

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 6



*Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas*

*Título: Procedimiento para la estimación de la complejidad asociada a los
servicios del Departamento de Almacenes de Datos*

Autores:

Adriana de la Concepción Martínez Caballero

Deimar Fabré Leyva

Tutores:

MSc. Yanet Peña Vazquez

Ing. Leonel Pérez Nieblas

Consultante:

MSc. Lourdes Magdalena Caballero Betancourt

La Habana, 2014
"Año 56 de la Revolución"



“Estamos llevando a cabo una revolución educacional y social, en la búsqueda de una sociedad tan perfecta como el ser humano sea capaz de alcanzar.”

Fidel Castro Ruz
Habana 2001

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año 2014.

Autores:

Adriana de la C. Martínez Caballero

Deimar Fabré Leyva

Tutores:

MSc. Yanet Peña Vazquez

Ing. Leonel Pérez Nieblas

Consultante:

MSc. Lourdes Magdalena Caballero Betancourt

AUTORES

Adriana de la Concepción Martínez Caballero
Universidad de las Ciencias Informáticas.
amcaballero@estudiantes.uci.cu

Deimar Fabré Leyva
Universidad de las Ciencias Informáticas.
dfabre@estudiantes.uci.cu

TUTORES

MSc. Yanet Peña Vazquez
Dirección General de Producción.
Universidad de las Ciencias Informáticas.
(+53)(7)837-2414
ypenav@uci.cu

Ing. Leonel Pérez Nieblas
Especialista de Almacenes de Datos, DATEC.
Universidad de las Ciencias Informáticas.
lnieblas@uci.cu

CONSULTANTE

MSc. Lourdes Magdalena Caballero Betancourt
Profesora Consultante.
Escuela Latinoamericana de Medicina.
amalia@elacm.sld.cu

Agradezco a mi familia por ser la mejor de todas, por estar siempre apoyándome en todo momento de mi vida. A mi mamita (mi vieja) a la que amo con todo mi corazón, pues tú lo significas todo para mí y estoy seguro que en este momento te sientes orgullosa de que todo el amor y la dedicación que has tenido para conmigo no ha sido en vano. En gran parte de mi vida fuiste mi mamá, mi papá, mi amiga... mi todo y aunque pueda ser tarea de madre nunca dejaré de estar agradecido de que seas la mejor madre del mundo.

A mi abuelo Rafael que aunque no está con vida para ver la persona en que me he convertido, gran parte de que esté hoy aquí se lo debo mucho a él. Siempre estarás aquí conmigo mi viejo.

A mis abuelitos Ariel y Sara por estar siempre conmigo durante toda mi vida y durante estos cinco largos años de universidad. Los quiero muchos mis viejos. A mis primos: Ronny, Rafe, Yiset, Annia, Dely, Arianna.

A mi bisabuela Cachita la madre de todos y a mis bisabuelos Lula y Jobito. Los quiero mucho mis viejos.

A mis dos tías bellas Magdalena y Rebeca a las que les debo estar aquí hoy, pues siempre estuvieron conmigo desde siempre apoyándome en todo momento y en toda decisión que he tomado en mi vida. Las quiero mucho.

A mi hermanita linda Yisel que siempre ha estado conmigo desde que abrió esos ojitos chinitos. Te quiero mi hermana.

A mi hermano Hugo que a pesar de que no pudimos compartir toda la infancia como hermanos, hemos recuperado mucho tiempo perdido. Te quiero hermano. A mi tío Bory, por ser como un hermano para mí. Te quiero mi tío.

Agradezco de manera especial a mi tutora por estar en todo momento disponible para realizar este trabajo. Gracias.

A Themis por apoyarnos en el trabajo y darnos siempre tantas sugerencias cuando las cosas se complicaron. Gracias.

A mi padrastro que ha sido como un padre para mí durante casi toda mi vida. Siempre te estaré agradecido.

A mi novia Dianet, que tantos buenos momentos me ha hecho pasar durante estos cinco años de carrera.

A mis amigos de siempre Dany, Cobas y Ricardo, a los de la universidad: Alian, Mauricio, Jose, Angélica, Diana, Ariel, Héctor, Josué, Laritza y todos los que no he mencionado. A mi compañera de tesis por soportarme, gracias.

A mi otra familia abuela Carmen, Millo, Marelis, Juan, Estrella, Alina, Piquín, María.

Deimar Fabré Leyva.

A la Revolución y a nuestro comandante Fidel por haberme dado la oportunidad de estudiar y de formarme como una profesional.

A los profesores que en estos cinco años me brindaron todo su esfuerzo, conocimiento y dedicación.

A todos los que han sido mis compañeros tanto de aula como de apartamento en estos cinco años.

A mis amistades por haber compartido noches en vela, algunas estudiando y otras divirtiéndonos: Roger, Bofill, Yumily, Sandrita, Dino, Nidelso, Leandro y Alber.

A mi amiga de la universidad Annelys, con la que siempre he podido contar.

A mi compañero de tesis, que a pesar de nuestros berrinches y diferencias, nos sobrepusimos a todo y logramos este maravilloso trabajo.

A mi hermanito Leito y a Bel.

A los miembros del tribunal, gracias por todos los señalamientos, por el tiempo prestado. Fueron de mucha ayuda para lograr una mayor calidad en el presente trabajo.

A la profesora Themis que fue de mucho apoyo en el proceso de desarrollo de la tesis.

A nuestra maravillosa tutora, que siempre nos guio en este proceso de la mejor manera, nos atendió en condiciones difíciles y nos reprimió cuando no andábamos por el camino correcto.

A Luillyti por estar junto a mí en momentos tanto buenos como malos y brindarme todo su apoyo en el trascurso de este trabajo.

A mi familia, que siempre me ha apoyado, guiado, cuidado y amado desde que llegue a este mundo: a mi tía Floriana, mi tía Reina, a mis primas Florianita y Dayi, a mi hermana Amaly que la amo con la vida, al rey de todo este harem; al TITI más lindo del mundo "mi papito", al Denis y a Leonardo.

Por último a la flor más bella que existe en el mundo, a Mi Mami, que en este período hizo papel de tutora, de oponente, de tribunal y sobre todo de madre. Sin su apoyo, ayuda, dedicación, paciencia, optimismo, energía, consagración y amor a lo largo de toda mi vida, no me hubiera sido posible lograr nada. Muchísimas gracias por existir y por no rendirte nunca conmigo. TE AMO.

Adriana de la Concepción Martínez Caballero.

Dedico este trabajo a mi madre ya que ella es mi razón de ser, la luz emprendedora para que yo siga adelante cada día y por todos sus sacrificios, para que hoy yo pueda hacer mis sueños realidad, siempre serás la fuente de mi inspiración. Gracias por darme tantas fuerzas, comprensión, amor y por siempre confiar en mí.

A mi abuelo Rafael que aunque no está con vida, este regalo va para ti mi viejo.

A mi novia Dianet, pues ha estado durante estos cinco años de universidad a mi lado, compartiendo momentos buenos y malos, pero sobre todo siempre ha estado ahí dándome apoyo y diciéndome que si podía cuando yo mismo pensaba que no lo conseguiría. Te quiero mi niña.

A mis abuelitos y a mis tías que siempre han estado conmigo apoyándome en todo lo que necesitaba, creo que sin ustedes hubiese sido imposible haberlo logrado.

A mis hermanos a los que tanto amo y a toda mi familia en general.

Finalmente y no menos importante dedico este trabajo a nuestro Comandante Fidel y a esta revolución, por darme la oportunidad de pertenecer a esta universidad de excelencia.

Deimar Fabré Leyva.

Dedico el presente trabajo de diploma al ser más especial y maravilloso de mi vida: mi Madre.

Para usted Lourdes Magdalena Caballero Betancourt.

Adry.

Resumen

Los especialistas del Departamento de Almacenes de Datos, perteneciente al Centro de Tecnologías de Gestión de Datos (DATEC) de la Facultad 6, en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), actualmente utilizan el ensayo-error y las experiencias acumuladas como métodos de estimación de la complejidad de sus servicios. Además, no se cuenta con un instrumento o herramienta que exponga la manera de realizar esta estimación. Ante esta situación, se hace necesario definir un procedimiento para la estimación de la complejidad de los servicios brindados por el Departamento de Almacenes de Datos, que apoye a los especialistas en la toma de decisiones en el proceso de confección de ofertas comerciales. La realización de encuestas, entrevistas individuales y grupales a los especialistas, permitió identificar las variables que aportaban complejidad a los mismos. Se realizó la validación del procedimiento y finalmente, se elaboró una herramienta para facilitar la aplicación del procedimiento de estimación de la complejidad de los servicios brindados por este departamento.

Palabras claves: *complejidad, estimación, toma de decisiones.*

Abstract

The specialists of the Data Warehouse Department, from the Data Management Technology Center (DATEC) in School 6 of the University of Informatics Sciences (UCI), are using today a trial-error and experiences obtained as estimation methods of the complexity of its services. Apart from that, there is no instrument or tool able to show the way to make that estimation. In this case, it is necessary to define a procedure to estimate the complexity of the services provided by the Data Warehouse Department, supporting the specialists in the decision making process when carrying out commercial offers. Surveys, individual and group interviews to specialists, allowed identifying the variables that made them complex. It was also performed the validation procedure and finally it was developed a tool to facilitate the implementation of the estimation procedure of the complexity in the services provided by the department.

Keywords: complexity, estimation, decision making.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE ESTIMACIÓN EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE.....	5
1.1 ESTIMACIÓN.....	5
1.2 VARIABLES	6
1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	8
1.4 INDICADORES.....	9
1.5 MÉTODOS DE ESTIMACIÓN	10
1.5.1 <i>Basados en la experiencia.....</i>	<i>10</i>
1.5.2 <i>Basado exclusivamente en los recursos (Parkinson).....</i>	<i>12</i>
1.5.3 <i>Basado en los componentes del producto o proceso de desarrollo.....</i>	<i>12</i>
1.5.4 <i>Métodos algorítmicos.....</i>	<i>12</i>
1.5.5 <i>Método para calcular la complejidad de los requisitos funcionales de software de los proyectos del Centro de Informatización de la Gestión de Entidades.....</i>	<i>16</i>
1.6 VALORACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ESTIMACIÓN ANALIZADOS	19
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	22
2.1 UNIVERSO Y MUESTRA.....	22
2.2 APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS EMPÍRICOS EN LA INVESTIGACIÓN	23
2.3 PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR LA COMPLEJIDAD DE LOS SERVICIOS QUE BRINDA EL DEPARTAMENTO DE ALMACENES DE DATOS.....	24
2.3.1 <i>Definir las variables por Líneas de Producción de Software.....</i>	<i>25</i>
2.3.2 <i>Asignar pesos a las variables.....</i>	<i>27</i>
2.3.3 <i>Normalizar peso.....</i>	<i>27</i>
2.3.4 <i>Definición de los parámetros para realizar la valoración de las variables.....</i>	<i>29</i>
2.3.5 <i>Valorar variables.....</i>	<i>31</i>
2.3.6 <i>Estimación de la complejidad por Líneas de Producción de Software.....</i>	<i>32</i>
CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO	35
3.1 SELECCIÓN DE LOS SERVICIOS.....	35
3.2 ESTIMACIÓN DE LA COMPLEJIDAD DE LOS SERVICIOS.....	36
3.2.1 <i>Estimación de la complejidad para el mercado de datos SAPMI.....</i>	<i>36</i>
3.2.2 <i>Estimación de la complejidad para SAPMI haciendo uso de la herramienta Complexity.....</i>	<i>40</i>

3.2.3	<i>Estimación de la complejidad para el almacén de datos SIGOB</i>	43
3.2.4	<i>Estimación de la complejidad para el almacén de datos SIGOB haciendo uso de la herramienta Complexity</i> 46	
3.3	EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO MEDIANTE EL USO DE LISTA DE CHEQUEO	49
3.3.1	<i>¿Qué es una lista de chequeo?</i>	49
3.3.2	<i>Elementos que componen la lista de chequeo</i>	50
3.3.3	<i>Aplicación de la lista de chequeo</i>	50
	CONCLUSIONES GENERALES	53
	RECOMENDACIONES	54
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
	BIBLIOGRAFÍA	58
	ANEXOS	60
	ANEXO 1	60
	ANEXO 2	60
	ANEXO 3	67
	ANEXO 4	67

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1 PROCEDIMIENTO REALIZAR LA OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	9
FIG. 2 POR CIENTO DE ESPECIALISTAS POR LPS DEL DEPARTAMENTO DE ALMACENES DE DATOS.....	22
FIG. 3 MUESTRA SELECCIONADA POR LPS DE ESPECIALISTAS DEL DEPARTAMENTO DE ALMACENES DE DATOS.....	23
FIG. 4 PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR LA COMPLEJIDAD DE LOS SERVICIOS EN EL DEPARTAMENTO DE ALMACENES DE DATOS.	25
FIG. 5 CORRESPONDENCIA ENTRE EL RESULTADO DEL PROCEDIMIENTO Y EL CRITERIO DEL ESPECIALISTA.	39
FIG. 6 VENTANA CORRESPONDIENTE A LA LPS ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO MERCADO DE DATOS SAPMI.	40
FIG. 7 VENTANA CORRESPONDIENTE A LA LPS PROCESOS DE INTEGRACIÓN DE DATOS DEL SERVICIO MERCADO DE DATOS SAPMI.....	41
FIG. 8 VENTANA CORRESPONDIENTE A LA LPS INTELIGENCIA DE NEGOCIOS DEL SERVICIO MERCADO DE DATOS SAPMI.....	42
FIG. 9 VENTANA CORRESPONDIENTE A LA GRÁFICA DE COMPLEJIDADES ARROJADAS POR LPS DEL SERVICIO MERCADO DE DATOS SAPMI.....	42
FIG. 10 CORRESPONDENCIA ENTRE EL RESULTADO DEL PROCEDIMIENTO Y EL CRITERIO DEL ESPECIALISTA.	46
FIG. 11 VENTANA CORRESPONDIENTE A LA LPS ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO ALMACÉN DE DATOS SIGOB.....	46
FIG. 12 VENTANA CORRESPONDIENTE A LA LPS PROCESOS DE INTEGRACIÓN DE DATOS DEL SERVICIO ALMACÉN DE DATOS SIGOB.....	47
FIG. 13 VENTANA CORRESPONDIENTE A LA LPS INTELIGENCIA DE NEGOCIOS DEL SERVICIO ALMACÉN DE DATOS SIGOB.	48
FIG. 14 VENTANA CORRESPONDIENTE A LA GRÁFICA DE COMPLEJIDADES ARROJADAS POR LPS DEL SERVICIO ALMACÉN DE DATOS SIGOB.....	48
FIG. 15 EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES POR PARTE DE LOS ESPECIALISTAS SELECCIONADOS PARA REALIZAR LA EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.	52

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA. 1 CONVERSIÓN DE LÍNEAS DE CÓDIGO A PUNTOS DE FUNCIÓN.....	15
TABLA. 2 INFORMACIÓN DE ALTERNATIVAS Y CRITERIOS PARA NORMALIZAR.....	18
TABLA. 3 LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE SOFTWARE Y SERVICIOS ASOCIADOS.	24
TABLA. 4 PESOS ASIGNADOS A LAS VARIABLES POR LPS.....	27
TABLA. 5 PESO NORMALIZADO DE LAS VARIABLES POR LPS.	28
TABLA. 6 PARÁMETROS POR LOS QUE SE EVALUARÁN LAS VARIABLES POR LPS.	29
TABLA. 7 EJEMPLO DE VALORACIÓN DE LAS VARIABLES Y LA CORRESPONDENCIA CON SUS VALORES NUMÉRICOS.	32
TABLA. 8 ESTIMACIÓN DE LA COMPLEJIDAD PARA EL SERVICIO ALMACÉN DE DATOS PARA LA CPA.	34
TABLA. 9 CANTIDAD DE PERSONAS QUE INTERVIENEN POR CADA LPS SEGÚN EL NIVEL DE DIFICULTAD DE UN SERVICIO.	35
TABLA. 10 VALORACIÓN DE LAS VARIABLES POR LPS PARA EL MERCADO DE DATOS SAPMI.	36
TABLA. 11 VALOR NUMÉRICO CORRESPONDIENTE A CADA CATEGORÍA PARA LA LPS ANÁLISIS Y DISEÑO.	37
TABLA. 12 VALOR NUMÉRICO CORRESPONDIENTE A CADA CATEGORÍA PARA LA LPS PROCESOS DE INTEGRACIÓN DE DATOS.	37
TABLA. 13 VALOR NUMÉRICO CORRESPONDIENTE A CADA CATEGORÍA PARA LA LPS INTELIGENCIA DE NEGOCIOS.....	38
TABLA. 14 ESTIMACIÓN DE LA COMPLEJIDAD POR LPS PARA EL SERVICIO MERCADO DE DATOS PARA SAPMI.	39
TABLA. 15 CANTIDAD DE PERSONAS Y TIEMPO EMPLEADOS EN EL DESARROLLO DEL SERVICIO MERCADO DE DATOS PARA SAPMI.	39
TABLA. 16 VALORACIÓN DE LAS VARIABLES POR LPS PARA EL ALMACÉN DE DATOS SIGOB.....	43
TABLA. 17 VALOR NUMÉRICO CORRESPONDIENTE A CADA CATEGORÍA PARA LA LPS ANÁLISIS Y DISEÑO.	43
TABLA. 18 VALOR NUMÉRICO CORRESPONDIENTE A CADA CATEGORÍA PARA LA LPS PROCESOS DE INTEGRACIÓN DE DATOS.	44
TABLA. 19 VALOR NUMÉRICO CORRESPONDIENTE A CADA CATEGORÍA PARA LA LPS INTELIGENCIA DE NEGOCIOS.....	44
TABLA. 20 ESTIMACIÓN DE LA COMPLEJIDAD POR LPS PARA EL SERVICIO ALMACÉN DE DATOS SIGOB.	45
TABLA. 21 CANTIDAD DE PERSONAS Y TIEMPO EMPLEADO EN EL SERVICIO ALMACÉN DE DATOS SIGOB.	45
TABLA. 22 LISTA DE CHEQUEO PARA LA EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.....	50
TABLA. 23 DATOS DE LOS ESPECIALISTAS SELECCIONADOS PARA LA EVALUACIÓN	51

Introducción

El desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones han traído consigo un aumento considerable de empresas de desarrollo de software a nivel mundial, así como un incremento de herramientas y tecnologías de desarrollo, técnicas de mercadotecnia o marketing y mejoras en el proceso de dirección de proyectos.

