la generación de un grupo pequeño de indicadores) a menor costo (se estimó un Van con y sin proyecto a 3 años calculando un ahorro de \$1M de pesos en el caso mas conservador) , esto abre las posibilidades de mejorar la gestión del instituto y su consiguiente sustentabilidad.

Por lo tanto se concluye que se cumple la hipótesis de que un sistema de información permite una importante mejora en la capacidad de respuesta a las consultas sobre producción ceintífica.

Agradecimientos

A mis padres por su esfuerzo y dedicación.

A mi familia, que a pesar de la distancia siempre está presente.

Al Instituto Milenio Sistemas Complejos de Ingeniería por el apoyo brindado.

Al profesor Juan Velásquez por su dedicación y palabras de sabiduría.

Me es difícil identificar a cada persona que me acompañó en este camino pero sin duda esto sólo fue posible “con la ayuda de mis amigos”.

Índice de contenido

Capítulo 1	Introducción.....	7
1.1	Antecedentes relevantes de la organización.....	7
1.1.1	Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI).....	8
1.1.2	Estrategia.....	8
1.2	Definición del problema.....	10
1.3	Hipótesis de Investigación.....	10
1.4	Objetivos.....	11
1.4.1	Objetivo General	11
1.4.2	Objetivos Específicos.....	11
1.5	Alcances.....	11
1.6	Contribuciones.....	11
1.7	Metodología y plan de trabajo.....	12
Capítulo 2	Marco Conceptual.....	14
2.1	Gestión de la productividad científica.....	14
2.2	Metodología para el rediseño de procesos de negocios.....	19
2.3	Metodología de Business Process Modeling (BPM).....	20
2.4	Metodología de Casos de Uso.....	22
Capítulo 3	Análisis de la situación actual.....	25
3.1	Recursos productivos.....	25
3.2	Levantamiento de la situación actual.....	26
3.2.1	Modelamiento de la situación actual.....	26
3.2.2	Métricas de la situación actual.....	31
3.2.2.1	Proceso.....	31
3.2.2.2	Datos.....	36
3.2.2.3	Organización.....	37
3.2.3	Diagnóstico de la situación actual.....	37
Capítulo 4	Levantamiento de Requerimientos.....	39
4.1	Análisis de propuestas de rediseño.....	39
4.2	Requerimientos Generales	47
4.2.1	Requerimientos de Información.....	47
4.2.2	Ámbitos del software.....	48
4.2.3	Definiciones, acrónimos y abreviaturas.....	48
4.2.4	Capacidades Generales.....	48
4.2.5	Perfiles de usuarios.....	49
4.2.6	Diagramas de Casos de Uso.....	51
Capítulo 5	Revisión de herramientas tecnológicas.....	53
5.1	Servidor web.....	53
5.2	Sistema de Gestion de Base de Datos(SGBD).....	56

5.3 Lenguaje de programación.....	57
5.4 Sistema operativo.....	59
5.5 Herramientas de apoyo.....	60
Capítulo 6 Construcción.....	62
6.1 Arquitectura.....	62
6.1.1 Modelo de una capa.....	62
6.1.2 Modelo de dos capas.....	63
6.1.3 Modelo de tres capas.....	64
6.2 Modelo conceptual de datos.....	66
6.3 Modelo Físico de datos.....	69
6.4 Modelo aplicación.....	73
6.5 Capa de Presentación.....	74
Capítulo 7 Pruebas y análisis de resultados.....	78
7.1 Caso de prueba.....	78
7.2 Prueba de generación de indicadores.....	81
7.3 Evaluación de rediseño.....	82
7.4 Análisis de resultados.....	86
Capítulo 8 Conclusiones.....	87
Bibliografía.....	90
Anexos.....	93
A.Organigrama.....	93
B.Descripción de cargos.....	94
C.Ficha de investigadores.....	97
D.Evaluación económica.....	99
E.Lista de precios MYSQL.....	100

Índice de ilustraciones

Figura 1: Confección Memoria anual.....	28
Figura 2: Confección de Insumos Soporte.....	29
Figura 3: Recopilación de Fichas Investigadores.....	30
Figura 4: Adaptación de Información.....	31
Figura 5: Recopilación de Información de Investigadores.....	44
Figura 6: Recopilación de Información No Investigadores.....	45
Figura 7: Confección memoria Anual.....	46
Figura 8: Diagrama de Casos de Usos – Investigador.....	51
Figura 9: Diagrama de Caso de Uso - Encargado de Informes Científicos.....	51
Figura 10: Diagrama de Casos de Uso - Encargado de información clave.....	52
Figura 11: Evolución de uso de los servidores Web.....	55
Figura 12: Modelo de tres capas.....	65

Figura 13: Modelo conceptual de datos para Línea de investigación.....	67
Figura 14: Modelo conceptual de datos para científicos.....	68
Figura 15: Modelo conceptual de Datos para la entidad Estudiantes.....	69
Figura 16: Modelo físico de datos para la entidad Línea de investigación.....	70
Figura 17: Modelo físico para la entidad Científicos.....	71
Figura 18: Modelo físico para al entidad Estudiantes.....	72
Figura 19: Modelo físico de la entidad Usuarios.....	74
Figura 20: Pantalla de entrada de usuarios.....	75
Figura 21: Pantalla de inicio de usuario.....	75
Figura 22: Pantalla de entrada de supervisor.....	76
Figura 23: Pantalla de edición de procesos.....	76
Figura 24: Pantalla de formulario de investigador.....	77
Figura 25: Pantalla de bienvenida de usuario asignado.....	78
Figura 26: Pantalla de ejemplo de validación de información.....	79
Figura 27: Pantalla de bienvenida de usuario II.....	79
Figura 28: Pantalla de acceso restringido de usuario.....	80
Figura 29: Pantalla de bienvenida de usuario III.....	80
Figura 30: Pantalla de verificación en base de datos II.....	81
Figura 31: Ficha de Investigadores.....	97

Índice de tablas

Tabla 1: Cantidad de Datos por Anexo.....	36
Tabla 2: Mayores vendedores de Web Servers.....	54
Tabla 3: Información de motores de base de datos.....	56
Tabla 4: Comparación de motores de base de datos.....	56
Tabla 5: Información sobre los sistemas operativos de servidor.....	60
Tabla 6: Información sobre herramientas de apoyo.....	61
Tabla 7: Comparación de Herramientas de apoyo.....	61
Tabla 8: Encuesta de Usabilidad.....	83
Tabla 9: Horas Hombre por tarea.....	84
Tabla 10: Flujo de Caja sin proyecto (\$ CL).....	85
Tabla 11: Horas hombre por tarea con proyecto.....	85
Tabla 12: Flujo de caja con proyecto.....	85
Tabla 13: Lista de precios moto de base de datos Oracle.....	99
Tabla 14: Lista de precios para soporte linux.....	99
Tabla 15: Lista de precios de Servicios Mysql.....	100

Capítulo 1 Introducción

En los últimos años se ha dado importancia a la Investigación y desarrollo como una fuente de crecimiento para las empresas y para los países, en especial para aquellos en vía de desarrollo, en este contexto la inversión de recursos en centros de investigación científica es una necesidad. Como toda actividad que desarrolle un gobierno o empresa, es necesario fiscalizar y evaluar el correcto uso de los fondos que se asignan, con tal de usar eficaz y eficientemente los recursos limitados.

Para el correcto desempeño de una organización se necesita gestionar, para ello es necesario contar con parámetros medibles que permitan dar cuenta de una realidad sobre la cuál podamos realizar juicios sobre el desempeño de sus actividades y poder tomar decisiones que permitan mejorar su rendimiento.

El presente tema de memoria se enmarca en el Instituto Milenio Sistemas Complejos de Ingeniería, que a su vez pertenece al programa de Iniciativa científica Milenio.

1.1 Antecedentes relevantes de la organización

El programa Iniciativa Científica Milenio (ICM) nace de la necesidad de aprovechar las capacidades humanas de investigación científica y tecnológica como uno de los factores claves para el crecimiento económico y social sustentable a largo plazo del país. Esta institución gubernamental se encuentra inserta en el Ministerio de Planificación, creada en el año 1999 bajo el gobierno del Presidente Eduardo Frei Ruiz Tagle para el desarrollo de la investigación científica y tecnológica de frontera.

La ICM financia proyectos de investigación científica y la formación de equipos humanos, particularmente jóvenes, hacia niveles de excelencia académica y científica a escala internacional en investigación, partiendo por aquellos pocos especialistas de alto nivel existentes en el país a través de Centros de Excelencia Científica -Institutos y Núcleos- los que son adjudicados en base a sus méritos científicos a través de concursos públicos.

Bajo este contexto nace el año 2000 el Núcleo Milenio “Sistemas Complejos de Ingeniería” (SCI) enfocado a generar trabajo científico de punta en el área de la ingeniería y desarrollar soluciones para problemas complejos en los campos privado y público. En el año 2007 sube de categoría a Instituto.

Los Institutos son centros en los que participa un Investigador Responsable, alrededor de 10 Investigadores Asociados y un número correspondiente de investigadores senior, investigadores jóvenes, estudiantes de postgrado o postdoctorantes. Un Instituto Científico tiene una duración inicial de 5 años,

eventualmente renovable por un período adicional de cinco años más, sujeto a la aprobación de evaluaciones periódicas y a una evaluación exhaustiva finalizando el quinto año, así como a la disponibilidad de recursos. En la actualidad existen 5 Institutos, dos de los cuales son financiados con recursos del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC). El presupuesto 2007 fue de US\$ 1,5 Millones para SCI

1.1.1 Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI)

Visión

Fomentar el desarrollo de investigaciones de alto nivel en ciencia y tecnología en Chile, abordando diversos temas en las Ciencias de la Ingeniería.

Misión

Crear una importante sinergia entre gestión de operaciones, transporte y matemáticas, desarrollando nuevas formulaciones y enfoques metodológicos para el estudio y análisis de problemas reales en “Sistemas Complejos de Ingeniería”, donde interactúan la infraestructura, el comportamiento y la gestión. Identificar y diseñar nuevos métodos y algoritmos para encarar y resolver efectivamente los desafíos matemáticos que presentan los problemas expuestos y sus generalizaciones.

Objetivos [1]:

- Fomentar la Investigación científica y/o tecnológica de avanzada
- Formar científicos jóvenes
- Trabajar en redes de interacción multidisciplinaria y de colaboración con otras instituciones similares
- Proyectar sus actividades al medio externo, con el sector educacional, con la industria y con los servicios públicos.

1.1.2 Estrategia

La estrategia del SCI se divide en varias partes según sus objetivos [2]:

Fomentar la Investigación científica y/o tecnológica de avanzada:

Apoyar constantemente las investigaciones de los científicos miembros del Instituto, se pretende incrementar, tanto en número como en calidad, los trabajos que se realicen en los distintos ámbitos del proyecto a través de distintas líneas de investigación que desarrollan los científicos.

Productos asociados a este objetivo:

- Investigadores pertenecientes al Instituto
- Líneas de Investigación desarrolladas por el instituto.
- Publicaciones, realizadas por los investigadores
- Patentes producidas por el instituto
- Propiedad Intelectual de material producido por el instituto.
- Eventos científicos organizados por el instituto.

Formar científicos jóvenes:

Formar nuevos profesionales y expertos es una parte fundamental de sus actividades, para lo cual se han incorporado académicos jóvenes al Instituto, se han enviado tesis a conferencias internacionales y a trabajar con co-investigadores en EE.UU., Canadá, Nueva Zelanda, Europa, entre otros. Además, se creó el Doctorado en Sistemas Complejos de Ingeniería, el cual combina materias de ingeniería industrial, transporte, matemática y eléctrica, y está enfocado a desarrollar habilidades de resolución de problemas con técnicas avanzadas.

Productos asociados a este objetivo:

- Alumnos en formación por los investigadores del Instituto.
- Tesis terminadas por alumnos de los investigadores
- Seguimiento de estudiantes
- Pasantías

Trabajar en redes de interacción multidisciplinaria y de colaboración con otras instituciones similares:

Productos asociados a este objetivo:

- Redes formales en las que participa el centro como Institución
- Actividades realizadas por las redes
- Otros trabajo colaborativo

Proyectar sus actividades al medio externo, con el sector educacional, con la industria y con los servicios públicos:

Además, se pretende extender las actividades a través de: proyectos con la industria, artículos científicos, formación de profesionales e investigadores y de relaciones con la comunidad general para dar a conocer lo que es posible hacer en ingeniería y generar interés por la ciencia.

Productos asociados a este objetivo:

- Eventos de difusión organizados por el instituto.
- Artículos y entrevistas publicados en medios de comunicación
- Colaboración de otras instituciones en los eventos organizados
- Conexiones con el sector privado y publico a través de proyectos o actividades
- Presentaciones a congresos
- Comités editoriales en los que participa algún investigadores
- Premio o reconocimientos otorgados a un investigador.

Cabe destacar que la cantidad de las actividades y materiales realizados por el instituto no está planificada, ni por la ICM, ni por la organización del instituto, es decir no existen metas de producción fijadas.

El medio ambiente de la SCI está formado por: ICM, Universidades y/o Institutos, Empresas, Servicios públicos y otros núcleos o institutos milenio.

1.2 Definición del problema

La generación de la información de producción del instituto es ineficiente esto se ejemplifica con la situación actual en que la Memoria Anual es siempre entregada con días de atraso y con información incompleta. Situación que pone en riesgo la continuidad del Instituto y su postulación a mayores fondos. Existen otras instancias de recopilación de información de los productos del instituto pero son a pedido y los datos son de difícil procesamiento en el formato actual, lo cuál dificulta la generación de indicadores de gestión del instituto.

El proyecto consiste en facilitar la mantención y explotación de indicadores de desempeño sobre las actividades del Instituto Científico Sistemas Complejos de Ingeniería a través de un Sistema de Información. Para ello se levantará y evaluará la situación actual de recolección de información del instituto. Luego elaborar un diagnóstico del funcionamiento actual y si es pertinente se rediseñarán los procesos de recopilación de la información para alimentar el sistema.

1.3 Hipótesis de Investigación

A raíz del Informe Final de Evaluación del Programa ICM [3] se generan 5 recomendaciones de las cuales dos son relevantes para este proyecto:

- Sistematizar el monitoreo del avance científico de la ICM.

- Generar un sistema de base de datos de los centros de manera de disponer de un conjunto de datos básico sobre el Programa ICM que permitan hacer seguimiento con rapidez y eficacia.

Adicional a los expuesto anteriormente se plantea que un sistema de información podrá facilitar la mantención y explotación de los datos para generar reportes de productividad del instituto siendo factible la mejora del proceso de recopilación de información y el procesamiento de los datos, de esta manera se podrán hacer estudios de gestión del centro con mejor calidad y justificar la creación de valor de éste.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar y Construir un sistema de información que permita generar reportes de producción científica y actividades en el Instituto Milenio “Sistemas Complejos de Ingeniería”

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar sistemas de administración de instituciones científicas.
- Generar modelo de la situación actual de recolección de información y reporte de ISCI.
- Establecer Rediseño del proceso de recolección de información y reporte del Instituto incorporando el sistema.
- Implementar el Proceso Rediseñado
- Evaluar la funcionalidad del Sistema su eficiencia y eficacia.

1.5 Alcances

El presente proyecto se enmarca en el rediseño de procesos de la recopilación de información, los otros procesos no serán abordados debido a que no se contempla por tiempo y no presentan problemas urgentes. El modelo de datos está sujeto a los requerimientos de información y formato que pide la ICM para la Memoria Anual y se tomará como modelo los requerimientos actuales.

1.6 Contribuciones

Debido a lo novedoso del campo de gestión del conocimiento científico, este

trabajo pretende aportar desde un enfoque práctico, una forma de gestionar el manejo de la información en un centro científico, sin perder la visión de que la solución planteada es propia de las características específicas del ISCI

Por lo tanto, la obtención de una propuesta completa de rediseño para la implementación de un sistema de información para el instituto milenio y la construcción de un prototipo funcional para satisfacer las necesidades de la organización condensan las principales contribuciones de este trabajo.

1.7 Metodología y plan de trabajo

La metodología escogida está basada en el marco teórico y metodologías utilizadas en proyectos similares. El Plan de Trabajo consiste en las acciones que se realizarán para cumplir las etapas de la metodología.

Metodología de rediseño de procesos

1. Definición del Proyecto

Para esto se planificará entrevistas con los diversos actores que estén a cargo del manejo de la información en el Instituto para obtener sus requerimientos.

2. Levantamiento de la Situación Actual

A partir de la definición del proceso a rediseñar, se efectuara una serie de entrevistas con los actores relevantes del proceso para establecer funciones, cargas de trabajo asociadas y problemas que hayan detectado. Paralelamente se revisaran documentos relevantes, como la memoria anual, Manuales de Procedimientos.

3. Modelamiento y Validación de la Situación Actual

- Modelación de la Situación Actual

Para ello se utilizará el enfoque metodológico de modelo de procesos de negocios (BPMN). De esta forma se obtendrá una idea clara de los Procesos, Flujos, Condiciones, Recursos y Agentes externos del proceso. Se escogió este enfoque debido a que se puede considerar un input para requerimientos específicos de información.

- Métricas de la situación Actual

A través de las entrevistas y documentos relevantes se estimarán las métricas asociadas al proceso.

- Diagnóstico de la Situación Actual

Se evaluarán la existencia de tiempos muertos, cuellos de botella, sobrecarga de trabajo, etc. Para determinar los procesos o sub-procesos que necesitan ser

rediseñados, tomando en cuenta la opinión de los actores relevantes para determinar su factibilidad de rediseño.

- Validación de la Situación Actual

El modelo actual debe ser validado con cada actor relevante que participa en el proceso.

4. Generación, Evaluación y Selección de Rediseños Alternativos

Se planificará una serie de reuniones para evaluar la factibilidad, ventajas y desventajas de las propuestas de rediseño, entre las variables cualitativas y cuantitativas se encuentran la anticipación, coordinación, asignación de Responsabilidades, integración de procesos, coordinación entre las actividades, Prácticas de trabajo y apoyo computacional. Luego se seleccionara el rediseño que satisfaga mejor los requerimientos.

5. Implementación

Especificación Detallada del rediseño y diseño lógico

Se utilizara un enfoque metodológico que permita modelar detalladamente el modelo rediseñado. Además se generará el modelo conceptual y lógico de datos.

Constucción del prototipo.

6. Evaluación del Rediseño

A través de estimaciones se evaluará el impacto del rediseño en el proceso.

Capítulo 2 Marco Conceptual

Debido a que el proyecto abarca el diseño y construcción de un sistema de recopilación e información que permita generar reportes de productividad, es necesario implementar un rediseño del proceso de recolección de información.

Para Rediseñar el proceso de recolección de información del instituto se utilizará la metodología propuesta por el profesor Juan Velásquez Silva en el curso Tecnologías de Información y Rediseño de Procesos que se explica a continuación:

2.1 Gestión de la productividad científica

A partir de la segunda mitad del siglo pasado, se ha conformado en el pensamiento de los economistas la idea de que existían instrumentos de medición para todos los fenómenos sobre los que se teorizaban.

La expresión la “Era de la medición” [26], denota el inicio de un período caracterizado por la emergencia de instrumentos de medida de la realidad económica cada vez más precisos. Sin embargo, el creciente interés de la ciencia económica por el estudio de los activos inmateriales ha puesto de manifiesto la ausencia de instrumentos de medición adecuados para este tipo de recursos.

Los indicadores de capital intelectual surgen, por lo tanto, como consecuencia de la necesidad de transformar las observaciones económicas de los activos intangibles en medidas estandarizadas útiles para los sistemas de gestión empresarial.

Podemos considerar a la ciencia como un sistema de producción de información, en particular información en la forma de publicaciones, considerando publicación a cualquier "información registrada en formatos permanentes y disponibles para el uso común". Desde este punto de vista entonces, la ciencia puede verse como una empresa con insumos y resultados. La medición de esas dos categorías — insumos y resultados — son la base de los indicadores científicos.

Gran parte de los esfuerzos de la ciencia de la ciencia se concentra en la elaboración de metodologías apropiadas para la formulación de estos indicadores. La medición de los insumos es una tarea más cercana a las ciencias de la economía, la estadística y la administración que, si bien trabajosa, dispone desde hace tiempo de metodologías de una razonable aceptación, y manuales con definiciones y procedimientos usados internacionalmente.

En cambio, los conceptos de la ciencia de la ciencia que tienen como propósito la formulación de indicadores de resultados — la segunda mitad de la tarea —, se considera generalmente por lejos la tarea más sofisticada y difícil.

A pesar de los esfuerzos considerables que se han realizado por llegar a tener a un conjunto de definiciones y clasificaciones general, apropiado, abarcador y sin ambigüedades, la situación permanece lejos de estar completamente resuelta [27]. Las técnicas de medición de los resultados de la investigación tienen sólo unas décadas de existencia y todavía no se han consolidado completamente.

En los últimos treinta años la comunidad internacional, en particular la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y la Unesco, desarrollaron metodologías para esta tarea compleja de elaborar indicadores, que pueden resumirse en tres manuales de referencia obligada, conocidos como el Manual de Frascati [28], el Manual de Oslo [29] y el Manual de Canberra [30]. Estos manuales ofrecen procedimientos de encuestas para medir las actividades de Investigación y Desarrollo Experimental (I+D), para determinar los recursos humanos dedicados a la Ciencia y Tecnología (C&T), y para interpretar la innovación tecnológica.

El Manual de Frascati, el primero de los tres manuales mencionados, cuya primera edición es de 1963, todavía en la reciente versión de 1993 sigue reconociendo la dificultad de elaborar un sistema de indicadores de C&T.

“Por definición los indicadores ilustran un aspecto particular de una cuestión compleja y de facetas múltiples. Es necesario disponer de un modelo explícito que describa a la vez el sistema científico en sí mismo y la forma en que se relaciona con el resto de la sociedad y con la economía. En la práctica y en el estado actual de cosas, no existe un modelo explícito único capaz de establecer relaciones causales entre la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad” [28]

Estos comentarios tienen que ver con la parte de medición de insumos, es decir la evaluación económica, estadística etc. Cuando buscamos en el mismo manual indicaciones para interpretar resultados, en particular desde el punto de vista de la comunicación científica, o sea las publicaciones, todavía el problema resulta ser más complicado. En el Anexo 2 del referido manual, cuyo título es "Otros indicadores de C&T" se reconoce:

“En el momento presente no existen principios básicos internacionales oficiales aplicables a la recogida de este tipo de datos o a su empleo como indicadores de ciencia y tecnología. En 1989-1990 la OCDE realizó un informe sobre el estado del conocimiento en materia de bibliometría, que podría servir para un futuro manual OCDE sobre utilización e interpretación de indicadores bibliométricos” [28]

El Manual de Oslo [29] ofrece metodologías para la recopilación de datos que permitan interpretar la innovación en C&T. Si analizamos el manual en busca de procedimientos de evaluación basados en las publicaciones científicas, para nuestra sorpresa encontraremos que recién en el Anexo 1, como un procedimiento accesorio, se menciona a la LBIO (literature-based innovation output indicators). La LBIO es una

metodología de encuestas basada en los casos de innovación en C&T que se informan en las revistas técnicas y comerciales.

Esto es sorprendente, pues una de las características de la ciencia es la publicación de sus resultados. En particular toda aquella innovación y descubrimiento se legitima y reconoce por la prioridad de su publicación. En otras palabras, uno de los aspectos más visibles de la innovación en C&T, que es su comunicación impresa, se presenta como procedimiento marginal en el Manual de Oslo.

Por último, en el Manual de Canberra [30], que proporciona diversas metodologías para evaluar a los recursos humanos dedicados a la C&T, ni siquiera se mencionan los métodos cuantitativos basados en la bibliometría.

Como se mencionó anteriormente dado la novedad del campo la FLACSO financia un proyecto cuya hipótesis es:

“Los centros de investigación y desarrollo latinoamericanos requieren prácticas formales de gestión del conocimiento, debido a que generalmente carecen de capacidad interna suficiente para reconocer sus actividades generadoras de valor; para diseñar y poner en práctica mecanismos efectivos que permitan evaluar objetivamente los beneficios económicos y sociales derivados; y para trascender una evaluación tradicional, basada en número de publicaciones y en el número de estudiantes graduados, para dar paso a indicadores de impacto socioeconómico acordes con el nuevo contexto de la investigación en la región.”

Estudio que se desarrolla primordialmente en México, Brasil (Porto Alegre) y Chile (Concepción). El trabajo de campo se realiza en cada una de las dependencias (UNAM, CICESE, U de G, CamBioTec, Bioclón, USFRUG y UC) así como en otros centros de investigación.

Este proyecto detecta las principales dificultades mencionadas a continuación:

“En primer lugar, una primera dificultad puede surgir de las diferencias entre los marcos políticos, normativos, económicos y sociales de los diferentes países que integran el consorcio.

