



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

### **ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

#### **“DESARROLLO DE UN SISTEMA APLICANDO INTELIGENCIA DE NEGOCIOS AL SGIA-ALPA PARA FACILITAR LA TOMA DE DECISIONES”**

#### **TRABAJO DE TITULACIÓN**

#### **TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Presentado para optar al grado académico de:

#### **INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**AUTOR:** CARLOS ALBERTO BUÑAY CUJILEMA

**TUTORA:** ING. BLANCA F. HIDALGO PONCE

Riobamba – Ecuador

2019

**@2019, Carlos Alberto Buñay Cujilema**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS**

El tribunal del trabajo de titulación certifica que el: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA APLICANDO INTELIGENCIA DE NEGOCIOS AL SGIA-ALPA PARA FACILITAR LA TOMA DE DECISIONES”**, de responsabilidad del señor Carlos Alberto Buñay Cujilema, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Washington Luna Encalada		
<b>DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA</b>	_____	_____
Ing. Patricio Moreno Costales		
<b>DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS</b>	_____	_____
Ing. Blanca F. Hidalgo Ponce		
<b>TUTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	_____
Ing. Rolando Eduardo Villa		
<b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	_____

Yo, CARLOS ALBERTO BUÑAY CUJILEMA soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Carlos Alberto Buñay Cujilema

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a Dios por permitirme aprender y crecer cada día, a mis padres Calos Buñay y Josefa Cujilema por el apoyo brindado en el transcurso de la carrera y ser la fuente de inspiración para seguir adelante, y a todas las personas que me demostraron su apoyo y amistad sincera.

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	xiv
SUMMARY .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Business intelligence (BI) .....	5
1.1.1. <i>Beneficios de la inteligencia de negocio</i> .....	5
1.1.2. <i>Herramientas de inteligencia de negocios</i> .....	6
1.2. Pentaho V8.....	7
1.2.1. <i>Data integration</i> .....	7
1.2.2. <i>Metadata editor</i> .....	7
1.2.3. <i>Schema workbench</i> .....	7
1.2.4. <i>Report designer</i> .....	8
1.2.5. <i>Aggregation designer</i> .....	8
1.2.6. <i>Dashboard designer</i> .....	8
1.2.7. <i>Arquitectura de una solución de inteligencia de negocios</i> .....	8
1.3. Metodología hefesto V2.0 .....	9
1.3.1. <i>Análisis de requerimientos</i> .....	10
1.3.2. <i>Análisis de los OLTP</i> .....	10
1.3.3. <i>Modelo lógico del datamart</i> .....	10
1.3.4. <i>Integración de datos</i> .....	11
1.3.5. <i>Consideraciones de diseño</i> .....	11
1.4. Data warehouse (DW) .....	13
1.4.1. <i>Características</i> .....	13
1.4.2. <i>Tipos de implementación de un DW</i> .....	14
1.4.2.1. <i>ROLAP</i> .....	14
1.4.2.2. <i>MOLAP</i> .....	15
1.4.2.3. <i>HOLAP</i> .....	15
1.5. Datamart (DM).....	15
1.6. Base de datos multidimensional .....	16

<b>1.6.1.</b>	<b><i>Tablas de dimensiones</i></b> .....	<b>16</b>
<b>1.6.2.</b>	<b><i>Tablas de hechos</i></b> .....	<b>17</b>
<b>1.6.3.</b>	<b><i>Esquemas de bases datos multidimensionales</i></b> .....	<b>17</b>
1.6.3.1.	<i>Esquema en estrella</i> .....	18
1.6.3.2.	<i>Esquema Copo de Nieve</i> .....	18
1.6.3.3.	<i>Esquema Constelación</i> .....	19
1.6.3.4.	<i>Comparación de esquemas de modelamiento</i> .....	19
<b>1.7.</b>	<b>Cubos multidimensionales</b> .....	<b>20</b>
<b>1.2.1.</b>	<b><i>Indicadores</i></b> .....	<b>20</b>
<b>1.2.2.</b>	<b><i>Atributos</i></b> .....	<b>20</b>
<b>1.2.3.</b>	<b><i>Jerarquías</i></b> .....	<b>21</b>
<b>1.8.</b>	<b>Proceso de extracción transformación y carga (ETL)</b> .....	<b>21</b>
<b>1.8.1.</b>	<b><i>Extracción</i></b> .....	<b>21</b>
<b>1.8.2.</b>	<b><i>Transformación</i></b> .....	<b>22</b>
<b>1.8.3.</b>	<b><i>Carga</i></b> .....	<b>22</b>
<b>1.9.</b>	<b>Calidad del producto software</b> .....	<b>22</b>
<b>1.10.</b>	<b>ISO/IEC 25010</b> .....	<b>22</b>
<b>1.10.1.</b>	<b><i>Adecuación funcional</i></b> .....	<b>23</b>

## CAPÍTULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.</b>	<b>Justificación metodológica</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2.</b>	<b>Identificación de interesados</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3.</b>	<b>Tipos y roles de usuario</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4.</b>	<b>Módulos del sistema</b> .....	<b>26</b>
<b>2.5.</b>	<b>Desarrollo de la metodología</b> .....	<b>27</b>
<b>2.5.1.</b>	<b><i>Análisis de requerimientos</i></b> .....	<b>27</b>
2.5.1.1.	<i>Identificar preguntas</i> .....	27
2.5.1.2.	<i>Identificar indicadores y perspectivas</i> .....	30
2.5.1.3.	<i>Modelo conceptual</i> .....	33
<b>2.5.2.</b>	<b><i>Análisis de los OLPT</i></b> .....	<b>34</b>
2.5.2.1.	<i>Conformar indicadores</i> .....	35
2.5.2.2.	<i>Establecer correspondencia</i> .....	35

2.5.2.3.	<i>Nivel de granularidad</i> .....	38
2.5.2.4.	<i>Modelo conceptual ampliado</i> .....	41
<b>2.5.3.</b>	<b><i>Modelo lógico del DW</i></b> .....	<b>43</b>
2.5.3.1.	<i>Tipo de modelo lógico del DM</i> .....	43
2.5.3.2.	<i>Tablas de dimensiones</i> .....	43
2.5.3.3.	<i>Tablas de hechos</i> .....	47
2.5.3.4.	<i>Uniones</i> .....	48
<b>2.5.4.</b>	<b><i>Integración de datos</i></b> .....	<b>50</b>
2.5.4.1.	<i>Carga inicial</i> .....	50
2.5.4.2.	<i>Actualización</i> .....	54
<b>2.5.5.</b>	<b><i>Consulta y análisis</i></b> .....	<b>54</b>

### CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO DE RESULTADOS</b> .....	<b>64</b>
<b>5.1.</b>	<b>Formulación de la hipótesis</b> .....	<b>64</b>
5.1.1.	<i>Identificación de variables</i> .....	64
5.1.2.	<i>Operacionalización de variables</i> .....	65
<b>5.2.</b>	<b>Población y muestra</b> .....	<b>66</b>
<b>5.3.</b>	<b><i>Técnicas e instrumentos</i></b> .....	<b>66</b>
<b>5.4.</b>	<b>Tabulación de datos</b> .....	<b>66</b>
<b>5.5.</b>	<b>Validación de la hipótesis</b> .....	<b>72</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>76</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>77</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	<b>Comparativa de las herramientas BI.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 2-1:</b>	<b>Características de un DW.....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 3-1:</b>	<b>Comparación de esquemas de modelación.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 4-2:</b>	<b>Roles del proyecto .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 5-2:</b>	<b>Tipos y roles de usuario .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 6-2:</b>	<b>Preguntas de negocio .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 7-2:</b>	<b>Tabla de valoración nominal.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 8-3:</b>	<b>Operacionalización conceptual .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 9-3:</b>	<b>Operacionalización de variables .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 10-3:</b>	<b>Escala de Likert .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 11-3:</b>	<b>Frecuencias de completitud .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 12-3:</b>	<b>Frecuencias de corrección .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabla 13-3:</b>	<b>Frecuencias de pertinencia .....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 14-3:</b>	<b>Frecuencias de utilidad.....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 15-3:</b>	<b>Frecuencia de cumplimiento .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 16-3:</b>	<b>Valores Observados .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 17-3:</b>	<b>Matriz de frecuencias observadas.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 18-3:</b>	<b>Matriz de frecuencias esperadas.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 19-3:</b>	<b>Cálculo de chi cuadrado .....</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	<b>Arquitectura BI .....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2-1:</b>	<b>Pasos metodología Hefesto .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 3-1:</b>	<b>Esquema de una base de datos multidimensional. ....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 4-1:</b>	<b>Tablas de dimensiones.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 5-1:</b>	<b>Tabla de hechos .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 6-1:</b>	<b>Esquema en estrella.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 7-1:</b>	<b>Esquema copo de nieve .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 8-1:</b>	<b>Esquema Constelación .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 9-1:</b>	<b>Cubo multidimensional .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 10-1:</b>	<b>Proceso ETL .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 11-1:</b>	<b>Modelo de calidad de producto software ISO/EIC 25010 .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 12-2:</b>	<b>Módulos del sistema .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 13-3:</b>	<b>Esquema conceptual.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 14-2:</b>	<b>Modelo conceptual indicador .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 15-2:</b>	<b>Modelo conceptual variables .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 16-2:</b>	<b>Base de datos SGIA-ALPA .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 17-2:</b>	<b>Correspondencia de modelos.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 18-2:</b>	<b>Correspondencia de modelos.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 19-2:</b>	<b>Modelo conceptual extendido (Indicador) .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 20-2:</b>	<b>Modelo conceptual extendido (Variable).....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 21-2:</b>	<b>Dimensión dim_tiempo .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 22-2:</b>	<b>Dimensión dim_uinidad_academica.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 23-2:</b>	<b>Dimensión dim_indicador.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 24-2:</b>	<b>Dimensión dim_variable .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 25-2:</b>	<b>Dimensión dim_subcriterio.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 26-2:</b>	<b>Tabla de hechos variable.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 27-2:</b>	<b>Tabla de hechos indicador .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 28-2:</b>	<b>Uniones.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 29-2:</b>	<b>ETL SGIA .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 30-2:</b>	<b>ETL indicador .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 31-2:</b>	<b>Sql indicador.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 32-2:</b>	<b>ETL área .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 33-2:</b>	<b>Sql unidad académica .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 34-2:</b>	<b>ETL indicador .....</b>	<b>52</b>

<b>Figura 35-2: Sql indicador.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 36-2: ETL indicador .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 37-2: Sql indicador.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 38-2: ETL Evaluación Indicador .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 39-2: ETL Evaluación Variable .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 40-2: Cubos OLAP.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 41-2: Dimensión tiempo.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 42-2: Dimensión unidad académica .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 43-2: Dimensión indicador .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 44-2: Dimensión variable.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 45-2: Dimensión subcriterio .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 46-2: Filtros .....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2:</b>	<b>SGIA-Dashboard .....</b>	<b>57</b>
<b>Gráfico 2-2:</b>	<b>Evaluación .....</b>	<b>58</b>
<b>Gráfico 3-2:</b>	<b>Semaforización .....</b>	<b>59</b>
<b>Gráfico 4-2:</b>	<b>Evaluación de área últimos periodos .....</b>	<b>60</b>
<b>Gráfico 5-2:</b>	<b>Evaluación de criterios últimos periodos .....</b>	<b>60</b>
<b>Gráfico 6-2:</b>	<b>Evaluación de indicador últimos periodos .....</b>	<b>61</b>
<b>Gráfico 7-2:</b>	<b>Evaluación indicador .....</b>	<b>61</b>
<b>Gráfico 8-2:</b>	<b>Indicador máximo y mínimo .....</b>	<b>61</b>
<b>Gráfico 9-2:</b>	<b>Facultad máximo y mínimo.....</b>	<b>62</b>
<b>Gráfico 10-2:</b>	<b>Carrera máximo y mínimo.....</b>	<b>62</b>
<b>Gráfico 11-2:</b>	<b>Evaluación promedio.....</b>	<b>63</b>
<b>Gráfico 12-3:</b>	<b>Compleitud.....</b>	<b>67</b>
<b>Gráfico 13-3:</b>	<b>Corrección .....</b>	<b>68</b>
<b>Gráfico 14-3:</b>	<b>Pertinencia.....</b>	<b>69</b>
<b>Gráfico 15-3:</b>	<b>Utilidad .....</b>	<b>70</b>
<b>Gráfico 16-3:</b>	<b>Cumplimiento.....</b>	<b>71</b>
<b>Gráfico 17-3:</b>	<b>Función chi cuadrado .....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A</b>	Encuesta para evaluar la funcionalidad del sgia dashboard
----------------	---