La dirección de proyectos es la incorporación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de desarrollo del software para satisfacer los requisitos; y se logra mediante la aplicación e integración de los procesos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre. (1)

La gestión de los costos es una de las nueve áreas de conocimiento de la dirección de proyectos. Esta área busca una armonía entre el alcance, la calidad, el tiempo requerido, la satisfacción del cliente y los gastos dentro del presupuesto. La gestión de los costos, de gran importancia para amparar el destino económico de una empresa, contiene la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos, de forma que el proyecto se pueda completar dentro del cálculo aprobado. (2)

Una estimación del costo lo suficientemente exacta permite a la empresa desarrolladora de software una mejor planificación, distribución de los recursos e impacto ante cambios en el plan de desarrollo del proyecto. En consecuencia, la exactitud de las estimaciones cada día toma un matiz más relevante dentro de la Ingeniería de Software. (3)

Para un correcto análisis de los costos de un determinado proyecto se hace necesario establecer órdenes de complejidad por los diferentes servicios. A medida que estos aumentan en complejidad, se puede percibir que no existe una relación simple entre los costos involucrados y el esfuerzo requerido para su desarrollo. (4)

Cuba, inmersa en la informatización de los procesos de la sociedad, también ha apostado por el incremento de empresas e instituciones ligadas al desarrollo de software. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), una de las instituciones de la Industria Cubana del Software, se encuentra en un proceso de reestructuración de su modelo productivo. En vista de aumentar sus ingresos, vende productos y oferta servicios tanto en el ámbito nacional como internacional, buscando insertarse en el creciente mercado del software.

El Departamento de Almacenes de Datos, perteneciente al Centro de Tecnologías de Gestión de Datos (DATEC) en la Facultad 6 de la UCI, no está exento de los cambios en el modelo productivo. Centra sus ofertas en los servicios relacionados con las tecnologías de almacenes de datos.

Dadas las crecientes oportunidades de negocios y el surgimiento de empresas desarrolladoras compitiendo en esta rama, la estimación del costo del producto se ha convertido en un aspecto crucial para concretar la negociación. Tanto el cliente como la entidad que desarrolla esperan una correspondencia entre la oferta inicial y el costo real del servicio.

Cuando se sobrestiman los costos y recursos destinados a los proyectos, es más probable que ocurran disgustos en los clientes y se reste competitividad ante nuevos negocios. Por el contrario, la subestimación puede provocar cambios en la planificación acordada, retrasos en las entregas, y mayor empleo de recursos, lo que afecta la calidad, eleva los costos, resta credibilidad y confiabilidad en la institución ante los clientes. En ambos casos, ignorar la complejidad de los servicios que se brindan en el Departamento de Almacenes de Datos, conllevaría a los especialistas a tomar decisiones incorrectas en la estimación de los Recursos Humanos (RRHH), en la duración de las actividades y en consecuencia, en los costos.

Al realizarse entrevistas a los especialistas del Departamento de Almacenes de Datos, se pudo observar que el ensayo-error y las experiencias acumuladas resultaron ser los métodos más empleados para determinar la complejidad de los servicios, y que además, no se cuenta con un instrumento o herramienta que exponga la manera de realizar esta estimación. Ante nuevas solicitudes de ofertas de negocios, desde el momento en que surgen las necesidades del cliente, se hace necesario poder estimar con cierto nivel de certidumbre la complejidad de los servicios solicitados.

Teniendo en cuenta la situación anteriormente expuesta, se plantea como **problema de investigación**: ¿Cómo contribuir a la confección de ofertas comerciales asociadas a los servicios del Departamento de Almacenes de Datos de DATEC para apoyar la toma de decisiones de los especialistas?

El **objeto de estudio** se centra en los métodos de estimación en la dirección de proyectos de software, enmarcando el **campo de acción** en el proceso de estimación de complejidad en los servicios del Departamento de Almacenes de Datos.

Para darle solución al problema de la investigación planteado se identifica como **objetivo general**: Definir un procedimiento para la estimación de la complejidad de los servicios brindados por el Departamento de

Almacenes de Datos, que apoye a los especialistas en la toma de decisiones en el proceso de confección de ofertas comerciales.

Durante la investigación, surgieron las siguientes **preguntas científicas**:

- ¿Cuál o cuáles de los métodos de estimación pueden emplearse para determinar la complejidad de los servicios que brinda el Departamento de Almacenes de Datos?
- ¿Qué acciones o pasos conforman el procedimiento para estimar la complejidad de los servicios que ofrece el Departamento de Almacenes de Datos?
- ¿El procedimiento propuesto es efectivo para estimar la complejidad de los servicios brindados por el Departamento de Almacenes de Datos?
- ¿Cómo validar el procedimiento propuesto?

Para dar respuesta a las preguntas científicas planteadas han sido trazadas las siguientes **tareas de la investigación**:

- Selección del método de estimación que servirá como base en la elaboración del procedimiento.
- Selección de las variables para medir la complejidad.
- Operacionalización de las variables identificadas.
- Descripción del procedimiento para estimar la complejidad en los servicios asociados a los almacenes de datos.
- Aplicación del procedimiento propuesto en servicios brindados por el Departamento de Almacenes de Datos.
- Validación del procedimiento propuesto de estimación de la complejidad.

Dentro de los **métodos** aplicados para llevar a cabo la investigación se encuentran:

Métodos Teóricos

Análítico–Sintético: Se emplea para definir los diferentes indicadores y variables que intervienen en el procedimiento propuesto. Una vez analizado se establece la relación entre indicadores y variables, lo que posibilita una acertada estimación de la complejidad de los servicios.

Métodos Empíricos

Entrevistas: Mediante entrevistas a especialistas con experiencias en el tema se recopiló información de las diversas variables que pueden agregarle complejidad a los servicios. Además, se conocen sus criterios sobre la estandarización del proceso de estimación de la complejidad.

Encuestas: A través de encuestas a los especialistas que integran las diferentes Líneas de Producción de Software (LPS), se identifican con un mayor grado de certeza las variables y sus rangos correspondientes. Estas variables tributan de manera directa a la estimación de la complejidad de los servicios que se brindan en el Departamento de Almacenes de Datos.

Estructura de la investigación

El presente trabajo de diploma estará estructurado por un resumen, introducción, tres capítulos, conclusiones generales, recomendaciones, referencias bibliográficas, bibliografía y anexos.

Capítulo 1. Fundamentos Teóricos sobre Estimación en la Dirección de Proyectos de Software: Contiene un estudio del estado del arte donde se enuncian los principales conceptos relacionados con la estimación de software, sus métodos, características y funcionamiento. Además se selecciona el método que será la base del procedimiento para la estimación de la complejidad asociada a los servicios que brinda el Departamento de Almacenes de Datos.

Capítulo 2. Descripción del Procedimiento: Se detalla la metodología empleada para llevar a cabo el proceso de operacionalización de las variables que aportan complejidad a los servicios que brinda el Departamento de Almacenes de Datos, así como se describe y fundamenta el procedimiento para estimar la complejidad.

Capítulo 3. Validación del Procedimiento: Se realiza la validación del procedimiento propuesto, mediante la puesta en práctica en servicios escogidos como muestra. Además se elabora una lista de chequeo como otro mecanismo de evaluación.

Capítulo 1. Fundamentos Teóricos sobre Estimación en la Dirección de Proyectos de Software.

Introducción

En el capítulo se reflejan los conceptos fundamentales que sustentan la investigación. Además se realiza el estudio del estado del arte sobre los métodos de estimación más utilizados en la dirección de proyectos, a partir de su importancia para el desarrollo de un procedimiento que tribute a determinar la complejidad de los servicios brindados por el Departamento de Almacenes de Datos (DATEC).

1.1 Estimación

Estimar consiste en determinar el valor de una variable desconocida a partir de otras conocidas, o de una pequeña cantidad de valores conocidos de esa misma variable. Es importante pensar en una predicción como en un rango, más que como en un simple número. Una estimación o predicción no es un objetivo, sino una valoración probabilística. (5)

La estimación es un elemento importante del proceso de dirección de un proyecto. Permite evaluar y determinar el posible resultado al que se puede llegar, considerando el tamaño, esfuerzo y costo (en ese orden). Los estimados van evolucionando de un enfoque basado en la experiencia de los individuos, pasando por un método sistematizado definido para todos los proyectos hasta llegar a establecer un conjunto de elementos que permiten predecir, con base en la información histórica y el análisis estadístico de los indicadores, los resultados que se pueden alcanzar al seguir el proceso. (6) Se hace necesario tener en cuenta multitud de aspectos que afectan la estimación como son la complejidad del proyecto, su estructuración, el tamaño, los recursos involucrados y los riesgos asociados. La estimación es siempre difícil de realizar por diversas razones:

- No existe un modelo ni una fórmula de estimación universal.
- Son muchas las personas implicadas en el proyecto, desde la alta dirección de la empresa hasta los ejecutivos del proyecto, que precisan de las estimaciones.
- La utilidad de una estimación varía con la etapa de desarrollo en que se encuentra el proyecto.
- Las estimaciones precisas son difíciles de formular, sobre todo al inicio del proyecto.
- Suelen hacerse superficialmente, sin tener en cuenta el esfuerzo necesario para hacer el trabajo.

- Los estimadores pueden no tener experiencias sobre aquello que pretenden estimar.
- Los encargados de realizar la estimación se basan en función del tiempo que ellos emplearían en realizar el trabajo, sin tener en cuenta la experiencia y formación de las personas que realmente lo ejecutan.
- El estimador tiende a reducir en alguna medida sus estimaciones, para hacer más aceptable su oferta. (7)

La estimación de un proyecto de software comprende tres grandes áreas: estimación de tiempo, de recursos y de costo, todas estas interrelacionadas. Esta centra su atención en reducir los costos e incrementar los niveles de servicio y de calidad. Midiendo determinados aspectos del proceso de desarrollo de software se puede tener una visión amplia de lo que sucederá durante su desarrollo.

Muchos han sido los métodos de estimación para el desarrollo de software y aunque cada una tiene sus puntos fuertes y débiles, todas tienen en común los siguientes atributos:

- Se ha de establecer de antemano el ámbito del proyecto.
- Como bases para la realización de estimaciones se usan métricas de software de proyectos pasados.
- El proyecto se desglosa en partes más pequeñas que se estiman individualmente.

Los atributos comunes descritos anteriormente contribuyen a definir métricas en los sistemas de información y por ende, tributan al logro de los objetivos de las organizaciones mediante la definición de planes estratégicos, mayor adaptación a los cambios y una mejor planificación.

El proceso para crear una planificación de desarrollo exacta consta de tres pasos:

- Estimar el tamaño del producto (generalmente a través del número de líneas de código o puntos de función).
- Estimar el esfuerzo (personas-mes).
- Estimar la duración (meses). (8)

1.2 Variables

Es una característica, cualidad o propiedad de un hecho o fenómeno que tiende a variar (puede adquirir diferentes valores) y que es susceptible de ser medida o evaluada.

Las variables pueden clasificarse:

- Según su naturaleza.

- Según su escala de medición.
- Según la función que cumple en la investigación.

Clasificación de las variables según su naturaleza

- Cualitativas: Son variables que solo se pueden clasificar o categorizar mediante el conteo, no se miden numéricamente. Ejemplo: *sexo (masculino, femenino), color, comportamiento social*.
- Cuantitativas: Son variables que se expresan numéricamente. Por citar algún ejemplo se puede mencionar la *edad, nivel de ingreso económico*. (9)

Clasificación de las variables según su escala de medición

Una variable es medida utilizando una escala de medición. La elección de la(s) escala(s) de medición a utilizar, depende en primer lugar del tipo de variable en estudio y del manejo estadístico a la que se someterá la información. En términos prácticos, existe una correspondencia directa entre el concepto de variable y escala de medición. (10)

Las variables, según su escala de medición pueden ser de tres tipos.

- Nominales: Implican determinar la ausencia o presencia de una característica. Clasifica a los individuos de acuerdo con la particularidad que poseen, alcanzando un nivel de clasificación. No cuentan con propiedades cuantitativas. Permitiendo solamente mencionar similitudes y diferencias entre los casos, sin que se pueda afirmar que uno es superior a otro y por tanto no permiten ser ordenados. Ejemplos: *sexo, estado civil, nacionalidad*.
- Ordinales: Los atributos de las variables ordinales no solo se diferencian unos de otros (característica que define a las escalas nominales) sino que mantienen una relación que permite ordenarlos lógicamente. No se puede cifrar o precisar la cercanía o lejanía entre los grupos, sin que se establezcan magnitudes de las distancias entre ellos. Ejemplos: *nivel de estudios, clase social*.
- De razón: Variables en las que se puede significar o precisar el orden y la distancia entre los atributos. Poseen propiedades cuantitativas.

Se distinguen dos tipos:

- ✓ De intervalo: Son variables numéricas cuyos valores representan magnitudes donde la distancia entre los números de su escala es igual. Con este tipo de variables se pueden realizar comparaciones de igualdad/desigualdad, establecer un orden dentro de sus valores y medir la distancia existente entre cada valor de la escala. Ejemplos: *escala ideológica, temperatura de una persona*.

- ✓ De proporción: Es aquella variable que tiene una medida cuantitativa donde la escala posee un cero verdadero. Ejemplos: *edad de una persona, años de escolarización, ingresos.*

Clasificación de las variables según la función que cumple en la investigación

- Variables Independientes: Llamadas también casuales o experimentales, es el factor que produce variación o modificaciones en la variable dependiente.
- Variables Dependientes: Llamadas también condicionadas pues es la que va a ser afectada por la variable independiente en los resultados.
- Variables Intervinientes: Llamadas también interferentes pues son aquellas que coparticipan con la variable independiente condicionando a la dependiente, siendo difíciles de identificar, medir y manipular. (11)

1.3 Operacionalización de variables

Es la especificación de una variable o concepto, en términos de los métodos que se van a usar para medirla o controlarla (experimental o estadísticamente). La operacionalización es el resultado de un proceso a través del cual el investigador explica en detalle los tipos de valores que pueden tomar variables (cualitativas o cuantitativas) y los cálculos realizados para obtener los indicadores de esas variables. (12)

La operacionalización es un proceso que se inicia con la definición de las variables en función de factores estrictamente medibles a los que se les llama indicadores. El proceso obliga a realizar una definición conceptual de la variables para romper el concepto difuso que ella engloba y así darle sentido concreto dentro de la investigación, luego en función de ello se procede a realizar la definición operacional de la misma para identificar los indicadores que permitirán realizar su medición de forma empírica y cuantitativa, al igual que cualitativamente llegado el caso. (13) En la figura 1 se muestra el proceso de operacionalización de manera más detallada.

Una variable es operacionalizada con el fin de convertir un concepto abstracto en uno empírico, susceptible de ser medido a través de la aplicación de un instrumento. Dicho proceso tiene su importancia en la posibilidad de que un investigador poco experimentado pueda tener la seguridad de no perderse o cometer errores que son frecuentes en un proceso investigativo, cuando no existe relación entre la variable y la forma en que se decidió medirla, perdiendo así la validez (grado en que la medición empírica representa la medición conceptual). La precisión para definir los términos tiene la ventaja de comunicar con exactitud los resultados. (14)

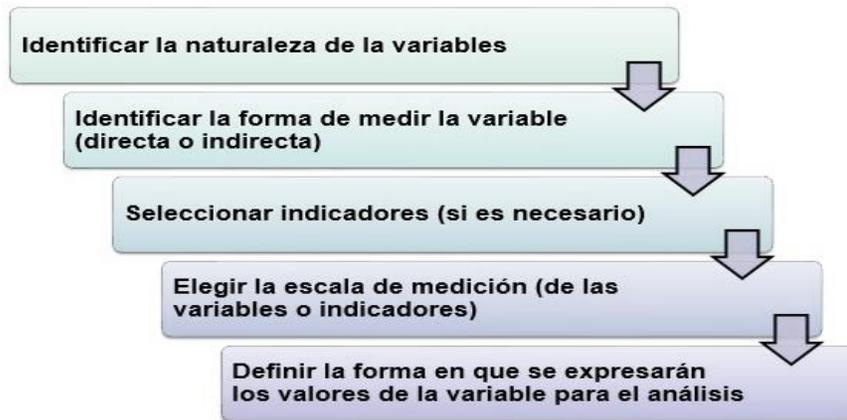


Fig. 1 Procedimiento realizar la operacionalización de variables.

1.4 Indicadores

La palabra indicador proviene del latín *indicare* (señalar, avisar, estimar), alude a hechos o datos concretos que prueban la existencia de cambios conducentes hacia los resultados e impactos buscados. (15)

El término indicador puede tener varias definiciones, entre las más acertadas con el tema a tratar se encuentran:

- Variable con características de calidad, cantidad y tiempo, utilizada para medir directa o indirectamente los cambios en una situación y apreciar el progreso alcanzado en abordarla.
- Variable susceptible a la medición directa que supuestamente está asociada a un estado que no puede medirse directamente. Los indicadores son a veces estandarizados por autoridades nacionales o internacionales, en ocasiones también provee una base para desarrollar planes adecuados para su mejoría. (16)

Para que un indicador cumpla con su objetivo de manera efectiva, debe poseer, entre otras, las siguientes características:

- Relevante: debe ser importante o clave para los propósitos que se buscan en el área donde van a ser aplicados.
- Entendible: no debe dar lugar a ambigüedades o malinterpretaciones que puedan desvirtuar su análisis, deben ser claros y de fácil comprensión para los miembros de la comunidad a los que va dirigido.