En segundo lugar, podemos esperar cierta resistencia de los centros que serán estudiados a ofrecer información que revele debilidades o bien que sea difícil recabarla porque no se realicen actividades formales de gestión del conocimiento. No debe dejarse de lado el hecho de que éste es un tema relativamente nuevo que, aún en países tecnológicamente más avanzados, apenas empieza a estudiarse formalmente. (OECD, 2003). En cuanto a la definición de los indicadores en materia de gestión del conocimiento y creación de valor, ciertamente habrá dificultades de índole metodológica, dada la originalidad del tema. “

Dentro de sus resultados parciales se pueden destacar algunos puntos:

“Todos los centros cuentan con un sitio web, y la mayoría de ellos utilizan la intranet. Sin duda es un buen esfuerzo pero pareciera que estos mecanismos están subutilizados. Lo mismo sucede con el uso de otras tecnologías de información (plataformas como ERP, CRM, etc.). Estas plataformas han mejorado el desempeño de la institución (gestión del conocimiento, administración de proyectos, etc.) pero falta por aprender más sobre ellas para utilizarlas en mayores aplicaciones”

Los resultados sobre las buenas prácticas y los indicadores asociados aún están en desarrollo. Sin embargo los autores cubanos Walfredo González Rodríguez, Francisco Benítez Cárdenas y José Luis García Cueva realizan la siguiente propuesta de 20 indicadores integrados en cinco grandes grupos:

- Grupo 1. Relevancia. Está conformado por indicadores que miden premios y reconocimientos otorgados por instituciones nacionales y extranjeras a resultados de la investigación, de significativa contribución científica, económica, social y ambiental, entre otros aspectos.
- Grupo 2. Ciencia. Incluye los tradicionales indicadores bibliométricos relacionados con las publicaciones científicas. Se utiliza un criterio amplio en la consideración de las publicaciones, incluyendo todas las realizadas en revistas nacionales y extranjeras, particularizando de ellas, las referenciadas en bases de datos internacionales y las consideradas específicamente , en la Web of Science del Institute for Scientific Information (ISI) de Filadelfia. También en este Grupo son considerados indicadores de publicaciones de libros y monografías, así como las tesis doctorales defendidas exitosamente.
- Grupo 3. Tecnología. Las patentes de invención y los registros de productos resultados del desarrollo tecnológico, logrados en el país o en el extranjero, son los principales indicadores de esta tercera agrupación. "Las patentes representan en mayor medida el producto de la investigación tecnológica y empresarial, por cuanto protegen conocimientos con potencial interés económico"
- Grupo 4. Pertinencia. Indicadores evaluativos del monto de recursos financieros ingresados por las universidades, como resultado de la comercialización de tecnologías, software, proyectos, consultorías y servicios científico técnicos, entre otros productos de la ciencia y la tecnología, y el financiamiento nacional e internacional otorgados a proyectos de investigación. Son expresión del vínculo

entre lo que se hace en la universidad y lo que está dispuesto a comprar o financiar "el cliente", esto último en su concepción más amplia, es decir, para nosotros el cliente puede ser desde el Estado hasta una empresa, lo importante es que exista "alguien" interesado en resultados y dispuestos a apoyar material y financieramente su ejecución

- Grupo 5. Impacto. La evaluación de los aportes económicos de los productos universitarios en las principales ramas de la economía y la repercusión económica y social en la sociedad cubana y en las regiones donde están enclavadas las instituciones universitarias son elementos contemplados en el sistema de indicadores [31].

Dentro de estos grupos de indicadores generan incluso una formula para evaluar los centros presentada a continuación:

$$\text{DESEMPEÑO} = \sum_{i=1}^n \mathbf{G}_i \leq 100 \text{ puntos} \quad n = 5$$

Donde:

$$\mathbf{G}_i = \frac{\sum \mathbf{X}_j \mathbf{P}_j}{\sum \mathbf{X}_j (\text{valor máximo})} * 100 * \mathbf{P}_{G_i} \quad i = (1, 2 \dots 5)$$

- \mathbf{G}_i = Grupo i del sistema de indicadores
- \mathbf{X}_j = Indicador j
- \mathbf{P}_j = Índice ponderativo del indicador j
- \mathbf{P}_{G_i} = Índice ponderativo del Grupo i
- $\sum \mathbf{P}_{G_i} = 1$

Cada indicador (X_j) tiene un puntaje asignado discreto entre 1 y 5. De esta manera para cada grupo de indicadores se toma la suma total del puntaje obtenido por su respectivo peso (P_j) con respecto al resto de los indicadores en cada grupo y se divide por el valor máximo que se obtendría de esta suma. Este porcentaje se pondera por el porcentaje del grupo respectivo (P_{G_i}). Al final el desempeño de una institución es la suma de los valores obtenidos de cada grupo de indicadores. Por construcción este valor es igual o menor a 100. Lo cuál podría ser visto como porcentaje de cumplimiento de las metas.

Cabe destacar que los índices ponderativos pueden ser modificados, de esta manera se asignan prioridades a los indicadores. Con esta formula pretenden evaluar bajo la misma escala diferentes centros.

Debido a que el estado del arte de indicadores y mejores prácticas de gestión de

centros de investigación no ha llegado a una cierta madurez la presente memoria no pretende delinear o proponer indicadores ni mejores prácticas, si pretende solucionar localmente el problema de reopilar la información y poder combinar flexibilidad y rapidez de respuesta ante los requerimientos de información para construir los indicadores.

2.2 Metodología para el rediseño de procesos de negocios

Definición de Proceso de Negocios:

“Un proceso de negocios es un conjunto de actividades que toman uno o más tipos de inputs y crean un output que es de valor para un cliente” [7].

“Un proceso de negocios es el conjunto de compromisos, acciones y decisiones necesarias para satisfacer el requerimiento de un cliente (externo o interno)” [8].

Objetivo general de un proceso de negocios:

- Hacer que las actividades del proceso se realicen con calidad. Si las tareas del proceso se realizan con calidad, hay una alta probabilidad de que el producto resultante sea de calidad.
- Hacer que el proceso de negocios sea predecible y administrable. Deseamos que los resultados de la calidad (especificaciones, oportunidad y costo no estén muy lejos de lo prometido).

Estos objetivos coinciden con la finalidad de este proyecto de memoria, definiendo como resultado o producto generado satisfacer los requerimientos solicitados al Instituto Milenio referentes a la Memoria Anual.

Las etapas para enfrentar un rediseño de procesos son:

1. Definición del proyecto

Se debe definir bien el medio ambiente en el que estará sujeto el proyecto, definiendo los procesos a ser rediseñados, objetivos y medidas de efectividad asociadas a los objetivos.

2. Levantamiento y evaluación de la situación Actual

En esta etapa el problema fundamental es el modelamiento formal, que debe entregar una representación precisa que, a su vez, permita interactuar con otras personas, hacer un análisis sistemático de los procesos y validar su concordancia con lo que sucede hoy.

Para el modelamiento de Proceso de Negocios existen diversos enfoques metodológicos entre los cuales se encuentran. [8]:

Ciclos de Trabajo: Los procesos son redes de acciones y compromisos entre

clientes y ejecutores. Coordinación de actividades para satisfacer un requerimiento. Existen 4 etapas: Preparación, Negociación, Ejecución y Aceptación.

Business Process Model (BPM): Modelo conceptual que describe la lógica y reglas del negocio, sin preocuparse de detalles de implantación, foco en procesos y flujos, se puede considerar un input para determinar requerimientos específicos de información.

IDEFx: La familia de los métodos IDEF fue desarrollada por la industria y el gobierno de EEUU, su propósito es proveer una estructura comprensiva y flexible para describir, analizar y evaluar prácticas de negocio, permite identificar las actividades que aportan (y no) valor y genera buenas prácticas de recolección de antecedentes, análisis, diseño y estructuración de actividades.

Modelo de Roles: Considera Roles y actividades que los unen; además toma en cuenta el flujo de actividades, papeles y otros en una sola representación. Es bastante pedagógico.

Las herramientas utilizadas para modelar los enfoques metodológicos antes descritos son: Analyst, Bpwin, PowerDesigner, Microsoft Office Visio y herramientas open source del tipo Bizagi, ProcessMaker y PHProjekt.

3.Rediseñar

Establece las direcciones de cambio que deberían efectuarse en la situación actual y detalla cómo se ejecutarán los nuevos procesos.

4.Implementar

Consiste en llevar a la práctica los procesos rediseñados, para ello se especificara con detalle el modelo del rediseño, tanto de forma conceptual como lógica.

2.3 Metodología de Business Process Modeling (BPM)

El objetivo de modelar a través de proceso de negocio es obtener la representación de los procesos actuales de la empresa. De esta forma se pueden identificar desde el punto de vista del dueño y del cliente, las variables claves para mejorar la eficiencia y calidad de la cadena de valor del negocio.

Actualmente, existe mucha literatura sobre BPM debido a su naturaleza multidisciplinaria, para entender efectivamente las propiedades de esta metodología se presenta el ciclo de vida BPM. Como se menciona anteriormente coexisten muchos puntos de vista del ciclo de vida [12][13][14][15] pero se adoptará la visión de van der Aalst et al (2003) por su relevancia y concisión. De acuerdo con esta visión el ciclo consiste de:

- Diseño de proceso: Etapa en la cuál los procesos son modelados, de preferencia

por estándares gráficos de BPM.

- Configuración del sistema: Se configura el sistema BPM y la infraestructura del sistema.
- Promulgación de Procesos: Se despliegan los procesos en el sistema BPM, de preferencia por estándares de ejecución.
- Diagnóstico: Dado un apropiado análisis y herramientas de monitoreo, el analista BPM puede identificar y mejorar cuellos de botella y tareas ineficientes. Se utilizan estándares de diagnóstico.

Como se destacó en los puntos anteriores existen diferentes tipos de estándares BPM:

- Gráficos: permiten al usuario expresar los procesos de negocios y posibles flujos y transiciones a través de diagramas.
- Ejecución: permiten la implementación y automatización computarizada de los procesos de negocios.
- Diagnóstico: provee de herramientas de monitoreo para la audición en tiempo real de los procesos de negocios.

Entre los estándares expuestos [17] el gráfico es el más fácil de leer por las personas y el más fácil de comprender sin un entrenamiento técnico. Nuevamente existen varios estándares gráficos, de estos los dos más populares son el UML¹ [18] y el BPMN² [10][11]. De acuerdo a White las diferencias entre estas dos notaciones radica en los usuarios en los cuáles están enfocados. Mientras BPMN está enfocado a analistas de negocios, a causa de su utilidad en la comunicación de requerimientos de negocios, UML lo está en los desarrolladores de software por su alta capacidad técnica y la vista de usuario. Sin embargo, debido a sus miradas similares se plantea la factibilidad de la convergencia de ellos [9].

El modelo BPMN tiene una gran aceptación [19] y pretende ser un puente entre la brecha de los analistas de negocios e IT [20].

Debido a la utilidad para obtener los requerimientos del usuario y su facilidad de entendimiento se escogió la metodología BPMN.

Esta radica en:

- Descomponer la cadena de valor en procesos y determinar los bordes del proceso. Para procesos complejos se puede utilizar la noción de sub-procesos.

1 Unified Modelling Language.

2 Business Process Modelling Notation.

- Seleccionar metricas apropiadas basadas en factores críticos de éxito para los procesos identificados y la estrategia de negocios completa.
- Identificar responsables de procesos para cada proceso.
- Empezar el ciclo de vida del BPM en el cuál a traves del modelo y las métricas obtenidas se pueda obtener las capacidades actuales e identificar y cuantificar areas de oportunidad de mejora.

De esta forma se pueden obtener requisitos y métricas de la situación actual para generar un estudio que permita evaluar la situación real.

2.4 Metodología de Casos de Uso

Un caso de uso se podría definir como: “una descripción de un conjunto de secuencias de acciones, incluyendo variantes, que un sistema realiza y que produce un resultado observable de valor para un actor” [32]

En la metodología propuesta por García et al [4]. Se obtiene una estrategia para obtener de modo sistemático el modelo de casos de uso [16] y el modelo conceptual. Para ello se necesita como insumo una representación gráfica de los procesos de negocios.

A partir del diagrama de procesos se puede obtener los roles y cuales son los datos requeridos y producidos por cada actividad. Los datos que fluyen entre las actividades pueden verse como objetos de información que a su vez están sujetos a las reglas del negocio para cada objeto de información se describirá mediante un conjunto de atributos y sus restricciones de integridad.

Es decir, quien hace qué en el sistema, cómo y con qué, levantando los requerimientos de comportamiento del sistema, detallando los escenarios a través de los requerimientos funcionales

Con esta información se puede parametrizar el trabajo a realizar y poder externalizar su desarrollo.

La metodología se detalla a continuación [35];

1.-Definir los bordes del sistema

La visión debe responder las siguientes preguntas [33][34]:

- ¿Cuál es el problema que intentamos resolver?
- ¿Quienes son los beneficiarios?¿Quienes son los usuarios?¿Cuáles son sus necesidades?

- ¿Cuáles son las metas principales de la organización cliente? ¿Cuáles son las metas principales del departamento o unidad para al cuál se trabaja?+
- ¿Cuáles son las metas del sistema?
- ¿Cómo afectaría esta solución nuestro negocio?
- ¿Cuáles son las fronteras de la solución? ¿Cuáles son los mayores requerimientos funcionales y no funcionales?
- ¿Cuáles son las futuras direcciones del producto?

2.-Organizar los equipos de trabajo

De preferencia en equipos pequeños de 2-3 personas.

3.- Construir un modelo de objetos de dominio del problema

El modelo ayuda a definir os bordes del sistema y definen un vocabulario común [33].

4.- Encontrar a los actores

Se entiende por actores a los roles que los usuarios desempeñan dentro del sistema.

5.- Encontrar los casos de uso.

Describir los principales casos de uso a modelar.

6.-Organizar el modelo

Ordenar los casos de uso según jerarquías , de esta forma su lectura y escritura resulte fácil de seguir, se pueden identificar inconsistencias o casos repetidos.

7.- Priorizar los casos

Para optimizar los recursos de producción u análisis.

8.-Describir los casos de uso

Se describen los casos de uso de manera detallada

9.-Optimizar el modelo

En esta etapa se pueden identificar casos de uso con patrones similares, los cuales pueden contener código similar, optimizando los esfuerzos de programación.

10.-Verificar y validar el modelo

Necesario para reducir riesgos de problemas futuros, mejorando la calidad del producto y mejorando la satisfacción del cliente.

11.-Argegar requerimientos futuros

Se trata de características que no han sido solicitadas pero que pueden ser implementadas en futuras mejoras

Capítulo 3 Análisis de la situación actual

Para comprender el proceso de creación de memoria anual del instituto es necesario entender específicamente que información contiene ésta. Por ello se detallará a continuación:

La información de las actividades y productividad científica y tecnológica se encuentra dispersa en distintas fuentes de información interna y/o externa del instituto, por ejemplo en archivos excel y documentos word.

La Memoria Anual de los Institutos y Núcleos Científicos de la Iniciativa Científica Milenio, es el documento público que consigna la información relativa a actividades y productividad científica y tecnológica realizadas por todos los investigadores de los centros durante el año. Por ello, es el instrumento en base al cual se evaluará anualmente los avances de los centros, tanto por la ICM como por parte de evaluadores externos. Además es una de las principales fuentes de información para las evaluaciones del Programa ICM y estudios de productividad e impacto.

La información requerida en la Memoria tiene relación con los 4 componentes principales que se desarrollan en los centros, los cuales son la Investigación Científica, la Formación de Jóvenes, la Proyección Externa y las Redes de Colaboración, de tal forma de poder evaluar o auditar cada uno de ellos en las diferentes instancias que se contemplan en el Programa. Además, se considera en un punto aparte todo lo relacionado con la gestión administrativa y financiera, de tal forma que pueda ser evaluado en forma independiente.

La estructura de la memoria anual consta de una parte narrativa de lo realizado y una sección de anexos donde, a través de tablas, se individualiza la información correspondiente a cada producto a reportar. Estos anexos están organizados por productos.

La información que se automatizará no contempla la parte narrativa ni los anexos financieros y administrativos. Se centrará en las actividades y producción científica y tecnológica que esta organizada en tablas.

Se adjunta en el anexo B la información a digitalizar

3.1 Recursos productivos

Los sistemas que afectan y son afectados por el sistema: ICM, Secretarías de Magíster.

Para cumplir con los objetivos se cuenta con los 28 investigadores, sus secretarías si las tienen y el personal del instituto. El centro cuenta con infraestructura propia, pero

no alberga a todos los investigadores. Debemos precisar que algunos investigadores tienen otros roles aparte de los que se encuentran en el organigrama, algunos son encargados de área o líneas de investigación.

Sistemas:

- Registro de viajes y tesis. En formato Word o impreso.
- Fichas de solicitud de gastos de año anterior. En formato Word o impreso.
- Páginas Web de : FONDEF, FONDECYT, INNOVA y Web personales de los investigadores
- Monografías (Entrevistas Director con Investigadores) .En formato Word
- Programas de Postgrado: MGO, Magíster Transporte, Secretarías Docentes y Académicas, DSI. Entrega información en formato digital.

El instituto cuenta con Microsoft Office para realizar las fichas y la memoria anual.

Financieramente el Instituto goza de una situación estable y debe justificar sus gastos a ICM.

3.2 Levantamiento de la situación actual

Para obtener el levantamiento de la situación actual se realizó el modelo de la situación actual con respecto al proceso

3.2.1 Modelamiento de la situación actual

Se determinó el uso de Modelo de procesos de negocios usando la BPMN debido a la ventaja de facilidad de interpretación para el cliente y la capacidad para extraer los casos de uso necesarios para el modelamiento conceptual de los datos [4].

La confección del levantamiento de la situación actual se realizó a través de entrevistas y se complementó con los documentos relacionados al proceso en estudio.

Además se cuenta con el informe de memoria anual año 2007, fichas pre -llenadas de los investigadores, el manual de procedimientos de ICM.

Actualmente no existe un proceso continuo de recopilación de información, sólo se activa para realizar la memoria anual por ende el proceso que se evaluará corresponde al reporte de las actividades o productos realizados por el instituto a través de la memoria anual, el cuál no está estandarizado, no tiene procesos con fechas ni roles definidos, por lo que se tomará en cuenta la última actividad. Sólo se conocen los plazos estimados de petición de información.

Esta actividad comienza cuando la ICM pide, a través de un mail, la entrega de un resumen de la cantidad de publicaciones el último proceso ocurrió el 21 de noviembre del 2007 , esto gatilla la coordinación de una reunión entre el encargado de informes científicos, el director de operaciones y la sub directora de operaciones para asignar roles y planificar la estrategia de recopilación de información de las actividades y productos. A partir de dicha reunión se realizan 3 actividades:

Diseño y pre llenado de Fichas en formato digital., a cargo del director de operaciones- con ayuda de la sub directora- , que serán llenadas por los investigadores (Fichas de investigadores).

Diseño y pre llenado de fichas de área en formato digital., a cargo del director de operaciones, que serán llenadas por los investigadores que son encargados de área (Fichas de área).

El proceso de pre llenado de fichas corresponde a la asignación de roles de esta tarea en el cual se distribuyen las fichas de los investigadores entre el director de operaciones y el subdirector de operaciones para su pre llenado.

Pedido de Insumos de información en formato digital a las secretarías de los programas académicos a los que pertenecen los investigadores (Insumos de Soporte).

Las fichas de investigadores y de área pre llenadas son revisadas por el encargado de memoria anual y luego de estar aprobadas son enviadas a los correspondientes investigadores para su llenado y validación de información.

Los investigadores deben entregar las fichas al encargado de memoria anual, las cuáles junto a los insumos de soporte, se chequean para comprobar compatibilidad de formato con la memoria anual, el cual fue entregado al última vez el 28 de diciembre del 2007. Si no cumplen con el formato se envían a la secretaria del encargado de memoria anual la cuál procede a reformatear y entregar al encargado de memoria anual.

Las fichas con formato correcto son utilizadas para la confección de la memoria anual por el encargado de memoria anual. Una vez terminada la confección de la memoria anual es enviada en formato impreso al director del instituto, y se fija una reunión para su chequeo final. Si no es satisfactoria, el encargado de memoria anual la reedita.

Si la memoria es satisfactoria, se envía la memoria impresa firmada y el archivo digital a la ICM, el plazo estándar de entrega es el último día hábil de marzo, en el último proceso , la entrega se realizó el 11 de abril.

A continuación se presenta la figura 1 el modelo de confección de la memoria anual:

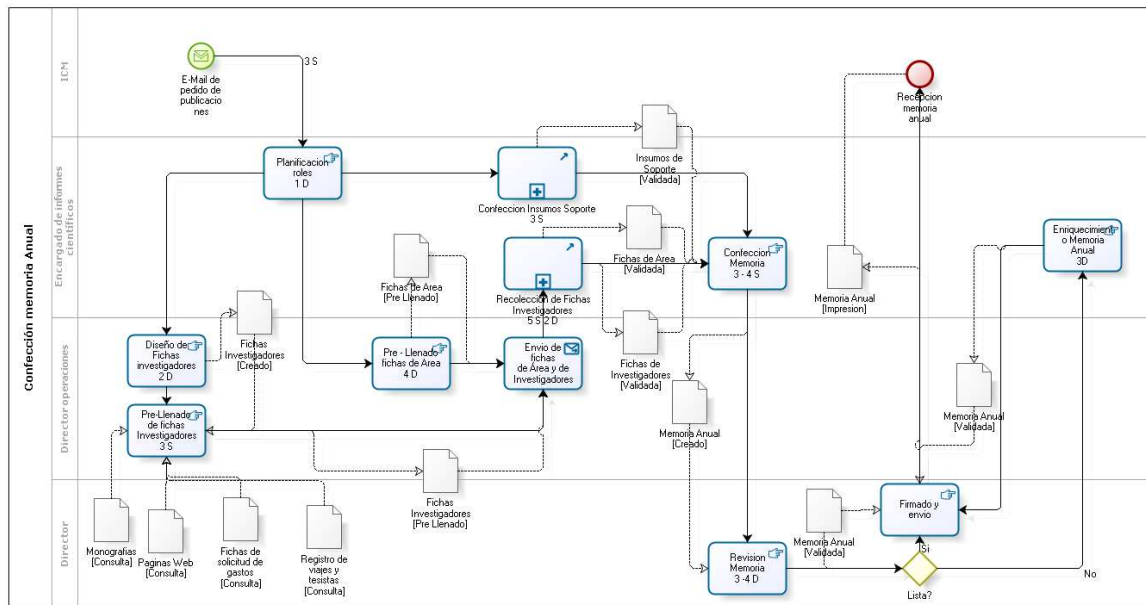


Figura 1: Confección Memoria anual

Fuente: Elaboración Propia

El pedido de Insumos de soporte se divide en dos tareas:

- Pedido de Insumos a soporte interno, a cargo del director de operaciones , el cual hace una petición de información a las siguientes áreas.

A la encargada de Comunicaciones el registro de apariciones en los medios de comunicación del centro o investigadores.

A la encargada de Finanzas el reporte financiero del instituto.

Y a la secretaria del Instituto el reporte de Visitas y Workshops realizados.

- El encargado de Informes científicos genera una petición de información sobre tesis a las secretarias de los distintos magísteres y departamentos a los cuales pertenecen los académicos.

Toda la información es recepcionada por el encargado de Informe Científico, el cuál depura la información.

Se presenta a continuación en la figura 2, el modelo de esta situación:

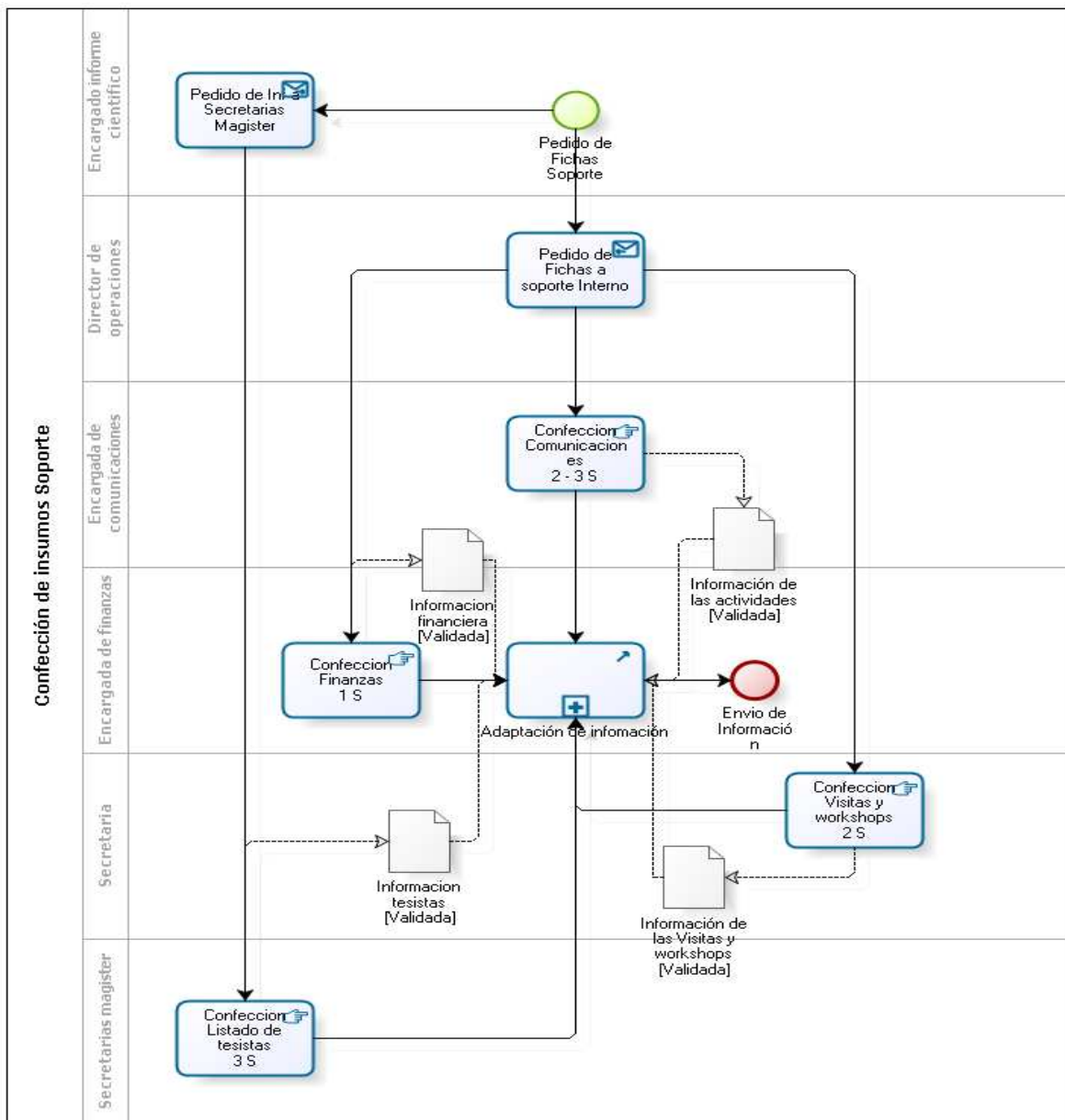


Figura 2: Confección de Insumos Soporte

Fuente: Elaboración Propia

El proceso de Recolección de Fichas de los investigadores empieza cuando el encargado de Informes Científico recepciona las Fichas de Área y de Investigadores, este revisa las fichas y son enviadas a los Investigadores que corresponde.