## RESUMEN

El Centro de Investigación en Modelos de Gestión y Sistemas Informáticos (CIMOGSYS) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) desarrolló el Sistema de Gestión de Indicadores de Acreditación (SGIA-ALPA) en base al modelo genérico de evaluación publicado por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior del Ecuador (CEAACES). El SGIA-ALPA fue implementado para automatizar el proceso de evaluación de los entornos de aprendizaje en la ESPOCH, que recolecta, almacena y modifica datos, pero no permite la obtención de información que facilite la toma de decisiones. Por ello, se desarrolló el sistema de inteligencia de negocios SGIA-Dashboard utilizando la metodología Hefesto v2 y herramientas de suite Pentaho 8.1. A través de las etapas de la metodología se diseñó el almacén de datos y con las herramientas de la suite Pentaho se construyeron los procesos de extracción, transformación y carga de datos (ETL), el cubo OLAP y el cuadro de mando destinado para el análisis e interpretación de la información. Finalmente, se determinó mediante el estadístico de prueba chi cuadrado que la funcionalidad del sistema de inteligencia de negocios satisface los requisitos de usuario de acuerdo con la norma ISO/EIC 25010. Además, de acuerdo con los resultados de la encuesta para el 83% de los usuarios el sistema facilita el proceso de toma de decisiones, permitiéndoles disponer de información histórica de periodos específico y que pueden analizarse desde diferentes perspectivas de tiempo (día, mes, año) mediante el cubo OLAP. Se recomienda continuar con el desarrollo de los datamarts de los diferentes sistemas de gestión desarrollados por CIMOGSYS, estos permitirán analizar una situación desde diferentes perspectivas que aportarán positivamente en el proceso de toma de decisiones.

**PALABRAS CLAVE:** <TECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA>, <INGENIERIA DE SOFGTWARE>, <BUSSINES INTELIGENCE (BI)>, <TOMA DE DECISIONES>, <DATAWAREHOUSING>, <PENTAHO (SOFTWARE)>, <METODOLOGÍA HEFESTO >, <APLICACIÓN WEB>

## SUMMARY

The Research in Management Models and Computing Systems Center (CIMOGSYS) of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) developed the Management Accreditation Indicators System (SGIA-ALPA) based on the generic assessment model which was published by the council of Evaluation Accreditation and Quality Assurance of Higher Education of Ecuador (CEAACES). The SGIA-ALPA was implemented to automate the evaluation process of learning environments in the ESPOCH, which collects, stores and modifies the data, but does not allow the observation of information that facilitates decision making. Therefore, the SGIA-Dashboard which stands for business system was designed by using the Hephaestus v2 methodology and Pentaho 8.1 suite tools. Through the stages of the methodology, the data warehouse and tools of the Pentaho suite were designed, the extraction, loading and data loading (ETL) processes, the OLAP cube and the control panel for the analysis and data interpretation. Finally, it was determined through the chi-square test statistic that the function of the business intelligence system satisfies the user requirements in accordance with ISO / EIC 25010. In addition, according to the results of the survey, 83% of the users state that the system facilitates the decision-making process, allows them to obtain historic information about specific periods and can be analyzed from different perspectives of time (day, month, and year) through the OLAP cube. It is recommended to continue with the development of the datamarts of the different management systems that were developed by CIMOGSYS. They will let users to analyze a situation from different perspectives that positively contribute in the decision-making process.

**KEYWORDS:** <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <SOFTWARE ENGINEERING>, <BUSSINES INTELIGENCE (BI)>, <DECISION MAKING>, <DATAWAREHOUSING>, <PENTAHO (SOFTWARE)>, <HEFESTO METHODOLOGY>, <WEB APPLICATION >

# INTRODUCCIÓN

## Antecedentes

El Centro de Investigación en Modelos de Gestión y Sistemas Informáticos (CIMOGSYS) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) trabaja en la sistematización de modelos de gestión de la calidad, con el fin de ayudar a la toma de decisiones dentro del campo administrativo, para las universidades, escuelas politécnicas y organizaciones público-privadas.

CIMOGSYS ha desarrollado varios sistemas para la gestión de unidades académicas y de la ESPOCH basándose en el modelo de gestión integral ALPA presentado por Alarcón en el año 2017, el modelo evalúa tres enfoques para alcanzar la excelencia: gestión de procesos, planificación estratégica y gestión de indicadores de acreditación. Para la gestión de indicadores implementó el Sistema de Gestión de Indicadores de Acreditación Alpa (SGIA-ALPA) con el objetivo de realizar con mayor eficiencia la autoevaluación institucional conforme el modelo genérico de acreditación publicado por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior del Ecuador (CEAACES).

El SGIA-ALPA se usó para automatizar el proceso manual de la evaluación de los indicadores que intervienen en el proceso de acreditación de las carreras de la ESPOCH, con el fin de simplificar el tiempo de dicha evaluación. Al ser un sistema transaccional diseñado para recolectar, almacenar, modificar y recuperar información, genera grandes volúmenes de datos. Su estructura no facilita la obtención de información para la toma de decisiones ya que proporciona reportes preconfigurados poco dinámicos e incompletos, no hay seguimiento histórico de la evaluación de los indicadores, largos tiempo de respuesta a preguntas lo cual entorpece la toma de decisiones.

Ante las limitaciones de los sistemas transaccionales, surge Business Intelligence (BI), un conjunto de estrategias, acciones y herramientas, orientadas a la creación y administración de conocimiento mediante el análisis de grandes volúmenes de datos existentes en una organización, para facilitar la toma de decisiones. (Ahumada Tello and Perusquia Velasco, 2016). La inteligencia de negocios posibilita acceso interactivo, análisis y manipulación de información corporativa y persigue la continua mejora de la organización gracias a la información oportuna que genera conocimiento que enriquece la toma de decisiones (Méndez, 2014).

### ***Formulación del problema***

¿El desarrollo de una solución de inteligencia de negocios facilita el proceso de toma de decisiones con respecto a la evaluación de indicadores de acreditación de las carreras de la ESPOCH?

### ***Sistematización del problema***

¿Qué tecnologías de inteligencia de negocios existen en el mercado para el análisis de datos?