- Basado en información confiable: la precisión del indicador debe ser suficiente para tomar la decisión adecuada.
- Transparente/verificable: su cálculo debe estar adecuadamente soportado y debe ser documentado para su seguimiento y trazabilidad.
- Basado en información específica con relación al lugar y el tiempo: debe ser asociado a hechos reales que faciliten su análisis. (17)

Una vez creado un indicador, debe estar disponible por varios años, con el fin de que se pueda observar el comportamiento del fenómeno a través del tiempo y las diferentes regiones o unidades administrativas que los pongan en práctica, donde cada indicador debe contar con una definición correcta de su propósito y sus tipos de datos, que son necesarios para su mejor entendimiento. (18)

1.5 Métodos de estimación

Los métodos más utilizados para la estimación en la dirección de proyectos de software son los siguientes: basados en la experiencia, exclusivamente en los recursos, en los componentes del producto o proceso de desarrollo y métodos algorítmicos. A continuación se procede a realizar un análisis de cada uno de estos para seleccionar los que mejores se ajusten a la investigación.

1.5.1 Basados en la experiencia

Juicio experto Puro

Este método se basa fundamentalmente en los conocimientos de un experto. Estudia las especificaciones y hace sus estimaciones. Si no existe un experto entonces no se pueden realizar estimaciones.

Ventajas:

- Es un método de estimación relativamente barato. Puede ser bastante exacto si los expertos tienen experiencia directa en sistemas similares.
- Las estimaciones parciales generadas por los expertos son neutralizadas y se presenta una estimación global.

Desventajas:

- Es impreciso si no se dispone de los expertos adecuados.
- Alto coste en tiempo y RRHH necesarios para su implantación.
- Los expertos suelen dar costos y tiempos que no siempre van de la mano con la realidad.

- La subordinación al nivel de experiencia y conocimientos en el entorno que puedan aportar los expertos. (19)

Analogía

Consiste en comparar las especificaciones de un proyecto, con las de otros. Pueden variar los siguientes factores: tamaño, complejidad, usuarios, sistema operativo, entornos, hardware, personal del proyecto. Intentando de esta manera encontrar similitudes y diferencias particulares entre ellos.

Este método es muy empleado en la actualidad por empresas que cuentan con expertos en la materia. Una amplia trayectoria en el desarrollo de proyectos con un buen grado de certeza y un equipo de desarrollo con una suficiente experiencia en cuanto a la implementación y desarrollo de soluciones informáticas. Tienen una gran importancia ya que se pueden realizar las estimaciones comparando las especificaciones con proyectos pasados y basándose en la experiencia de expertos.

Ventajas:

- Bastante preciso si se disponen de datos de proyectos previos.

Desventajas:

- Imposible de realizar si no se han realizado varios proyectos.

Juicio experto Delphi

El método Delphi fue desarrollado en el año de 1948, con el fin de obtener el consenso de un grupo de expertos. El procedimiento se desarrolla de la siguiente forma: un coordinador proporciona a cada experto la documentación con la definición del sistema y una papeleta para que escriba su estimación. Cada experto estudia la definición y determina su estimación en forma anónima; los expertos pueden consultar con el coordinador, pero no entre ellos, el coordinador prepara y distribuye un resumen de las estimaciones efectuadas, incluyendo cualquier razonamiento extraño efectuado por alguno de los expertos, los expertos realizan una segunda ronda de estimaciones, otra vez anónimamente, utilizando los resultados de la estimación anterior. (20)

En los casos que una estimación difiera mucho de las demás, se podrá solicitar que también en forma anónima el experto justifique su estimación, el proceso se repite varias veces como se juzgue necesario, impidiendo una discusión grupal durante el proceso.

Ventajas:

- Permite obtener información de puntos de vista sobre temas muy amplios o muy específicos.

- El horizonte de análisis puede ser variado.
- Permite la participación de un gran número de personas.
- Ayuda a explorar de forma sistemática y objetiva problemas que requieren la concurrencia y opinión cualificada.

Desventajas:

- Su tiempo de ejecución (desde el período de formulación hasta la obtención de los resultados finales).
- Requiere una masiva participación para que los resultados tengan significancia estadística. Pero el grupo debe tener un alto grado de correspondencia con los temas a ser tratados en el ejercicio.
- Una parte crítica del método son las preguntas del cuestionario.
- Elevado número de deserciones debido al tiempo. (21)

1.5.2 Basado exclusivamente en los recursos (Parkinson)

La estimación consiste en determinar la cantidad de personas y el tiempo que se dispondrá de ellas durante el desarrollo del proyecto. En la realización de la estimación el trabajo se expande hasta consumir todos los recursos disponibles. Este método puede ser de gran utilidad ya que se puede saber la cantidad de personas con las que se cuenta en un proyecto y el tiempo que se dispone de ellas, pero aún no es suficiente con saber la cantidad de personas con que se cuenta o el tiempo que se dispone de las misma porque hay que tener en cuenta otros factores como, la complejidad y el tamaño. No siempre intervienen la misma cantidad de variables humanas, técnicas, de entorno y políticas. Además, hay que saber qué nivel tiene el personal con que se cuenta, en cuanto a experiencia para lograr el desarrollo de una certera estimación. (22)

1.5.3 Basado en los componentes del producto o proceso de desarrollo

Consiste en la descomposición de un producto en componentes más pequeños, o descomponer un proyecto en tareas de nivel inferior. La estimación se hace a partir del esfuerzo requerido para producir los componentes más pequeños o para realizar las tareas de nivel inferior. La estimación global es el resultado de sumar las estimaciones de los componentes. (23)

1.5.4 Métodos algorítmicos

Muchos métodos algorítmicos de estimación de esfuerzo se apoyan en métodos o métricas de estimación del tamaño funcional, para a partir de estas obtener el esfuerzo.

Puntos de Función

Publicado por Allan J. Albrecht ¹en 1979 cuyo propósito es medir el software cualificando la funcionalidad que proporciona externamente, basándose en el diseño lógico del sistema. Es un método para cuantificar el tamaño de un sistema en términos de las funciones que desempeña. Está diseñado para manejar aplicaciones de negocios y no para aplicaciones técnicas o científicas.

La medición del tamaño del producto software es una actividad esencial para estimar o planificar un proyecto, la obtención de este valor influye considerablemente en la estimación del proyecto, a partir del mismo se pueden obtener medidas directas e indirectas del tamaño del sistema.

Los objetivos del método Puntos de Función son:

- Medir lo que el usuario pide y lo que el usuario recibe.
- Medir independientemente la tecnología utilizada en la implantación del sistema.
- Proporcionar una métrica de tamaño que de soporte al análisis de la calidad y la productividad.
- Proporcionar un medio para la estimación del software.
- Proporcionar un factor de normalización para la comparación de distintos software.

Facilitan la estimación temprana de un proyecto de software (costo, esfuerzo, cronograma) cuando los requerimientos no están completamente definidos. La menor precisión de una estimación de Puntos de Función frente a la medición estándar, estará balanceada por una menor inversión en tiempo y esfuerzo.

El análisis de los Puntos de Función se desarrolla considerando cinco parámetros básicos del sistema:

- Entrada
- Salida
- Consultas
- Ficheros Lógicos Internos
- Ficheros Lógicos Externos

Con estos parámetros, se determinan los Puntos de Función sin Ajustar (UFP). A este valor, se le aplica un factor de ajuste obtenido sobre la base de valoraciones subjetivas sobre la aplicación y su entorno; es decir, las características generales del sistema, que permiten la obtención de los Puntos de Función Ajustados

¹ Allan J. Albrecht: Creador del método PF utilizado para medir el tamaño del software.

(PFA). Luego de obtener los PFA, se pueden aplicar coeficientes que convierten ese valor a otros como el esfuerzo, el costo o el tiempo.

Ventajas:

- Son independientes del lenguaje de programación.
- Usa información del dominio del problema.
- Resulta más fácil a la hora de reusar componentes.
- Se encamina a aproximaciones orientadas a objetos.

Desventajas

- Carece de precisión cuando se trata de proyectos pequeños.
- Resulta arduo formar al personal en su utilización y más todavía mantener unos criterios homogéneos de recuento.
- El factor de ajuste calculado a partir de las características generales del sistema resulta de dudosa utilidad. (24)

Puntos de casos de uso

Los casos de uso por sí mismos no permiten efectuar una estimación del tamaño que tendrá el sistema, ni del esfuerzo y el tiempo necesarios para implementarlo. Estos permiten documentar los requerimientos del software de una manera compacta y precisa. Luego con los Puntos de Función se puede estimar el tamaño del software a partir de los requerimientos obtenidos de los casos de uso. Puntos de casos de uso como extensión del Punto de Función, consiste en evaluar la complejidad de un sistema por medio de una técnica en la que se asigna una cantidad de puntos de peso, que califican diferentes elementos que conforman el sistema así como algunos factores del entorno, para obtener una aproximación del tiempo requerido y la cantidad de esfuerzo necesario para la su implementación. Dando el resultado de los casos de uso ajustados, que caracteriza la complejidad del sistema usado para obtener una idea del número de horas-personas para un proyecto determinado. (25)

El número de los puntos de casos de uso en un proyecto viene determinado en función de los siguientes parámetros:

- El número y complejidad de los casos de uso del sistema.
- El número y complejidad de los actores del sistema.

- Requisitos no funcionales tales como portabilidad y rendimiento, los cuales no se describen como casos de uso.
- Ambiente donde el proyecto será desarrollado.
- Es fundamental que los casos de uso sean escritos con un cierto nivel de detalle.

Ventajas:

- Posibilidad de establecer un tiempo medio de ejecución por punto de casos de uso.
- El uso de los puntos de casos de uso son una medida muy pura para determinar el tamaño de un proyecto.

Desventajas:

- Necesidad de que todos los casos de uso estén redactados.
- Factores técnicos que en un principio no tienen impacto en el proyecto, pueden ser relevantes conforme a los casos de uso y actores dados. (26)

COCOMO II

Este método consiste básicamente en la aplicación de ecuaciones matemáticas sobre los Puntos de Función sin Ajustar (UFP) o la Cantidad de Líneas de Código (LDC) estimados para un proyecto. Estas ecuaciones se encuentran ponderadas por ciertos factores de costo que influyen en el esfuerzo requerido para el desarrollo del software.

Para realizar la conversión de los UFP a LDC este método se apoya en la tabla 1, la cual muestra correspondencia entre algunos de los lenguajes de programación más conocidos con su número de equivalencia entre líneas de código por punto de función:

Tabla. 1 Conversión de Líneas de código a Puntos de Función.

Lenguajes	Líneas de Código/Punto de Función
Ensamblador	320
C	150
Cobol	106
Pascal	91
Basic	64
TCL	64
Java	53
C++	29

COCOMO II posee tres modelos:

- Composición de Aplicación.
- Diseño Temprano.
- Post-Arquitectura.

Cada uno de estos modelos está orientado a sectores específicos del desarrollo de software y a sus distintas etapas.

En la estimación del tamaño del software se utilizan tres técnicas:

- Puntos Objeto.
- Puntos de Función no Ajustados (UFP).
- Líneas de Código Fuente (SLOC).

Además se emplean otros parámetros relativos al tamaño que contemplan aspectos tales como: reúso, reingeniería, conversión y mantenimiento.

Ventajas:

- Fácil de realizar y de interpretar.
- Contiene pocas variables.
- Bastante acertado en la mayoría de los casos.

Desventajas:

- Poco fiable en proyectos demasiado pequeños.
- La elección de las variables es muy subjetiva y depende de la persona que realiza el estudio. (27)

1.5.5 Método para calcular la complejidad de los requisitos funcionales de software de los proyectos del Centro de Informatización de la Gestión de Entidades.

Surge en la UCI basado en el método de estimación algorítmico Puntos de Función, ya que incluye algunas de las variables de este que también son de gran relevancia en cuanto a la complejidad de los requisitos funcionales de software. Propone una serie de componentes que pueden agregarle un cierto grado de complejidad a un requisito, los cuales son:

- Reutilización: es la capacidad de definir el requisito para que sea compartido o reutilizable en otras ocasiones y otros productos.
- Facilidad de cambio: esfuerzo específico de diseño e implementación para facilitar cambios futuros durante el desarrollo del producto.

- Objetivos especiales de seguridad: dificultad de implementación en un determinado requisito para asegurar el cumplimiento de características especiales de seguridad como por ejemplo: no utilizar comunicaciones encriptadas (SSL) para un sitio web.
- Consultas externas: los requisitos pueden presentar diversidad en la cantidad y complejidad de la interacción con la fuente de datos. Las posibles fuentes de datos identificadas son las siguientes, consideradas subcomponentes e igualmente evaluadas individualmente como componentes:
 - ✓ Base de Datos
 - ✓ Ficheros
 - ✓ Otros
- Escalabilidad: capacidad del enfoque para ajustarse a diferentes tipos de proyecto, tanto por su tamaño como por su misma naturaleza.
- Interfaces: el componente interfaz se aplica a requisitos que presenten algún tipo de complejidad en su interacción con los siguientes elementos, considerados subcomponentes y a los que se le aplica la misma forma de evaluación que a los componentes:
 - ✓ Humanas (Formularios, Informes).
 - ✓ Equipo (Tomógrafos, Rayos X).
 - ✓ Programación (Programas externos necesarios para apoyar el producto).
 - ✓ Comunicación (Protocolos de comunicación que serán utilizados).
 - ✓ Atributos (Se refiere a la complejidad que puede agregarle la cantidad de atributos contenidos en una interfaz).
- Diferentes comportamientos: un mismo requisito se comporta de manera diferente ante determinadas situaciones.
- Lógica de negocio: los requisitos pueden presentar diferentes niveles de complejidad para la implementación de la lógica de negocio teniendo en cuenta los siguientes elementos:
 - ✓ Flujo de datos lógico (Hace referencia a la complejidad que puede encerrar la lógica de negocio en cuanto al número de eventos o pasos que se deben llevar a cabo para cumplir con un determinado requisito, incluyendo así la cantidad de flujos alternativos del requisito).
 - ✓ Patrones (Complejidad en cuanto a la cantidad y diversidad de patrones a utilizar según la lógica de negocio para cumplir con un requisito).
 - ✓ Operaciones matemáticas (Se refiere a la inclusión de métodos matemáticos o cálculos complejos necesarios para cumplir con un determinado requisito).

- Restricciones de validaciones: complejidad y cantidad de validaciones que lleve un requisito, tanto las validaciones en el lado del cliente, como en el servidor.
- Dependencia con otros requisitos: describe el grado de relación de dicho requisito con otros, según la cantidad de requisitos de los cuales depende.

Definidos estos componentes se le asignó un peso a cada uno y se normalizó dicho peso en aras de unificar las unidades de medidas necesarias para poder comparar los elementos entre sí sin deformar el resultado obtenido. Después se especifican los requisitos y se le asignan los valores por componentes. Al finalizar se hace una valoración global de todos los requisitos y se clasifica la complejidad del requisito en alta, media o baja, según los rangos definidos en el método matemático, utilizando el valor global de la complejidad calculado anteriormente. (28)

Para realizar la normalización del peso asignado a cada componente en este método, a pesar de que existen diferentes procedimientos de normalización, cada uno con sus características de cálculo y sobre todo, con resultados distintos en cuanto a su distribución dentro del intervalo general, se realizó a través de la normalización por suma, siendo este uno de los más importantes métodos de normalización de valores, pues conserva la proporcionalidad, una característica muy relevante a tener en cuenta a la hora de escoger uno de estos métodos. A continuación se explicará en que consiste dicho método:

Normalización por la suma

Para su explicación teórica se utilizan los datos que se muestran en la tabla 2:

Tabla. 2 Información de alternativas y criterios para normalizar.

Alternativas	Criterio 1	Criterio 1	Criterio 1
Alternativa A	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃
Alternativa B	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃
Alternativa C	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃
Alternativa D	X ₄₁	X ₄₂	X ₄₃
Alternativa E	X ₅₁	X ₅₂	X ₅₃

Este sistema de normalización consiste en utilizar el valor de cada criterio entre la suma de todos los criterios a normalizar. La forma general de normalización por la suma sería:

$$x_{ij \text{ normalizado}} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}$$

Donde:

x_{ij} = Valor de la alternativa i para el criterio j .

n = Total de alternativas.

x_{ij} *normalizado* = Criterio normalizado de la alternativa i para el criterio j .

El intervalo de los valores normalizados es $0 < x_{ij} \text{ normalizado} < 1$ si se cumple que $x_{ij} > 0$.

Método de la suma ponderada

En el método propuesto se realiza el cálculo de la complejidad a través del método de la suma ponderada. Se debe conocer que se complementa con la previa ponderación de las variables, como resultado del sumatorio del producto del peso de cada variable, por el valor que toma para esa alternativa la variable correspondiente.

Este proceso parte de tener la información correspondiente con el valor normalizado de las variables y el peso o ponderación de cada una de ellas previamente calculadas por algunos de los métodos conocidos.

La ponderación final de cada alternativa se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$W_i = \sum_{j=1}^n (w_j * x_{ij})$$

Donde:

W_i = Ponderación final obtenida de cada alternativa.

w_j = Peso de cada variable.

x_{ij} = Valor de cada variable para cada alternativa. (28)

1.6 Valoración de los métodos de estimación analizados

Para optar por algunos de los métodos de estimación analizados en este capítulo y utilizarlos en la confección de un procedimiento para determinar la complejidad de los servicios que se brindan en el Departamento de Almacenes de Datos, se tuvieron en cuenta las características específicas de cada uno que establecen sus diferencias.

Al realizar la selección se descartan los métodos Basados en la experiencia, ya que el éxito de lo estimado dependerá de experiencias de expertos sobre un área determinada. Estos regularmente suelen dar costos y tiempos que no siempre van de la mano con la realidad. El método Basado exclusivamente en los recursos no se tendrá en cuenta pues su funcionamiento depende solamente de dos factores, personal y tiempo que

se dispondrá de él, sin tener presente aspectos como la complejidad y el tamaño del software. Además, no siempre intervienen la misma cantidad de variables humanas, técnicas, de entorno y políticas en el desarrollo de un software.