Los Investigadores tienen un plazo de 3 a 4 semanas, cumplido el plazo, el

Encargado de Informes científicos chequea las fichas recepcionadas y genera las siguientes acciones sujetas a chequeo:

Si faltan, envía un mail a los investigadores atrasados con copia a todos ampliando el plazo de una semana más.

Al cabo de esa semana si aún existen fichas sin entregar, se llama telefónicamente a los investigadores morosos dando un ultimátum de un día para su entrega.

Al cabo de este plazo se cierra la recepción y las fichas recepcionadas por encargado de informes científicos son enviadas para su depuración y finalmente pasan a formar parte de la memoria anual.

El modelo se representa en la siguiente figura 3:

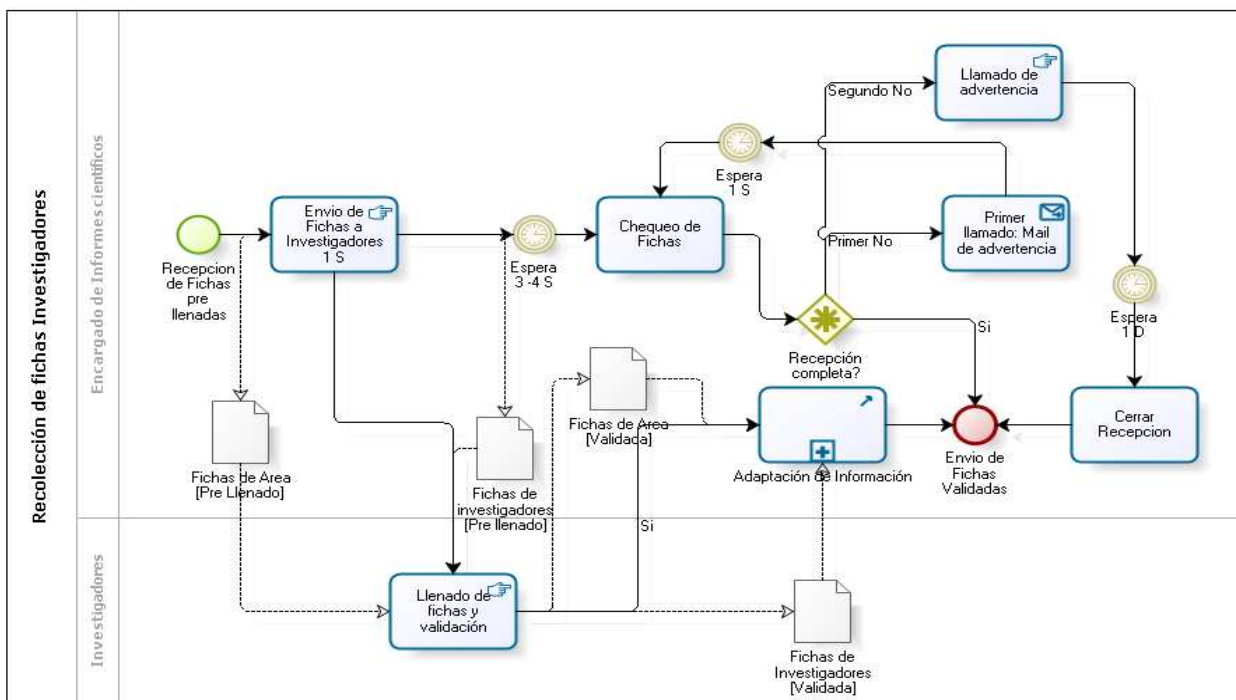


Figura 3: Recopilación de Fichas Investigadores

Fuente: Elaboración Propia

La depuración de información, corresponde al proceso en el cuál el encargado de Informes científicos chequea si la información recibida está en el formato correcto para

formar parte de la memoria anual. Si no lo es, son enviadas para su adaptación a su secretaria personal.

Proceso que se presenta a continuación en la figura 4:

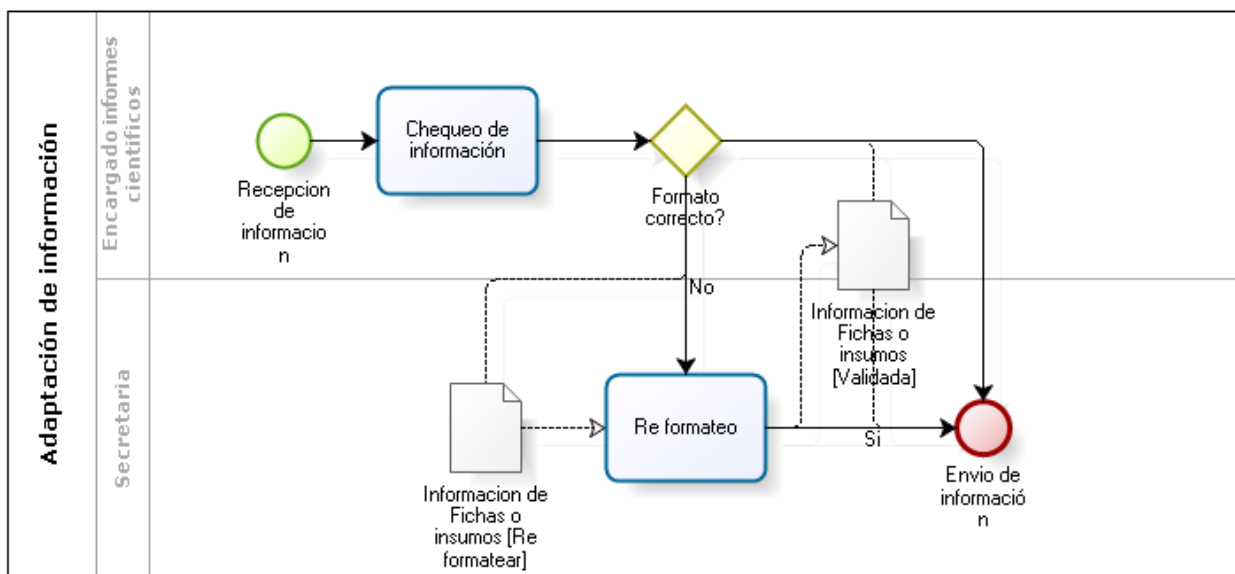


Figura 4: Adaptación de Información

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Métricas de la situación actual

3.2.2.1 Proceso

Coordinar reunión y establecer estrategia

Actualmente el proceso se inicia sólo cuando llega el mail recordatorio por parte del ICM, hecho que tiene un origen cultural y no racionalizado, no es necesario esperar ese mail para comenzar el proceso, por otra parte, los días que pasan para definir los roles es totalmente innecesario si los roles están ya predefinidos y la información a recolectar esta estandarizada, esto presentaría un ahorro de 16 días en el proceso actual.

Diseñar Fichas de investigadores

Este proceso actualmente consta de elaborar las fichas en formato Word que

serán enviadas a cada investigador para recolectar información de producción. Tiempo estimado para este proceso: 2 días.

Pre llenar Fichas de Investigadores

El pre llenado de las fichas ha resultado en una útil estrategia para reducir el tiempo de respuesta de los investigadores hasta el momento esta condensación de la información comienza después del diseño de las fichas y dura aproximadamente 15 días cabe destacar que el formato que pide ICM es entregado en la mitad de este proceso .

Pre llenar Fichas de Área

El pre llenado de las fichas de área toma el tiempo de 4 días, debido a la relativa estabilidad de la información.

Recolectar Fichas de Investigadores

El Proceso de recolección de de Fichas de Investigadores tarda 26 días, este proceso es el de mayor demora y es el más crítico, debido a la importancia de la validación de estos insumos de información que pasarán a ser parte para la memoria anual.

Este proceso se descompone en:

- **Envío de Fichas a los investigadores**

El Encargado de los Informes Científicos demora aproximadamente 5 días en enviar las fichas pre llenadas a los respectivos Investigadores, luego de pasar por su revisión.

- **El llenado de Fichas**

Es un proceso continuo en el cuál los investigadores completan y validan la información que se les entrega, estas fichas están en formato Word y se pueden enviar por correo electrónico, fax o entregar directamente en papel.

La duración de este proceso actualmente es a través de plazos. Se espera 20 días para la recepción de fichas actualmente la reportabilidad de los investigadores está entre el 50 a 70%, al final de los 20 el encargado de Informes científicos envía un mail de advertencia a todos los investigadores con los nombres de los que no han cumplido con el plazo, la tasa de respuesta del segundo llamado es del 90%, el 10% restante corresponde a 2 a 3 Investigadores a los cuales al cabo de una semana a partir del segundo llamado son contactados telefónicamente o físicamente para el ultimátum de entrega de las fichas , el ultimátum es de un día y se cierra la recepción de fichas.

Este proceso es crítico y el rediseño debe ser cauteloso a la hora de plantear una solución que sea efectiva operacionalmente como culturalmente y que pretenda

aumentar la tasa de respuesta de los investigadores, especialmente los casos críticos.

Paralelamente a la recolección de fichas de los investigadores se realiza la Confección de Insumos de Soporte la cuál demora 15 días y se descompone en varias tareas:

- **Confección Insumos de Comunicaciones**

El área de comunicaciones se demora 15 días en recolectar al información

- **Confección de Insumos de Finanzas**

El área de finanzas se demora 5 días

- **Confección de Insumos de Visitas y Workshops**

La secretaria se demora 10 días en entregar la información de Visitas y Workshops.

Toda esta información está en Microsoft Word, es entregada en formatos distintos a la de la memoria anual, además debe ser procesada y sintetizada para su inclusión en el informe, esto es ineficiente si se contara con el formato adecuado para la memoria, reduciendo así el tiempo de procesamiento de la información y aumentando al asertividad de la información entregada.

Revisar formato y Re formatear

Debido a que no toda la información se encuentran en el formato requerido en la memoria anual, toda la información debe ser revisada y re formateada. Esto causa una demora en el proceso y la asignación exclusiva de una persona a cargo de formatear, dejando en segundo plano alrededor de dos semanas sus labores habituales.

Confeccionar memoria anual

El proceso de confección anual tarda alrededor de 20 días, y genera un documento en formato Word .

Revisar memoria anual

Luego de confeccionada se entrega físicamente al director del instituto para su revisión tardando 4 días.

Enriquecer memoria anual

El proceso de Enriquecimiento de memoria anual tarda 3 días. Es importante mencionar que el personal se encuentra ejecutando sus labores habituales durante este proceso lo cuál significa una sobrecarga a sus tareas. Por otra parte, el proceso actual tuvo un hecho importante, el cuál hubo una confusión de la información a entregar, debido a que en la entrega de la memoria anual se entregaron dos formatos a reportar,

uno para el informe en Word y otro más detallado en formato Excel para la ICM. Causando un quiebre de información para los datos faltantes del archivo Excel. La ICM comprendió esta situación y extendió el plazo al 11 de abril.

Como conclusión el proceso cuenta con etapas sin planificación debido a la no estandarización de la información, el proceso no cumple con el plazo requerido ni con entregar toda la información que la ICM requiere. Esto califica como un proceso de nivel 1 o inmaduro en el cual no existen procedimientos formales (estimación de costos, planificación de procesos, control de cambios, integración de herramientas), ni mecanismos para asegurarlo (la administración superior no entiende los puntos claves del proceso) , resultando como desafío la Planificación y administración del proceso y el aseguramiento de calidad.

Referente al cumplimiento del objetivo de entregar la memoria a tiempo el proceso de confección de memoria Anual se demora 11 días por sobre su fecha límite. Otra medida importante es la calidad de la memoria anual, medida como el porcentaje de completitud de la misma.

Para ello se analizó la cantidad de datos por anexo y su porcentaje de completitud. Se observó que existen dos tipos de campos en blanco: aquellos que están en blanco para cada ficha, por ejemplo el RUT de los alumnos (llamados sistemáticos) y aquellos en los cuales existe información en otras fichas pero no está disponible para algunas, por ejemplo la fecha de término de un proyecto.

Dentro de ambos casos se estudió la razón de los campos en blanco, en el caso de los blancos sistemáticos se determinó la existencia de información en blanco válida, por ejemplo la fecha de término de la vinculación de los investigadores con el centro o la participación de alumnos en algún paper , y no válida como por ejemplo el RUT o la fecha de nacimiento de los alumnos. Cabe destacar que los campos en blanco sistemáticos no válidos se agrupan en dos tipos, aquellos en los cuales la información es de difícil acceso o muy sensible, por ejemplo la fecha de nacimiento de los alumnos, y aquellos en los cuales no queda claro la información a reportar como por ejemplo el tipo de financiamiento que reciben los alumnos según la nomenclatura dada.

En el caso de los campos en blanco no sistemáticos se determinó la existencia de campos vacíos válidos, por ejemplo la fecha de término de un proyecto que sigue activo, y la existencia de campos no válidos (llamados evitables), como el caso de un proyecto sin línea de investigación.

A continuación se presenta el resumen del análisis presentando el total de datos, los campos en blanco sistemáticos no válidos y los campos en blanco evitables.

Anexos	Numero			% Casos Sistemicos	% Casos evitable
	Datos Totales	Blancos sistemicos	Blancos evitable		
Portada	12	0	0	0,00	0,00
anexo 1	504	140	0	27,78	0,00
anexo 2	63	0	0	0,00	0,00
anexo 3.1	30	0	0	0,00	0,00
anexo 3.2	96	0	0	0,00	0,00
anexo 3.3	18	0	0	0,00	0,00
anexo 3.4	6	0	0	0,00	0,00
anexo 3.5	18	0	0	0,00	0,00
anexo 3.6	24	0	0	0,00	0,00
anexo 3.7	42	0	0	0,00	0,00
anexo 3.8	24	0	0	0,00	0,00
anexo 3.9	54	0	0	0,00	0,00
anexo 4.1	0	0	0		
anexo 4.2	0	0	0		
anexo 5.1	0	0	0		
anexo 5.2	0	0	0		
anexo 6	12	0	0	0,00	0,00
anexo 7	36	0	0	0,00	0,00
anexo 8	84	0	22	0,00	26,19
anexo 9	42	0	1	0,00	2,38
anexo 10.1 u	425	125	2	29,41	0,47
anexo 10.1 m	1564	460	23	29,41	1,47
anexo 10.1 d	459	135	14	29,41	3,05
anexo 10.2	18	0	0	0,00	0,00
anexo 10.3	0	0	0		
anexo 11.1	6	0	0	0,00	0,00
anexo 11.2	10	0	0	0,00	0,00
anexo 11.3	108	0	6	0,00	5,56
anexo 12.1	54	0	2	0,00	3,70
anexo 12.2	790	0	0	0,00	0,00
anexo 12.3	0	0	0		
anexo 13	594	0	17	0,00	2,86
anexo 14	63	0	0	0,00	0,00
anexo 15.1	71	0	0	0,00	0,00
anexo 15.2	16	4	0	25,00	0,00
anexo tesis	112	0	0	0,00	0,00

Ilustración 1: Análisis de Datos en Blanco por Anexo

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar, el porcentaje total de incompletitud de la memoria anual bordea el 18%.

Para el análisis de la situación actual, se tomará en cuenta sólo los días hábiles que contempla el calendario chileno y la excepcionalidad que significa el tener el Instituto cerrado todo Febrero.

3.2.2.2 Datos

Como se puede apreciar en la tabla 1, asociada a la información de los anexos bordea los 5500 datos, que se comienzan a procesar a mediados de diciembre. El procesamiento de datos sería más eficiente si se dilatara el resto del año, de modo de aligerar la carga de trabajo a final de año. Para la estimación del factor de crecimiento se consulto a la subdirectora de operaciones.

Anexos	Datos por formulario	Cantidad de formularios	Carga actual	Carga estimada Prox periodo (*1,3)
Portada	12	1	12	16
anexo 1	18	28	504	655
anexo 2	7	9	63	82
anexo 3.1	6	5	30	39
anexo 3.2	6	16	96	125
anexo 3.3	6	3	18	23
anexo 3.4	6	1	6	8
anexo 3.5	6	3	18	23
anexo 3.6	6	4	24	31
anexo 3.7	6	7	42	55
anexo 3.8	6	4	24	31
anexo 3.9	6	9	54	70
anexo 4.1	8	0	0	0
anexo 4.2	4	0	0	0
anexo 5.1	6	0	0	0
anexo 5.2	6	0	0	0
anexo 6	3	4	12	16
anexo 7	12	3	36	47
anexo 8	3	28	84	109
anexo 9	6	7	42	55
anexo 10.1 u	17	25	425	553
anexo 10.1 m	17	92	1564	2033
anexo 10.1 d	17	27	459	597
anexo 10.2	9	2	18	23
anexo 10.3	6	0	0	0
anexo 11.1	6	1	6	8
anexo 11.2	10	1	10	13
anexo 11.3	9	12	108	140
anexo 12.1	9	6	54	70
anexo 12.2	10	79	790	1027
anexo 12.3	3	0	0	0
anexo 13	18	33	594	772
anexo 14	7	9	63	82
anexo 15.1	71	1	71	92

Tabla 1: Cantidad de Datos por Anexo

Fuente: Elaboración Propia

Las razones de los quiebres de información se obtuvieron de las impresiones del encargado de informes científicos realizadas a la ICM y se detallan a continuación:

Respecto al anexo 1 que tiene que ver con los investigadores, la información

solicitada no se entiende a que se refiere ni como debe ser completada.

Para al anexo 10 en particular, no se tenía información respecto de "N° CI/ID" carné de identidad o pasaporte, "Date of birth", la fecha de nacimiento del Joven en Formación, "Nationality", la nacionalidad del Joven en Formación. En Columna "Type of funding", el tipo de pago que recibe el joven según el número asignado en la nomenclatura (este punto es muy extraño y no se comprendió como llenarlo. Si el joven es extranjero, registrar en Columna "Name University of Origin", el nombre de la universidad de origen y en "Country University of Origin". Todos estos datos son sumamente detallados y difíciles de obtener a juicio del Encargado de informe científico.

En el anexo 13 no queda claro en muchos casos que poner en varias celdas. Por ejemplo, no siempre se tiene acceso a información correspondiente a "Contributing Funds", el monto de los fondos aportados por las instituciones en la actividad desarrollada, e incluso a "Total Cost of Activity", el costo aproximado total de la actividad desarrollada.

El resto de los anexos no presenta graves deficiencias.

3.2.2.3 Organización

La organización cuenta con un alto nivel de educación de sus miembros sin embargo no se ha permeado culturalmente la importancia de cumplir con los plazos de reporte, existiendo un alto porcentaje de investigadores fuera de plazo (50% - 31%) lo que genera una merma en la calidad de la entrega de la memoria anual.

Debido a la importancia del recurso humano, la estrategia de implementación de un rediseño debe contemplar la sensibilización del problema y su inclusión en el proceso para reducir el porcentaje de rechazo al rediseño.

3.2.3 Diagnóstico de la situación actual

La información faltante, no es de gran importancia en la evaluación del centro. En particular se extrae esta afirmación de la evaluación externa del ISCI, en palabras de uno de los evaluadores:

"El instituto está haciendo un trabajo sobresaliente y necesita mantener su momentum. Muy bien podría ser el instituto top de su tipo en Latino América"(Consultor Externo [5])

Sin embargo debe ser tratada para cumplir con los requisitos de la ICM y de los otros fondos a los cuales postula.

Como resumen los principales problemas del proceso son:

- Baja tasa de reportabilidad de los investigadores: Los investigadores no responden en los plazos acordados ni con la información completa.
- Gran cantidad de datos dispersos, de diversas fuentes y formatos, lo que deriva en el difícil procesamiento de la información y en la duplicación de tareas al no haber un repositorio único de información actualizada
- Baja coordinación de actividades, lo que deriva en duplicación de tareas.
- Inclusión/Modificación de información a reportar cerca de la fecha de entrega

Las propuestas de rediseño deben cumplir con ciertas líneas:

Primero, mejorar la comunicación, a través de técnicas de comunicación efectiva, tanto al exterior como al interior de la organización, para concientizar la gravedad del problema y resaltar la capacidad de la organización para resolverlo, esto facilitaría la aceptación de rediseño del proceso actual.

La capacidad de comunicación efectiva con la ICM facilitaría la comprensión de ambas partes de los requerimientos de información y el grado de dificultad de su recopilación.

Segundo, la incorporación de tecnología que permita cumplir con los requisitos de información, facilite su almacenamiento y sea aceptada por la organización.

Capítulo 4 Levantamiento de Requerimientos

Para el levantamiento de requerimientos se evaluaron los problemas detectados en el análisis de la situación actual y se plantearon estrategias para resolverlos, de esta forma se pudo refinar y acotar los requerimientos globales para el diseño del sistema.

4.1 Análisis de propuestas de rediseño

Las alternativas de rediseño planteados tendrán como foco agregar valor al cumplimiento de los objetivos del negocio.

Resumiendo los objetivos del negocio como fomentar la producción científica en Chile que se logra generando facilidades a los investigadores para producir y a la vez haciéndolo sustentable consiguiendo los fondos a través del reporte de lo producido.

El rediseño modifica tres pilares en la estructura de la organización a través del cambio del proceso actual, las funciones del personal y la tecnología usada.

En particular la generación y manejo de información respecto a la producción científica y actividades del instituto, de este modo se podrán obtener datos confiables que permitan responder a las preguntas de producción científica.

Acorde a lo establecido en el diagnóstico de la situación actual, se plantea para cada problema alternativas de solución que modificaran los tres pilares mencionados anteriormente. Debido a que la tecnología a utilizar modifica los procesos y funciones del personal, se empezará por ese punto, luego con la decisión de la tecnología a utilizar se rediseñará el proceso y con ello las funciones que deberá cumplir el personal.

- **Problema**

Gran cantidad de datos dispersos, de diversas fuentes y formatos, lo que deriva en el difícil procesamiento de la información y en la duplicación de tareas al no haber un repositorio único de información actualizada.

Alternativa 1:

Para esto se plantea la posibilidad de utilizar un directorio compartido donde se almacenen las distintas versiones y donde se puedan consultar de forma centralizada a los archivos.

Esto implicaría un bajo costo de implementación y un mayor control de los archivos.

Alternativa 2:

Implementar una base de datos con una aplicación que permita ingresar los datos

de forma sencilla.

Esto implicaría un mejor control de los datos y una mayor rapidez en las consultas sobre la información.

Evaluación:

Para la alternativa 1, los costos de implementar esta carpeta compartida son bajos, a causa de la implementación y capacitación del personal, además mantiene cierta flexibilidad ante la inclusión de nuevos requisitos de información (modificación de los campos), pero presenta la disyuntiva de que habría que hacer una gestión de las versiones de los archivos que son ingresados, esto es más complejo si hay una gran dinámica de modificación/inserción de datos, que se da en los períodos de mayor uso como en el de memoria anual. En este caso, el control de cambios se daría por las fechas de los correos electrónicos o por la inclusión de fecha y hora en el nombre de los archivos. Otra opción sería manejar de forma separada cada información, que crearía una gran cantidad de archivos diseminados, además no resuelve de manera eficiente la respuesta a consultas complejas sobre los datos.

La alternativa 2, maneja un solo repositorio de información, por lo que la modificación/inserción de datos se administra sobre una sola fuente. Esta alternativa plantea un mayor costo de implementación tanto en el hardware como en el software a ocupar, además de la capacitación en el uso de la aplicación, asimismo el costo de flexibilidad de sistema es mayor.

Permite rapidez en las respuestas a consultas complejas.

Debido a la dificultad de valorar el costo de no mantener una buena información o del grado de incompletitud de los reportes en la obtención de los fondos se plantea optimizar la selección en base al criterio de cumplimiento de objetivo/problema a menor costo.

Debido a que la primera alternativa no satisface a cabalidad la solución del problema se escoge la alternativa de implementar la base de datos.