¿Cómo implementar una solución de inteligencia de negocios para el SGIA-ALPA que apoye la toma de decisiones?

¿Cómo contribuye una solución de inteligencia de negocios a la toma de decisiones?

## **Justificación**

### ***Justificación teórica***

En la actualidad la información se ha convertido en un activo intangible valioso e imprescindible para las organizaciones y disponer de herramientas que permitan monitorear la información de su empresa les otorga ventaja competitiva. Es por eso que disponer de una solución de Inteligencia de Negocios asegura optimizar el proceso de toma de decisiones dentro de una compañía. (Tello & Velasco, 2016)

La Inteligencia de Negocios se refiere a las soluciones informáticas utilizadas en la detección y el análisis de los datos de negocio, tal como el seguimiento de actividades. A pesar de que existen soluciones de grandes capacidades, hay una creciente demanda de clientes que solicitan nuevas funcionalidades. La información es muy importante para un negocio, si esta no es integra puede provocar que las empresas tomen decisiones que disminuyen el rendimiento y rentabilidad. Es necesario contar con herramientas y técnicas que integren, gestionen y verifiquen la calidad de datos de esta manera garantizar que la información clave sea procesada y analizada para los usuarios correctos. (Mazón & Quispillo, 2015)

### ***Justificación práctica***

El desarrollo de una aplicación de inteligencia de negocio surge de la necesidad llevar el control y monitoreo de la evaluación de los indicadores de acreditación de las carreras de la ESPOCH, y contribuir a que las autoridades tomen decisiones precisas y oportunas de manera fácil, sin la depender del área técnica.

Mediante reportes intuitivos, el análisis de la información se optimiza para los usuarios finales y permite que las decisiones se tomen basadas en información real y consistente.

La implementación de la aplicación de inteligencia de negocios se compone de los siguientes módulos:

- Módulo de Datamart
- Módulo de Extracción, Transformación y Carga
- Módulo de cuadro de mando.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Desarrollar un sistema aplicando Inteligencia de Negocios al SGIA-ALPA para facilitar la toma de decisiones utilizando herramientas de la suite PENTAHO.

### ***Objetivos específicos***

- Analizar las tecnologías de inteligencia de negocio para la integración de información utilizando datawarehousing.
- Diseñar un almacén de datos mediante la implementación de la metodología HEFESTO para la gestión de la información.
- Implementar cubos multidimensionales para el análisis e interpretación de información.
- Evaluar la funcionalidad del sistema según la norma ISO/IEC 25010 para determinar que las funcionalidades satisfagan las necesidades de los usuarios.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se expone los conceptos fundamentales y necesarios para entender el ámbito de la inteligencia de negocios y comprender el marco de aplicación del presente trabajo.

### 1.1. Business intelligence (BI)

Business Intelligence es un conjunto de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar y transformar datos de sistemas transaccionales en información estructurada para su explotación directa, ya sea para reporting, análisis, alertas o su conversión en conocimiento, dando así soporte a la toma de decisiones sobre el negocio. (Sinnexus, 2016)

La inteligencia de negocios surge para resolver las problemáticas de los sistemas transaccionales que al ser muy rígidos se limitan a tener información actual de una organización, lo cual no permite obtener datos relevantes para generar conocimiento (Dixson & Maturel, 2015). Es por ello que la BI orienta a que las empresas sean inteligentes basándose en el conocimiento para desarrollar acciones de inteligencia de negocios y sean capaces de aprender a partir este conocimiento, generen y transfieran valor (Ahumada & Perusquia, 2016)

#### *1.1.1. Beneficios de la inteligencia de negocio*

La implementación de una solución de inteligencia de negocios puede apoyar a las organizaciones a resolver necesidades de información de los 3 niveles básicos (operático, táctico y estratégico), así lo expresan (Reyes & Rosales, 2007) y contribuye con los siguientes beneficios:

- Respuestas inmediatas a preguntas del negocio para la toma de decisiones, basadas en información y conocimiento actual.

- Integración de datos de diferentes sistemas de información de la organización.
- Obtener una visión del futuro mediante el análisis de datos históricos.
- Libertad para tomar decisiones y crear escenarios de análisis, sin la dependencia del área de tecnología.
- Medir el desempeño de la organización en función de sus objetivos.

### 1.1.2. Herramientas de inteligencia de negocios

Existen diversas herramientas de inteligencia de negocios que se pueden implementar dentro de una organización y para ello es importante tomar en cuenta varias características.

Gartner una empresa consultora que se dedica a la investigación de las tecnologías de la información, elabora los denominados Cuadrantes Mágicos en los que evalúa a las empresas de acuerdo con su visión, alcance del producto y la capacidad de ejecución. En el año 2018 presentó un estudio comparativo de herramientas líderes de soluciones de inteligencia de negocios, la empresa seleccionó Oracle, MicroStrategy, IBM Cognos, Microsoft, Tableau y Pentaho. En el estudio describe las fortalezas y debilidades de estas herramientas teniendo en cuenta la entrega de la información, análisis e integración.

Como resultado de la aplicación de un método de asignación de peso a las características generales, analíticas y de informes junto al posicionamiento en el Cuadrante Mágico de Gartner se obtiene una referencia a valorar en la selección de una herramienta. Los resultados obtenidos del estudio se muestran en la **tabla 1-1**.

**Tabla 1-1:** Comparativa de las herramientas BI

		Oracle	MicroStrategy	IBM Cognos	Microsoft	Tableau	Pentaho
Características de Análisis	Ad Hoc	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	OLAP	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Análisis Predictivo	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Interfaz Amigable	Si	No	Si	Si	No	Si
Características de informes	Ad Hoc	Si	Si	Si	No	Si	No
	Cuadro de mando personalizables	No	No	Si	No	No	Si
	Cuadro de mando	Si	Si	No	Si	Si	Si
Generales	Plataforma	Windows Linux Mac OS	Windows Linux Mac OS	Windows Linux Mac OS	Windows	Windows Linux Mac OS	Windows Linux Mac OS
	Modelo de despliegue	Local Nube	Local Nube	Local	Local Nube	Local Nube	Local Nube

Fuente: (Gartner, 2018)

Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

De la tabla comparativa obtenida del estudio realizado se puede observar que las herramientas poseen ciertas diferencias, sin embargo, se debe seleccionar una que reúna las características necesarias para implementarla dentro del ámbito de la organización.