El método Basado en los componentes del producto, tiene como principio de funcionamiento descomponer el producto en componentes más pequeños, estimando a partir del esfuerzo empleado en el desarrollo de cada uno. Este método no aplicará a la confección del procedimiento ya que no expone la manera de determinar un valor de complejidad a partir de la descomposición de sus partes.

Por otro lado se descarta el método Cocomo II, ya que parte de la cantidad de líneas de código que tendrá la futura aplicación. Están orientados a la magnitud del producto final, midiendo el tamaño del proyecto en líneas de código principalmente, pero en ningún momento expone la manera de llegar a medir la complejidad del software en desarrollo.

El método Puntos de función que tiene como objetivo cuantificar el tamaño y la complejidad de un sistema de software en términos de las funciones de usuario que este desarrolla. Posee la ventaja sobre el resto de los métodos al ser independiente del lenguaje de programación o las herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto. No se utilizará en la confección del procedimiento, puesto que sus variables involucradas (núm. entradas, núm. salidas, núm. peticiones, núm. archivos, núm. interfaces externas) para su correcto funcionamiento no permiten ser modificables y por tanto no se ajustan a las necesidades del desarrollo de almacenes de datos.

De igual forma no se hace uso del método Puntos de casos de uso, ya que utiliza los actores y casos de uso identificados para calcular el esfuerzo que significará desarrollarlos, cuando lo que realmente se necesita es realizar una estimación mucho antes de poder identificar actores y casos de usos involucrados.

El método para calcular la complejidad de los requisitos funcionales de software de los proyectos del Centro de Informatización de la Gestión de Entidades (CEIGE) tiene como objetivo principal clasificar los requisitos de software según su complejidad. Permite brindar un mejor tratamiento de los mismos durante el desarrollo de cualquier producto, de manera que la fuerza de trabajo estaría enfocada según la clasificación por complejidad establecida, en cuanto a alta, media o baja. Una vez clasificados los requisitos se logra tener el alcance del proyecto y los recursos tanto humanos, como tecnológicos que estarían involucrados. Este método admite ajustar las variables que intervienen en un área de desarrollo de software determinado, y por tanto, se ajusta al desarrollo de almacenes de datos.

Por todos estos aspectos mencionados, el método anteriormente descrito será la base para la confección de un procedimiento que tribute a determinar la complejidad de los servicios del Departamento de Almacenes de Datos.

Conclusiones parciales

Luego de realizar el estudio de los fundamentos teóricos sobre estimación en la dirección de proyectos de software se puede concluir que:

- El método para calcular la complejidad de los requisitos funcionales de software de los proyectos del CEIGE, será la base del procedimiento para la estimación de la complejidad asociada a los servicios que brinda el Departamento de Almacenes de Datos.

Capítulo 2. Descripción del Procedimiento

Introducción

En el presente capítulo se detallan las particularidades del diseño metodológico de la investigación de tipo descriptivo que se realizó. Se especifica el universo, la muestra y sus criterios de selección, así como las técnicas empleadas para obtener información. Finalmente se detallan los pasos del procedimiento para la estimación de la complejidad de los servicios que brinda el Departamento de Almacenes de Datos, haciendo énfasis en el proceso de operacionalización de las variables que aportan complejidad.

2.1 Universo y muestra

La investigación se llevó a cabo en el Departamento de Almacenes de Datos, el cual cuenta con un total de 38 especialistas, distribuidos en cada una de las Líneas de Producción de Software: Análisis y Diseño con 10 especialistas, Procesos de Integración de Datos con 13 especialistas, Inteligencia de Negocios con 12 especialistas y Calidad con 3 especialistas. La figura 2 muestra el porcentaje de especialistas por cada una de las LPS.

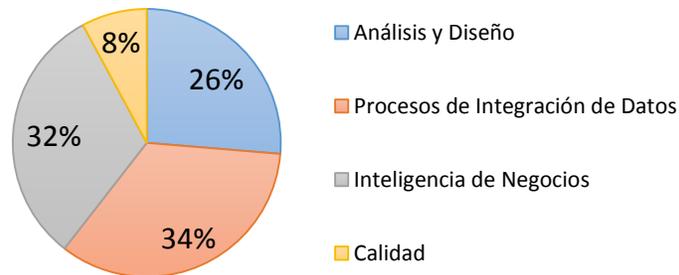


Fig. 2 Por ciento de especialistas por LPS del Departamento de Almacenes de Datos.

Considerando que el procedimiento propuesto trabaja a partir de características propias de cada una de las LPS se procede a estimar la complejidad para las tres primeras, ya que Calidad depende del comportamiento de las demás LPS y habría que encontrar un método diferente que permita estimar la complejidad a partir del comportamiento de las demás LPS. Se seleccionó una muestra intencionada de 18 especialistas que representa el 47% del total, teniendo en cuenta los criterios de inclusión siguientes:

- Disposición de los especialistas a participar.

- Presentes en el centro durante la realización del trabajo.

La figura 3 muestra el por ciento de especialistas que integran la muestra por cada una de las LPS.

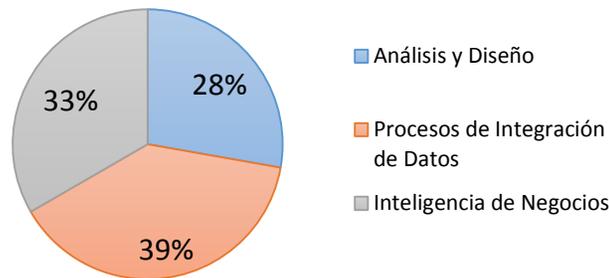


Fig. 3 Muestra seleccionada por LPS de especialistas del Departamento de Almacenes de Datos.

Por cada LPS se eligió un informante clave, tres en total, por ser personas con acceso a información relevante para el estudio. Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para su selección:

- Poseen suficiente conocimiento del tema.
- Son los de más experiencia en el trabajo dentro del departamento, con un promedio de 4 años como mínimo.

2.2 Aplicación de los métodos empíricos en la investigación

Entrevista estructurada individual: Se le realizó a los informantes claves de cada una de las LPS para obtener información sobre las variables que influyen en la complejidad a la hora de brindar un servicio, sus pesos y rangos correspondientes de complejidad (Alta, Media, Baja). El resultado permitió elaborar encuestas para los especialistas, dejando un margen para sugerencias y otros datos que estos pudieran aportar. (Anexo 1)

Encuesta: Se le aplicó a los especialistas de la muestra, para obtener información acerca de las variables, pesos y rangos de complejidad. (Anexo 2)

Entrevista grupal: Se empleó para propiciar el intercambio entre los especialistas de las diferentes LPS acerca de la información obtenida. El propósito fue arribar a un consenso sobre las variables, sus rangos y la incidencia que tienen en la complejidad de los servicios del Departamento de Almacenes de Datos (peso).

2.3 Procedimiento para estimar la complejidad de los servicios que brinda el Departamento de Almacenes de Datos

El Departamento de Almacenes de Datos está compuesto por diferentes Líneas de Producción de Software (LPS): Análisis y Diseño, Procesos de Integración de Datos, Inteligencia de Negocios (BI) y Calidad. En la tabla 3 se muestran las LPS seleccionadas para el estudio y los servicios que se brindan en cada una de ellas.

Tabla. 3 Líneas de Producción de Software y servicios asociados.

Líneas de Producción de Software	Servicios
Análisis y Diseño	Análisis de mercados
	Análisis de almacenes
	Diseño de mercados
	Diseño de almacenes
Procesos de Integración de Datos	Perfilado de datos
	Limpieza de datos
	Migración de datos
	Integración de datos
	Implementación de Mercados
	Implementación de Almacenes
Inteligencia de Negocios	Implementación de los Cubos
	Vistas de análisis
	Construcción de reportes
	Tablero Digital

El procedimiento propuesto consta de seis pasos. Se fundamenta en métodos matemáticos para la estimación de la complejidad de los servicios por LPS y así contribuir a la toma de decisiones por parte de los especialistas con respecto al tiempo y los RRHH necesarios para la ejecución exitosa a la hora de brindar un servicio. El siguiente esquema muestra cada uno de los pasos a realizar:

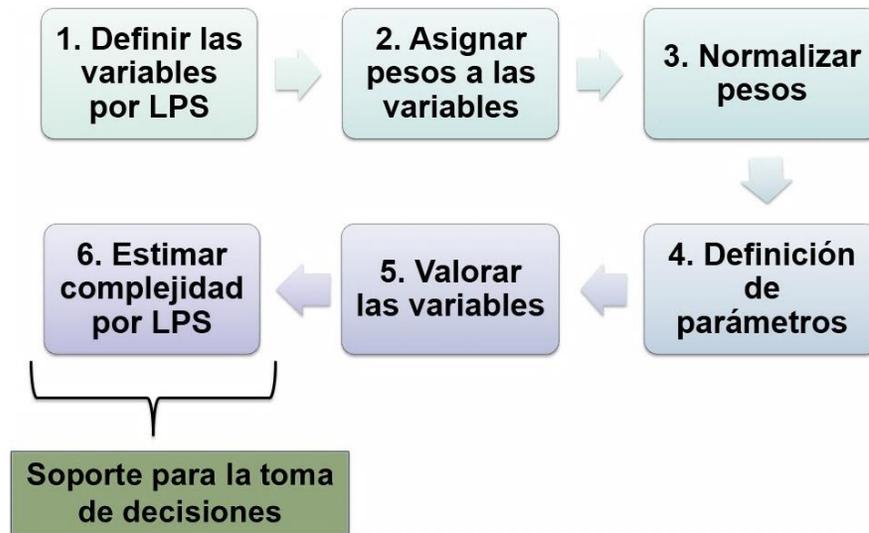


Fig. 4 Procedimiento para estimar la complejidad de los servicios en el Departamento de Almacenes de Datos.

2.3.1 Definir las variables por Líneas de Producción de Software

Se procede a identificar las variables que podrían agregarle complejidad a los servicios dentro de cada LPS, a partir de los resultados de las entrevistas realizadas a los informantes claves, la encuesta aplicada a los especialistas (Anexo 1) y el consenso al que se arribó en la entrevista grupal. Las variables que se relacionan a continuación son las que se identificaron por el 75% o más de los miembros de la muestra:

a) Para la Línea de Producción de Software **Análisis y Diseño:**

- Conocimiento del negocio: Es el conocimiento que posee el especialista sobre el negocio a la hora de brindar un servicio.
- Requisitos de información: Número de requisitos de información que se especifiquen para un servicio.
- Requisitos funcionales: Número de requisitos funcionales especificados en un servicio.
- Hechos: Número de hechos identificados por los especialistas a la hora de brindar un servicio.
- Dimensiones: Número de dimensiones identificadas por los especialistas a la hora de brindar un servicio.
- Medidas: Número de medidas identificadas por los especialistas a la hora de brindar un servicio.

b) Para la Línea de Producción de Software **Procesos de Integración de Datos:**

- Conocimiento del negocio: Es el conocimiento que posee el especialista sobre el negocio a la hora de brindar un servicio.
 - Reglas del negocio: Número de reglas de negocio que se identifiquen en los Procesos de Integración de Datos.
 - Reglas de transformación: Número de reglas de transformación que se identifiquen en los Procesos de Integración de Datos.
 - Hechos: Número de hechos que se identifiquen en los Procesos de Integración de Datos.
 - Dimensiones: Número de dimensiones que se identifiquen en los Procesos de Integración de Datos.
 - Medidas: Número de medidas que se identifiquen en los Procesos de Integración de Datos.
 - Volumen de datos: Volumen de los datos con los que se cuenta para los Procesos de Integración de Datos.
 - Estructura de los datos en la fuente: Nivel de estructura de los datos en las fuentes para realizar los Procesos de Integración de Datos.
 - Homogeneidad de los datos: Nivel de uniformidad entre los datos de las fuentes en los Procesos de Integración de Datos.
 - Carga incremental: Nivel de dificultad a la hora de realizar la carga incremental.
 - Carga histórica: Nivel de dificultad a la hora de realizar la carga histórica.
 - Auditorías: Número de reglas del negocio a las que se le realizarán auditorías.
- c) Para la Línea de Producción de Software **Inteligencia de Negocios**:
- Conocimiento del negocio: Es el conocimiento que posee el especialista sobre el negocio a la hora de brindar un servicio.
 - Vistas de análisis: Número de vistas de análisis a implementar.
 - Reportes operacionales: Número de reportes operacionales a realizar.
 - Cuadros de mando: Número de cuadros de mando a realizar.
 - Diseño de cubos: Cantidad de tablas a cargar (Dimensiones, Hechos).
 - Reglas de negocio: Número de reglas de negocio que se identifiquen en el proceso de Inteligencia de Negocio.
 - Personalización del sistema: Complejidad a la hora de realizar la personalización del sistema.

2.3.2 Asignar pesos a las variables

Los pesos asignados a cada una de las variables son el resultado de la encuesta aplicada a los especialistas por cada LPS (Anexo 1) y el consenso entre dichos especialistas en la entrevista grupal realizada. Reflejan el grado de incidencia (bajo, medio-bajo, medio, medio-alto, alto) que a cada variable se le concede dentro de las LPS a la hora de brindar un servicio. Por la necesidad de realizar cálculos matemáticos con estos grados de incidencia se le asigna una ponderación de 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente. En la tabla 4 se muestran los pesos asignados por los integrantes de la muestra a cada una de las variables.

Tabla. 4 Pesos asignados a las variables por LPS.

Líneas de producción de software	Variables	Pesos
Análisis y Diseño	Conocimiento del negocio	3
	Requisitos de información	5
	Requisitos funcionales	4
	Hechos	5
	Dimensiones	5
	Medidas	3
Procesos de Integración de Datos	Conocimiento del negocio	3
	Reglas del negocio	4
	Reglas de transformación	4
	Hechos	5
	Dimensiones	5
	Medidas	3
	Volumen de datos	3
	Estructura de los datos en la fuente	5
	Homogeneidad de los datos	4
	Carga incremental	3
	Carga histórica	4
Auditorias	2	
Inteligencia de Negocios	Conocimiento del negocio	3
	Vistas de análisis	5
	Reportes operacionales	4
	Cuadros de mando	3
	Diseño de cubos	4
	Reglas del negocio	5
	Personalización del sistema	3

2.3.3 Normalizar peso

La normalización de los pesos de cada una de las variables en las diferentes LPS se hace necesaria para obtener un mejor resultado manteniendo una proporcionalidad entre sus pesos correspondientes. Se realiza a través del método de normalización por suma, empleando la ecuación [1].

$$V_n = \frac{C_n}{\sum_{i=1}^k C_i} [1]$$

Donde:

V_n Peso normalizado de cada variable.

C_n Peso asignado a la variable.

k Total de variables.

C_i Peso de las variables.

Ejemplo:

Teniendo en cuenta la fórmula para normalizar el peso de las variables, se muestra cómo realizar esta operación con la variable Conocimiento del negocio, correspondiente a la LPS Análisis y Diseño.

C_n (Conocimiento del negocio)=3

$$\sum_{i=1}^6 C_i = 3 + 5 + 4 + 5 + 5 + 3 = 25$$

$$V_n = \frac{3}{25} = 0.12$$

El resultado de la normalización del peso de cada una de las variables se muestra en la tabla 5.

Tabla. 5 Peso normalizado de las variables por LPS.

Líneas de producción de software	Variables	Pesos	Pesos Normalizados(V_n)
Análisis y Diseño	Conocimiento del negocio	3	0.12
	Requisitos de información	5	0.20
	Requisitos funcionales	4	0.16
	Hechos	5	0.20
	Dimensiones	5	0.20
	Medidas	3	0.12
	TOTAL	25	1
Procesos de Integración de Datos	Conocimiento del negocio	3	0.066
	Reglas del negocio	4	0.088
	Reglas de transformación	4	0.088
	Hechos	5	0.111
	Dimensiones	5	0.111
	Medidas	3	0.066
	Volumen de datos	3	0.066
	Estructura de los datos en la fuente	5	0.111
	Homogeneidad de los datos	4	0.088

Líneas de producción de software	Variables	Pesos	Pesos Normalizados(V_n)
	Carga incremental	3	0.066
	Carga histórica	4	0.088
	Auditorias	2	0.04
	TOTAL	45	1
Inteligencia de Negocios	Conocimiento del negocio	3	0.111
	Vistas de análisis	5	0.185
	Reportes operacionales	4	0.148
	Cuadros de mando	3	0.111
	Diseño de cubos	4	0.148
	Reglas del negocio	5	0.185
	Personalización del sistema	3	0.111
	TOTAL	27	1

2.3.4 Definición de los parámetros para realizar la valoración de las variables

En este paso se definen los parámetros por los que se evalúan en Alta, Media, Baja y Nulo cada una de las variables en estudio, a partir de los resultados aportados por la encuesta aplicada a los especialistas (Anexo 1) y las entrevistas (individual y grupal) realizadas. La evaluación de Nulo, se comportará de la misma manera para todas las variables, dicha asignación estará dada cuando exista una variable evaluada como no significativa para el servicio brindado y por tanto no se muestra en la tabla. En la tabla 6 se muestran los parámetros establecidos para la valoración de las variables por LPS.

Tabla. 6 Parámetros por los que se evaluarán las variables por LPS.

LPS	Variables
Análisis y Diseño	Conocimiento del negocio
	Alta: Cuando el especialista no tiene conocimiento alguno sobre el negocio.
	Media: Cuando el especialista tiene poco conocimiento sobre el negocio.
	Baja: Cuando el especialista tiene suficiente conocimiento sobre el negocio.
	Requisitos de información
	Alta: Cuando se identifiquen 21 o más requisitos de información.
	Media: Cuando se identifiquen entre 9 y 20 requisitos de información.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 8 requisitos de información.
	Requisitos funcionales
	Alta: Cuando se identifiquen 20 o más requisitos funcionales.
	Media: Cuando se identifiquen entre 11 y 19 requisitos funcionales.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 10 requisitos funcionales.
	Hechos
	Alta: Cuando se identifiquen 11 o más hechos.
	Media: Cuando se identifiquen entre 4 y 10 hechos.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 3 hechos.
Dimensiones	
Alta: Cuando se identifiquen 16 o más dimensiones.	