Diseño:

Para el diseño de esta solución se aplicará la metodología de casos de usos. De esta forma se obtendrán los requisitos del sistema los que serán utilizados para su construcción. Estos casos se detallarán al final del capítulo cuando se presente la totalidad de las soluciones.

- **Problema**

Baja coordinación de actividades, lo que deriva en duplicación de tareas.

Esto se soluciona dejando a un empleado a cargo de coordinar y supervisar las

actividades de flujo de información del centro y especificar tareas con anticipación al personal.

Alternativa 1:

Teóricamente el Encargado de Informes Científicos debería cumplir este rol. Sin embargo el encargado, por restricciones de la ICM, debe ser un científico. Esto presenta un problema debido a que la demanda de trabajo de estas funciones no permite rendir bien en sus labores principales que son la producción científica. Esto deriva en delegar estas funciones a otro cargo.

Por esto se plantea que asuma estas responsabilidades el Director de Operaciones, el cuál tiene dentro de sus obligaciones ayudar en este punto, además es el encargado de facto en estos momentos y cumple con ciertos requisitos para poder cumplir con este rol a cabalidad, el problema para implementar esta solución, es que actualmente trabaja media jornada, sólo en las tardes, por lo que, no le alcanzaría el tiempo para realizar estas funciones además de cumplir con el resto de sus obligaciones, por lo tanto la tasa de respuesta no cumpliría la eficiencia que exige el cargo. Se propone ampliar a jornada completa.

Alternativa 2:

Para solucionar este problema se plantea crear un cargo de Encargado de Información clave, el cuál debe centralizar los requerimientos de información que nacen de los distintos actores y coordinar la recopilación de los datos, su procesamiento y su flujo.

Evaluación:

Para la alternativa 1 implicaría aumentar la jornada laboral pero esto no es posible para la persona a cargo. En cambio la alternativa 2 es viable para la organización y permitiría tener claro las prioridades en las tareas a realizar.

Diseño:

En particular se describe el perfil del cargo a continuación con sus respectivas funciones.

Encargado de Información Clave

- Mantener actualizada una base de datos con toda la información clave del ISCI que no es comunicacional: papers, links con la industria, sinergia, etc.
- Proveer de información clave a clientes internos y externos, tales como: Encargado de informes científicos, Investigadores, Directores, de acuerdo a un calendario programado.
- Solicitar y Recibir dicha información de los investigadores

- Delegar y coordinar la recopilación de la información de otras fuentes en caso que la provista por los investigadores sea incompleta
- Recopilar material de los eventos realizados por ISCI (p.e. libros en el caso de lanzamiento de libros)
- Supervisar el ingreso de información online que hagan los investigadores y secretarias.
- Supervisar al administrador de Base de datos.

Además para estandarizar la recopilación de información se proponen la siguiente asignación de fichas por rol con el respectivo rango y cantidad actual de formularios, basados en el acceso a la información de cada empleado y la cantidad de trabajo requerido para llenar las fichas.

- Encargado de información clave:
 - Publicaciones : rango estimado(cantidad actual) 40- 60 (52)
 - Comités editoriales: 28
 - Tesis: 28
 - Redes – Otro trabajo colaborativo: 12
- Encargada de vínculos con la industria:
 - Conexiones con el sector privado y público:33
 - Jóvenes en formación – Destino de los graduados: -
- Encargada de comunicaciones:
 - Presentaciones a congresos: -
 - Difusión en el Medio: 80
 - Premios o reconocimientos: 7
- Encargados de Área:
 - Líneas de investigación: 9
- Encargado de Patentes
 - Patentes: -
 - Propiedad intelectual: -
- Secretaria ISCI

- Información del Instituto: 1
- Investigadores: 28
- Jóvenes en formación – Pasantías: 2
- Personal Administrativo: 9
- Ingeniero de proyectos
 - Organización de eventos científicos: 9
- Encargado de Informes científicos
 - Jóvenes en formación – Tesisistas: 144
 - Redes – Redes: 1
 - Redes – Actividades de las Redes: 1

Debido a la cantidad de trabajo para cada ficha y a la alta probabilidad de realizar la tarea con poco tiempo se plantea la posibilidad de contratar a estudiantes para el llenado de las fichas que requieran de mayor tiempo, éstos deben estar a cargo del encargado de información clave.

- **Problema:**

Inclusión/Modificación de información a reportar cerca de la fecha de entrega

Alternativa 1:

Negociar con la ICM para que la entrega de la información se haga por lo menos con un año de anticipación. De esta manera se puede modificar la BD con tiempo, lo cuál dará mayor libertad en el diseño de la BD.

Alternativa 2:

Para esto se plantea modificar el proceso de recopilación y procesamiento de la información en ISCI de manera que permita tener cierto estándar de adaptación al cambio de requisitos de información. Este rediseño afectará también la estructura de la base de datos para que permita tener la flexibilidad adecuada para responder de forma rápida y simple.

Evaluación:

La alternativa 1 escapa de la decisión del instituto debido a que el tomador de decisiones no es la ICM, por lo que no es viable en el corto plazo. Por lo que se opta por la alternativa 2.

Diseño:

El proceso de recopilación de información para los investigadores se presenta a continuación:

El proceso comienza cuando se “captura” un evento, es decir información que puede ser reportada para el instituto, luego pasa al proceso de pre llenar en el que el usuario ingresa información en el formulario a través del sistema, luego se determina que usuario pre -llenó el formulario, si es un investigador, pasa a validación sino entra al proceso de pre validación a cargo del encargado de Información Clave, éste puede rechazar el formulario o pre validarlo, si lo rechaza, se borra la información, si lo pre valida el formulario pasa al proceso de validación al investigador correspondiente, el investigador en el proceso de Validación puede rechazar o Validar el formulario recibido. Si lo valida ingresa como información validada.

Independientemente, el proceso de chequeo de formularios, se realiza en una fecha determinada y corresponde al encargado de informes científicos, el cuál revisa si existen formularios sin validar, si faltan, envía un mail de advertencia para completar los formularios. Si pasan 5 días hábiles sin que se complete la información, se realizará un llamado telefónico a los investigadores que no han reportado dando un plazo de un día para reportar.

En la figura 5 se presenta el diagrama de este diseño:

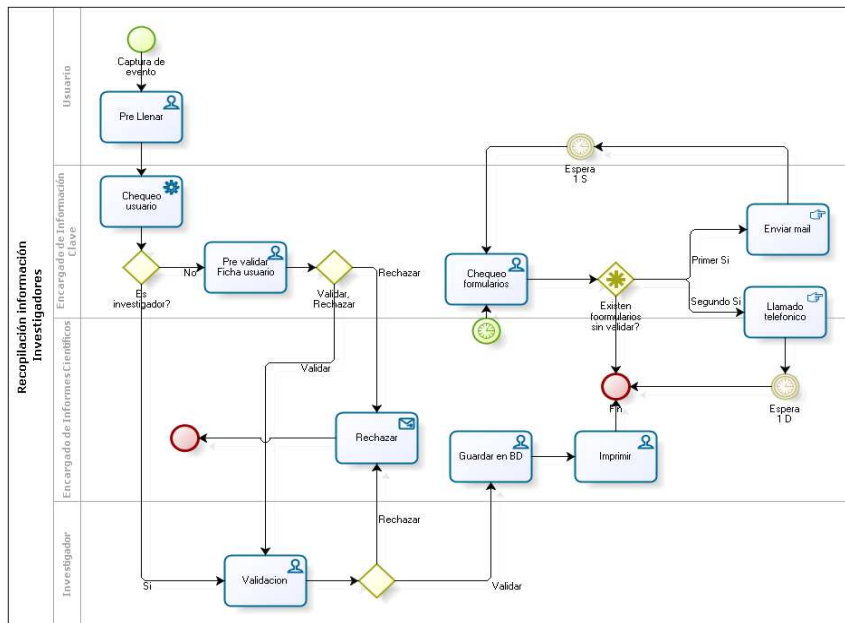


Figura 5: Recopilación de Información de Investigadores

Fuente: Elaboración Propia

El proceso de recopilación de información en el cuál no participan los investigadores comienza cuando un usuario ingresa la información a través del formulario a través de la tarea de pre llenar , luego pasa a la etapa de validar en la cuál el encargado de Información clave puede rechazar o validar el formulario. Si valida el formulario se guarda como información validada. Si rechaza, la información se elimina.

En particular para el proceso de confección de Memoria Anual del centro se propone el siguiente esquema en al figura 6:

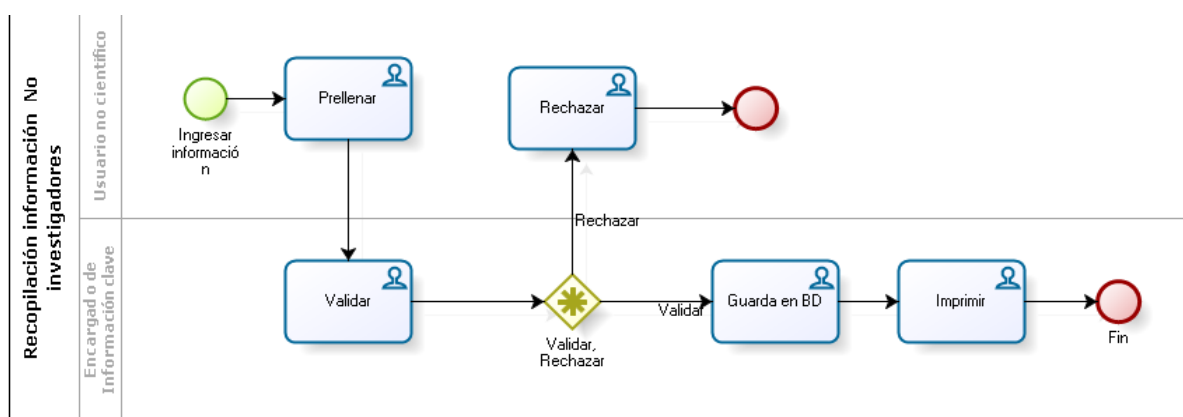


Figura 6: Recopilación de Información No Investigadores

Fuente: Elaboración Propia

El proceso en particular de confección de Memoria Anual comienza en una fecha determinada en al cuál nacen dos tareas a cargo del encargado de informes científicos: Pedir información a Secretarías de Magíster y Recordar Fecha de Memoria anual.

La tarea de confeccionar información corresponde a las secretarías de magíster quienes envían la información en un formato dado, esta información es recibida por el encargado de informes científicos, el cual ingresa esta información al sistema.

Paralelamente los usuarios del sistema ingresan y/o chequean la información que deben reportar, si no existe mas información por reportar terminan su acción, si falta información, se reporta a través del sistema.

El encargado de Informes científicos consulta los formularios validados y obtiene la información para el proceso de confeccionar la memoria anual.

Esta propuesta se puede observar en la figura 7:

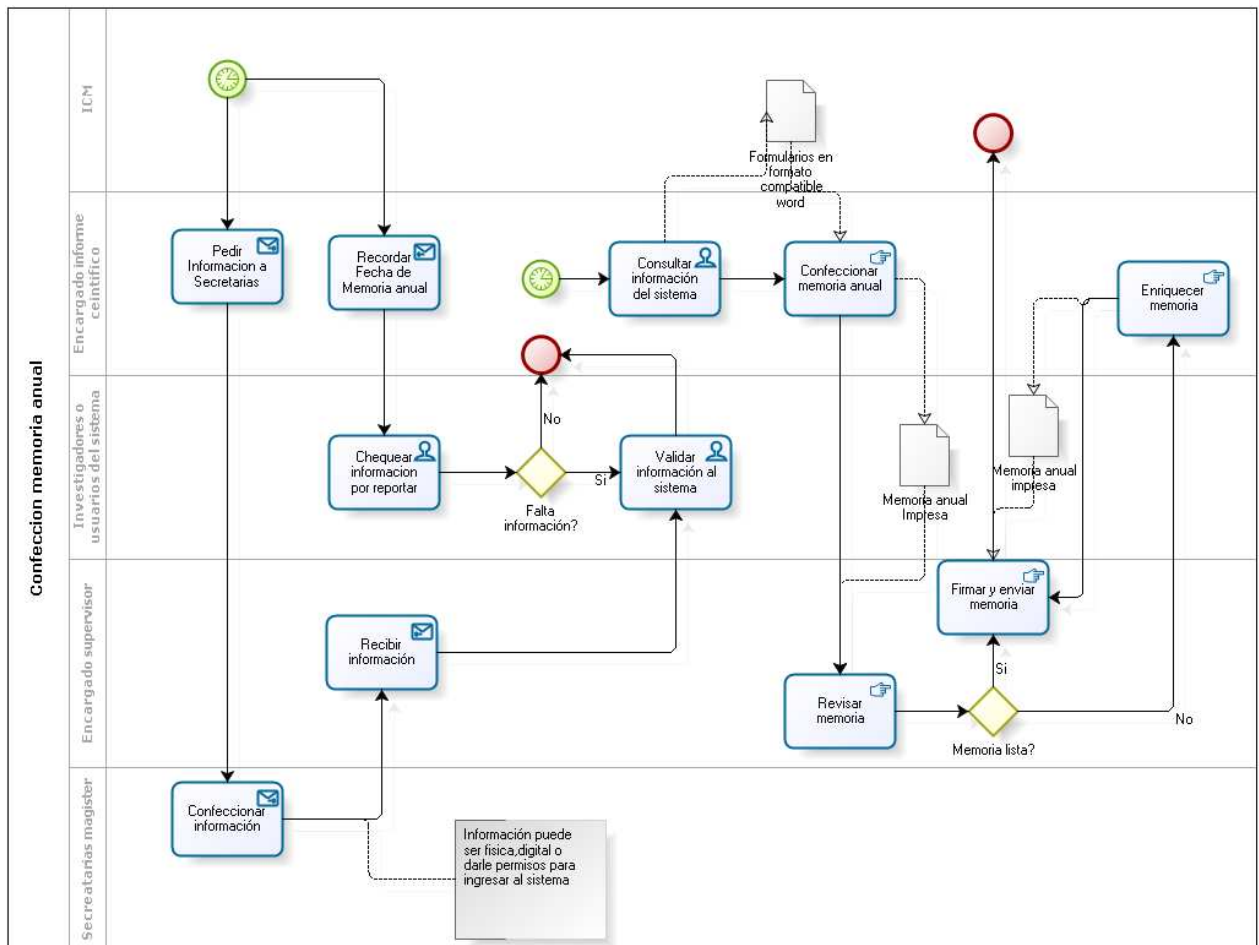


Figura 7: Confección memoria Anual

Fuente: Elaboración Propia

- **Problema**

Baja reportabilidad de investigadores:

Para esto se plantean las siguientes alternativas, que no necesariamente son excluyentes entre sí.

Informar a toda la organización de la importancia de reportar y los problemas que existen actualmente. De esta forma se plantea sensibilizar a los investigadores de la

problemática y motivarlos como parte importante de la solución.

Se considera la tarea de pre llenar la información que deben rendir los investigadores, esta política ha tenido una reacción positiva en el anterior proceso, aumentando la tasa de respuesta y disminuyendo el tiempo de respuesta de los investigadores.

Paralelamente se plantea crear un sistema de “lista negra”. De esta forma se mantiene un registro concerniente a la calidad y el estado de entrega de la información. Es importante destacar que existen tres tipos de estados de entrega: entregado, atrasado y no entregado. Además registrar la calidad como adecuada y no adecuada, según las instrucciones que se les da a los investigadores.

El anterior sistema podrá ser utilizado para distinguir entre los académicos que cumplen y los que no, de esta forma se pueden generar políticas que permitan mejorar la tasa de respuesta.

Dado que la utilización de incentivos positivos requieren de mayores fondos no se estiman como una medida factible por lo que se plantea implementación de incentivos negativos: si los incentivos positivos no funcionan se podrá evaluar al posibilidad de ejecutar las siguientes medidas:

- Traspasar el costo del retraso o no entrega de la información a los proyectos futuros de los investigadores.
- Disminución de las cuotas para proyectos y tesis.
- Disminución de montos para los proyectos y tesis.
- Reducción del grado de compromiso con el centro.

Y a los que cumplen:

- Aumentar la tasa de respuesta/aceptación de proyectos para los investigadores que cumplan.

4.2 Requerimientos Generales

Para la generación de los requerimientos generales se redactó un documento de requisitos del sistema, resumido a continuación:

4.2.1 Requerimientos de Información

Un repositorio de información tiene como principal finalidad el responder consultas

de usuarios humanos a partir de un conjunto de datos [6].

El objetivo del Sistema de información es poder responder a los requerimientos de información del programa ICM y además responder a las consultas que el instituto requiera.

En particular algunos ejemplos de consultas relacionadas al instituto pueden ser:

- 1.Lista de publicaciones durante el año.
- 2.Lista de alumnos que tienen relación con el instituto.
- 3.Lista de los investigadores relacionados con el instituto
- 4.Lista de líneas de investigación del instituto.

4.2.2 Ámbitos del software

El software proveerá de acceso multiusuario y control de ingreso por medio de nombre de usuario y contraseña.

Se podrá acceder al software vía web previa autenticación del usuario.

4.2.3 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Formulario: Estructura en la cuál se presentan los datos para ser completados.

Proceso: Conjunto de actividades o pasos ordenados que se realizan con un determinado fin. En particular es la configuración del flujo de la información con sus respectivos responsables.

Caso: Información correspondiente a un suceso en particular que se ingresa a un formulario.

Aplicación: Se refiere al software “Sistema de Información de Mantención y explotación de indicadores de desempeño”

4.2.4 Capacidades Generales

El objetivo del sistema es facilitar la recopilación de datos de los productos del instituto via web y almacenarlos en una base de datos que permita obtener información particular de productos , informes o indicadores.

El sistema debe ser capaz de ayudar a generar y administrar diversos formularios que almacenen información necesaria para el reporte de actividades.

Dentro de las características destacables que debe poseer la aplicación debe permitir ingresar, eliminar, modificar y visualizar formularios, procesos y casos, además

debe permitir ingresar, eliminar, modificar y visualizar usuarios del sistema, grupos y permisos, así como también permite exportar a formato RTF las tablas con la información validada.

Para garantizar confidencialidad de la información, el sistema debe tener acceso restringido por medio de clave de ingreso, la cual puede ser modificado por el usuario a su discreción.

La base de datos será basada en los datos requeridos en la memoria anual 2007.

4.2.5 Perfiles de usuarios

La utilización del sistema estará disponible para distintos usuarios, cada uno de ellos tendrá roles específicos a las áreas de acceso y responsabilidades que les pertenecen. Los distintos usuarios serán agrupados en perfiles de usuarios para su simplificación. Sin embargo cabe destacar que cada usuario será perfectamente identificable dentro de cada perfil y podrá modificar su información personal dentro del sistema.

Para el sistema se distinguen x tipos de usuarios:

Administrador, Encargado de Información Clave, Investigadores, Usuarios no científicos, Encargado de Area.

Perfil de administrador

El administrador es el usuario que tiene a su cargo administrar la aplicación para ello debe contar con todos los privilegios de acceso y modificación de la aplicación. Entre sus funciones destacan:

1. Agregar/Modificar/Eliminar usuarios.
2. Agregar/Modificar/Eliminar grupos de usuarios
3. Agregar/Modificar/Eliminar tareas.
4. Agregar/Modificar/Eliminar procesos.
5. Agregar/Modificar/Eliminar formularios.
6. Agregar/Modificar/Eliminar conexiones a la base de datos.
7. Agregar/Modificar/Eliminar roles.

Perfil de Encargado de información clave

El encargado de información clave debe velar por que se recopile la información requerida por el instituto y su administración.

Por ello estará a cargo de supervisar el uso de la aplicación y el estado de la información ingresada al sistema a través de los formularios.

De esta manera podrá informar sobre casos con información incompleta y retrasos en la aprobación de ésta.

Entre sus funciones destaca:

1. Agregar/Modificar/Eliminar usuarios.
2. Agregar/Modificar/Eliminar grupos de usuarios.
3. Agregar/Modificar/Eliminar Casos.
4. Pre validar los casos que se asignarán a los investigadores.
5. Validar los casos que no corresponden a los investigadores.

Perfil de investigador

Los investigadores son la principal fuente de información del instituto debido a que son el personal que realiza la mayoría de los productos del instituto. Sin embargo sólo deben validar una parte de los formularios por lo que su acceso es restringido.

Entre sus funciones destacan:

1. Crear/Modificar/Eliminar un caso.
2. Validar/Modificar/Eliminar los casos que le corresponda.

Perfil de Usuarios no científicos

Corresponde a los usuarios que ingresan información al sistema, ya sea para ser validada por los investigadores o no.

Cada uno de ellos tiene acceso a sus correspondientes formularios, descritos anteriormente en el rediseño de carga de trabajo. Sus privilegios se remiten a crear casos.

4.2.6 Diagramas de Casos de Uso

Para realizar la especificación de requerimientos funcionales se plantea la utilización de los casos de Uso, la ventaja de ésta técnica consiste en la mejor interacción con los usuarios no técnicos, además permite centrar los requisitos en la funcionalidad del usuario.

Se presenta a continuación los diagramas de casos de uso para algunos perfiles de usuario.

Para el caso del perfil de investigador se representa en la figura 8:



Figura 8: Diagrama de Casos de Usos – Investigador

Fuente: Elaboración propia

Para el caso del perfil de Encargado de Informes científicos se presenta en la figura 9:

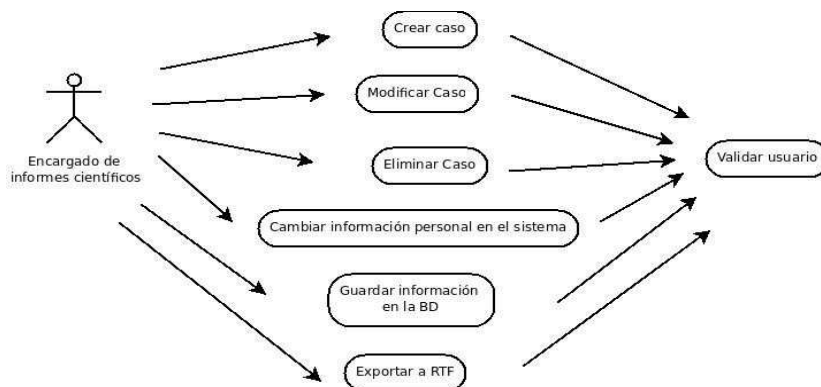


Figura 9: Diagrama de Caso de Uso - Encargado de Informes Científicos

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 10 se presenta el diagrama del perfil de Encargado de información clave:

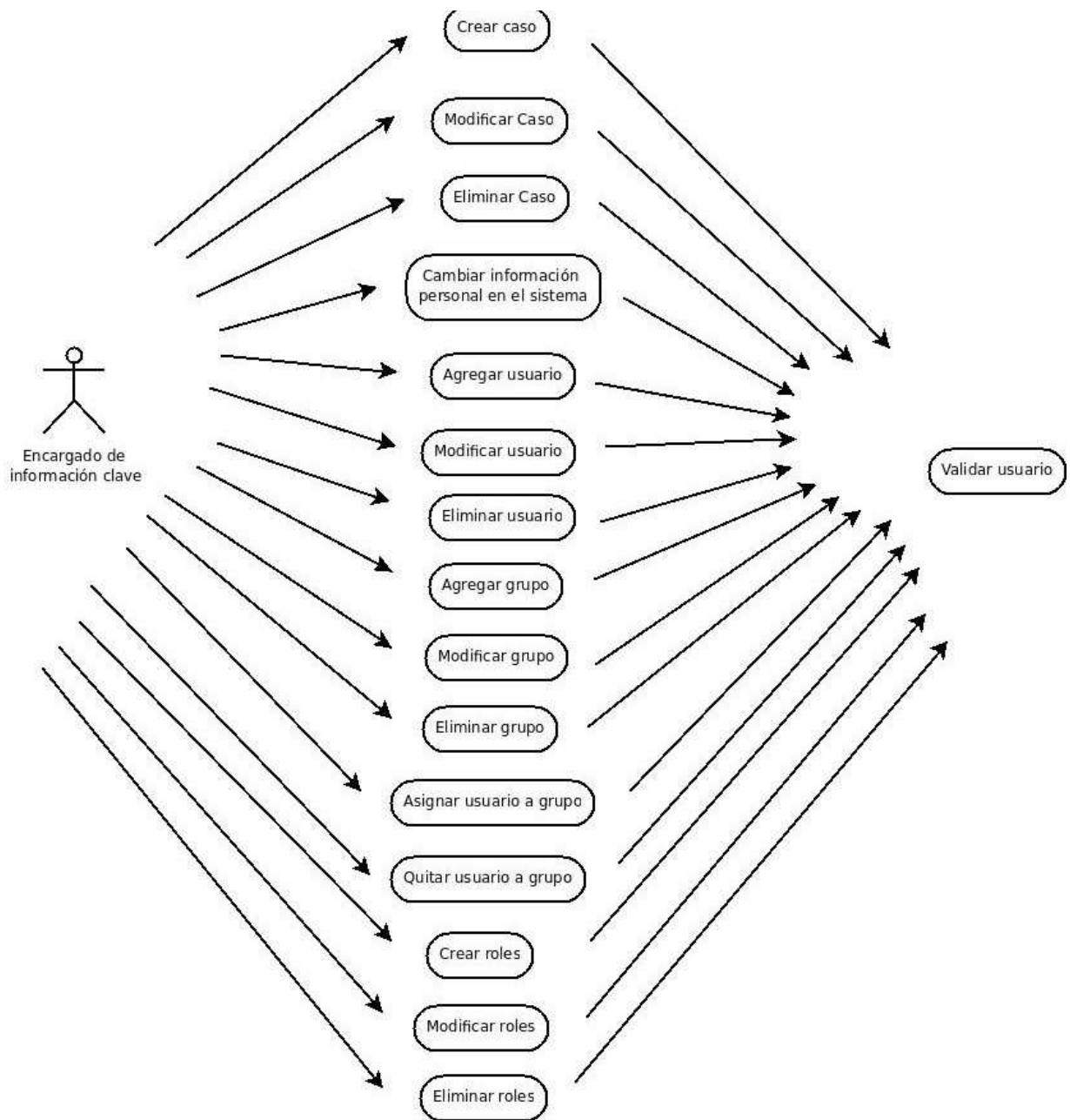


Figura 10: Diagrama de Casos de Uso - Encargado de información clave

Fuente:Elaboración Propia

Capítulo 5 Revisión de herramientas tecnológicas

En el presente capítulo se hará una revisión de las herramientas disponibles para la realización del sistema y que cumplan con los requerimientos obtenidos de los casos de uso.