## **1.2. Pentaho V8**

Pentaho es una herramienta de inteligencia de negocios de código abierto que combina estrechamente la integración de datos con el análisis de negocios en una plataforma moderna que reúne a los usuarios del área tecnológica con de los negocios, para acceder, visualizar y explorar fácilmente los datos que impactan en los resultados del negocio. Es un conjunto completo o componentes individuales accesibles para profesionales de BI (Sourceforge, 2018).

Pentaho Business Intelligence está compuesto por varios programas que resuelven diversos requerimientos de BI.

### ***1.2.1. Data integration***

Pentaho Data Integration (PDI) proporciona acceso a un motor de Extracción, Transformación y Carga (ETL) que captura los datos correctos, limpia los datos y los almacena utilizando un formato uniforme que es accesible y relevante para los usuarios finales y las tecnologías IoT (Pentaho, 2018).

### ***1.2.2. Metadata editor***

El módulo Metadata Editor simplifica la creación de informes. Se utiliza para construir dominios y modelos de metadatos de Pentaho. Un modelo de metadatos de Pentaho mapea la estructura física de una base de datos en un modelo lógico (Pentaho, 2018).

### ***1.2.3. Schema workbench***

Schema Workbench permite editar y crear modelos multidimensionales. Se Puede crear modelos gráficamente o definirlos codificando manualmente los archivos XML (Pentaho, 2018).

#### ***1.2.4. Report designer***

Report designer se utiliza para generar informes detallados utilizando virtualmente cualquier fuente de datos. Permite a los tomadores de decisiones y profesionales de inteligencia empresarial crear informes de calidad para impresión altamente detallados basados en datos preparados adecuadamente (Pentaho, 2018).

#### ***1.2.5. Aggregation designer***

Aggregation Designer proporciona una interfaz simple que permite crear tablas agregadas a partir de niveles dentro de las dimensiones que se especifique. Se puede utilizar esta herramienta para mejorar el rendimiento de sus cubos de análisis OLAP de Pentaho (Pentaho, 2018)

#### ***1.2.6. Dashboard designer***

El diseñador de paneles se utiliza para elegir plantillas de diseño, temas y contenido para crear tableros visualmente atractivos que ayuden a los responsables de la toma de decisiones a obtener conocimiento crítico de un vistazo. Puede combinar una amplia variedad de contenido, incluidos informes interactivos, visualizaciones del analizador y contenido. (Pentaho, 2018)

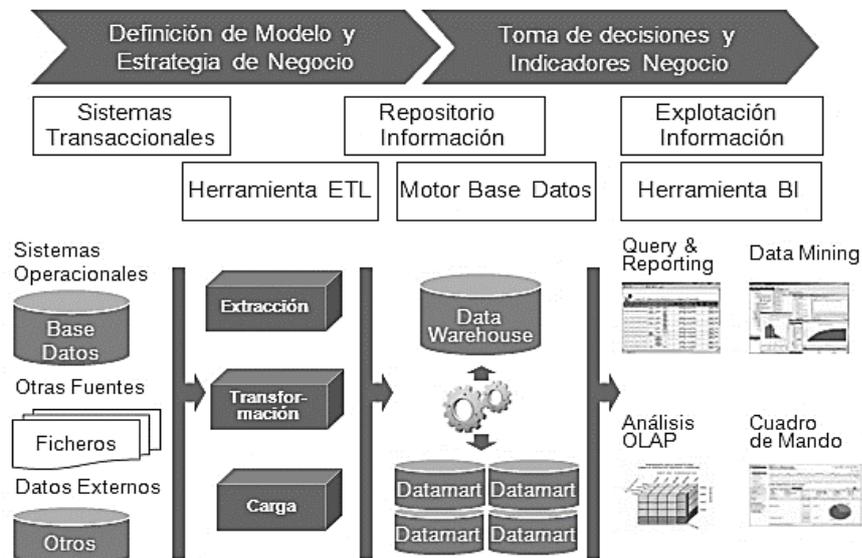
#### ***1.2.7. Arquitectura de una solución de inteligencia de negocios***

Una solución de inteligencia de negocios utiliza fuentes de información a los cuales es necesario aplicar una transformación estructural, optimiza el proceso de análisis al proveer información y conocimiento útil a los tomadores de decisiones. (Sinnexus, 2016)

La arquitectura de una solución de inteligencia de negocios como se muestra en la **figura 1-1** está compuesto por las fuentes de datos internas o externas de una organización (sistemas operacionales, bases de datos, archivos planos, archivos XML, hojas Excel) y mediante procesos ETL se extrae, transforma y se carga los datos en otra base de datos. (Diarium, 2016).

La información resultante del proceso ETL se guarda en un repositorio de datos, data warehouse o datamart, representados visualmente en modelos multidimensionales, dimensiones y tabla de hechos (Oracle, 2017).

El motor de inteligencia de negocios un proceso intermedio entre el repositorio datos y la interfaz de acceso permite: administrar consultas, monitorear procesos, realizar cálculos, crear métricas, representar de forma gráfica los resultados de las consultas y de los indicadores para que el usuario interactúe con la información (Oracle, 2017).



**Figura 1-1:** Arquitectura BI  
Fuente: Business Intelligence (Diarium, 2016)

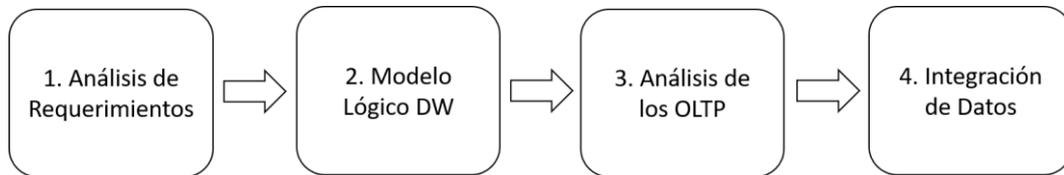
### 1.3. Metodología hefesto V2.0

HEFESTO es una metodología que busca facilitar la construcción de un data warehouse, aportando información que mejore el rendimiento. Está orientado a amortiguar el tedio de seguir pasos sin comprender su ejecución. La metodología inicia con la recolección de requerimientos y necesidades de información de los usuarios y concluye con la confección de un esquema lógico y sus respectivos procesos de extracción, transformación y carga de datos (D. Bernabeu & García, 2018a).