	Media: Cuando se identifiquen entre 7 y 15 dimensiones.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 6 dimensiones.
	Medidas
	Alta: Cuando se identifiquen 11 o más medidas.
	Media: Cuando se identifiquen entre 6 y 10 medidas.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 5 medidas.
Procesos de Integración de Datos	Conocimiento del negocio
	Alta: Cuando el especialista no tiene conocimiento alguno sobre el negocio.
	Media: Cuando el especialista tiene poco conocimiento sobre el negocio.
	Baja: Cuando el especialista tiene suficiente conocimiento sobre el negocio.
	Reglas del negocio
	Alta: Cuando se identifiquen 31 o más reglas de negocio.
	Media: Cuando se identifiquen entre 16 y 30 reglas de negocio.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 15 reglas de negocio.
	Reglas de transformación
	Alta: Cuando se identifiquen 31 o más reglas de transformación.
	Media: Cuando se identifiquen entre 16 y 30 reglas de transformación.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 15 reglas de transformación.
	Hechos
	Alta: Cuando se identifiquen 10 o más hechos.
	Media: Cuando se identifiquen entre 6 y 9 hechos.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 5 hechos.
	Dimensiones
	Alta: Cuando se identifiquen 21 o más dimensiones.
	Media: Cuando se identifiquen entre 11 y 20 dimensiones.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 10 dimensiones.
	Medidas
	Alta: Cuando se identifiquen 13 o más medidas.
	Media: Cuando se identifiquen entre 7 y 12 medidas.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 6 medidas.
	Volumen de datos
	Alta: Cuando el volumen de datos sea de 2 o más terabyte (TB).
	Media: Cuando el volumen de datos este entre 1 y 2 terabyte (TB).
	Baja: Cuando el volumen de datos sea menor de 1 terabyte (TB).
	Estructura de los datos en la fuente
	Alta: Cuando los datos estén mal estructurados. Según los tipos de datos, los vínculos o relaciones y las restricciones que deben cumplir.
	Media: Cuando los datos estén medianamente estructurados. Según los tipos de datos, los vínculos o relaciones y las restricciones que deben cumplir.
	Baja: Cuando los datos estén bien estructurados. Según los tipos de datos, los vínculos o relaciones y las restricciones que deben cumplir.
Homogeneidad de los datos	
Alta: Cuando los datos no estén uniformes.	
Media: Cuando los datos estén medianamente uniformes.	
Baja: Cuando los datos estén uniformes.	
Carga incremental	
Alta: Cuando la realización de la carga es altamente compleja.	
Media: Cuando la realización de la carga es medianamente compleja.	
Baja: Cuando la realización de la carga es poco compleja.	

	Carga histórica
	Alta: Cuando la realización de la carga es altamente compleja.
	Media: Cuando la realización de la carga es medianamente compleja.
	Baja: Cuando la realización de la carga es poco compleja.
	Auditorías
	Alta: Cuando se realizan auditorías a todas o a casi todas las reglas del negocio.
Media: Cuando se realizan auditorías alrededor del 50 % de las reglas del negocio.	
Baja: Cuando no se realizan auditorías a ninguna de las reglas del negocio.	
Inteligencia de negocios	Conocimiento del negocio
	Alta: Cuando el especialista no tiene conocimiento alguno sobre el negocio.
	Media: Cuando el especialista tiene poco conocimiento sobre el negocio.
	Baja: Cuando el especialista tiene suficiente conocimiento sobre el negocio.
	Vistas de análisis
	Alta: Cuando se implementen 45 o más vistas de análisis.
	Media: Cuando se implementen entre 25 y 44 vistas de análisis.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 24 vistas de análisis.
	Reportes operacionales
	Alta: Cuando se realicen 17 o más reportes operacionales.
	Media: Cuando se realicen entre 9 y 16 reportes operacionales.
	Baja: Cuando se realicen entre 1 y 8 reportes operacionales.
	Cuadros de mando
	Alta: Cuando se realicen 10 o más cuadros de mando.
	Media: Cuando se realicen entre 6 y 9 cuadros de mando.
	Baja: Cuando se realicen entre 1 y 5 cuadros de mando.
	Diseño de cubos
	Alta: Cuando se carguen 45 o más tablas.
	Media: Cuando se carguen entre 25 y 44 tablas.
	Baja: Cuando se carguen entre 1 y 24 tablas.
	Reglas del negocio
	Alta: Cuando se identifiquen 31 o más reglas de negocio.
	Media: Cuando se identifiquen entre 16 y 30 reglas de negocio.
	Baja: Cuando se identifiquen entre 1 y 15 reglas de negocio.
Personalización del sistema	
Alta: Cuando realizar la personalización del sistema sea muy complejo.	
Media: Cuando realizar la personalización del sistema sea medianamente complejo.	
Baja: Cuando realizar la personalización del sistema no sea complejo.	

2.3.5 Valorar variables

La valoración de las variables puede cambiar de un servicio a otro en función de las exigencias del cliente y las operaciones que desde los servicios se deban realizar para satisfacer sus requerimientos. La relevancia que esas variables tengan en los servicios influye en la asignación de las categorías de Alta, Media, Baja o Nulo.

Con el fin de facilitar los cálculos matemáticos posteriores, se hacen corresponder las categorías de Alta, Media, Baja y Nulo con los valores 3, 2, 1 y 0 respectivamente. En la tabla 7 se muestra a través de un ejemplo cómo realizar este paso.

Se solicita el servicio de crear un almacén de datos para las Cooperativas de Pequeños Agricultores (CPA). Utilizando como guía la tabla anterior (Tabla 6) se asignaron categorías a las variables y se procedió a establecer su correspondencia con los valores numéricos determinados.

Tabla. 7 Ejemplo de valoración de las variables y la correspondencia con sus valores numéricos.

LPS	Variables	Valoración Variables	Valores numéricos (W_n)
Análisis y Diseño	Conocimiento del negocio	Alta	3
	Requisitos de información	Alta	3
	Requisitos funcionales	Alta	3
	Hechos	Media	2
	Dimensiones	Media	2
	Medidas	Media	2
Procesos de Integración de Datos	Conocimiento del negocio	Alta	3
	Reglas del negocio	Media	2
	Reglas de transformación	Alta	3
	Hechos	Media	2
	Dimensiones	Media	2
	Medidas	Baja	1
	Volumen de datos	Media	2
	Estructura de los datos en la fuente	Baja	1
	Homogeneidad de los datos	Baja	1
	Carga incremental	Nulo	0
	Carga histórica	Baja	1
Auditorias	Nulo	0	
Inteligencia de Negocios	Conocimiento del negocio	Alta	3
	Vistas de análisis	Media	2
	Reportes operacionales	Media	2
	Cuadros de mando	Alta	3
	Diseño de cubos	Alta	3
	Reglas del negocio	Alta	3
	Personalización del sistema	Alta	3

2.3.6 Estimación de la complejidad por Líneas de Producción de Software

Una vez obtenidos los valores numéricos de cada variable, se procede a determinar la complejidad por cada LPS, según los servicios solicitados. El método matemático de la suma ponderada se emplea para realizar la estimación de la complejidad, a través de la siguiente ecuación [2]:

$$X_n = \sum_{i=1}^k W_i * V_i \quad [2]$$

W_i Valoración por servicio de la variable i .

V_i Peso normalizado de la variable i .

k Total de variables.

X_n Suma ponderada por n .

n Línea de Producción de Software.

La variable n puede tomar las siguientes asignaciones:

- $n=1$ Para la LPS Análisis y Diseño.
- $n=2$ Para la LPS Procesos de Integración de Datos.
- $n=3$ Para la LPS Inteligencia de Negocios.

Se muestra cómo proceder en este paso, a partir de los valores expuestos en el ejemplo expuesto en el paso anterior.

Cálculo de la suma ponderada para la LPS Análisis y Diseño:

$$X_1 = \sum_{i=1}^6 W_i \times v_i = 3 * 0.12 + 3 * 0.20 + 3 * 0.16 + 2 * 0.20 + 2 * 0.20 + 2 * 0.12 = 2.48$$

Cálculo de la suma ponderada para la LPS Procesos de Integración de Datos:

$$X_2 = \sum_{i=1}^{12} W_i \times v_i = 3 * 0.066 + 2 * 0.088 + 3 * 0.088 + 2 * 0.111 + 2 * 0.111 + 1 * 0.066 + 2 * 0.066 + 1 * 0.111 + 1 * 0.088 + 0 * 0.066 + 1 * 0.088 + 0 * 0.04 = 1.87$$

Cálculo de la suma ponderada para la LPS Inteligencia de Negocios:

$$X_3 = \sum_{i=1}^7 W_i \times v_i = 3 * 0.111 + 2 * 0.185 + 2 * 0.148 + 3 * 0.111 + 3 * 0.148 + 3 * 0.185 + 3 * 0.111 = 2.66$$

Luego de obtenerse el valor de la suma ponderada por LPS, se procede a evaluar dicho resultado en los siguientes intervalos²:

$$1 \leq X_n \leq 1.4 \text{ Baja}$$

² Se asumieron los intervalos definidos en el " Método para calcular la complejidad de los requisitos funcionales de software de los proyectos del CEIGE ".

$1.4 < X_n \leq 2.4$ Media

$2.4 < X_n \leq 3$ Alta

La complejidad de cada una de las LPS del servicio almacén de datos para la CPA, quedó estimada como aparece en la tabla 8:

Tabla. 8 Estimación de la complejidad para el servicio almacén de datos para la CPA.

Línea de Producción de Software	Complejidad
Análisis y Diseño	Alta
Procesos de Integración de Datos	Media
Inteligencia de Negocios	Alta

A partir de la estimación de la complejidad por LPS, los especialistas del Departamento de Almacenes de Datos podrán realizar una mejor asignación de RRHH y tiempo empleados en el desarrollo de un servicio. De esta manera se apoya el proceso de toma de decisiones por parte de los especialistas a la hora de conformar una oferta comercial.

Conclusiones parciales

Se definió un procedimiento de seis pasos que permite estimar la complejidad de los servicios que brinda el Departamento de Almacenes de Datos por LPS, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- La definición y operacionalización de las variables (pasos uno, dos y cuatro) fue el resultado de la información recolectada e integrada a través de la aplicación de los métodos empíricos empleados.
- Existe una estrecha relación entre todos los pasos del procedimiento descrito, por lo que los resultados de uno inciden en la calidad de los resultados que se alcanzan en el siguiente y por ende en la calidad de la estimación de la complejidad de los servicios.

Capítulo 3. Validación del Procedimiento

Introducción

En el presente capítulo se realiza la validación del procedimiento, al aplicarse sobre una muestra de servicios brindados por el Departamento de Almacenes de Datos, estableciendo una métrica comparativa entre el criterio del especialista (líder del equipo de desarrollo del servicio) y el resultado arrojado por el procedimiento. Se determina la complejidad de los servicios escogidos, mediante el uso de la herramienta *Complexity*, creada con el fin de aplicar el procedimiento de manera más sencilla e interactiva con el usuario. Además se elabora y aplica una lista de chequeo como otra vía para evaluar el procedimiento propuesto.

3.1 Selección de los servicios

Para la selección de los servicios que integran la muestra, se emplearon los criterios de inclusión siguientes:

- Servicios que se encuentren en un avanzado estado de desarrollo o culminados.
- Abundante información sobre los servicios.
- Presencia de personal involucrado en el desarrollo de los servicios.

La muestra queda integrada por los servicios:

- Mercado de datos: Sistema para el análisis de los Partes Mensuales Informativos de la Fiscalía General de la República (SAPMI).
- Almacén de datos: Sistema de Información del Gobierno (SIGOB).

Con el objetivo de establecer parámetros comparativos entre valores de una misma clase, se realiza una entrevista (Anexo 4) al jefe del Departamento de Almacenes de Datos. Como resultado se establecen los rangos correspondientes a la cantidad de personas involucradas por cada LPS según el nivel de dificultad que posea brindar un servicio determinado, lo cual se muestra en la tabla 9.

Tabla. 9 Cantidad de personas que intervienen por cada LPS según el nivel de dificultad de un servicio.

LPS	Nivel de Dificultad		
	Bajo	Medio	Alto
Análisis y Diseño	1 persona	2 a 3 personas	4 o más personas
Procesos de Integración de Datos	1 persona	2 a 3 personas	4 o más personas
Inteligencia de Negocio	1 persona	2 a 3 personas	4 o más personas

Con estos valores se puede realizar una comparación entre la complejidad de un servicio y su nivel de dificultad asociado, así como un valor estimado con respecto a la cantidad de personas que deben asignarse al desarrollo del mismo.

3.2 Estimación de la complejidad de los servicios

Para la aplicación del procedimiento a cada uno de los servicios que se escogen como muestra, se utilizan de apoyo las tablas 10 y 16, donde se muestra la relación existente entre las diferentes LPS y sus variables correspondientes, así como el comportamiento que van a tener dichas variables para cada servicio específico (Valorar variables/Servicios). Además se visualiza de manera más sencilla todo el proceso de estimación de la complejidad, mediante el uso de la herramienta *Complexity*, creada con el objetivo de que dicho proceso se torne mucho más sencillo a la hora de ser aplicado en el Departamento de Almacenes de Datos.

3.2.1 Estimación de la complejidad para el mercado de datos SAPMI

La tabla 10 muestra el comportamiento de las variables correspondientes al quinto paso del procedimiento propuesto, donde se realiza la valoración de las variables (Valorar variables/Servicios) para el servicio mercado de datos SAPMI.

Tabla. 10 Valoración de las variables por LPS para el mercado de datos SAPMI.

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios
Análisis y Diseño	Conocimiento del negocio	Alta
	Requisitos de información	Baja
	Requisitos funcionales	Baja
	Hechos	Baja
	Dimensiones	Baja
	Medidas	Baja
Procesos de Integración de Datos	Conocimiento del negocio	Alta
	Reglas del negocio	Media
	Reglas de transformación	Media
	Hechos	Baja
	Dimensiones	Baja
	Medidas	Baja
	Volumen de datos	Baja
	Estructura de los datos en la fuente	Media
	Homogeneidad de los datos	Baja
	Carga incremental	Baja
	Carga histórica	Nulo

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios
	Auditorias	Baja
Inteligencia de Negocios	Conocimiento del negocio	Alta
	Vistas de análisis	Nulo
	Reportes operacionales	Media
	Cuadros de mando	Nulo
	Diseño de cubos	Baja
	Reglas del negocio	Baja
	Personalización del sistema	Baja

Cálculo de la suma ponderada para la LPS Análisis y Diseño:

En la tabla 11 se muestra el valor numérico correspondiente a cada una de las categorías de las seis variables involucradas en la estimación de la complejidad para la LPS Análisis y Diseño.

Tabla. 11 Valor numérico correspondiente a cada categoría para la LPS Análisis y Diseño.

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios (W_n)
Análisis y Diseño	Conocimiento del negocio	3
	Requisitos de información	1
	Requisitos funcionales	1
	Hechos	1
	Dimensiones	1
	Medidas	1

$$X_1 = \sum_{i=1}^6 W_i \times v_i = 3 * 0.12 + 1 * 0.20 + 1 * 0.16 + 1 * 0.20 + 1 * 0.20 + 1 * 0.12 = 1.231$$

Cálculo de la suma ponderada para la LPS Procesos de Integración de Datos:

En la tabla 12 se muestra el valor numérico correspondiente a cada una de las categorías de las doce variables involucradas en la estimación de la complejidad para la LPS Procesos de Integración de Datos.

Tabla. 12 Valor numérico correspondiente a cada categoría para la LPS Procesos de Integración de Datos.

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios (W_n)
Procesos de Integración de Datos	Conocimiento del negocio	3
	Reglas del negocio	2
	Reglas de transformación	1
	Hechos	1
	Dimensiones	1
	Medidas	1
	Volumen de datos	1
	Estructura de los datos en la fuente	2
	Homogeneidad de los datos	1

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios (W_n)
	Carga incremental	1
	Carga histórica	0
	Auditorías	1

$$X_2 = \sum_{i=1}^{12} W_i \times v_i = 3 * 0.066 + 2 * 0.088 + 1 * 0.088 + 1 * 0.111 + 1 * 0.111 + 1 * 0.066 + 1 * 0.066 + 2 * 0.111 + 1 * 0.088 + 1 * 0.066 + 0 * 0.088 + 1 * 0.04 = 1.465$$

Cálculo de la suma ponderada para la LPS Inteligencia de Negocios:

En la tabla 13 se muestra el valor numérico correspondiente a cada una de las categorías de las siete variables involucradas en la estimación de la complejidad para la LPS Inteligencia de Negocios.

Tabla. 13 Valor numérico correspondiente a cada categoría para la LPS Inteligencia de Negocios.

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios (W_n)
Inteligencia de Negocios	Conocimiento del negocio	3
	Vistas de análisis	0
	Reportes operacionales	2
	Cuadros de mando	0
	Diseño de cubos	1
	Reglas del negocio	1
	Personalización del sistema	1

$$X_3 = \sum_{i=1}^7 W_i \times v_i = 3 * 0.111 + 0 * 0.185 + 2 * 0.148 + 0 * 0.111 + 1 * 0.148 + 1 * 0.185 + 1 * 0.111 = 1.333$$

Luego del cálculo correspondiente de la suma ponderada por cada LPS, se procede a evaluar cada resultado en el intervalo de complejidad propuesto por el procedimiento, el cual se muestra a continuación:

Intervalos de complejidad:

$1 \leq X_n \leq 1.4$ Baja

$1.4 < X_n \leq 2.4$ Media

$2.4 < X_n \leq 3$ Alta

El procedimiento propuesto arrojó el siguiente resultado sobre la complejidad asociada a cada LPS del servicio mercado de datos para SAPMI, lo que se expone en la tabla 14.

Tabla. 14 Estimación de la complejidad por LPS para el servicio mercado de datos para SAPMI.

Línea de Producción de Software	Complejidad
Análisis y Diseño	Baja
Procesos de Integración de Datos	Media
Inteligencia de Negocios	Baja

Los valores correspondientes a la cantidad de personas y tiempo destinado a la realización del servicio mercado de datos para SAPMI, cuyo resultado se muestra en la tabla 15, es el producto de la entrevista (Anexo 3) realizada al líder del equipo de desarrollo.