Para la implementación del sistema se distinguen los siguientes componentes para su construcción:

- Servidor Web
- Motor de Base de Datos
- Lenguaje de programación
- Sistema operativo
- Herramientas de Apoyo

5.1 Servidor web

De los requerimientos del sistema se planteó la necesidad de que se tuviera acceso vía web. Para ello se debe tener en cuenta que es un servidor web.

Un servidor web es un programa que implementa el protocolo HTTP (hypertext transfer protocol). Este protocolo pertenece a la capa de aplicación del modelo OSI³ y está diseñado para transferir lo que llamamos hipertextos⁴, páginas web o páginas HTML (hypertext markup language): textos complejos con enlaces, figuras, formularios, botones y objetos incrustados como animaciones o reproductores de música.

Es importante revisar las herramientas disponibles y su nivel de uso, ya que se espera contar con herramientas con alto nivel de confiabilidad. Las alternativas existentes en este momento se presentan en la siguiente tabla de los mayores vendedores con mas de 5.000 sitios:

3 El modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI, Open System Interconnection) lanzado en 1984 fue el modelo de red descriptivo creado por ISO; esto es, un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones.

4 “Tecnología que organiza una base de información en bloques distintos de contenidos, conectados a través de una serie de enlaces cuya activación o selección provoca la recuperación de la información” [Díaz et al, 1996]

Posición	Vendedor	Producto	Web Sites	Posición	Vendedor	Producto	Web Sites
1	Apache	Apache	95,251,327	24	WebsserverX	WebsserverX	119,104
2	Microsoft	IIS	63,114,252	25	Lotus	Lotus-Domino	82,183
3	Google	GFE	10,450,496	26	LiteSpeed	LiteSpeed	81,426
4	nginx	nginx	3,354,329	27	IBM	IBM_HTTP_Server	72,727
5	lighttpd	lighttpd	3,046,333	28	UcoZXSrv	UcoZXSrv	72,371
6	Oversee	Oversee	1,854,872	29	Apple	AppleDiskServer-1D2305	66,869
7	Unknown	Unknown	1,800,046	30	HTTP	HTTP	62,366
8	YTS	YTS	1,675,129	31	Zope	Zope	45,556
9	Other	Other	1,237,830	32	WWW	WWW	44,962
10	IdeaWebServer	IdeaWebServer	621,974	33	Mongrel	Mongrel	44,619
11	Apache	Coyote	426,387	34	ConcentricHost-Ashurbanipal	ConcentricHost-Ashurbanipal	42,891
12	Zeus	Zeus	379,252	35	Sun	Sun	38,218
13	Resin	Resin	370,190	36	ZX_Spectrum	ZX_Spectrum	37,698
14	Sun	Sun-ONE-Web-Server	365,620	37	IPL	IPL	32,486
15	Jetty	Jetty	252,138	38	DinaHttpd	DinaHttpd	30,762
16	RapidSite	RapidSite	233,357	39	WorldNames	WorldNames	29,761
17	BaseHTTP	BaseHTTP	207,103	40	Joker.com	Joker.com	29,196
18	httpd	httpd	191,725	41	heXoNet	heXoNet	26,553
19	NOYB	NOYB	190,915	42	Directi	Directi	26,545
20	tigershark	tigershark	178,610	43	a	a	25,071
21	AOLserver	AOLserver	172,820	44	Oracle	Oracle-Application-Server-10g	23,333
22	Squeegit	Squeegit	156,975	45	Sun	Sun-Java-System-Web-Server	11,833
23	Sun	Enterprise	120,177	46	Microsoft	HTTPAPI	6,878

Tabla 2: Mayores vendedores de Web Servers

Fuente: NetCraft Web Server Survey, December 2008

Además se estudio el histograma de uso de los productos más relevantes, de este modo se pretende analizar el posible futuro de la herramienta en especial por la disponibilidad de soporte y desarrollo.

Se presenta en la figura 11 el total de servidores activos en todos los dominios junio 2000 – Diciembre 2008.

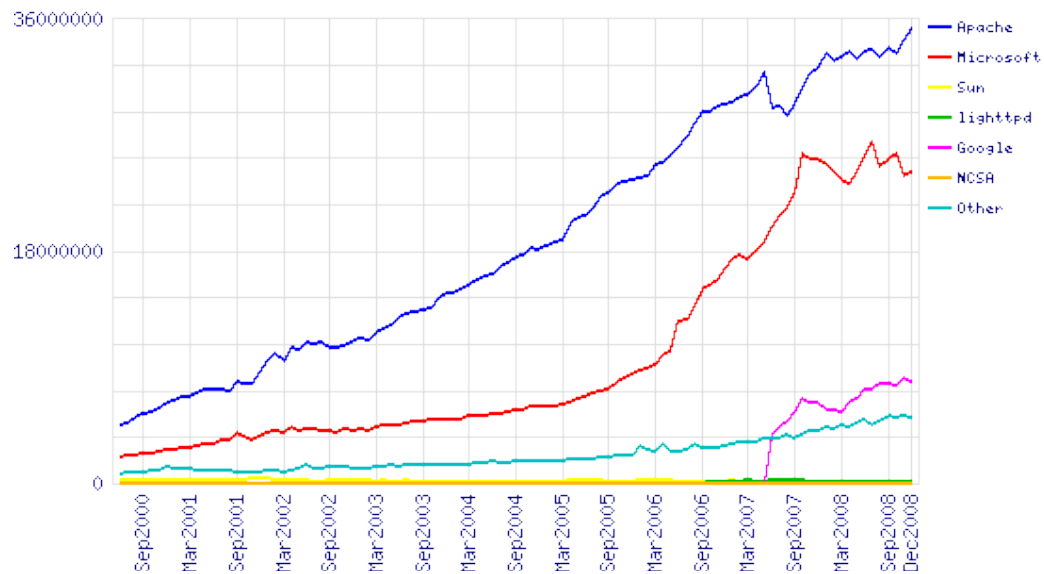


Figura 11: Evolución de uso de los servidores Web
Fuente: Netcraft Web Server Survey, December 2008

Dentro de las 3 vendedores de mayor uso (Apache, Microsoft y Google), analizamos los dos primeros ya que google utiliza una version modificada del primero. Apache.

Herramientas	Apache	IIS
Características		
Licencia	Software Gratis	Privada
Codigo abierto	Si	No
Libertad de desarrollo	Si	No
Asistencia	Si	Si
Plataforma	Multiplataforma	Windows
Tiempo estimado de Implementación	2 días	1 semana

Fuente: Elaboración Propia

Dadas éstas características, el programa seleccionado es Apache version 5.

5.2 Sistema de Gestion de Base de Datos(SGBD)

Un aspecto importante para el funcionamiento de la aplicación es contar con un SGBD que permita almacenar los datos y el funcionamiento de la aplicación.

Debido a que se pretende responder a preguntas complejas del funcionamiento del instituto se plantea utilizar un motor de base de datos relacional.

Para seleccionar la herramienta a utilizar, se analizó los costos de implementación, mantenimiento, desarrollo, asistencia y restricciones técnicas. Los costos de adicionales para Oracle y Mysql se encuentran en los anexos C y D respectivamente.

Se presenta a continuación una lista de motores más importantes :

Nombre	Fecha de la primera versión pública	Última versión estable	Licencia de software	Costo licencia (US dólar)
Microsoft Sql Server		1989 9.00.2047 (2005 SP1)	Propietario	3899
Mysql		1996 5.0	GPL o Propietario	0
Oracle		1977 11g Release 1	Propietario	950
PostgreSQL		1989 8.2.3	Licencia BSD	0

Tabla 3: Información de motores de base de datos

Fuente: Páginas web de los desarrolladores

Estos SGBD tienen restricciones sobre los sistemas operativos que soportan.

Soporte sistema operativo	Windows	Mac OS X	Linux	BSD	UNIX
Microsoft Sql Server	Si	No	No	No	No
Mysql	Si	Si	Si	Si	Si
Oracle	Si	Si	Si	Si	Si
PostgreSQL	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla 4: Comparación de motores de base de datos

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la aplicación tendrá un uso sobre la web y a los costos y carga de trabajo estimada a baja escala se selecciona el SGBD de MySQL.

5.3 Lenguaje de programación

Lenguaje HTML

Desde el surgimiento de internet se han publicado sitios web gracias al lenguaje HTML. Es un lenguaje estático para el desarrollo de sitios web (acrónimo en inglés de HyperText Markup Language, en español Lenguaje de Marcas Hipertextuales). Desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C). Los archivos pueden tener las extensiones (htm, html).

Lenguaje Javascript

Este es un lenguaje interpretado, no requiere compilación. Fue creado por Brendan Eich en la empresa Netscape Communications. Utilizado principalmente en páginas web. Es similar a Java, aunque no es un lenguaje orientado a objetos, el mismo no dispone de herencias. La mayoría de los navegadores en sus últimas versiones interpretan código Javascript.

El código Javascript puede ser integrado dentro de nuestras páginas web. Para evitar incompatibilidades el World Wide Web Consortium (W3C) diseñó un estándar denominado DOM (en inglés Document Object Model, en su traducción al español Modelo de Objetos del Documento).

Lenguaje PHP

Es un lenguaje de programación utilizado para la creación de sitio web. PHP es un acrónimo recursivo que significa "PHP Hypertext Pre-processor", (inicialmente se llamó Personal Home Page). Surgió en 1995, desarrollado por PHP Group.

PHP es un lenguaje de script interpretado en el lado del servidor utilizado para la generación de páginas web dinámicas, embebidas en páginas HTML y ejecutadas en el servidor. PHP no necesita ser compilado para ejecutarse. Para su funcionamiento necesita tener instalado Apache o IIS con las librerías de PHP. La mayor parte de su sintaxis ha sido tomada de C, Java y Perl con algunas características específicas. Los archivos cuentan con la extensión (php).

Lenguaje ASP

Es una tecnología del lado de servidor desarrollada por Microsoft para el desarrollo de sitio web dinámicos. ASP significa en inglés (Active Server Pages), fue liberado por Microsoft en 1996. Las páginas web desarrolladas bajo este lenguaje es necesario tener instalado Internet Information Server (IIS).

ASP no necesita ser compilado para ejecutarse. Existen varios lenguajes que se pueden utilizar para crear páginas ASP. El más utilizado es VBScript, nativo de Microsoft. ASP se puede hacer también en Perl and Jscript (no JavaScript). El código ASP puede ser insertado junto con el código HTML. Los archivos cuentan con la extensión (asp).

Lenguaje ASP.NET

Este es un lenguaje comercializado por Microsoft, y usado por programadores para desarrollar entre otras funciones, sitios web. ASP.NET es el sucesor de la tecnología ASP, fue lanzada al mercado mediante una estrategia de mercado denominada .NET.

El ASP.NET fue desarrollado para resolver las limitantes que brindaba tu antecesor ASP. Creado para desarrollar web sencillas o grandes aplicaciones. Para el desarrollo de ASP.NET se puede utilizar C#, VB.NET o J#. Los archivos cuentan con la extensión (aspx). Para su funcionamiento de las páginas se necesita tener instalado IIS con el Framework .Net. Microsoft Windows 2003 incluye este framework, solo se necesitará instalarlo en versiones anteriores.

Lenguaje JSP

Es un lenguaje para la creación de sitios web dinámicos, acrónimo de Java Server Pages. Está orientado a desarrollar páginas web en Java. JSP es un lenguaje multiplataforma. Creado para ejecutarse del lado del servidor.

JSP fue desarrollado por Sun Microsystems. Comparte ventajas similares a las de ASP.NET, desarrollado para la creación de aplicaciones web potentes. Posee un motor de páginas basado en los servlets de Java. Para su funcionamiento se necesita tener instalado un servidor Tomcat.

Lenguaje Python

Es un lenguaje de programación creado en el año 1990 por Guido van Rossum, es el sucesor del lenguaje de programación ABC. Python es comparado habitualmente con

Perl. Los usuarios lo consideran como un lenguaje más limpio para programar. Permite la creación de todo tipo de programas incluyendo los sitios web.

Su código no necesita ser compilado, por lo que se llama que el código es interpretado. Es un lenguaje de programación multiparadigma, lo cual fuerza a que los programadores adopten por un estilo de programación particular:

- Programación orientada a objetos.
- Programación estructurada.
- Programación funcional.
- Programación orientada a aspectos.

Lenguaje Ruby

Es un lenguaje interpretado de muy alto nivel y orientado a objetos. Desarrollado en el 1993 por el programador japonés Yukihiro “Matz” Matsumoto [21]. Su sintaxis está inspirada en Python, Perl. Es distribuido bajo licencia de software libre (OpenSource).

Ruby es un lenguaje dinámico para una programación orientada a objetos rápida y sencilla. Para los que deseen iniciarse en este lenguaje pueden encontrar un tutorial interactivo de ruby. Se encuentra también a disposición de estos usuarios un sitio con informaciones y cursos en español.

Debido a las características de costo, de facilidad de soporte y mejor interacción con el motor de base de datos Mysql, se escogió el lenguaje de programación PHP.

5.4 Sistema operativo

El sistema operativo sobre el cual se instalarán las herramientas debe cumplir con los requisitos de éstas y con las restricciones de costo del instituto además de poder soportar el SGBD de Mysql y poder mantener siempre activa las aplicaciones, es necesario que el sistema operativo sea lo más robusto y estable posible.

Se presentan a continuación los principales sistemas operativos con sus características:

Sistemas Operativos (para servidores)					
Sistema Operativo	compañía	Plataforma de Hardware	Apropiado para:	Costo (US dólar)	Licencia
Windows Server 2008 (NT 6.0)	Microsoft	Intel/AMD & IA-64	Pequeños, medianos y grandes servidores	\$469 Web Server	Propietario
Linux (Red Hat, Mandrake, Debian, SuSE, etc.)	Open Source	Many (esp. Intel/AMD)	Pequeños, medianos y grandes servidores	Gratis; Red Hat Enterprise \$80 -\$2.500	GNU GPL, GNU LGPL y otras licencias
FreeBSD 7.1	Open Source	x86, Alpha, IA-64, PC-98 and UltraSPARC	Pequeños, medianos y grandes servidores	Gratis	BSD
Mac OSX Server 10.5.6 "Leopard Server"	Apple	PowerPC with a G3, G4, or G5 processor (Apple)	Pequeños a medianos servidores	Con hardware	Sistema con nucleo de Código abierto (Para versiones Intel y PowerPC) (APSL, GNU GPL, otras) con propietario para capas API de alto nivel
NetWare 6.5 SP7	Novell	Intel/AMD	Medianos a grandes servidores	\$184 (single-user)	Propietario
Solaris 10 5/08	Sun Microsystems	Sparc, Intel x64 or x86	Medianos a servidores de empresas	Gratis	CCDL
HP-UX 11.31 "11i v3"	Hewlett-Packard	PA-RISC, Intel Itanium	Servidores de empresas	\$400	Propietario
IRIX 6.5.30	SGI	MIPS	Servidores de empresas	Con hardware	Propietario
AIX 6.1	IBM	PowerPC (RS/6000)	Servidores de empresas	Con hardware	Propietario

Tabla 5: Información sobre los sistemas operativos de servidor

Fuente: Elaboración propia

El caso del instituto por la cantidad de datos y el uso del sistema se estima un pequeño servidor. Dentro de estas opciones la de menor costo y mayor seguridad es una distribución linux, se escoge la distribución de Ubuntu 8.04 server LTS⁵.

5.5 Herramientas de apoyo

Para la construcción de la aplicación se plantea utilizar herramientas CASE⁶ para optimizar el tiempo de construcción. Estas herramientas son diversas aplicaciones informáticas que permiten aumentar la productividad en el desarrollo de software reduciendo el coste de los mismos en términos de tiempo y dinero.

Dentro de las herramientas disponibles acorde al enfoque del sistema, se detallan las que podrían utilizarse a continuación.

⁵ LTS (LONG TERM SUPPORT): Soporte de largo plazo

⁶ Computer Aided Software Engineering, Ingeniería de Software Asistida por Ordenador

Nombre	Ultima versión	Sistema operativo	Género	Licencia
Drupal	6.6 (22 de octubre de 2008)	Multiplataforma	Sistema de gestión de contenido, comunidad y Software de blog	GPL
Process maker	1.1-2153 (27 de enero de 2009)	Multiplataforma	Administrador de procesos de negocio y workflow	GNU GPL3
CakePHP	1.2.1.8004 (16 de enero de 2009)	Multiplataforma	Framework	Licencia MIT
PHProjekt	5.2 (20 de Diciembre de 2006)	Multiplataforma	Administración de proyectos, administrador de archivos	Open source

Tabla 6: Información sobre herramientas de apoyo

Fuente:Elaboración propia

Repasando las características de las herramientas se determinaron las funcionalidades que deberían ayudar en disminuir el tiempo de implementación del sistema, muchas de estas pueden ser encapsuladas para facilitar el trabajo del programador, por ejemplo el caso del manejo de los perfiles de usuarios, que tienen permisos de acceso y restricción de autenticación, funciones que ya han sido programadas y se obtienen mejores prácticas.

Características	Drupal	Processmaker	CakePHP	PHProjekt
Ayudador para formularios	Si	Si	No	No
Edición de formularios	Asistido	Asistido	No Asistido	No asistido
Perfiles de usuarios	Asistido	Asistido	Asistido	Asistido
Desarrollo procesos con formularios	No Asistido	Asistido	No Asistido	No asistido
Complejidad	Media	Baja	Alta	Alta
Tiempo estimado de implementación	4 meses	2 meses	5 meses	5 meses

Tabla 7: Comparación de Herramientas de apoyo

Fuente: elaboración propia

Debido a que se determino un enfoque de tipo workflow para la aplicación, el costo, el tiempo estimado de implementación y habilidades del alumno, la herramienta Processmaker se considero como una mejor alternativa tanto para el diseño como para la gestión de la aplicación.

Capítulo 6 Construcción

Para la construcción del sistema se analizó la estrategia a seguir para cumplir con los objetivos definidos en el levantamiento de requerimientos, estas estrategias corresponden al modelo de capas con el que se construirá el sistema. Y se muestra parte de los modelos de datos conceptual y físico de las entidades más importantes y sobre las cuales se realizaron consultas de pruebas.

6.1 Arquitectura

La selección de la arquitectura depende de un marco de diseño y desarrollo que contengan las distintas componentes y sus interrelaciones. Estos componentes consisten en hardware, software, comunicación o seguridad.

Es de particular importancia definir, donde ocurren los procesos y cual es la forma de distribuir los datos entre los procesamientos. Se pueden obtener una variedad de arquitecturas según como distribuyamos los procesos anteriores en capas [7][22]. Habitualmente se describen las arquitecturas en modelos de una capa, dos capas y tres capas.

6.1.1 Modelo de una capa

En el modelo de una capa se centraliza en un servidor llamado host, con el que varios usuarios interactúan. En el Host se almacenan los datos y se realiza todo el procesamiento: recibir el requerimiento del usuario, actualizar y rescatar información de las bases de datos, realizar el procesamiento necesario, entregar una respuesta al usuario y realizar la gestión de los recursos compartidos.

Ventajas:

- Punto de control centralizado
- Sencillez al actualizar los cambios en la lógica del negocio

Desventajas:

- Sobrecarga del servidor
- Mejoramiento de equipo resulta en un alto costo debido al tiempo de no uso.
- Se requiere mayor capacidad de almacenamiento
- Mayor grado de riesgo ante una falla debido a que se concentra en un solo lugar.

6.1.2 Modelo de dos capas

Arquitectura basada en el cliente

Se separan los procesos de lógica en el computador del cliente y en el servidor se almacenan los datos en archivos.

Ventajas:

- Los computadores de los clientes son menos costosos.
- Software más barato y sencillo de desarrollar.

Desventajas:

- Sobrecarga de la red por flujo de datos.
- Costosos de mantener en el tiempo si son muchos clientes
- Acceso a la Base de datos también se puede sobrecargar

Arquitectura basada en el servidor

Se distribuye la carga de procesamiento entre el cliente y el servidor. En el cliente se ejecuta una aplicación que se encarga de validar y procesar el requerimiento del usuario antes de ser enviado al servidor. En el servidor se procesa dicho requerimiento, realiza las actualizaciones necesarias y devuelve los resultados al cliente. Los resultados son recibidos por la aplicación cliente y presentados al usuario.

Ventajas:

- Los computadores de los clientes son menos costosos

Desventajas:

- Distribución y actualización de las aplicaciones
 - Se deben instalar partes importantes del código en el cliente. Esto significa problemas de compatibilidad con el S.O.
 - Las actualizaciones generalmente requieren desinstalar y reinstalar el programa.
- Capacitación de usuarios
 - Dificultad de estructurar las aplicaciones en una aplicación central.
 - Distintas interfaces para las aplicaciones, incluso para versiones del mismo programa (dependiente del proveedor).
- Evolución de las aplicaciones

- Cambios en las aplicaciones se deben replicar en cada cliente
- Esto incluye errores con la evolución normal de los programas
- Distribución de carga del sistema
 - No existe posibilidad de diferenciar los clientes según capacidad de proceso o ancho de banda
 - Programación en el Cliente incompatible completamente con la del Servidor (lenguajes, sistemas operativos, etc.)
- Disponibilidad de las aplicaciones
 - Se deben instalar las aplicaciones en los clientes para acceder a los servicios.
 - No se puede definir con facilidad niveles de acceso a las aplicaciones.

6.1.3 Modelo de tres capas

Se divide la aplicación en tres tipos de servicios, visualización, lógica y datos.

Capa de presentación

Involucra toda la interacción con el usuario. Especifica operaciones como repintar una ventana, capturar el clic del Mouse y realizar validaciones mínimas. El modelo no permite la interacción del usuario con otras capas.

Esta capa no conoce sobre la tecnología de almacenamiento de datos y tiene un conjunto definido de interfaces que la habilitan para comunicarse con la capa “Lógica del Negocio” y generar transacciones de negocio.

Capa de Aplicación (negocio)

Es la capa media entre el usuario y el almacenamiento físico de datos, donde se efectúa la mayoría del procesamiento. Esta capa no conoce los detalles específicos de la capa servicio de datos ni el tipo de “Presentación”. Sólo puede procesar datos, no almacenarlos ni presentarlos.

Es en esta capa donde se resuelve toda la lógica del negocio asociada a las transacciones (reglas que definen las actividades que son factibles de realizar sobre los datos), y se realiza una conexión eficiente a la Base de Datos.

Capa de Datos

Esta capa se encarga de cualquier persistencia física requerida por los datos de la aplicación. Aquí van los mecanismos de servicios de datos específicos. Aquí se definen

los motores de bases de datos o manejadores de archivo que se usarán.

Se presenta a continuación la figura 12 con el esquema de modelo de tres capas:

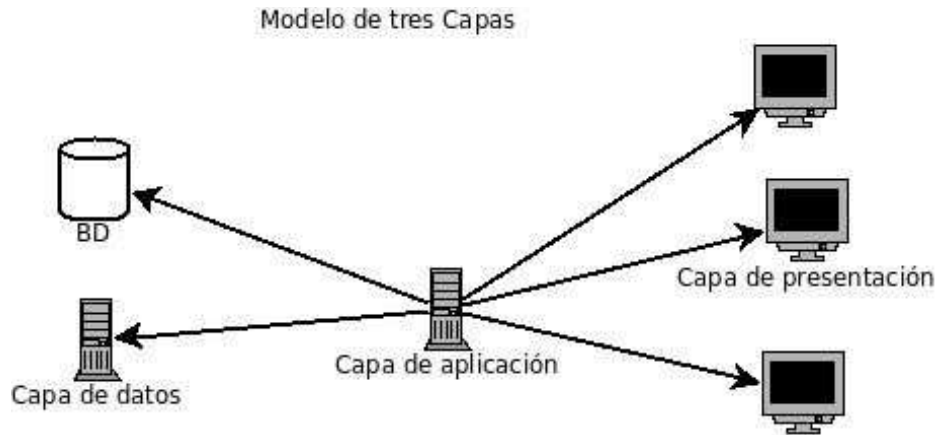


Figura 12: Modelo de tres capas

Fuente: Elaboración propia

Ventajas

- Pueden convivir distintos tipos de aplicaciones en la capa cliente: aplicación Java, aplicación CORBA y clientes delgados HTML.
- Aporta flexibilidad en la capa base de datos porque permite el acceso a variados servicios de datos: distintos motores de bases de datos, con distintas tecnologías (relacionales u orientados a objetos), en distintos servidores.
- Además de la posibilidad de utilizar al mismo tiempo más de un tipo de motor de base de datos.
- Utilizando la programación multitareas es posible aumentar la cantidad de conexiones a los servidores de bases de datos.
- Es posible compartir y reutilizar el código de los servicios de la capa intermedia. Por ejemplo un mismo servidor intermedio puede atender a diversas aplicaciones cliente.
- Se pueden destinar los servidores de más memoria y capacidad de cálculo para el manejo de la capa de la aplicación, y destinar los que poseen mayor capacidad de manipulación de discos para la administración de la base de datos.