La metodología toma muy en cuenta, no entrar en la utilización de metodologías que requieran fases extensas de reunión de requerimientos y análisis, fases de desarrollo monolítico que conlleve demasiado tiempo y fases de despliegue muy largas. Lo que se busca, es entregar una primera implementación que satisfaga una parte de las necesidades, para demostrar las ventajas del DW y motivar a los usuarios. (R. Bernabeu, 2013)

La metodología HEFESTO, puede ser embebida en cualquier ciclo de vida que cumpla con la condición antes declarada.

La metodología consta de 4 fases que se muestran en la **figura 2-1**.



**Figura 2-1:** Pasos metodología Hefesto  
Fuente: Hefesto Data Warehousing (R. Bernabeu, 2013)

### ***1.3.1. Análisis de requerimientos***

En este paso se identifican las necesidades de información de los usuarios mediante preguntas que expliquen los objetivos de la organización. Luego se analizan para establecer indicadores y perspectivas que serán considerados al construir el modelo conceptual del DW (Dataprix, 2009).

### ***1.3.2. Análisis de los OLTP***

En esta etapa se analizan las fuentes OLTP (OnLine Transaction Processing) que son bases de datos orientadas al procesamiento de transacciones, luego se determina la forma de cálculo de los indicadores, y finalmente se establece las correspondencias entre el modelo conceptual obtenido de la etapa anterior con la base de datos fuente para generar el modelo conceptual ampliado (R. Bernabeu, 2013).

### ***1.3.3. Modelo lógico del datamart***

En este paso se crea modelo lógico de la estructura del DW para esto se utiliza el modelo conceptual ya creado, sin antes primero definir el tipo de esquema que se utilizará para diseñar las tablas de dimensiones y de hechos. Finalmente, se realizarán las uniones pertinentes entre estas tablas. (R. Bernabeu, 2013)

#### ***1.3.4. Integración de datos***

Después de haber "... construido el modelo lógico, se deberá proceder a poblarlo con datos, utilizando técnicas de limpieza y calidad de datos, procesos ETL, etc.; luego se definirán las reglas y políticas para su respectiva actualización, así como también los procesos que la llevarán a cabo." (Dataprix, 2009)

#### ***1.3.5. Consideraciones de diseño***

##### *Claves Subrogadas*

Las claves subrogadas en un datawarehouse son definidas artificialmente, comúnmente son de tipo numérico secuencial, y no esta relacionados directamente con algún dato, que a diferencia de las claves de los OLTP denominadas naturales representan a un dato específico. Esta es solo una de las razones para utilizar claves subrogadas en un DW. (Dataprix, 2009). A continuación, se muestran una serie de ventajas más

- Tienen mejor desempeño y aún más cuando las claves de los OLT son de tipo texto
- Ocupan menos espacio y son de tipo numérico.
- El almacén de datos no estará ligado a la implementación interna del sistema transaccional.
- Las claves modificadas en el OLTP, se toman como un nuevo dato en el DW, almacenando versiones diferentes dl mismo dato.
- Facilita el manejo de dimensiones lentamente cambiantes (SCD – Slowly Changing Dimension).
- La clave subrogada debe ser clave principal en cada tabla de dimensión.

La implementación de las claves subrogadas puede realizarse a través de procesos ETL siendo de tipo numérico. Pero para la dimensión tiempo es conveniente mantener un formato como "yyyymmdd", ya que esto provee dos grandes beneficios: simplifican los procesos ETL y las peticiones a la tabla de hechos se puede realizar a través de este campo. (R. Bernabeu, 2013).

##### *Dimensiones lentamente cambiantes*

En las dimensiones lentamente cambiantes o SCD, los registros de una tabla pueden ir cambiando en el tiempo, puede involucrar toda una tabla o un solo registro. Al observarse este tipo de cambios en las tablas, se puede implementar una de las siguientes dos opciones (Dataprix, 2009).

1. Registrar el historial de cambios.
2. Reemplazar los valores que sean necesarios.

Ralph Kimball planteó tres estrategias cuando tratemos con dimensiones lentamente cambiantes, pero debido a que se ha experimentado más con este tipo de dimensiones a través de los años, las estrategias para tratar SDC fueron incluyendo varios tipos más (Dataprix, 2009).

A continuación se detallarán los 6 tipos de estrategia SCD, que de acuerdo a su naturaleza se debe seleccionar la más adecuada o combinarlas, para esto es necesario contar con claves subrogadas en las tablas de dimensiones. En la mayoría de casos las tablas deberán ser modificadas.

#### *SCD Tipo 1: Sobrescribir.*

En este tipo, cuando se modifica un registro se procede a actualizar el registro afectado, sobrescribiendo el antiguo, esta estrategia se utiliza cuando no es indispensable mantener información histórica (D. Bernabeu & García, 2018b).

#### *SCD Tipo 2: Añadir fila.*

Cuando este caso este presente, se añaden columnas adicionales a la tabla de dimensión, las nuevas columnas almacenan el historial de cambios. Comúnmente las columnas que se agregan son: FechaInicio y FechaFin, Versión, Versión actual. Entonces, al presentarse un cambio en alguno de los registros, se añade una nueva fila con datos referidos al historial de cambios (Dataprix, 2009).

#### *SCD Tipo 3: Añadir columna.*

Esta estrategia requiere que se agregue a la tabla de dimensión una columna adicional por cada columna cuyos valores se desea mantener un historial de cambios. Esta técnica guarda información limitada de cambios (D. Bernabeu & García, 2018b).

#### *SCD Tipo 4: Tabla de Historia separada.*

Esta técnica almacena en una tabla externa los detalles de tipos de cambios (Insert, Update, Delete) históricos realizados sobre una tabla de dimensión, con el fin mantener el detalle de cambios realizados sobre un registro (D. Bernabeu & García, 2018b) .

#### *SCD Tipo 6: Híbrido.*

Esta estrategia combina las SCD Tipo 1, 2 y 3. Se denomina SCD Tipo "6", porque:  $6 = 1 + 2 + 3$ .

### **1.4. Data warehouse (DW)**

William Harvey Inmon reconocido mundialmente como el padre del DW define: “Un Data Warehouse es una colección de datos orientada al negocio, integrada, variante en el tiempo y no volátil para el soporte del proceso de toma de decisiones de la gerencia”.