Tabla. 15 Cantidad de personas y tiempo empleados en el desarrollo del servicio mercado de datos para SAPMI.

LPS	Cantidad de Personas	Tiempo
Análisis y Diseño	1	1 mes
Procesos de Integración de Datos	1	2 meses
Inteligencia de Negocios	1	1 mes

Para las LPS Análisis y Diseño e Inteligencia de Negocios existió una correspondencia entre la complejidad arrojada por el procedimiento y el resultado de la entrevista aplicada al líder del equipo de desarrollo, en cuanto a RRHH y tiempo de duración empleados en la realización del servicio. En cambio, para la LPS Procesos de Integración de Datos, el procedimiento arrojó una complejidad Media, difiriendo de la cantidad de personas y tiempo necesarios para su confección. Quedando demostrado que en la ejecución del servicio, no se realizó una correcta estimación en cuanto a cantidad de personas, lo que repercute en el tiempo empleado para brindar el servicio. En la figura 5 se muestra la comparación entre el comportamiento de la complejidad estimada por el procedimiento y el criterio del especialista según el nivel de dificultad por cada LPS del servicio mercado de datos para SAPMI.

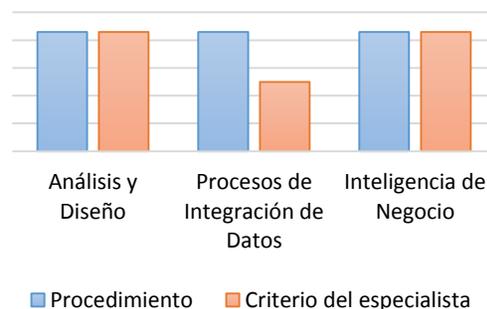


Fig. 5 Correspondencia entre el resultado del procedimiento y el criterio del especialista.

3.2.2 Estimación de la complejidad para SAPMI haciendo uso de la herramienta Complexity

La herramienta *Complexity* fue elaborada por el equipo de desarrollo, con el objetivo de automatizar todo el procedimiento de estimación por LPS, en los servicios que se brindan en el Departamento de Almacenes de Datos. Los detalles del desarrollo y la documentación no constituyen parte del presente documento, solamente será presentada una breve descripción de la herramienta, así como los resultados obtenidos con su aplicación. Para más información sobre la herramienta puede consultarse el Expediente de Proyecto de la misma.

A continuación se muestran imágenes correspondientes a la estimación de la complejidad de cada una de las LPS que intervienen en el servicio mercado de datos para SAPMI mediante el uso de la herramienta. En el panel superior izquierdo se muestran los diferentes servicios que se están analizando. El panel inferior izquierdo muestra las diferentes LPS que serán analizadas para cada servicio. Finalmente como panel principal se encuentra el área de trabajo para determinar la complejidad, donde el usuario interactúa con las diferentes variables que intervienen en cada una de las LPS según su comportamiento para los servicios especificados.



Fig. 6 Ventana correspondiente a la LPS Análisis y Diseño del servicio mercado de datos SAPMI.

Como se muestra en la figura 6 la complejidad para la LPS Análisis y Diseño es Baja, existiendo una correspondencia entre dicho resultado y el emitido en la tabla 14, específicamente para la LPS Análisis y

Diseño. Los valores de (Nulo, Bajo, Medio y Alto) de cada una de las variables involucradas por LPS, van a estar dados por la valoración de las variables correspondiente al paso número cinco del procedimiento.

En la figura 7 se muestra la ventana correspondiente a determinar la complejidad de la LPS Procesos de Integración de Datos. Se visualizan las diferentes variables que intervienen y su comportamiento para el servicio mercado de datos SAPMI.

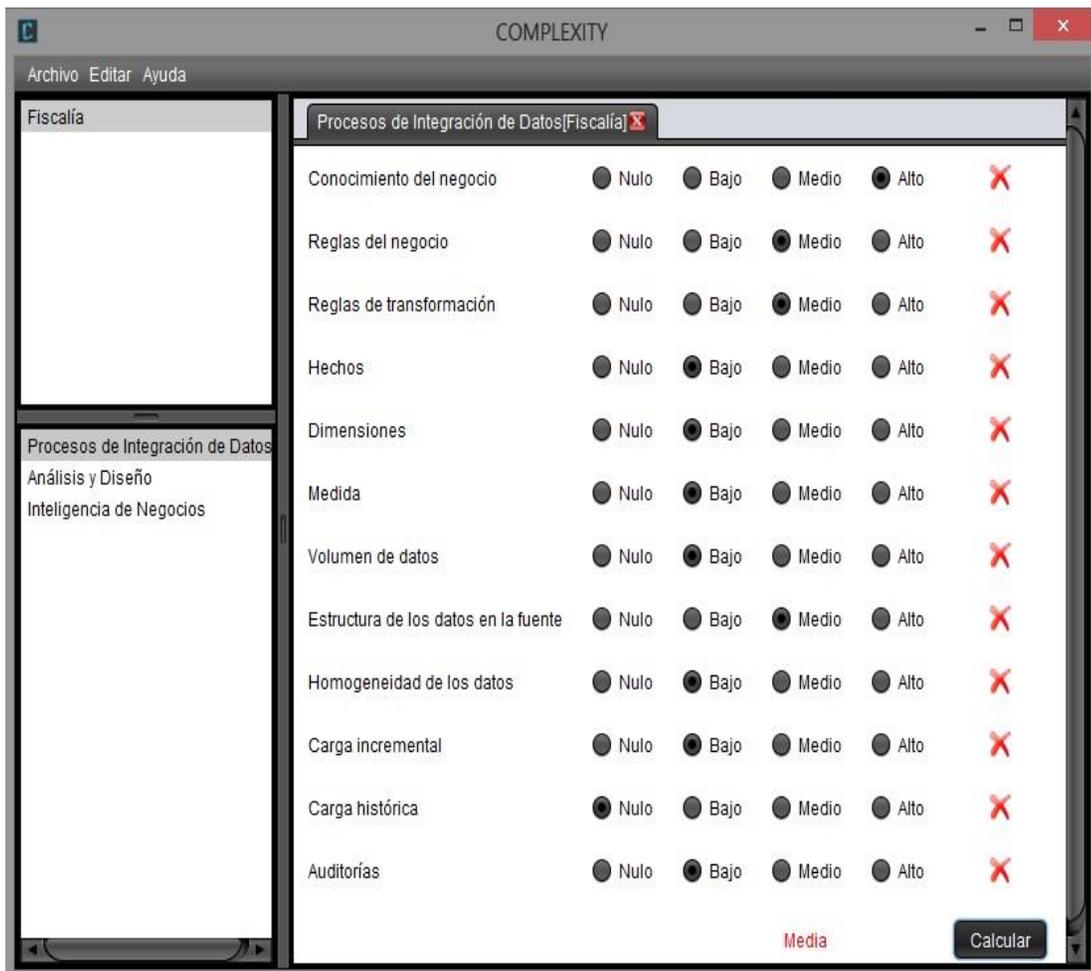


Fig. 7 Ventana correspondiente a la LPS Procesos de Integración de Datos del servicio mercado de datos SAPMI.

El resultado emitido por la herramienta fue de complejidad Media, al igual que el resultado arrojado en la tabla 14 para la LPS analizada.

La figura 8 muestra el comportamiento de las variables para la LPS Inteligencia de Negocios, correspondiente al servicio mercado de datos SAPMI.



Fig. 8 Ventana correspondiente a la LPS Inteligencia de Negocios del servicio mercado de datos SAPMI.

La herramienta *Complexity* para la LPS Inteligencia de Negocios estimó de Baja la complejidad, siendo el mismo resultado emitido en la tabla 14, específicamente para la LPS analizada.

La figura 9 permite visualizar el comportamiento de cada una de las LPS analizadas del servicio mercado de datos SAPMI. De esta manera se puede observar cuál de las LPS priorizar en cuanto a la asignación de RRHH.



Fig. 9 Ventana correspondiente a la gráfica de complejidades arrojadas por LPS del servicio mercado de datos SAPMI.

3.2.3 Estimación de la complejidad para el almacén de datos SIGOB

En la tabla 16 se presenta el comportamiento de las variables como indica el quinto paso del procedimiento propuesto, donde se realiza la valoración de las variables (Valorar variables/Servicios) para el servicio almacén de datos SIGOB.

Tabla. 16 Valoración de las variables por LPS para el almacén de datos SIGOB.

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios
Análisis y Diseño	Conocimiento del negocio	Alta
	Requisitos de información	Alta
	Requisitos funcionales	Baja
	Hechos	Alta
	Dimensiones	Alta
	Medidas	Alta
Procesos de Integración de Datos	Conocimiento del negocio	Alta
	Reglas del negocio	Alta
	Reglas de transformación	Alta
	Hechos	Alta
	Dimensiones	Alta
	Medida	Alta
	Volumen de datos	Baja
	Estructura de los datos en la fuente	Alta
	Homogeneidad de los datos	Alta
	Carga incremental	Nulo
	Carga histórica	Media
	Auditorias	Baja
	Inteligencia de Negocios	Conocimiento del negocio
Vistas de análisis		Alta
Reportes operacionales		Media
Cuadros de mando		Baja
Diseño de cubos		Alta
Reglas del negocio		Alta
Personalización del sistema		Media

Cálculo de la suma ponderada para la LPS **Análisis y Diseño**:

En la tabla 17 se muestra el valor numérico correspondiente a cada una de las categorías de las seis variables involucradas en la estimación de la complejidad para la LPS Análisis y Diseño.

Tabla. 17 Valor numérico correspondiente a cada categoría para la LPS Análisis y Diseño.

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios (W_n)
Análisis y Diseño	Conocimiento del negocio	3
	Requisitos de información	3

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios (W_n)
	Requisitos funcionales	1
	Hechos	3
	Dimensiones	3
	Medidas	3

$$X_1 = \sum_{i=1}^6 W_i \times v_i = 3 * 0.12 + 3 * 0.20 + 1 * 0.16 + 3 * 0.20 + 3 * 0.20 + 3 * 0.12 = 2.69$$

Cálculo de la suma ponderada para la LPS Procesos de Integración de Datos:

En la tabla 18 se muestra el valor numérico correspondiente a cada una de las categorías de las doce variables involucradas en la estimación de la complejidad para la LPS Procesos de Integración de Datos.

Tabla. 18 Valor numérico correspondiente a cada categoría para la LPS Procesos de Integración de Datos.

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios (W_n)
Procesos de Integración de Datos	Conocimiento del negocio	3
	Reglas del negocio	3
	Reglas de transformación	3
	Hechos	3
	Dimensiones	3
	Medidas	3
	Volumen de datos	1
	Estructura de los datos en la fuente	3
	Homogeneidad de los datos	3
	Carga incremental	0
	Carga histórica	2
	Auditorias	1

$$X_2 = \sum_{i=1}^{12} W_i \times v_i = 3 * 0.066 + 3 * 0.088 + 3 * 0.088 + 3 * 0.111 + 3 * 0.111 + 3 * 0.066 + 1 * 0.066 + 3 * 0.111 + 3 * 0.088 + 0 * 0.066 + 2 * 0.088 + 1 * 0.04 = 2.68$$

Cálculo de la suma ponderada para la LPS Inteligencia de Negocios:

En la tabla 19 se muestra el valor numérico correspondiente a cada una de las categorías de las siete variables involucradas en la estimación de la complejidad para la LPS Inteligencia de Negocios.

Tabla. 19 Valor numérico correspondiente a cada categoría para la LPS Inteligencia de Negocios.

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios (W_n)
Inteligencia de Negocios	Conocimiento del negocio	3
	Vistas de análisis	3

LPS	Variables	Valorar variables/Servicios (W_n)
	Reportes operacionales	2
	Cuadros de mando	1
	Diseño de cubos	3
	Reglas del negocio	3
	Personalización del sistema	2

$$X_3 = \sum_{i=1}^7 W_i \times v_i = 3 * 0.111 + 3 * 0.185 + 2 * 0.148 + 1 * 0.111 + 3 * 0.148 + 3 * 0.185 + 2 * 0.111 = 2.50$$

Intervalos de complejidad:

$1 \leq X_n \leq 1.4$ Baja

$1.4 < X_n \leq 2.4$ Media

$2.4 < X_n \leq 3$ Alta

Luego del cálculo de la suma ponderada por cada LPS, se evalúa cada resultado en el intervalo de complejidad propuesto por el procedimiento, cuya estimación de la complejidad se muestra en la tabla 20.

Tabla. 20 Estimación de la complejidad por LPS para el servicio almacén de datos SIGOB.

Línea de Producción de software	Complejidad
Análisis y Diseño	Alta
Procesos de Integración de Datos	Alta
Inteligencia de Negocios	Alta

Los valores correspondientes a la cantidad de personas y tiempo destinados a la realización del servicio almacén de datos para SIGOB, cuyo resultado se muestra en la tabla 21, es el producto de la entrevista (Anexo 3) realizada al líder del equipo de desarrollo.

Tabla. 21 Cantidad de personas y tiempo empleado en el servicio almacén de datos SIGOB.

LPS	Cantidad de Personas	Tiempo
Análisis y Diseño	42	6 años
Procesos de Integración de Datos	60	
Inteligencia de Negocios	42	

Para todas las LPS del servicio almacén de datos para SIGOB existió una correspondencia entre la complejidad arrojada por el procedimiento y el resultado de la entrevista aplicada al líder del equipo de desarrollo, en cuanto a cantidad de personas y tiempo involucrado en la realización del servicio. Para la elaboración de este servicio por cada LPS se realizó una correcta asignación de RRHH y tiempo empleados en realización del servicio. En la figura 10 se muestra dicha correspondencia:

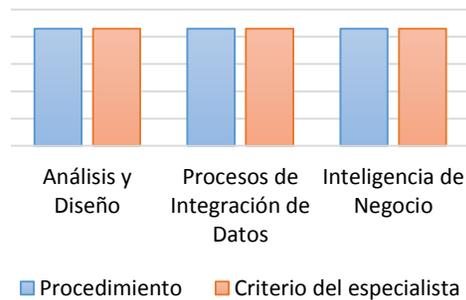


Fig. 10 Correspondencia entre el resultado del procedimiento y el criterio del especialista.

3.2.4 Estimación de la complejidad para el almacén de datos SIGOB haciendo uso de la herramienta Complexity

A continuación se muestran imágenes correspondientes a la estimación de la complejidad de cada una de las LPS que intervienen en el servicio almacén de datos para SIGOB mediante el uso de la herramienta Complexity.



Fig. 11 Ventana correspondiente a la LPS Análisis y Diseño del servicio almacén de datos SIGOB.

Como se muestra en la figura 11, la complejidad para la LPS Análisis y Diseño es Alta existiendo una correspondencia entre dicho resultado y el emitido en la tabla 20 correspondiente a la LPS Análisis y Diseño.

En la figura 12 se muestra la ventana correspondiente a la LPS Procesos de Integración de Datos del servicio almacén de datos SIGOB donde se determinó la complejidad asociada a esta LPS. Se visualizan las diferentes variables involucradas y su comportamiento para dicho servicio.

Variable	Nulo	Bajo	Medio	Alto	Estado
Conocimiento del negocio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	X
Reglas del negocio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	X
Reglas de transformación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	X
Hechos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	X
Dimensiones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	X
Medida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	X
Volumen de datos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	X
Estructura de los datos en la fuente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	X
Homogeneidad de los datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	X
Carga incremental	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	X
Carga histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	X
Auditorías	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	X

Alta

Calcular

Fig. 12 Ventana correspondiente a la LPS Procesos de Integración de Datos del servicio almacén de datos SIGOB.

El resultado arrojado por la herramienta en la LPS Procesos de Integración de Datos, fue de complejidad Alta, al igual que el resultado emitido en la tabla 20, correspondiente a la LPS Procesos de Integración de Datos.

En la figura 13 se muestra la ventana correspondiente a determinar la complejidad de la LPS Inteligencia de Negocios. Se visualizan las diferentes variables que intervienen y su comportamiento para el servicio almacén de datos SIGOB.



Fig. 13 Ventana correspondiente a la LPS Inteligencia de Negocios del servicio almacén de datos SIGOB.

La herramienta para la LPS Inteligencia de Negocios del servicio almacén de datos SIGOB, arrojó una complejidad Alta, coincidiendo con el resultado del procedimiento descrito en la tabla 20, correspondiente a la LPS Inteligencia de Negocios.

La siguiente imagen muestra el comportamiento de cada una de las LPS del servicio almacén de datos SIGOB en un gráfico de líneas.

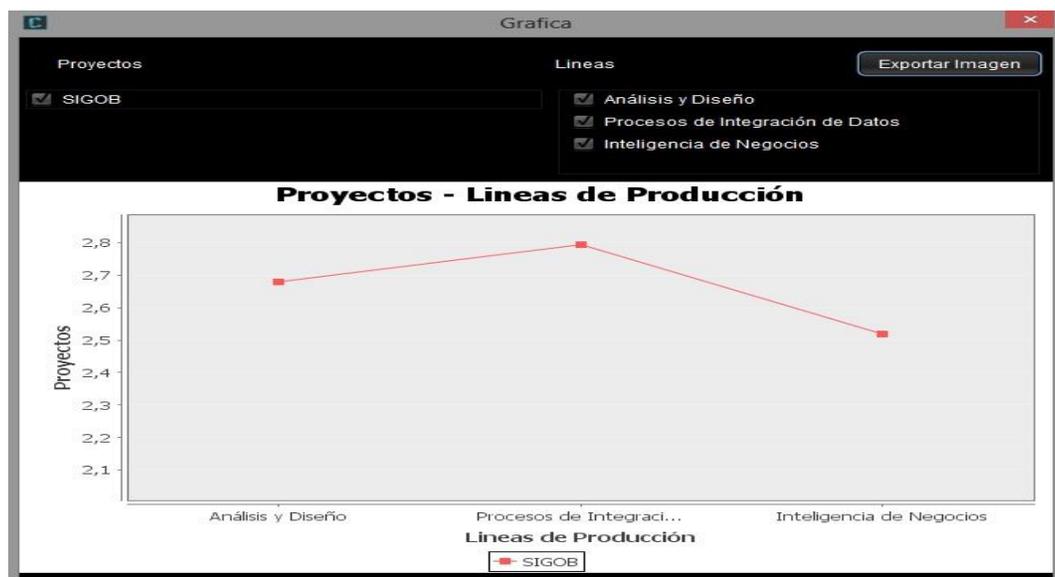


Fig. 14 Ventana correspondiente a la gráfica de complejidades arrojadas por LPS del servicio almacén de datos SIGOB.