- La carga de trabajo puede ser distribuida en varias aplicaciones o servidores de aplicación
- Es posible diseñar las aplicaciones trabajando inicialmente con un único servidor, para luego desdoblarla en sus capas intermedias cuando el crecimiento de los requerimientos del procesamiento así lo exijan.
- Ante un incremento en las exigencias del sistema, es posible incorporar en la capa intermedia, máquinas de similares o diferentes características, logrando mayor eficiencia en la atención de requerimientos, gracias al procesamiento paralelo.

Debido a que el sistema debe manejarse en un ambiente web se determinó utilizar el modelo de tres capas debido a la flexibilidad ofrecida a los usuarios, al desarrollo de nuevas aplicaciones o servicios y a las distintas fuentes de datos y hardware que pueden ser utilizados.

Al ser utilizado en un ambiente web se producen dos características, baja capacidad de proceso y ancho de banda reducido se recomienda para la visualización un código liviano de interpretar. La capa lógica debe estar totalmente en el servidor. La capa de datos, al ser un sistema con baja intensidad se instalará en el mismo servidor que la capa lógica.

Para generar el prototipo se utilizó como insumos los casos de uso, y las herramientas anteriormente seleccionadas.

Para el montaje del servidor se utilizó la combinación LAMP de manera amigable [23]. La ventaja competitiva de utilizar soluciones open source debido a su orientación a objetos, lo cuál genera el quiebre de un programa monolítico, abriendo paso a la organización de módulos [25]. La ventaja de la modularidad, es que permite mayor flexibilidad, encapsula las mejores prácticas y permite ser re utilizado en otras aplicaciones [24]

6.2 Modelo conceptual de datos

El modelo conceptual de datos permite definir los tipos de datos y como éstos se relacionan. Una metodología ampliamente usada para realizar el modelo conceptual es el modelo entidad relación. A continuación se presenta una parte del modelo conceptual con las entidades más importantes como las líneas de investigación, realizados con el software powerdesigner 12 trial.

En la figura 13 se presenta la entidad Línea de Investigación la cuál se relaciona con artículos y entrevistas, publicaciones y tesis. Además se puede observar que se relacionan con otras entidades.

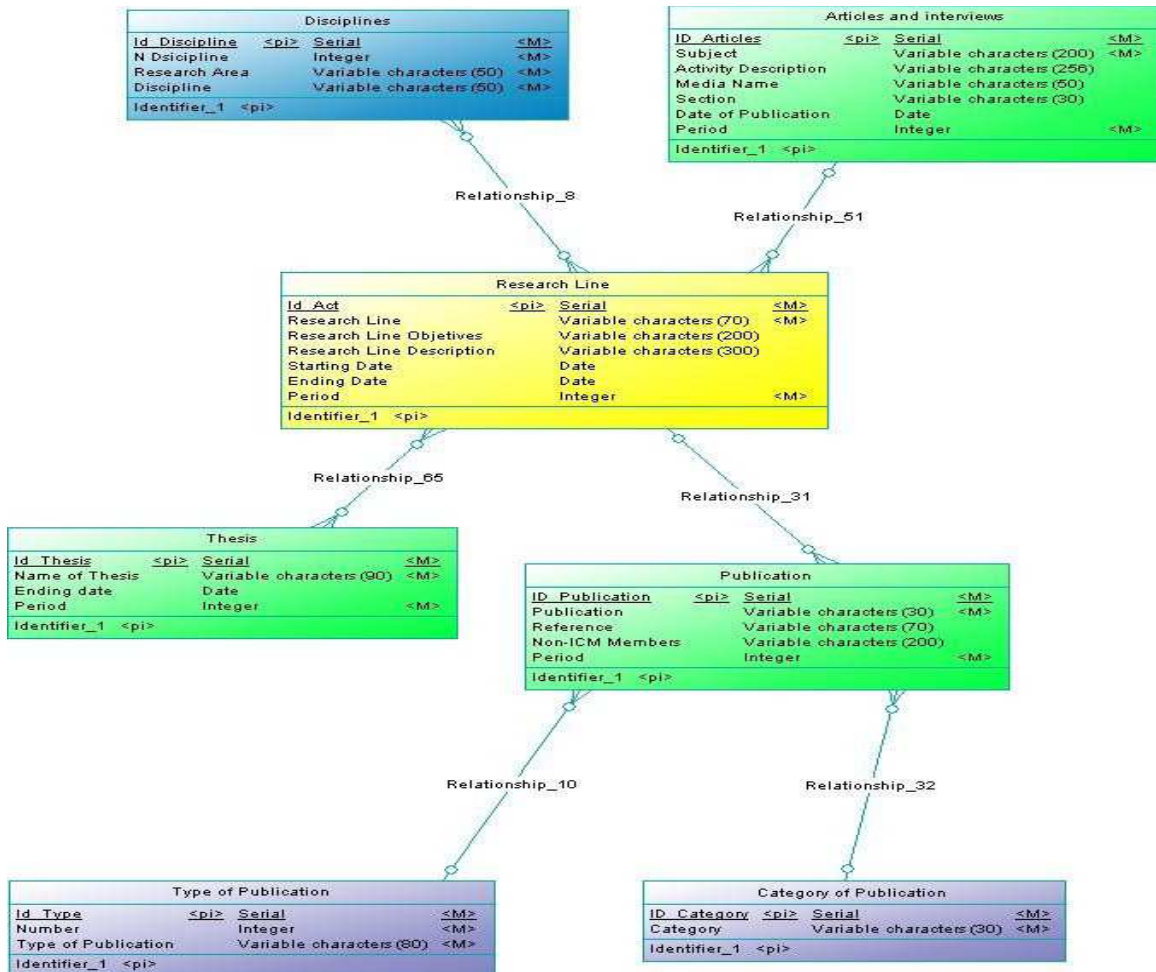


Figura 13: Modelo conceptual de datos para Línea de investigación

Fuente:Elaboración propia

En la figura 14 diagrama se presenta otro ejemplo para la entidad científicos:

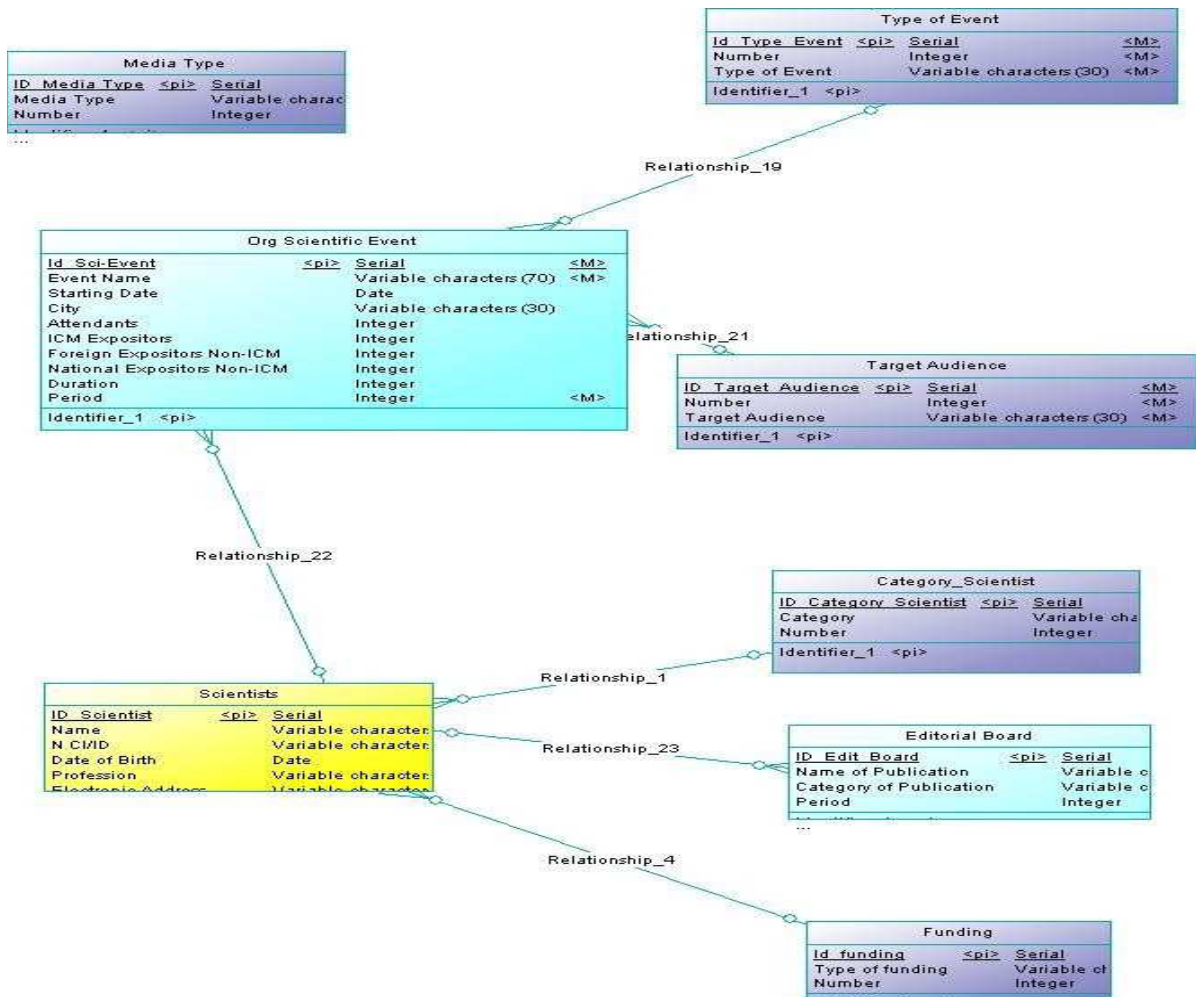


Figura 14: Modelo conceptual de datos para científicos

Fuente:Elaboración propia

En la figura 15 se presenta otro ejemplo para la entidad Estudiantes

Como se puede observar en el diseño conceptual se obtiene las cardinalidades de las relaciones entre las entidades, a partir de las reglas de negocio del instituto.

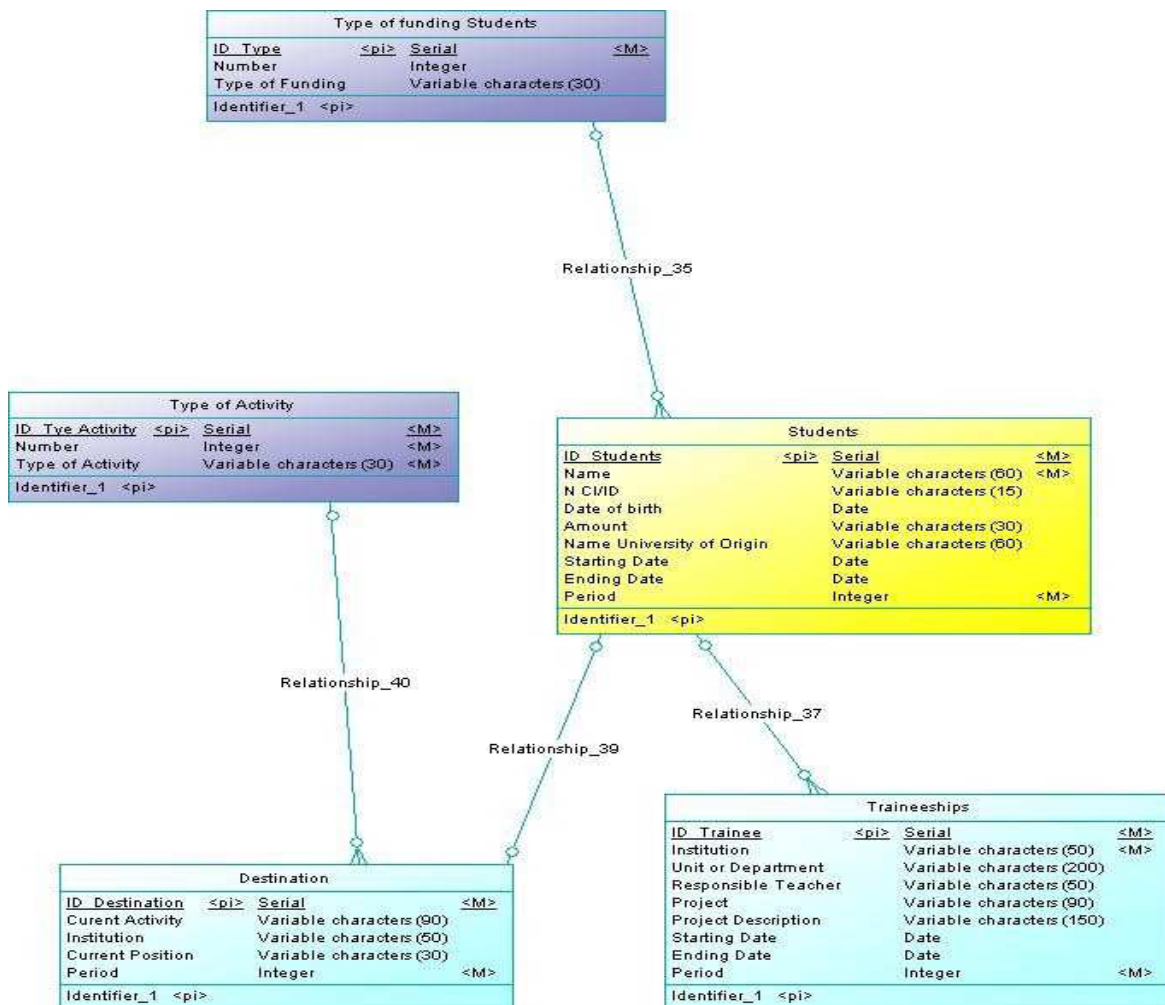


Figura 15: Modelo conceptual de Datos para la entidad Estudiantes

Fuente:Elaboración propia

En este caso el modelo se normalizó para no tener redundancia de datos y explicar de mejor manera el cómo interactúan las entidades y sus relaciones.

6.3 Modelo Físico de datos

Representa el cómo se verán las tablas en la base de datos, a continuación se presentan los modelos físicos de los modelos presentados anteriormente. Estos modelos no necesariamente pueden ir normalizados, esto depende del desempeño que obtengan en el uso de la aplicación.

Los ejemplos que se mostrarán a continuación están basados en los ejemplos mostrados en el modelo conceptual.

A continuación se representa en la figura 16 el modelo físico de datos para la entidad Línea de investigación:

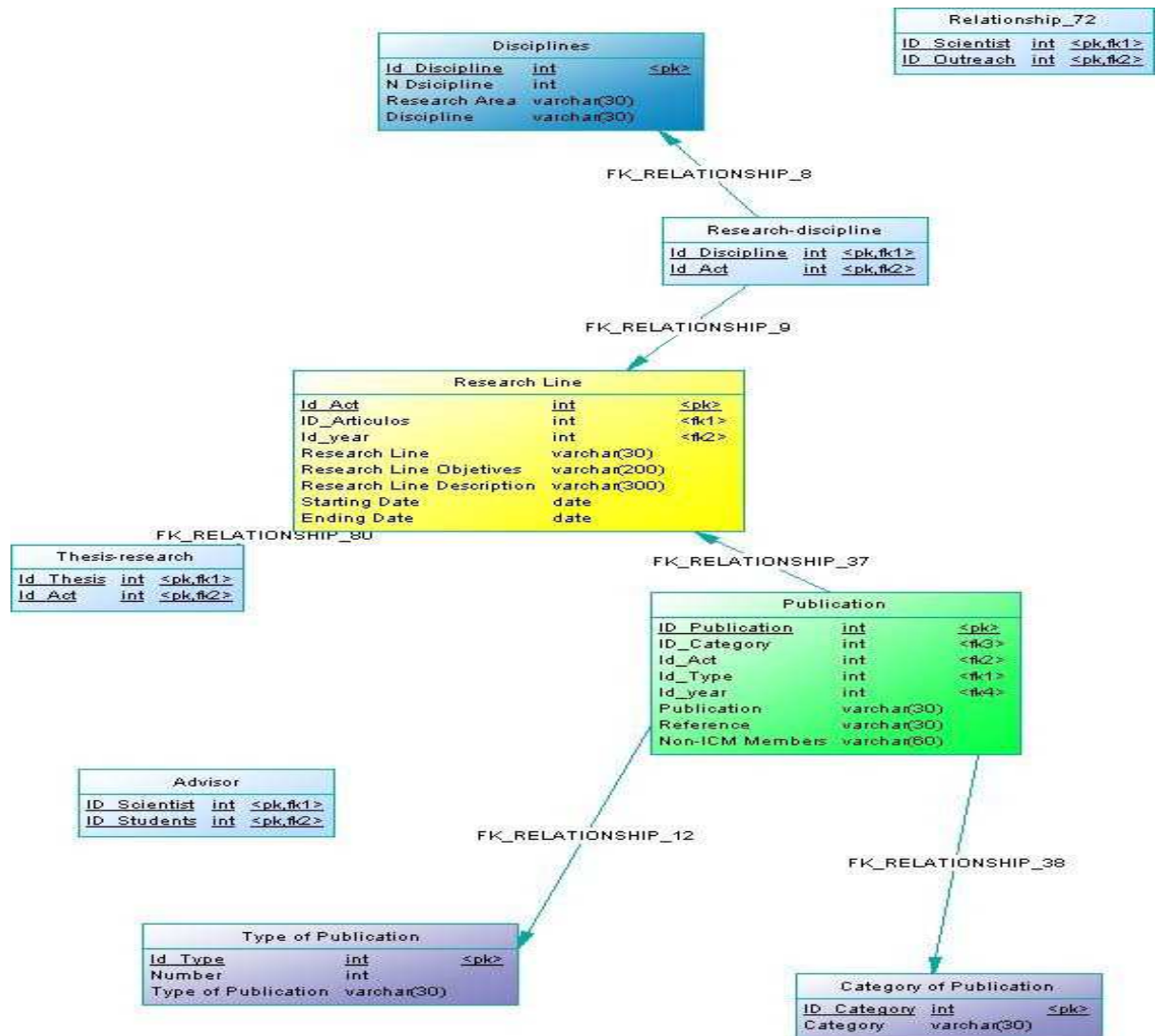


Figura 16: Modelo físico de datos para la entidad Línea de investigación

Fuente:Elaboración propia

Cabe destacar que las relaciones de n a n resultaron en tablas separadas
 El siguiente modelo representa a la entidad Científicos en al figura 17:

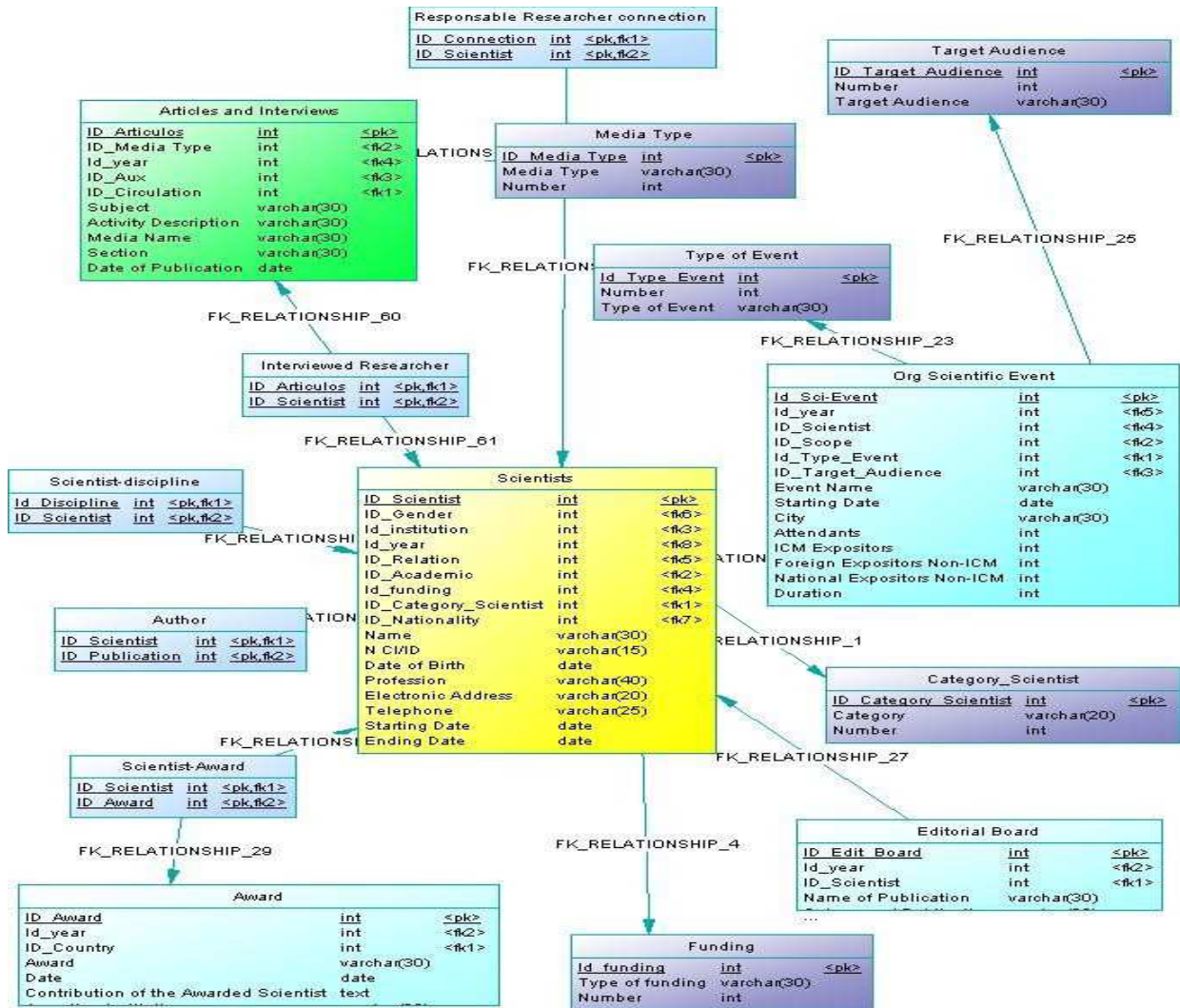


Figura 17: Modelo físico para la entidad Científicos

Fuente:Elaboración Propia

En la figura 18 se muestra la representación del modelo físico de la entidad Estudiantes:

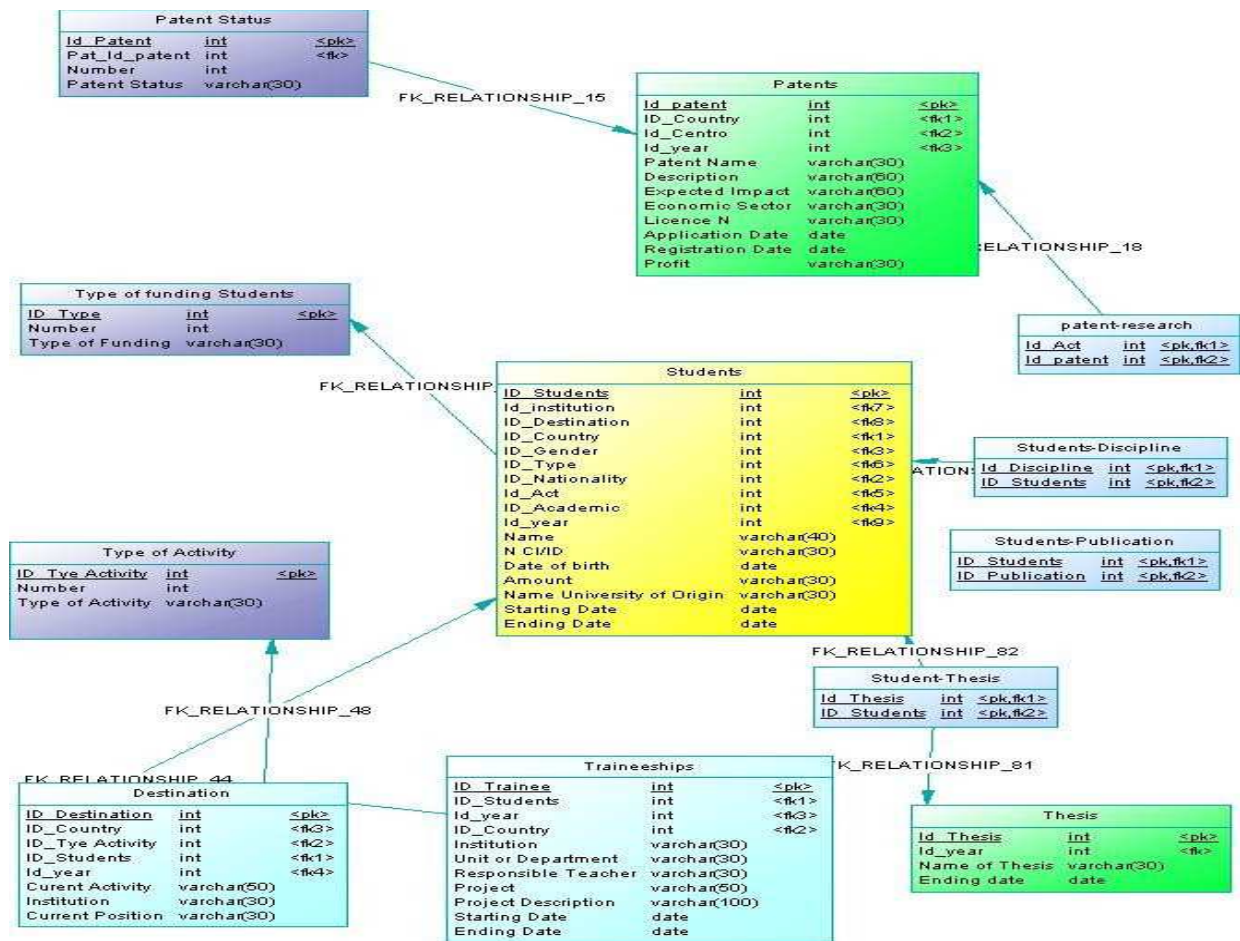


Figura 18: Modelo físico para al entidad Estudiantes

Fuente:Elaboración propia

Para el caso del instituto debido a la cantidad de datos y a la flexibilidad requerida para la modificación de las tablas se dejó normalizado el modelo.