Una data warehouse almacena los datos de una forma no muy convencional y existen diferentes niveles de esquematización y detalle en su estructura. Están compuestos por diferentes tipos de datos relacionados al nivel de detalle de estos (R. Bernabeu, 2013).

#### **1.4.1. Características**

**Tabla 2-1:** Características de un DW

<b>Orientada al negocio</b>	Contiene datos relevantes para el análisis y toma de decisiones. Maneja entidades de alto nivel. Utiliza una estructura multidimensional.
<b>Integrada</b>	Datos provienen de orígenes heterogéneos Datos deben ser analizados para asegurar su calidad y limpieza
<b>Variante en el tiempo</b>	Los datos actuales son almacenados junto a los datos históricos. Cada dato es marcado con su correspondiente sello de tiempo
<b>No volátil</b>	Una vez que los datos ingresan NO cambian La manipulación de los datos es más simple, solo existen dos tipos de acciones insertar y consultar.

**Fuente:** Bernabéu y García (2018)

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

### ***1.4.2. Tipos de implementación de un DW***

Los esquemas mencionados para diseñar bases de datos multidimensionales pueden ser implementados de diversas formas, independientemente al tipo de arquitectura la estructura de datos debe estar desnormalizada o semi desnormalizada, para facilitar el acceso a la información reduciendo la creación de uniones (Join) complejas y así agilizar la ejecución de consultas (Dataprix, 2009). Los tipos de implementación para DW los siguientes:

- Relacional (ROLAP).
- Multidimensional (MOLAP).
- Híbrido (HOLAP).

#### ***1.4.2.1. ROLAP***

ROLAP (Relational On Line Analytic Processing) es una estructura de organización que usa tecnología relacional, aprovecha de los beneficios de un sistema gestor de base de datos relacional que mediante extensiones y herramientas puede utilizarse como un Sistema Gestor de DW. (Dataprix, 2009).

Los cubos multidimensionales de esta estructura se generan cuando se realizan las consultas, haciendo que el manejo de los cubos sea transparente para los usuarios ya que no tienen que crearlos o darles mantenimiento. Una desventaja de esta estructura es que los datos de los cubos se calculan cada vez que se realiza una consulta reduciendo el tiempo de respuesta ante las consultas de los usuarios (Dataprix, 2009).

Bernabeu (2010) muestra varias características importantes de ROLAP, como se muestran a continuación:

- Almacena la información en una base de datos relacional.
- Utiliza índices de mapas de bits.
- Utiliza índices de Join.
- Posee optimizadores de consultas.

En esta estructura “El almacén de datos se organiza en una base de datos multidimensional que puede ser soportado por un SGBD Relacional. Para lograr esto se utilizan los diferentes esquemas, en estrella, copo de nieve y constelación, los cuales transformarán el modelo multidimensional y

permitirán que pueda ser gestionado por un SGDB Relacional, ya que solo se almacenarán tablas” (Dataprix, 2009).

#### *1.4.2.2. MOLAP*

MOLAP (Multidimensional On Line Analytic Processing) tiene como objetivo almacenar físicamente los datos en estructuras multidimensionales, esta estructura requiere que previamente se generen y calculen los cubos para luego ser consultados mejorando la respuesta a las consultas. (R. Bernabeu, 2013). Al precalcular los cubos se generan varias desventajas, una de ellas es que si es necesario modificar un cubo se debe recalcularlo totalmente y otra es que se necesita más espacio para dichos datos (Dataprix, 2009).

En esta estructura se requiere de otro software para administrar y gestionar los datos de manera Multidimensional, y así generar cubos multidimensionales.

#### *1.4.2.3. HOLAP*

HOLAP (Hybrid On Line Analytic Processing) es un sistema híbrido que utiliza los beneficios de MOLAP y ROLAP, esta estructura almacena ciertos datos en un motor relacional y otros en una base de datos multidimensional. Además, Los datos agregados y precalculados se almacenan en estructuras multidimensionales y los de menor nivel de detalle en estructuras relacionales. Es decir, se utilizará ROLAP para navegar y explorar los datos, y se empleará MOLAP para la realización de tableros. (D. Bernabeu & García, 2018a)

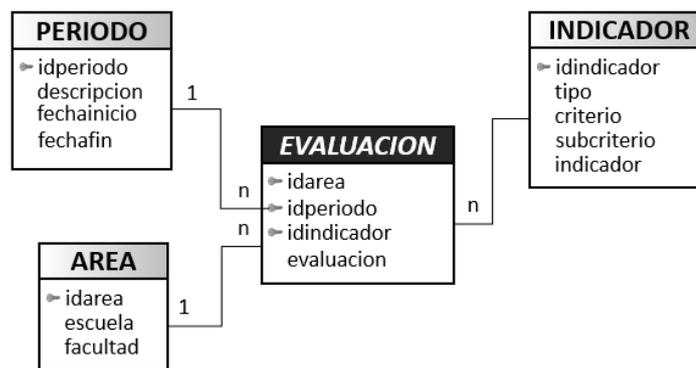
### **1.5. Datamart (DM)**

Un datamart es una especialización de un datawarehouse este almacena datos de un área específica del negocio, su estructura permite el análisis de información con gran detalle de todas las perspectivas que afectan a los procesos de un departamento. Puede ser poblado con datos de un datawarehouse o de distintas fuentes de información (Sinnexus, 2016).

## 1.6. Base de datos multidimensional

Una base de datos multidimensional es una estructura que almacena datos en tablas de hechos y tablas de dimensiones que permiten consultar, explorar y analizar las relaciones de los datos (R. Bernabeu, 2013).

En la **figura 3-1** se puede observar el ejemplo de una base de datos multidimensional para el SGIA-ALPA que consta de 3 dimensiones: periodo, área, indicador; y una la tabla de hechos representado por la tabla evaluación.



**Figura 3-1:** Esquema de una base de datos multidimensional.  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

### 1.6.1. Tablas de dimensiones

Las tablas de dimensiones definen la organización lógica de los datos, son datos cualitativos que representan los aspectos de interés del negocio y son un medio para analizar, filtrar y manipular información del repositorio de datos. Las tablas de dimensiones aplicadas a un área o tema específico puede variar entre 3 y quince, y están relacionadas a la tabla de hechos mediante sus claves respectivas (R. Bernabeu, 2013). En la Figura 4-1 se puede observar las dimensiones del esquema de la **figura 3-1**.