3.3 Evaluación del procedimiento mediante el uso de lista de chequeo

A raíz del gran avance en el desarrollo de software a nivel mundial, ha existido la necesidad de establecer mecanismos que permitan el aseguramiento de la calidad y por consiguiente, mejoras en los productos. En la Universidad de las Ciencias Informáticas el uso de las listas de chequeo, es uno de estos mecanismos, que tiene como objetivo principal evaluar y controlar los productos (en este caso productos de software). Por todos estos aspectos antes mencionados se decidió elaborar una lista de chequeo que permita evaluar el procedimiento propuesto para determinar la complejidad de los servicios que brinda el Departamento de Almacenes de Datos.

3.3.1 ¿Qué es una lista de chequeo?

Una lista de chequeo es un cuestionario de comprobación para verificar si se cumplieron determinadas reglas identificadas en la etapa de concepción del proyecto o de levantamiento de requisitos. Estas listas funcionan a través de factores claves, contenedores de indicadores que deben verificarse uno a uno para asegurar el logro de un producto final con un nivel de calidad previamente aceptado, y que permiten medir desde el potencial del producto hasta la confiabilidad y seguridad del sistema en sus distintas etapas de desarrollo. Si se aplica durante la etapa inicial sirve para detectar errores de manera rápida y certera, reduciendo los costos posteriores de una corrección inoportuna.

La forma de redactar y diagramar las listas de chequeo es variada. Uno de los formatos más prácticos y fáciles de usar son aquellos diseñados en forma de cuadro, que permiten un llenado rápido de los distintos casilleros, de acuerdo se verifique o no el indicador en cuestión. Otra opción de diseño es un listado de preguntas con espacios libres al final, que deben ser respondidas con frases breves y sencillas por parte de aquellos encargados de realizar el control.

Lo aconsejable siempre es un diseño sencillo, práctico y fácil de visualizar, de manera tal que quien sea el encargado de responderla se familiarice de manera rápida y la incorpore a su rutina de trabajo de manera natural. En cuanto al contenido y extensión de las listas, también es variado, las hay muy breves y también muy extensas, complejas y sencillas. Lo cierto es que no siempre las listas de chequeo más completas y exhaustivas son las mejores ni las más exitosas.

La gran complejidad o extensión en algunos casos funcionan como factores negativos, provocando rechazo en quienes deben responderla por el tiempo que consume hacerlo, o lo que es peor, por el tiempo que en

algunos casos, insume comprenderlas. Este tipo de listas son respondidas por lo general por personal que tiene a su cargo un cúmulo de tareas, y deben estar pensadas entre otras cosas, con el fin de ayudarlos para hacer más ágil y eficiente su tarea y no para sobrecargar su trabajo. (29)

3.3.2 Elementos que componen la lista de chequeo

Basado en todo lo expuesto en el capítulo anterior, se elaboró una lista de chequeo con el propósito de validar el procedimiento para estimar la complejidad de los servicios que brinda el Departamento de Almacenes de Datos.

Estará compuesta por un conjunto de elementos que se muestran a continuación:

- **Indicadores a evaluar:** Abarca los diferentes aspectos a medir sobre el procedimiento propuesto en todas sus fases.
- **Evaluación (Eva):** Es la forma en que se evalúa el indicador. En caso de que el indicador presente problemas toma valor 1, en caso contrario toma valor 0.
- **Peso:** Define si el indicador que se somete a evaluación es crítico o no (no crítico). Dicha clasificación va a estar dada por el nivel de importancia entre un indicador y otro.
- **Comentarios:** Describe los diferentes señalamiento y sugerencias que desea incluir el especialista que somete a evaluación cada uno de los indicadores en cuestión.

Evaluación final del procedimiento:

- Se evalúa de correcto el procedimiento si el total de indicadores evaluados de 0 en la columna (**Eva**), es superior al 80 %.
- Se evalúa de incorrecto el procedimiento si el total de indicadores evaluados de 0 en la columna (**Eva**), es inferior al 80 %.

3.3.3 Aplicación de la lista de chequeo

Tabla. 22 Lista de chequeo para la evaluación del procedimiento.

Indicadores a evaluar	Peso	Eva	Comentarios
1. ¿Es abundante la bibliografía consultada?	no crítico		
2. ¿Es actual la bibliografía consultada?	crítico		
3. ¿Se detalla de manera clara el porqué de la selección del método que servirá como base del procedimiento?	crítico		
4. ¿Existe una correspondencia entre los objetivos del Departamento de Almacenes de Datos y los resultados arrojados por el procedimiento?	crítico		

5. ¿Las necesidades del Departamento de Almacenes de Datos se encuentran totalmente especificadas, es decir: claras, consistentes, no ambiguas, precisas?	crítico		
6. ¿Se realizó de manera correcta la selección de las variables que formarán parte del procedimiento?	crítico		
7. ¿Las variables seleccionadas son realmente las que influyen en la complejidad a la hora de brindar un servicio?	crítico		
8. ¿Se encuentran bien definidos los pasos del procedimiento?	crítico		
9. ¿El procedimiento propuesto se detalla de manera sencilla en el documento?	no crítico		
10. ¿El procedimiento se puede aplicar con facilidad en el Departamento de Almacenes de Datos?	no crítico		
11. ¿Los pasos del procedimiento están bien definidos?	crítico		
12. ¿Se muestran con ejemplos claros la manera de aplicar el procedimiento?	no crítico		
13. ¿Con los resultados arrojados por el procedimiento, existirá una mejor estimación de los RRHH y tiempo empleados en el desarrollo de un servicio?	crítico		

Selección de los especialistas involucrados en la evaluación

En el Departamento de Almacenes de Datos con un total de 38 especialistas, se seleccionó una muestra intencionada de 8 participantes, que representa el 21% del total. Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Contar con 3 o más años de experiencia en el desarrollo de almacenes de datos.
- Motivación por formar parte del equipo que evaluará el procedimiento propuesto.

Los especialistas seleccionados se muestran a continuación en la tabla 23:

Tabla. 23 Datos de los especialistas seleccionados para la evaluación

Nombre y Apellidos	Cargo
1. Ing. Leonel Pérez Nieblas	Especialista General
2. Ing. Wendy Romalde Ruiz	Especialista General
3. Ing. José Salvador Bermúdez Rodríguez	Especialista General
4. Ing. Liniuska Cardero Dieguez	Especialista General
5. Ing. Themis Patricia Díaz Morales	Especialista General
6. Ing. Fabián López García	Especialista General
7. MSc. Yanet Peña Vazquez	Especialista General
8. Ing. Lázaro José Estupiñán Cutiño	Especialista General

La figura 15 muestra el comportamiento de los diferentes indicadores (13 indicadores) analizados por cada uno de los especialistas seleccionados (8 especialistas), para realizar la evaluación. Donde se muestra que todos los indicadores fueron evaluados de correctos por cada uno de los especialistas.

Se utiliza un gráfico de barras, pues se puede representar de manera sencilla la relación existente entre los especialistas y la valoración de los indicadores sometidos a evaluación. Al no existir indicador valorado de incorrecto, se puede llegar a la conclusión de que el procedimiento responde a las necesidades planteadas por el Departamento de Almacenes de Datos.

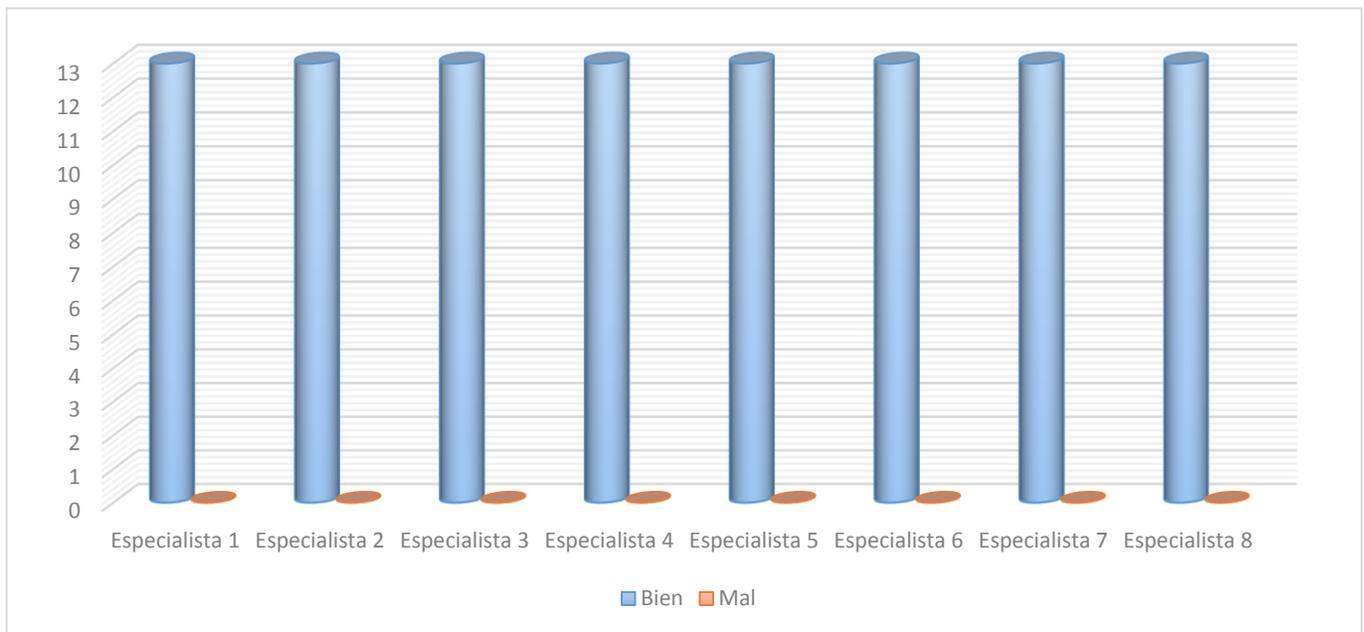


Fig. 15 Evaluación de los indicadores por parte de los especialistas seleccionados para realizar la evaluación del procedimiento.

Conclusiones parciales

Mediante la aplicación del procedimiento a los servicios mercado de datos: Sistema para el análisis de los Partes Mensuales Informativos de la Fiscalía General de la República y almacén de datos: Sistema de Información del Gobierno SIGOB, se arribaron a las siguientes conclusiones:

- El procedimiento para estimar la complejidad por LPS, va a permitir un mejor empleo de RRHH y tiempo necesario para el desarrollo de un servicio y de esa forma contribuir al proceso de toma de decisiones por parte de los especialistas encargados de conformar una oferta comercial.
- El procedimiento fue evaluado de correcto a través de criterio de especialistas y el uso de una lista de chequeo en la que todos los indicadores sometidos a evaluación alcanzaron la valoración de correctos.

CONCLUSIONES GENERALES

Luego de realizado el estudio de los métodos de estimación más utilizados en la dirección de proyectos de software, se logró elaborar un procedimiento que permite estimar la complejidad de los servicios que se brindan por cada LPS en el Departamento de Almacenes de Datos, arrojando los siguientes resultados:

- Se identificó el método para calcular la complejidad de los requisitos funcionales de software de los proyectos del Centro de Informatización de la Gestión de Entidades como base para la investigación.
- Se seleccionaron las variables que le aportan complejidad a un determinado servicio por LPS.
- Se definió un procedimiento para la estimación de la complejidad de los servicios ofertados por el Departamento de Almacenes de Datos.
- Se confeccionó la herramienta *Complexity* basado en el procedimiento elaborado, la cual va a permitir automatizar el procedimiento en el Departamento de Almacenes de Datos en los servicios que se brinden.
- Se validaron los resultados obtenidos con proyectos productivos, criterios de especialistas y el uso de una lista de chequeo.

RECOMENDACIONES

A partir de los resultados alcanzados en el presente trabajo y la experiencia adquirida durante el desarrollo del mismo, se recomienda:

- Continuar con la investigación para identificar un método que permita estimar la complejidad asociada a la LPS Calidad.
- Aplicar el procedimiento a los nuevos servicios que se brinden en el Departamento de Almacenes de Datos.

Referencias Bibliográficas

1. *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, Tercera edición*, Newtown Square, Pennsylvania Project Management Institute, Inc. 2004. pág. 8. ISBN: 1-930699-73-5
2. *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, Tercera edición*. Newtown Square, Pennsylvania : Project Management Institute, Inc., 2004. pág. 157. ISBN: 1-930699-73-5.
3. *Estimación del Esfuerzo de Software: Factores vinculados a la aplicación a desarrollar*. 200825 ISSN 1988–3455
4. **Cuesta Arvizu, Héctor y Ruiz, José Sergio** . Estimación de Costos. [En línea] Enero de 2012. <http://sg.com.mx/revista/34/estimaci%C3%B3n-costos>.
5. **Cerrillo, David**. *Planificación y Gestión de Sistemas de información*. 1999.
6. **Albert, José, y otros**. *TECNICAS DE ESTIMACION DE PROYECTOS (LDC)*. Caracas : 2012. pág. 5.
7. Modelo cocomo. *Scribd*. [En línea] [Citado el: 21 de Mayo de 2014.] <http://es.scribd.com/doc/13990790/modelo-cocomo>.
8. **Perez., Giraldo Otoniel**. *Métricas, Estimación y Planificación en Proyectos de Software*. 2004.
9. *Definición Operacional de variables*. **Gutiérrez Villafuerte, Cesar Arturo**. 46, Habana : s.n., 2008, Vol. 103. PNAS.
10. **Gabriel Rada**. Variables, escala. [En línea] 2007 . <http://escuela.med.puc.cl/Recursos/recepidem/insIntrod2.htm> .
11. Tipos de variables: los niveles de medición. [En línea] Creative Commons Attribution, Departamento de Sociología II. Universidad de Alicante. http://personal.ua.es/es/francisco-frances/materiales/tema3/tipos_de_variables_los_niveles_de_medicin.html.
12. *Operacionalización de variables*. **Scharager, Judith**. 2001.
13. *Conceptos Básicos De Metodología De La Investigación*. **Ferrer, Jesús**. 2010.

14. *Operacionalización de variables.* **LÓPEZ, SONIA INÉS BETANCUR.** Caldas : s.n.
15. **Helena.** Origen de las palabras. [En línea] Diciembre de 2013. [Citado el: 11 de Diciembre de 2013.] <http://etimologias.dechile.net/?indicio>.
16. *¿Qué son los indicadores?* **Mondragón Pérez, Angélica Rocío.** 19, 2002.
17. **Aragón Guzmán, Mónica y Alzate Tejada, Adriana María.** Proyecto Gestión Ambiental en la Industria de Curtiembre en Colombia. [En línea] <http://www.sirac.info/Curtiembres/html/indicadores.asp>.
18. *¿Qué son los indicadores?* **Pérez, Angélica Rocío Mondragón.** 2002, pág. 53.
19. <http://es.scribd.com/doc/13990790/modelo-cocomo>. *Juicio de experto.* [En línea] [Citado el: 21 de Mayo de 2014.] <http://es.scribd.com/doc/13990790/modelo-cocomo>.
20. *Estimación En Gestión De Proyectos De Software.* **Bogado , Verónica, Dapozo, Gladys y García Martínez, Ramón.** 2011 : s.n.
21. Técnicas de estimación de costo y esfuerzo. [En línea] 1998. <http://html.rincondelvago.com/tecnicas-de-estimacion-de-costo-y-esfuerzo.html>.
22. *Estimación de Recursos.* **Torrico, Lic. Rosemary.**
23. *Estimacion de esfuerzo en el desarrollo del software.* **Onofre, Jose Andres.** Montesa : s.n., 2000.
24. *Estimación de proyectos para sistemas basados en conocimiento.* **Daniel, Jose.** Argentina : s.n., 2006.
25. *Métrica de estimación de tamaño por Puntos de Casos de uso.* **Hernández, Bodani y E, Sigifredo.** 2009.
26. Puntos de casos de uso. *Prezi.* [En línea] <http://prezi.com/p-fzm1t7nilg/puntos-de-casos-de-uso/>.
27. *Un Modelo De Estimación De Proyectos De Software.* **Gómez, Adriana , y otros.**
28. *Método para calcular la complejidad de los requisitos funcionales de software de los proyectos del Centro de Informatización de la Gestión de Entidades.* **Mirabal, Tatiana Garcia.** La Habana : s.n., 2012.

29. *El uso de las Listas de Chequeo (CheskList) como herramienta para controlar la calidad.* **Bichachi, Diana Susana.** Humahuaca : s.n.