Finalmente la base de datos se escribe en lenguaje SQL y se crea en el motor de base de datos MySQL junto con el diccionario de datos, que permite obtener información sobre los tipos de datos, restricciones y significado de éstos.

Campo	Tipo	Nulo	Predeterminado	Comentarios
ID_RESEARCH	int(11)	No		
ID_ARTICLES	int(11)	Sí	NULL	
RESEARCH_LINE	varchar(70)	No		Título de la línea de investigación desarrollada.
RESEARCH_LINE_OBJETIVES	varchar(200)	Sí	NULL	Objetivo específico asociado a esa línea en particular.
RESEARCH_LINE_DESCRIPTION	varchar(300)	Sí	NULL	Breve descripción del enfoque y la línea de investigación.
STARTING_DATE	date	Sí	NULL	Fecha estimativa de inicio de las actividades de investigación de la línea presentada
ENDING_DATE_RESEARCH	date	Sí	NULL	Fecha estimada de termino, cierre o conclusión de la línea de investigación; de no estar esta concluida, se solicita dejarlo en blanco
PERIOD	int(11)	No		Periodo en que se reporta (solo año)

Campo	Tipo	Nulo	Predeterminado	Comentarios
ID_SCIENTIST	int(11)	No		
ID_FUNDING	int(11)	Sí	NULL	
ID_GENDER	int(11)	Sí	NULL	
ID_INSTITUTION	int(11)	Sí	NULL	
ID_ACADEMIC	int(11)	Sí	NULL	
ID_NATIONALITY	int(11)	Sí	NULL	
ID_RELATION	int(11)	Sí	NULL	
ID_CATEGORY_SCIENTIST	int(11)	Sí	NULL	
NAME	varchar(60)	No		Nombre del Investigador
N_CI_ID_SCIENTIST	varchar(15)	Sí	NULL	Celula de identidad o identificación del investigador. Ejemplo 9.003.004-8
DATE_OF_BIRTH_SCIENTIST	date	Sí	NULL	Fecha de Nacimiento del investigador. Dia-Mes-A
PROFESSION	varchar(70)	Sí	NULL	Profesion, Título o Grado Academico actual del investigador

6.4 Modelo aplicación

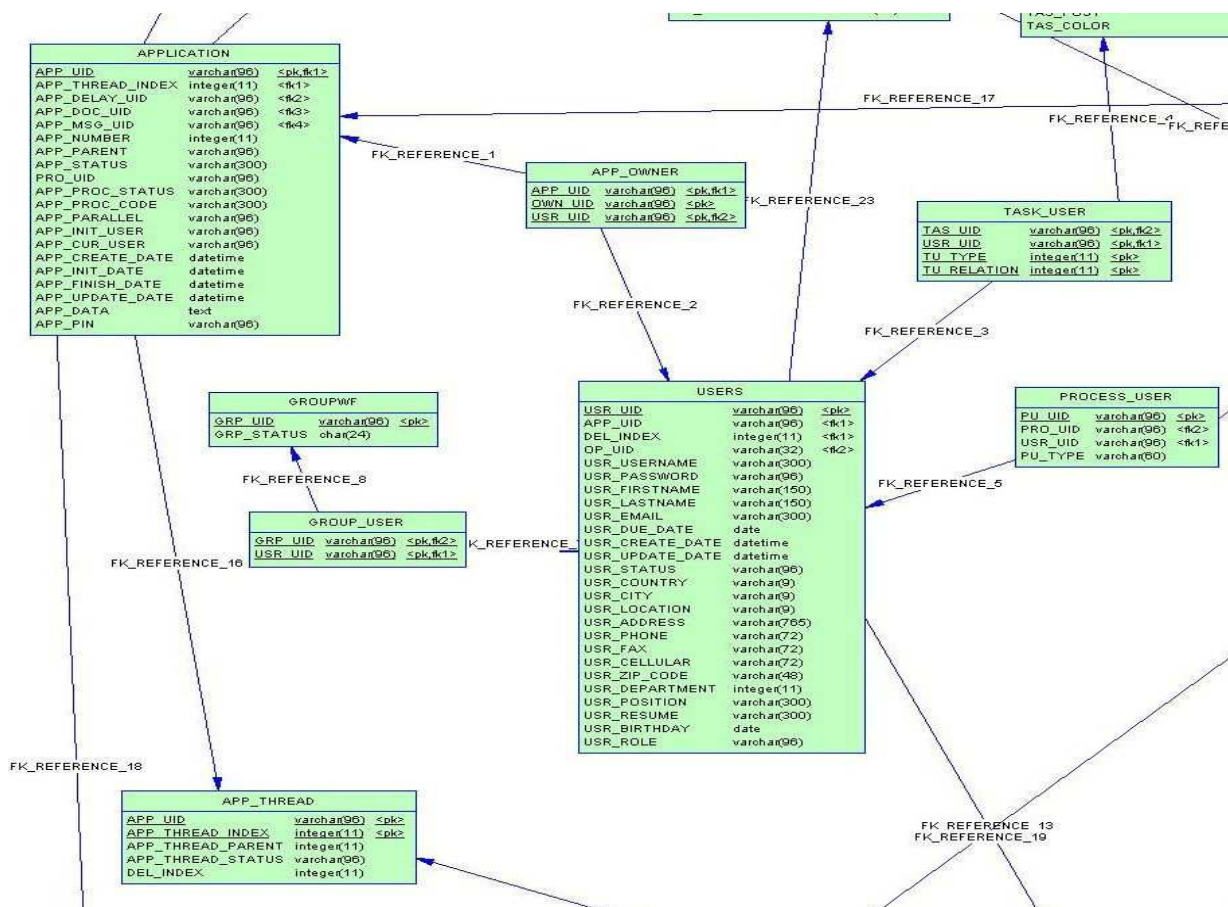
Para la capa de aplicación se determinó usar otro modelo de base de datos que permite manejar con mayor eficiencia los datos que se ingresan en la aplicación y las configuraciones del sistema, aparte de la base de datos del instituto, una vez que los datos estén validados se ingresarán a ésta.

La aplicación fue desarrollada usando lenguaje PHP, a través de este lenguaje se realizan las conexiones a la base de datos tanto de escritura como lectura de datos y se generan los códigos que permiten navegar entre las distintas funciones de la aplicación.

Parte del modelo se presenta en al figura 19:

Figura 19: Modelo físico de la entidad Usuarios

Fuente: http://wiki.processmaker.com/index.php/ProcessMaker_E-R_Diagram



En la tabla se puede apreciar el manejo de los usuarios, grupos, aplicaciones y los procesos por usuarios.

6.5 Capa de Presentación

A continuación se presentan algunas pantallas del prototipo, estas pantallas fueron generadas con ayuda de la herramienta processmaker.

En la figura 20 se presenta la pantalla de entrada con petición de autenticación:

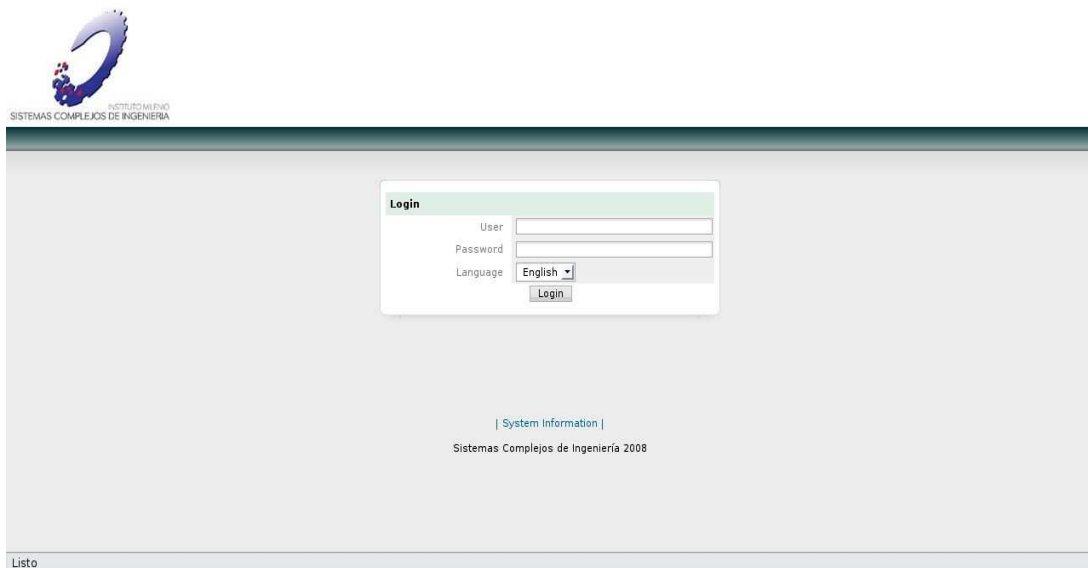


Figura 20: Pantalla de entrada de usuarios

Fuente:Elaboración propia

En la figura 21 se muestra la pantalla de inicio de usuario en la cuál se podrán ver las tareas o formularios que debe aprobar o llenar:

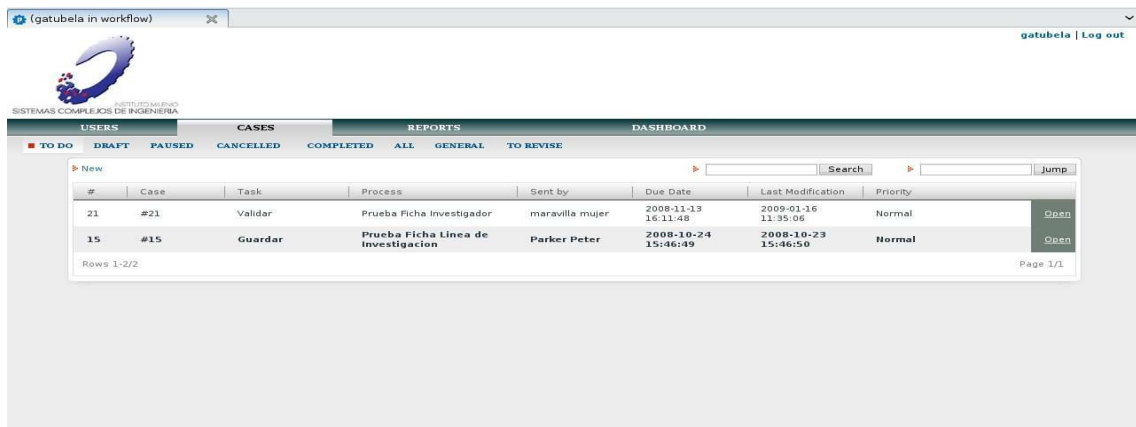


Figura 21: Pantalla de inicio de usuario

Fuente:Elaboración propia

A continuación, en la figura 22, se presenta la pantalla de entrada de supervisor, en esta vista el supervisor de un proceso puede ver el estado de los casos y los responsables que están a cargo de ello, incluyendo fechas y horas.

#	Case	Task	Process	Current User	Sent by	Last Modification	Status	
22	#22	Pre llenar	Prueba Ficha Investigador	maravilla mujer		2009-01-16 11:34:20	Draft	Open
21	#21	Validar	Prueba Ficha Investigador	Gatubela	maravilla mujer	2009-01-16 11:35:06	To Do	Open
20	#20	Pre llenar	Prueba Ficha Investigador	maravilla mujer		2008-11-11 19:05:02	Draft	Open
19	#19	Pre llenar	Prueba Ficha Investigador	maravilla mujer		2008-10-30 15:48:56	Draft	Open
18	#18	Pre llenar	Prueba Ficha Investigador	maravilla mujer		2008-10-30 15:45:42	Draft	Open
17	#17	Pre llenar	Prueba Ficha Investigador	maravilla mujer		2008-10-27 16:04:36	Draft	Open
16	#16	Pre llenar	Prueba Ficha Investigador	maravilla mujer		2008-10-27 15:30:52	Draft	Open
15	#15	Guardar	Prueba Ficha Linea de Investigación	Gatubela	Parker Peter	2008-10-23 15:46:50	To Do	Open
14	#14	Pre llenar	Prueba Ficha Linea de Investigación	Kent Clark		2008-10-22 11:16:52	Completed	Open

Figura 22: Pantalla de entrada de supervisor

Fuente:Elaboración propia

En la figura 23 se muestra la pantalla de procesos, en la cual se pueden asignar usuarios a las tareas:

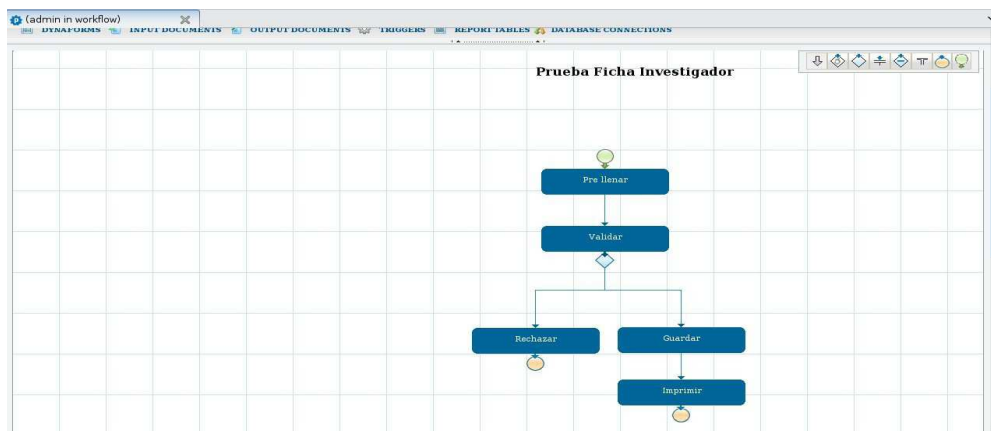


Figura 23: Pantalla de edición de procesos

Fuente:Elaboración propia

En la siguiente figura 24 se presenta la pantalla de formulario de investigador:

Investigador Next Step

* Nombre:

* CI/ID: 99.999.999-9

* Fecha de Nacimiento:

* Nacionalidad:

* Género: M F

* Category: Associate Scientist

* Profesión:

* Academic Degree:

* Institution:

* Current Position:

* Electronic Address:

Telephone:

* Research Line:

* Discipline:

* Type of Funding: Honorarium

* Relation with center: Full Time

* Starting Date:

* Ending Date:

* Required Field

Listo

Figura 24: Pantalla de formulario de investigador

Fuente:Elaboración propia

Capítulo 7 Pruebas y análisis de resultados

El sistema se montó en un equipo de prueba para testear su operación, para ello se generó un caso de prueba y se verificó el correcto funcionamiento del sistema en cada una de las etapas del caso, incluyendo el correcto almacenamiento en la base de datos. Posteriormente se pobló la base de datos para probar el desempeño en la generación de algunos indicadores. El equipo de prueba es un P4 de 1GB de Ram.

7.1 Caso de prueba

La Figura 25 indica la pantalla de bienvenida del usuario asignado en el caso anterior, se puede apreciar que tiene un caso en su lista de tareas:

#	Case	Task	Process	Sent by	Due Date	Last Modification	Priority	
68	#68	Validar	Prueba Ficha Línea de Investigación	Kent Clark	2009-02-16 17:49:40	2009-02-15 17:49:40	Normal	Open

Rows 1-1/1. Page 1/1

Figura 25: Pantalla de bienvenida de usuario asignado

Fuente:Elaboración propia

La Figura 26 ilustra la pantalla de ejemplo validación de información, en esta pantalla se puede apreciar que la aplicación permite chequear el correcto formato de los campos que así lo indiquen, estos campos están marcados con verde en caso de pasar el chequeo o rojo en caso de haber un error:

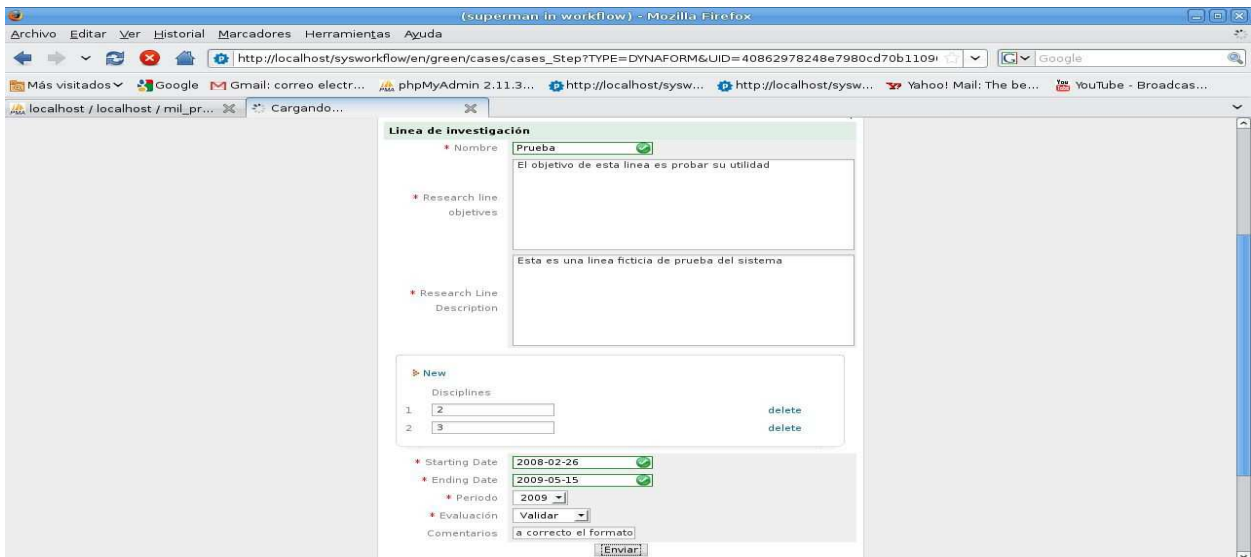


Figura 26: Pantalla de ejemplo de validación de información

Fuente:Elaboración propia

Pantalla de bienvenida de usuario que validó el caso, se puede observar que una vez que validó el caso, la tarea ya no esta dentro de sus cosas que hacer tal como se ilustra en la Figura 27:

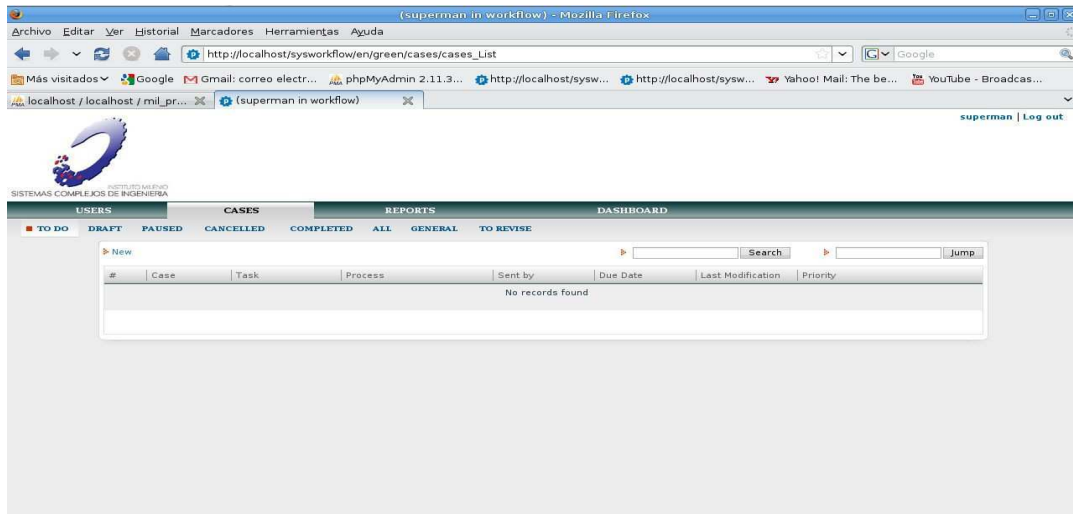


Figura 27: Pantalla de bienvenida de usuario II

Fuente:Elaboración propia

La Figura 28 muestra la pantalla de acceso restringido del usuario:

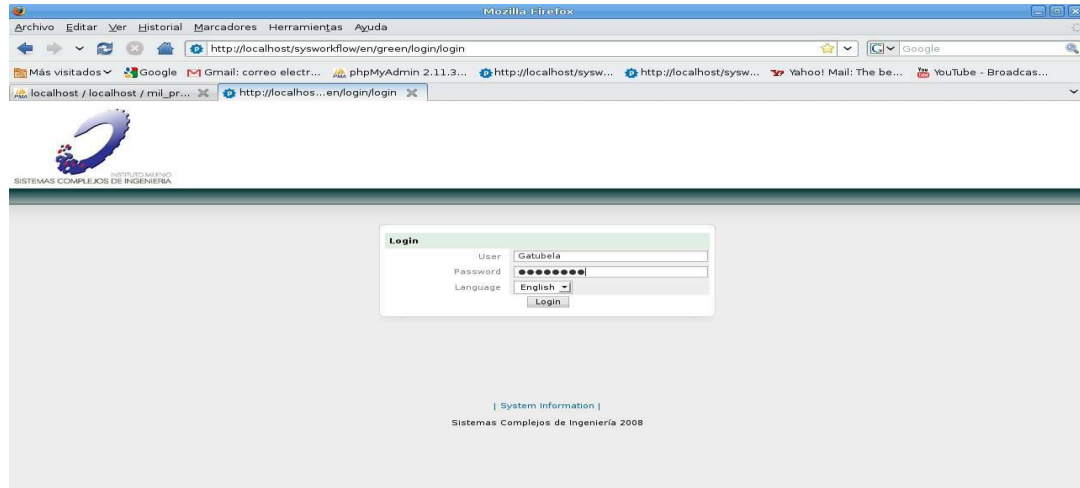


Figura 28: Pantalla de acceso restringido de usuario

Fuente:Elaboración propia

La Figura 29 ilustra la pantalla de bienvenida del usuario, se puede observar que tiene varios casos en la lista de tareas por hacer, el último caso está en el tope de la lista como el último ingresado:

#	Case	Task	Process	Sent by	Due Date	Last Modification	Priority	Open
68	#68	Guardar	Prueba Ficha Linea de Investigacion	Kent Clark	2009-02-16 17:51:32	2009-02-15 17:51:32	Normal	Open
67	#67	Imprimir	Prueba Ficha Linea de Investigacion	Gatubela	2009-02-16 17:31:14	2009-02-15 17:31:14	Normal	Open
66	#66	Imprimir	Prueba Ficha Linea de Investigacion	Gatubela	2009-02-16 17:27:34	2009-02-15 17:27:34	Normal	Open
65	#65	Imprimir	Prueba Ficha Linea de Investigacion	Gatubela	2009-02-16 17:21:05	2009-02-15 17:21:06	Normal	Open
64	#64	Imprimir	Prueba Ficha Linea de Investigacion	Gatubela	2009-02-16 17:18:38	2009-02-15 17:18:38	Normal	Open
63	#63	Imprimir	Prueba Ficha Linea de Investigacion	Gatubela	2009-02-16 17:14:24	2009-02-15 17:14:24	Normal	Open
62	#62	Imprimir	Prueba Ficha Linea de Investigacion	Gatubela	2009-02-16 17:08:11	2009-02-15 17:08:11	Normal	Open
61	#61	Imprimir	Prueba Ficha Linea de Investigacion	Gatubela	2009-02-16 17:05:35	2009-02-15 17:05:35	Normal	Open
60	#60	Imprimir	Prueba Ficha Linea de Investigacion	Gatubela	2009-02-16 16:55:34	2009-02-15 16:55:34	Normal	Open
59	#59	Imprimir	Prueba Ficha Linea de Investigacion	Gatubela	2009-02-16 16:39:36	2009-02-15 16:39:36	Normal	Open
58	#58	Imprimir	Prueba Ficha Linea de Investigacion	Gatubela	2009-02-16	2009-02-15	Normal	Open

Figura 29: Pantalla de bienvenida de usuario III

Fuente:Elaboración propia

A continuación se presenta la revisión de los datos en la tabla que relaciona la línea de investigación con las disciplinas científicas del programa ICM. De las reglas del negocio, una línea de investigación puede estar asociada a más de una disciplina y a su vez una disciplina puede estar asociada a más de una línea de investigación, es por esto que la relación entre línea de investigación y disciplina se almacenan en una tabla aparte.