Bibliografía

- Albert José [y otros]** TECNICAS DE ESTIMACION DE PROYECTOS (LDC) [Libro]. - Caracas : [s.n.],
- Aragón Guzmán Mónica y Alzate Tejada Adriana María** Proyecto Gestión Ambiental en la Industria de Curtiembre en Colombia [En línea]. - 2013. - <http://www.sirac.info/Curtiembre/html/indicadores.asp>.
- Bing Chiangjeng** A Specific Effort Estimation Method Using Function Point [Publicación periódica]. - 2011.
- Bogado Verónica, Dapozo Gladys y García Martínez Ramón** Estimación En Gestión De Proyectos De Software [Publicación periódica]. - 2011 : [s.n.].
- Bohner Shawn** CSSE 372 Software Project Management:Software Estimation With COCOMO-II [Publicación periódica].
- Cerrillo David** Planificación y Gestión de Sistemas de información [Libro]. - 1999.
- Cuesta Arvizu Héctor y Ruiz José Sergio** Estimación de Costos [En línea]. - Enero de 2012. - Noviembre de 2013. - <http://sg.com.mx/revista/34/estimaci%C3%B3n-costos>.
- Daniel Jose** Estimación de proyectos para sistemas basados en conocimiento [Publicación periódica]. - Argentina : [s.n.], 2006.
- Ibarra Martín Francismo y coautores** Metodología de la Investigación Social [Libro]. - La Habana : Félix Varela, 2001. - ISBN 959-258-048-0.
- Ferrer Jesús** Conceptos Básicos De Metodología De La Investigación [Publicación periódica]. - 2010.
- Gabriel Rada** Variables, escala. [En línea]. - 2007 . - <http://escuela.med.puc.cl/Recursos/recepidem/insIntrod2.htm> .
- Gómez Adriana [y otros]** Un Modelo De Estimación De Proyectos De Software [Publicación periódica].
- Gutiérrez Villafuerte Cesar Arturo** Definición Operacional de variables [Publicación periódica]. - Habana : [s.n.], 2008. - 46 : Vol. 103. - PNAS.
- Hana Rashied Ismaeel y Abeer Salim Jamil** Software Engineering Cost Estimation Using COCOMO II Model [Publicación periódica]. - 2008.
- Helena** Origen de las palabras [En línea]. - Diciembre de 2013. - 11 de Diciembre de 2013. - <http://etimologias.dechile.net/?indicio>.
- Hernández Bodani y E Sigifredo** Métrica de estimación de tamaño por Puntos de Casos de uso [Publicación periódica]. - 2009.
- Hjalmarsson Alexander , Korman Matus y Lagerström Robert** Software Migration Project Cost Estimation using COCOMO II and Enterprise Architecture Modeling [Publicación periódica]. - 2010.

-
- López Joseba Esteban y Dolado Cosín José Javier** Estimación del Esfuerzo Software: Factores vinculados a la aplicación a desarrollar. [Libro]. - 2008. - Vol. 2 : ISSN 1988–3455.
- LÓPEZ SONIA INÉS BETANCUR** Operacionalización de variables [Publicación periódica]. - Caldas : [s.n.].
- Meli Roberto y Santillo Luca** Function Point Estimation Methods: A Comparative Overview [Publicación periódica].
- Mirabal Tatiana Garcia** Método para calcular la complejidad de los requisitos funcionales de software de los proyectos del Centro de Informatización de la Gestión de Entidades [Publicación periódica]. - La Habana : [s.n.], 2012.
- Modelo cocomo [En línea] // Scribd. - 21 de Mayo de 2014. - <http://es.scribd.com/doc/13990790/modelo-cocomo>.
- Mondragón Pérez Angélica Rocío** ¿Qué son los indicadores? [Publicación periódica]. - 2002. - 19.
- Onofre Jose Andres** Estimación de esfuerzo en el desarrollo del software. [Publicación periódica]. - Montesa : [s.n.], 2000.
- Pérez Angélica Rocío Mondragón** ¿Qué son los indicadores? [Publicación periódica]. - 2002. - pág. 53.
- Perez. Giraldo Otoniel** Métricas, Estimación y Planificación en Proyectos de Software. [Informe]. - 2004.
- Potrony Jorge** Libro de Trabajo del Sociólogo [Libro]. - La Habana : Editorial de Ciencia Sociales. - ISBN 5-01-000620-0.
- Research International Journal of Scientific & Engineering** Analysis of Software Cost Estimation using COCOMO II [Publicación periódica]. - 2011. - 6 : Vol. II.
- Samuel Prabhat** Estimation Techniques : Function Point Analysis (FPA) [En línea]. - 10 de Marzo de 2013. - <http://geekswithblogs.net/Prabhats/archive/2007/03/01/107632.aspx>.
- Sampieri Roberto Hernández** Metodología de la Investigación [Libro]. - Santiago de Cuba : Haydee Santamaría.
- Scharager Judith** Operacionalización de variables [Publicación periódica]. - 2001.
- Técnicas de estimación de costo y esfuerzo [En línea]. - 1998. - Diciembre de 2013. - <http://html.rincondelvago.com/tecnicas-de-estimacion-de-costo-y-esfuerzo.html>.
- Torrico Lic. Rosemary** Estimación de Recursos [Publicación periódica].
- Vahid Khatibi** Software Cost Estimation Methods: A Review [Publicación periódica]. - 2011. - 1 : Vol. II.

ANEXOS

Anexo 1

Guía de entrevista a los especialistas

1. Datos Generales.

- a) Año de Graduación: _____
- b) Años de experiencia en el trabajo del Departamento: _____
- c) Cargo: _____
- d) Categoría Docente: _____
- e) Categoría Científica: Máster ____ Doctor ____

2. ¿Qué servicios se brindan en su LPS?

3. ¿Qué variables tienen en cuenta para estimar la complejidad de los servicios que solicita el cliente?

4. ¿Qué rangos le permiten evaluar la complejidad en cada una de las variables?

5. ¿Qué otros criterios deberían tenerse en cuenta en este tema?

Anexo 2

Encuesta realizada a especialistas del Departamento de Almacenes de Datos. (Las variables sobre las que se obtiene información se ajustan según el área)

Línea de Producción de software: Análisis y Diseño

Con el propósito de diseñar un procedimiento para la estimación de la complejidad de los servicios que brinda el Departamento de Almacene de Datos, se requiere de su colaboración. La información que nos aporte será altamente estimada por el equipo de investigación.

Por favor, lea cuidadosamente cada pregunta y la forma de responderla.

Agradecemos de antemano su colaboración en este empeño.

1. Datos Generales.

- a) Año de Graduación: _____
- b) Años de experiencia en el trabajo del Departamento: _____
- c) Cargo: _____
- d) Categoría Docente: _____
- e) Categoría Científica: Máster ____ Doctor ____

2. Seleccione las variables que usted considere importantes para la estimación de la complejidad de los servicios que presta el Departamento de Almacenes de Datos, marcándolas con una cruz (X).

___ **Conceptos de negocio** (Es el conocimiento que posee el especialista sobre el negocio a la hora de brindar un servicio)

___ **Requisitos de información** (Número de requisitos de información que se especifiquen en un servicio)

___ **Requisitos funcionales** (Número de requisitos funcionales especificados a la hora de brindar un servicio)

___ **Requisitos no funcionales** (Número de requisitos no funcionales especificados a la hora de brindar un servicio)

___ **Hechos** (Número de Hechos identificados por los especialistas a la hora de brindar un servicio)

___ **Dimensiones** (Número de Dimensiones identificadas por los especialistas a la hora de brindar un servicio)

___ **Medidas** (Número de Medidas identificadas por los especialistas a la hora de brindar un servicio)

3. Evalúe el grado de incidencia (alto, medio o bajo) de las variables seleccionadas en la estimación de la complejidad de los servicios.

Variables	Grado de Incidencia				
	Alto	Medio-Alto	Medio	Medio-Bajo	Bajo
Conceptos de negocio					
Requisitos de información					
Requisitos funcionales					
Requisitos no funcionales					
Hechos					
Dimensiones					
Medidas					

4. ¿Considera que se deben tener en cuenta otra(s) variable(s)?

a) ___ Sí

I. ¿Cuál(es)?

En caso de responder afirmativamente agréguela(s) a la pregunta anterior y evalúe su incidencia

b) ___ No

5. Circule los rangos que considere adecuados para calcular la complejidad de los servicios que presta el Departamento de Almacenes de Datos. En caso de no considerarlos adecuados proponga otro(s).

Variables	Rangos			Rangos Propuestos		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Conceptos de negocio	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Requisitos de información	21 -- ++	9 -- 20	1 -- 8			
Requisitos funcionales	20 -- ++	11 -- 19	1 -- 10			
Requisitos no funcionales	24 -- ++	12 -- 23	1 -- 11			
Hechos	11 -- ++	4 -- 10	1 -- 3			
Dimensiones	16 -- ++	7 -- 15	1 -- 6			
Medidas	11 -- ++	6 -- 10	1 -- 5			

Línea de producción de software: Procesos de integración de Datos

Con el propósito de diseñar un procedimiento para la estimación de la complejidad de los servicios que brinda el Departamento de Almacene de Datos, se requiere de su colaboración. La información que nos aporte será altamente estimada por el equipo de investigación.

Por favor, lea cuidadosamente cada pregunta y la forma de responderla.

Agradecemos de antemano su colaboración en este empeño.

1. Datos Generales.

- Año de Graduación: _____
- Años de experiencia en el trabajo del Departamento: _____
- Cargo: _____
- Categoría Docente: _____
- Categoría Científica: Máster ____ Doctor ____

2. Seleccione las variables que usted considere importantes para la estimación de la complejidad de los servicios que presta el Departamento de Almacenes de Datos, marcándolas con una cruz (X).

___ **Conceptos de negocios** (Es el conocimiento que posee el especialista sobre el negocio a la hora de brindar un servicio)

___ **Fuentes de datos** (Cantidad de fuentes de datos presentes en los Procesos de Integración de Datos)

___ **Reglas del negocio** (Número de reglas de negocio que se definen en los Procesos de Integración de Datos)

___ **Reglas de transformación** (Número de reglas de transformación que se definen en los Procesos de Integración de Datos)

___ **Hechos** (Número de hechos que se definen en los Procesos de Integración de Datos)

___ **Dimensiones** (Número de dimensiones que se definen en los Procesos de Integración de Datos)

___ **Medida** (Número de medidas que se definen en los Procesos de Integración de Datos)

___ **Volumen de datos** (Volumen de los datos con los que se cuenta para los Procesos de Integración de Datos)

___ **Estructura de los datos en la fuente** (Nivel de estructura de los datos en las fuentes para realizar los Procesos de Integración de Datos)

___ **Homogeneidad de los datos** (Nivel de uniformidad entre los datos de las fuentes en los Procesos de Integración de Datos)

3. Evalúe el grado de incidencia (alto, medio o bajo) de las variables seleccionadas en la estimación de la complejidad de los servicios.

Variables	Grado de Incidencia				
	Alto	Medio-Alto	Medio	Medio-Bajo	Bajo
Conceptos de negocios					
Fuentes de datos					
Reglas del negocio					
Reglas de transformación					
Hechos					
Dimensiones					
Medidas					
Volumen de datos					
Estructura de los datos en la fuente					
Homogeneidad de los datos					

4. ¿Considera que se deben tener en cuenta otra(s) variable(s)?

a) ___ Sí

I. ¿Cuál(es)?

En caso de responder afirmativamente agréguela(s) a la pregunta anterior y evalúe su incidencia

b) ___ No

5. Marque con una cruz (X) los rangos que considere adecuados para calcular la complejidad de los servicios que presta el Departamento de Almacenes de Datos. En caso de no considerarlos adecuados proponga otro.

Variables	Rangos			Rangos Propuestos		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Conceptos de negocio	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Fuentes de datos						
Reglas del negocio						
Reglas de transformación						
Hechos						
Dimensiones						
Medidas						

Volumen de datos						
Estructura de los datos en la fuente	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Homogeneidad de los datos	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Línea de producción de software: Inteligencia de Negocio (BI)

Con el propósito de diseñar un procedimiento para la estimación del cálculo de la complejidad de los servicios que brinda el Departamento de Almacene de Datos, se requiere de su colaboración. La información que nos aporte será altamente estimada por el equipo de investigación.

Por favor, lea cuidadosamente cada pregunta y la forma de responderla.

Agradecemos de antemano su colaboración en este empeño.

1. Datos Generales.

- a) Año de Graduación: _____
- b) Años de experiencia en el trabajo del Departamento: _____
- c) Cargo: _____
- d) Categoría Docente: _____
- e) Categoría Científica: Máster ____ Doctor ____

2. Seleccione las variables que usted considere importantes para la estimación de la complejidad de los servicios que presta el Departamento de Almacenes de Datos, marcándolas con una cruz (X).

___ **Conceptos de negocio** (Es el conocimiento que posee el especialista sobre el negocio a la hora de brindar un servicio)

___ **Vistas de análisis** (Número de vistas de análisis a implementar)

___ **Consultas** (Complejidad de las consultas MDX o SQL a realizar)

___ **Tablas** (Cantidad de tablas a cargar (Dimensiones, Hechos))

___ **Fórmulas** (Complejidad de las fórmulas que se utilizan en la confección de los Cubos))

___ **Reglas de negocio** (Número de reglas de negocio que se definen en el proceso de Inteligencia de Negocio)

___ **Indicadores de KPI** (Número de indicadores de KPI identificados)

___ **Diseño de reportes de interfaz** (Complejidad en los reportes de interfaz)

3. Evalúe el grado de incidencia (alto, medio o bajo) de las variables seleccionadas en la estimación de la complejidad de los servicios.

Variables	Grado de Incidencia				
	Alto	Medio-Alto	Medio	Medio-Bajo	Bajo
Conceptos de negocio					

Vistas de análisis					
Consultas					
Tablas					
Fórmulas					
Reglas del negocio					
Indicadores de KPI					
Diseño de reportes de interfaz					

4. ¿Considera que se deben tener en cuenta otra(s) variable(s)?

a) ___ Sí

I. ¿Cuál(es)?

En caso de responder afirmativamente agréguela(s) a la pregunta anterior y evalúe su incidencia

b) ___ No

5. Circule los rangos que considere adecuados para calcular la complejidad de los servicios que presta el Departamento de Almacenes de Datos. En caso de no considerarlos adecuados proponga otro.

Variables	Rangos			Rangos Propuestos		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Conceptos de negocios	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Vistas de análisis	26 -- ++	11 -- 25	1 -- 10			
Consultas						
Tablas	25 -- ++	11 -- 24	1 -- 10			
Fórmulas	10 -- ++	6 -- 9	1 -- 5			
Reglas del negocio						
Indicadores de KPI						
Diseño de reportes de interfaz	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Línea de producción de software: Calidad

Con el propósito de diseñar un procedimiento para la estimación del cálculo de la complejidad de los servicios que brinda el Departamento de Almacene de Datos, se requiere de su colaboración. La información que nos aporte será altamente estimada por el equipo de investigación.

Por favor, lea cuidadosamente cada pregunta y la forma de responderla.

Agradecemos de antemano su colaboración en este empeño.

1. Datos Generales.

a) Año de Graduación: _____

b) Años de experiencia en el trabajo del Departamento: _____

c) Cargo: _____

d) Categoría Docente: _____

- e) Categoría Científica: Máster ____ Doctor ____
2. Seleccione las variables que usted considere importantes para la estimación de la complejidad de los servicios que presta el Departamento de Almacenes de Datos, marcándolas con una cruz (X).
- ___ **Conceptos de negocio** (Es el conocimiento que posee el especialista sobre el negocio a la hora de brindar un servicio)
- ___ **Casos de prueba** (Número de casos de prueba a examinar)
- ___ **Escenarios** (Número de escenarios que contienen los casos de prueba)
- ___ **Artefacto de Análisis y Diseño** (Complejidad asociada los artefactos generados en la línea de producción de software Análisis y Diseño)
- ___ **Artefacto de Procesos de Integración de Datos** (Complejidad asociada a los artefactos generados en la línea de producción de software Procesos de Integración de Datos)
- ___ **Artefacto de Inteligencia de Negocio** (Complejidad asociada a los artefactos generados en la línea de producción de software Inteligencia de Negocio)
- ___ **Artefacto de Prueba** (Complejidad asociada a los artefactos de Prueba)
- ___ **Artefacto de Arquitectura** (Complejidad asociada a los artefactos de Arquitectura)
3. Evalúe el grado de incidencia (alto, medio o bajo) de las variables seleccionadas en la estimación de la complejidad de los servicios.

Variables	Grado de Incidencia				
	Alto	Medio-Alto	Medio	Medio-Bajo	Bajo
Conceptos de negocios					
Casos de prueba					
Escenarios					
Artefacto de Análisis y Diseño					
Artefacto de Procesos de Integración de Datos					
Artefacto de Inteligencia de Negocio					
Artefacto de Prueba					
Artefacto de Arquitectura					

4. ¿Considera que se deben tener en cuenta otra(s) variable(s)?

c) ___ Sí

I. ¿Cuál(es)?

En caso de responder afirmativamente agréguela(s) a la pregunta anterior y evalúe su incidencia

d) ___ No

5. Circule los rangos que considere adecuados para calcular la complejidad de los servicios que presta el Departamento de Almacenes de Datos. En caso de no considerarlos adecuados proponga otro.

Variables	Rangos			Rangos Propuestos		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Conceptos de negocios	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Casos de prueba	26 -- ++	16 -- 25	1 -- 15			
Escenarios	10 -- ++	4 -- 9	1 -- 3			
Artefacto de Análisis y Diseño	31 -- ++	16 -- 30	1 -- 15			
Artefacto de Procesos de Integración de Datos	31 -- ++	16 -- 30	1 -- 15			
Artefacto de Inteligencia de Negocio	31 -- ++	16 -- 30	1 -- 15			
Artefacto de Prueba	81 -- ++	51 -- 80	1 -- 50			
Artefacto de Arquitectura	31 -- ++	16 -- 30	1 -- 15			

Anexo 3

Guía de entrevista dirigida al líder del equipo de desarrollo.

- Datos Generales.
 - Año de Graduación: _____
 - Años de experiencia en el trabajo del Departamento: _____
 - Categoría Docente: _____
 - Categoría Científica: Máster ____ Doctor ____
- ¿Para la realización del servicio que cantidad de personas estuvieron involucradas en cada una de las LPS?
- ¿Qué tiempo duró la realización del servicio por cada una de las LPS?

Anexo 4

Guía de entrevista dirigida al jefe de Departamento de Almacenes de Datos.

- Datos Generales.
 - Año de Graduación: _____
 - Años de experiencia en el trabajo del Departamento: _____
 - Categoría Docente: _____
 - Categoría Científica: Máster ____ Doctor ____
- ¿Según su experiencia en el desarrollo de almacenes de datos, cuál sería la correspondencia entre la cantidad de personas involucradas en el desarrollo de almacenes de datos por LPS y el nivel de dificultad que presente el servicio a brindar?