En la siguiente pantalla se muestra como se grabó correctamente esta información del formulario, asociando la línea de investigación a las dos diciplinas ingresadas, tal como se muestra en la Figura 44:

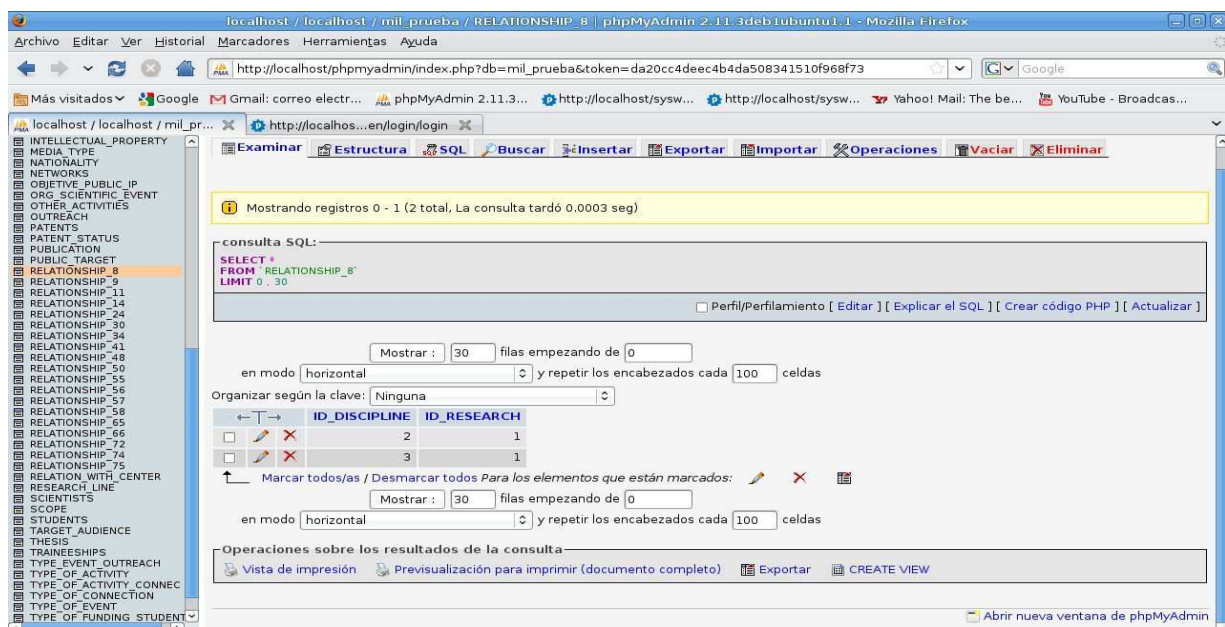


Figura 30: Pantalla de verificación en base de datos II

Fuente:Elaboración propia

7.2 Prueba de generación de indicadores

La base de datos mysql se pobló con los siguientes datos de prueba: 30 artículos, 40 científicos, 230 estudiantes, 15 líneas de investigación y 70 publicaciones, además de las relaciones entre ellos.

Para comprobar la eficacia y eficiencia del sistema se realizaron consultas sobre algunos indicadores y se comparó el tiempo de respuesta a través de la herramienta phpmyadmin con el tiempo estimado actual de generar los indicadores.

Indicador	Consulta	Tiempo sistema	Tiempo Actual
Nº de publicaciones por investigador	select NAME_SCIENTIST, count(*) from SCIENTISTS as sc, SCIENTIST_PUBLI as sc_pu where sc.ID_SCIENTIST=sc_pu.ID_SCIENTIST group by NAME_SCIENTIST;	La consulta tardó 0.0657 seg	2 hr
Nº de publicaciones por línea de investigación	select RESEARCH_LINE, count(*) from RESEARCH_LINE as rl, RESEARCH_PUBLI as rl_pu where rl.ID_RESEARCH=rl_pu.ID_RESEARCH group by RESEARCH_LINE;	La consulta tardó 0.0072 seg	1 hr
Nº de científicos por línea de investigación	select RESEARCH_LINE, count(*) from RESEARCH_LINE as rl, RESEARCH_SCIENTIST as rl_sc where rl.ID_RESEARCH=rl_sc.ID_RESEARCH group by RESEARCH_LINE;	La consulta tardó 0.0016 seg	1 hr
Nº de publicaciones por categoría de investigador y por categoría de publicación	select CATEGORY_PUBLICATION, CATEGORY_SCIENTIST, count(*) from SCIENTISTS as sc, SCIENTIST_PUBLI as sc_pu, CATEGORY_SCIENTIST as ca_sc, CATEGORY_OF_PUBLICATION as ca_pu, PUBLICATION as pu where sc.ID_SCIENTIST=sc_pu.ID_SCIENTIST and sc.ID_CATEGORY_SCIENTIST=ca_sc.ID_CATEGORY_SCIENTIST and pu.ID_PUBLICATION=sc_pu.ID_PUBLICATION and pu.ID_CATEGORY=ca_pu.ID_CATEGORY group by CATEGORY_PUBLICATION, CATEGORY_SCIENTIST;	La consulta tardó 0.0167 seg	2 hr
Nº de publicaciones ISI por categoría de investigador	SELECT CATEGORY_PUBLICATION, CATEGORY_SCIENTIST, count(*) FROM SCIENTISTS AS sc, SCIENTIST_PUBLI AS sc_pu, CATEGORY_SCIENTIST AS ca_sc, CATEGORY_OF_PUBLICATION AS ca_pu, PUBLICATION AS pu WHERE sc.ID_SCIENTIST = sc_pu.ID_SCIENTIST AND sc.ID_CATEGORY_SCIENTIST = ca_sc.ID_CATEGORY_SCIENTIST AND pu.ID_PUBLICATION = sc_pu.ID_PUBLICATION AND pu.ID_CATEGORY =1 AND ca_pu.ID_CATEGORY =1 GROUP BY CATEGORY_PUBLICATION, CATEGORY_SCIENTIST LIMIT 0 , 30;	La consulta tardó 0.0023 seg	2 hr
Nº de estudiantes por línea de investigación y por grado académico	SELECT RESEARCH_LINE, ACADEMIC_DEGREE, count(*) FROM RESEARCH_LINE AS rl, STUDENTS AS st, ACADEMIC_DEGREE AS ac_de WHERE rl.ID_RESEARCH = st.ID_RESEARCH AND st.ID_ACADEMIC = ac_de.ID_ACADEMIC GROUP BY RESEARCH_LINE, ACADEMIC_DEGREE	La consulta tardó 0.0125 seg	4 hr

7.3 Evaluación de rediseño

Operacional:

Para probar el correcto funcionamiento del sistema, con el objetivo de conocer si

el diseño responde a las necesidades de la organización, se confeccionó una pequeña encuesta de usabilidad, realizada a 5 personas. Esta encuesta se muestra en la tabla 8:

Pregunta	Si	No	A veces	Comentarios
Cuando se selecciona un ícono se diferencia de los no seleccionados.				
Las tareas repetitivas duran menos de 10 segundos.				
La terminología del menú es constante en todas las operaciones.				
Los íconos que aparecen se identifican claramente con lo que representan.				
La información que se presenta en la aplicación es fácil de entender.				
Existen faltas de ortografía.				
La estructura y representación no requiere información adicional a la entregada para su comprensión.				
El nombre de los botones es adecuado				
Es fácil corregir errores en las elecciones de la información				
En caso de que un proceso requiera varios pasos es posible volver a los pasos anteriores para modificar los datos				
Para tareas similares, los diálogos o formularios son similares				
El tamaño de las letras es adecuado				
La estructura resulta evidente para el usuario				
La ejecución de tareas asignadas se aprenden de forma rápida				
Es fácil encontrar información previamente encontrada				
Se identifican fácilmente las figuras, tablas y el tipo de acción que se debe ejecutar				
Las tareas repetitivas se efectúan con facilidad				
El menú de navegación aparece en un lugar apropiado				
El manual de explicación es fácil de entender				
La carga de datos es rápida				
La manera de llegar a la información es fácil y rápida				

Tabla 8: Encuesta de Usabilidad

Fuente: "Diseño y Construcción de un Data mart para la mantención de indicadores de sostenibilidad de la industria del salmón", Lucía Hernández

Las 5 personas encuestadas presentan diversas características, porque desempeñan trabajos diferentes entre sí. El usuario más básico, o menos avanzado, que se encuestó

fue una alumna de universidad la cual posee un manejo básico de windows , excel y word. Otro de los entrevistados, posee un nivel avanzado en técnica de dat amining , por lo tanto entendía muy bien el manejo de los programas.El resto pertenece a la organización ISCI. Por lo tanto se encuestó a personas con diferentes niveles de conocimiento y en áreas dispersas.

Previo a la encuesta se confeccionó una presentación en la cuál se explicó a los usuarios la forma de explotar el repositorio. Luego de esto, se dieron 3 tareas a los participantes para despues, completar la encuesta.

Dados los resultados de la prueba de usabilidad , se puede concluir que el sistema tiene un lenguaje adecuado, el menú de opciones que presenta es fácil de manejar y el tiempo de respuesta a las consultas fue evualado como rápido. En general, los resultados se pueden considerar exitosos, exepto por la observación de que si no existe un manual de uso del sistema se vuelve un tanto complejo de usar, se tomó en cuenta la idea de simplificar opciones y datos sobre los casos para no saturar al usuario de información innecesaria. Por lo tanto es recomendable que en el sitio de ISCI se encuentre un documento que explique el funcionamiento del sistema y simplificar los menus y datos que se ofrecen.

Económica:

Desde el punto de vista de horas hombre ahorradas, actualmente una consulta agregada requiere de unas 96 horas hombre incluyendo selección de personal, entrenamiento, procesamiento de información y adaptación de formato. Para la generación de un reporte de datos agregados, se necesitan unas 504 horas hombre. Con el rediseño la consulta a la base de datos debería estar alrededor de 2 minutos y la generación de un reporte alrededor de una media hora. En la actualidad se demoran unos 4 días en generar una consulta agregada y unos 5 días en generar un reporte de datos agregados.

En la tabla 9 se representa el uso de horas hombre aproximado y el costo estimado de ellas siguiendo la situación actual.

Tarea	HH	Precio/H (\$ CL)	Total (\$CL)
realizar consulta	96	2000	192000
generar reporte	504	3000	1512000

Tabla 9: Horas Hombre por tarea

A continuación se presenta un flujo de caja simplificado manteniendo la situación actual y proyectado a 3 años en la tabla 10:

Item	Año 1	Año 2	Año 3
Construcción	0	0	0
Servidor	0	0	0
Conexión	0	0	0
Mantenición BD	0	0	0
Realizar Consulta	-192000	-192000	-192000
Generar Reporte	-1512000	-1512000	-1512000
Total 3 años	-1704000	-1704000	-1704000
Van (r= 10%)			\$ -4.661.355

Tabla 10: Flujo de Caja sin proyecto (\$ CL)

En la tabla 11 se presenta la proyección utilizando el sistema:

Tarea	HH	Precio/H (\$CL)	Total (\$CL)
realizar consulta	0,05	3000	150
generar reporte	0,1	3000	300

Tabla 11: Horas hombre por tarea con proyecto

El flujo de caja se estima en la siguiente tabla 12:

Item	Año 1	Año 2	Año 3
Construcción	-1200000		
Servidor	-1000000	0	0
Conexión	-480000	-480000	-480000
Mantenición BD	-50000	-50000	-50000
Realizar Consulta	-150	-150	-150
Generar Reporte	-300	-300	-300
Total 3 años	-2730450	-530450	-530450
Van (r= 10%)			\$ -3.651.066

Tabla 12: Flujo de caja con proyecto

Técnica:

Actualmente la universidad politécnica de valencia cuenta con un sistema para medir su productividad, lamentablemente ésta solución se enfoca en los requerimientos de aquella universidad y no en la del centro por lo que no se tendría control sobre la herramienta. Otras soluciones como administración de ficheros son menos costosas pero no consiguen cumplir con el requerimiento de poder hacer consultas complejas sobre los datos.

Ante la factibilidad de relizar el sistema con las tecnologías actuales, se puede apreciar, que el prototipo permite almacenar la información y realizar consultas particulares o estadísticas sobre los datos habilitando la opción de generar indicadores de mayor complejidad.

7.4 Análisis de resultados

La operación fue satisfactoria, no se obtuvieron errores, la aplicación permitió flexibilidad a la hora de almacenar correctamente la información y los datos fueron correctamente ingresados a la base de datos, sin embargo, el sistema no se probó intensivamente ni en ambiente web abierto.

La aplicación cumple eficazmente la respuesta a consultas comunes y otras complejas además de una manera más eficiente que en la situación actual.

La incorporación del sistema de información a través de via web permite tener siempre la posibilidad de ingresar la información y eliminar el problema del “papeleo” al agrupar los datos en un solo repositorio.

Sin embargo al estandarizar a través de un sistema de información la recolección de datos, se requiere que el sistema este activo siempre y que los cambios de requisitos de información deban ser incorporados en el sistema, esto requiere de mano de obra mejor calificada versus ayudantes que ordenen, adapten y limpien los datos, esto significa que la tarea crítica es adaptar el sistema correctamente a los nuevos requerimientos, esta tarea es más costosa que la de modificar los mails o fichas que se puedan enviar a los investigadores. Sin embargo una vez modificado correctamente el sistema facilita todo el proceso posterior generando ahorro de tiempo al no tener que cambiar formatos, ni realizar las consultas complejas de forma manual.

Otro aspecto crítico es el cultural, en particular con los investigadores que no manejan muy bien las herramientas tecnológicas, para ello , se planteó la posibilidad de que una persona de confianza, como una secretaria pudiera validar a través del sistema la información que se les solicita.

Capítulo 8 Conclusiones

Debido al constante crecimiento de las actividades del instituto y al objetivo de formalizar el análisis del desempeño del programa ICM por parte del gobierno, la creación de un sistema de información fue considerado relevante tanto para la DIPRES como para la gente del instituto como una forma de cumplir sus objetivos y adquirir sustentabilidad para el desarrollo de las organizaciones.

A pesar de que el instituto sistemas complejos de ingeniería no es una institución con fines de lucro, y sus productos no son fácilmente cuantificables monetariamente, es posible modelar la institución como una empresa, con procesos, tareas, insumos, productos y de esta manera proponer la posibilidad de gestión de la misma.

Debido al tipo de filosofía de desarrollo de las aplicaciones open source en la que miles de usuarios pueden mejorar las herramientas. La investigación y desarrollo de éstas toma menor cantidad de tiempo y disminuye la posibilidad de errores en la escritura del código. Esto explica que con el tiempo algunas soluciones informáticas se hayan posicionado como una alternativa rentable para algunas organizaciones ya sean pequeñas , medianas o grandes incluso superando a soluciones comerciales.

Como resultado del desarrollo de la metodología y la implementación del prototipo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El diseño y construcción del prototipo basado en soluciones open source, mostraron ser una alternativa rentable para este tipo de problema debido al nivel de uso y la importancia de la información no es de alta demanda lo que relaja las condiciones de borde. Las soluciones comerciales hubieran incrementado los costos de implementación, mantenimiento y desarrollo del sistema, pudiendo ser incluso no rentable para la organización.
- El desarrollo del trabajo permitió racionalizar el funcionamiento de los procesos involucrados, con ello se pudo obtener una propuesta de sistematización de las actividades y la asignación de responsabilidades correspondientes.
- La solución propuesta permite generar consultas complejas sobre las actividades del instituto, esto no solo cumple con los requisitos de información para la confección de la memoria anual, sino que además permite a la organización contar con datos agregados acerca de las actividades y productos del instituto de manera rápida. Este hecho permite evaluar el desempeño y, por consiguiente, la posibilidad de gestionar.
- El esquema de diseño tipo workflow permite llevar un control computacional de los procesos y genera además un mejor control del contenido que se ingresa en

el sistema, la ventaja de tener separadas las bases de datos de la aplicación y del instituto radica en el hecho de que la información que se ingresa pasa por la aprobación del encargado de información clave, dejando información limpia y confiable en la base de datos.

- Parte importante del desarrollo sustentable de las instituciones es la posibilidad de gestión que puedan tener sobre sus actividades, la optimización sólo puede ser realizada sobre elementos en los que se obtiene información confiable. Sin información no hay análisis para la gestión y la toma de decisiones no se basa en datos medibles, llegando incluso a la no toma de decisión es por esto que este desarrollo pretende dar un paso adelante en la gestión de los institutos científicos.
- Otro aspecto importante a destacar es que el diseño basado en el modelo de tres capas permite tener una gran flexibilidad para las soluciones de funcionamiento del sistema y para el desarrollo de nuevas aplicaciones y funcionalidades. Un ejemplo es el uso de completadores de información, verificadores, etc. soluciones que facilitan el uso de la herramienta por parte de los usuarios, mitiga el rechazo de éstos y disminuye las posibilidades de errores de tipeo.
- Una parte importante del rediseño es verificar el impacto que tienen las TI en los procesos , ya que genera nuevas formas de hacer las cosas en la organización, además de redefinir roles y responsabilidades, hecho sumamente importante de analizar y tratar.
- La implementación de prototipos permite adquirir un mejor conocimiento de los verdaderos requerimientos de los clientes, al estar en contacto con un producto tangible, en el cual las expectativas de funcionalidad, eficiencia y desarrollo visual puedan ser consultadas. Además permite lograr una mejor comprensión de las Horas hombres que puede tener el proyecto, la factibilidad técnica de algunos requerimientos y, por consiguiente, los costos estimados del proyecto.

Para el desarrollo de trabajos futuros se plantean las siguientes recomendaciones:

- Probar la aplicación con una mayor carga de datos y conexiones exteriores, para tener un mejor análisis operativo en un ambiente de mayor realismo. A pesar de la baja carga de uso estimada del sistema, se recomienda adquirir el conocimiento de carga crítica para estimar con mayores datos las capacidades del mismo.
- Implementar una aplicación tipo datawarehouse, que permita tener un registro histórico del desempeño del instituto y que permita a los usuarios generar su propias consultas de manera eficaz y eficiente. Esta herramienta se alinea con los objetivos del instituto de desarrollar soluciones usando técnicas avanzadas

de ingeniería, generar una fuente de gestión para el instituto, de promover comunicación y difusión con la comunidad y generar ventajas comparativas con los demás institutos. Por otra parte, se cohesiona con los objetivos del gobierno de transparencia y promover la difusión de la utilización de los fondos fiscales en el desarrollo del conocimiento del país al disponer de información a la comunidad generando mayores confianzas.

- Generar un programa de entrenamiento para el uso de la aplicación de manera de permear las mejores prácticas en el actuar cotidiano de la organización. Es de vital importancia para al implementación eficaz que los usuarios se comprometan con las nuevas formas de hacer las cosas. A pesar de tener las herramientas si el recurso humano no la utiliza se transforma en una herramienta ineficaz.
- Realizar un estudio que pueda determinar la importancia de las variables con que se mide la productividad del instituto, esto para determinar los productos claves que deban ser comparados entre los institutos, si bien es una tarea difícil es necesaria debido a que el volumen de la información entregada y la implementación de bases de datos sobre el desempeño de los institutos requieren una estandarización de la información que se debe recopilar. Por otra parte lo reciente del programa en el cuál aún se está desarrollando y expandiendo, debe requerir de cierta flexibilidad a la hora de incluir nuevas distinciones de variables a medir. Para esto el estudio del impacto de las variables a la hora de medir a los institutos es fundamental para tener una buena aproximación a las peticiones de información mas completa posible, pero sin saturar a los institutos y centros con peticiones que reduzcan efectividad en el cumplimiento de los objetivos primordiales de desarrollar las actividades de la institución.

Bibliografía

- [1] IGT S:A. 2005. Productividad del programa Iniciativa Científica Milenio y su evolución. Disponible en URL: http://www.mideplan.cl/milenio/?q=system/files/productividad_ICM_2005_es.pdf . Fecha de consulta: 08/01/09
- [2] Universidad de Chile. Institutos de la facultad. Instituto Milenio Sistemas Complejos de Ingeniería. Disponible en URL: http://www.uchile.cl/uchile.portal?_nfpb=true&_pageLabel=conUrl&url=7994 . Fecha de consulta: 08/01/09
- [3] DIPRES. 2006. Informe Final de Evaluación Programa ICM. http://www.mideplan.cl/milenio/files/INFORME%20DE%20LA%20DIPRES_0.pdf . Fecha de consulta: 08/01/09
- [4] Jesús García Molina et al. 2000. De los Procesos del Negocio a los Casos de Uso. *dis.um.es/~jmolina/jis2000modeladonegocio.pdf* . Fecha de consulta: 08/01/09
- [5] ICM. Resultados de la evaluación de las Memorias Anuales 2007 de Institutos y Núcleos Científicos de la Iniciativa Científica Milenio.
- [6] Robert Cercós Brownell. 2008. Diseño y Construcción de un web warehouse para almacenar información extraída a partir de datos originados en la web. Memoria para optar al título de Ingeniería Civil Industrial. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- [7] Velásquez, JD . 2006 Apuntes curso Tecnologías de Información y Rediseño de Procesos (IN72K) Magíster en Gestión de Operaciones
- [8] Velásquez, JD. 2005 Sistemas de Información Administrativos (IN55A) Pregrado Ingeniería civil Industrial.
- [9] Stephen A. White. 2004. Process Modeling Notations and Workflow Patterns. IBM Corporation.
- [10] Russell et al. 2006. On the Suitability of UML 2.0 Activity Diagrams for Business Process Modelling. In Third Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling (APCCM2006), volume 53 of CRPIT, pages 95–104, Hobart, Australia. ACS.
- [11] Russell et al. 2006. On the Suitability of BPMN for Business Process Modelling
- [12] Michael Harvey. 2005. Essential Business Process Modeling. 1st de. Sebastopol, CA 95472, USA, O'Reilly Media, Inc.
- [13] Hill et al. 2006. Gartner's Position on Business Process Management. Business Issues. Gartner, Inc.
- [14] Van der Aalst. 2004. Business Process Management: A personal view. Department of

Technology Management Eindhoven University of Technology, The Netherlands

[15]van der Aalst et al.2003.Business Process Management: A Survey.LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE, Springer332 páginas

[16]Ivar jacobson.2003.Use Cases and Aspects - Working Seamlessly Together.Disponible en URL: http://www.jot.fm/issues/issue_2003_07/column1/ Fecha de consulta: 08/01/09

[17]Khan,R.M.2005.What standars really matter for BPM.Bussiness Process Trends.

[18] OMG.2004. UML 2.0 Superstructure Specification.Disponible en URL: <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?ptc/2004-10-02>.Fecha de consulta: 08/01/09

[19]Koskela,M & Haajanen,J.2007.Buiness Process Modeling and Execution: Tools and Technologies Report for the SOAMeS Project.VTT Research Notes 2407. VTT Technical Research Centre of Finland.

[20]OMG.2007.Business Process Modeling Notation (BPMN).Disponible en URL: <http://www.bpmn.org/>. Fecha de consulta: 08/01/09

[21]Acerca de ruby. <http://www.ruby-lang.org/es/about/>. Fecha de consulta: 08/01/09

[22]GALLAUGHER, J. y RAMANATHAN, S. 1996. Choosing a client/Server architecture: a comparison of two-tier and three-tier systems. Information Systems Management Magazine, 13(2). pp. 7-13.

[23]Hugh E. Williams, David Lane.2004.Web Database Applications with PHP and MySQL: Building Effective Database-Driven Web Sites.Edition: 2.O'Reilly.

[24]Kim B. Clark.2002.The Option Value of Modularity in Design.Harvard Business School.

[25]Andrea Bonaccorsia, Cristina Rossia. 2003.Why Open Source software can succeed. Laboratory of Economics and Management, Sant'Anna School of Advanced Studies, Pizza

[26]Morgan, M. S. .2001. "Making Measuring Instruments". History of Political Economy. Winter Suplement. Vol.33. Pp: 235-251.

[27]MORAVCSIK, M. J. The classification of science and the science of classification. *Scientometrics*, v. 10, n. 3-4, p. 179-97, 1986.

[28]OCDE. Manual de Frascati: propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. Paris: OCDE, 1993.

[29]OCDE. Oslo Manual: proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. Paris: OCDE, 1997.

[30]OCDE. The measurement of scientific and technological activities: manual on the measurement of human resources devoted to S&T, "Canberra Manual". Paris: OCDE, 1995.

[31]González,W. ,Benítez, F y García J.La utilización de un sistema de indicadores de

ciencia y tecnología para la gestión de la actividad de investigación en las universidades cubanas.

[32]G. Booch, I. Jacobson, and J. Rumbaugh.1999. Unified Modeling Language Users Guide: Addison Wesley Longman, Inc.

[33]F. Armour and G. Miller.2001. Advanced use case modeling : software systems. Boston ; London: Addison-Wesley.

[34]L. Probasco. 2000. "The Ten Essentials of RUP," The Rational Edge.

[35]Arnon Rotem-Gal-Oz.2003.Methodology for developing Use Cases for large systems.