**Figura 4-1:** Tablas de dimensiones  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

### 1.6.2. *Tablas de hechos*

Las tablas de hechos guardan datos cuantitativos que los analistas de negocio utilizaran para apoyar el proceso de toma de decisiones. Los hechos son datos de algún instante en el tiempo, estos son filtrados, agrupados y explorados a través de condiciones establecidas en las tablas de dimensiones, puede existir una gran cantidad de registros dependiendo de la antigüedad y nivel de detalle de la información (Napanga, 2013). En la figura 5-1 se puede observar la tabla de hechos del esquema de la **figura 4-1**.



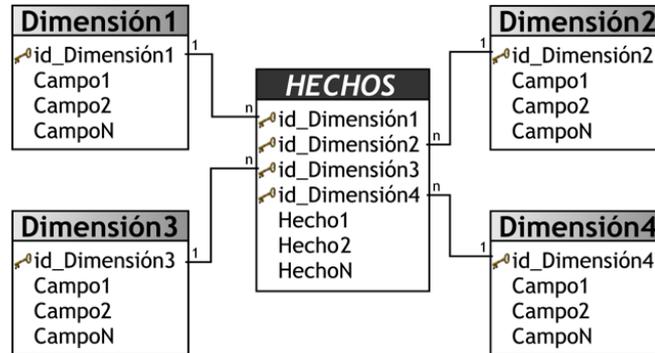
**Figura 5-1:** Tabla de hechos  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

### 1.6.3. *Esquemas de bases datos multidimensionales*

Existen tres variantes para el modelamiento de las bases de datos multidimensionales: esquema en estrella, esquema copo de nieve y esquema constelación o copo de estrellas. Estos permiten realizar consultas para dar soporte a las decisiones (Napanga, 2013).

### 1.6.3.1. Esquema en estrella

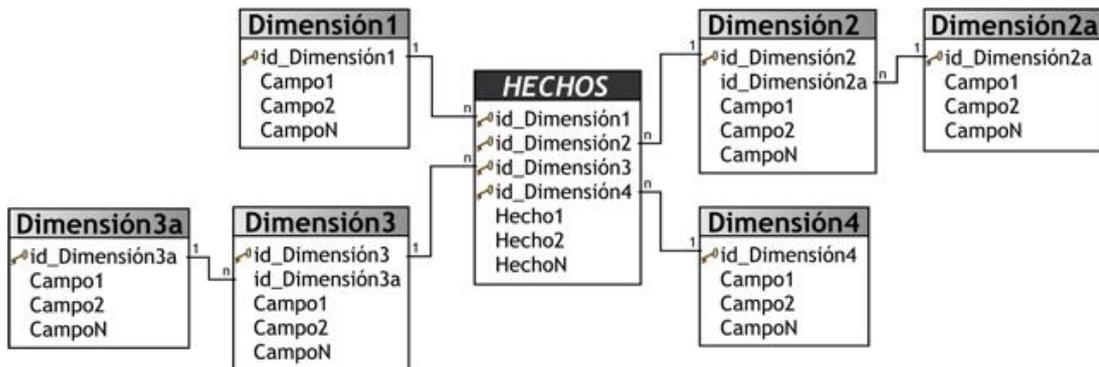
Este esquema de modelamiento consta de una tabla de hechos y varias tablas de dimensiones relacionadas a esta, mediante sus respectivas claves. El esquema debe estar completamente desnormalizado (R. Bernabeu, 2013). En la **figura 6-1** se puede apreciar un esquema estrella.



**Figura 6-1:** Esquema en estrella  
Fuente: Metodología Hefesto (R. Bernabeu, 2013)

### 1.6.3.2. Esquema Copo de Nieve

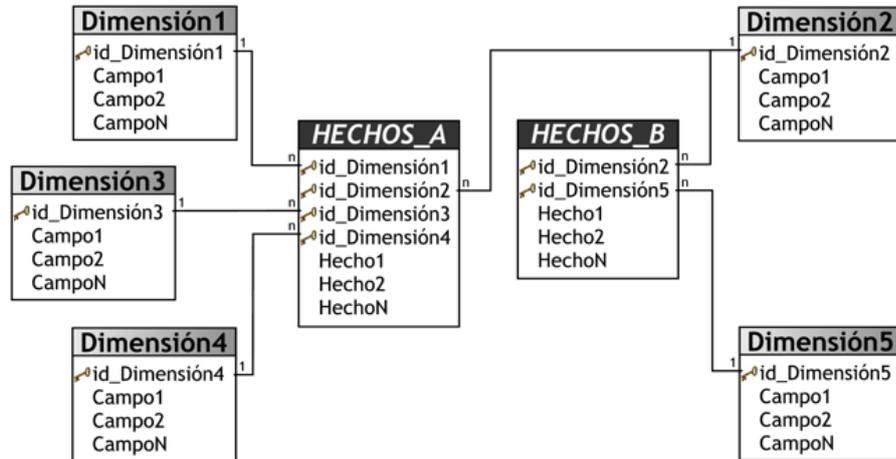
Este esquema pasa a ser una extensión del modelo en estrella, existe una tabla de hechos central relacionada con una o más tablas de dimensiones, que a su vez pueden estar relacionadas o no con otras tablas de dimensiones (Napanga, 2013). Este modelo es muy similar al modelo entidad relación debido a que sus tablas están normalizadas. En la figura 7-1 se puede apreciar el esquema copo de nieve.



**Figura 7-1:** Esquema copo de nieve  
Fuente: Hefesto V2 (Napanga, 2013)

### 1.6.3.3. Esquema Constelación

Este modelo está constituido por más de dos esquemas en estrella, está formado por una tabla de hechos principal y por una o más tablas de hechos auxiliares que pueden ser sumalizaciones de la principal. Además, cada tabla de hechos está relacionado con sus tablas de dimensiones respectivas (R. Bernabeu, 2013). El modelo se puede observar la **figura 8-1**.



**Figura 8-1:** Esquema Constelación  
Fuente: Metodología Hefesto (R. Bernabeu, 2013)

### 1.6.3.4. Comparación de esquemas de modelamiento

Napanga (2013), Dataprix (2016) y Benabeu Ricardo (2010) expresan los beneficios e inconvenientes al utilizar los esquemas para modelamiento de bases de datos multidimensionales, estas se representan en la **tabla 3-1**.

**Tabla 3-1:** Comparación de esquemas de modelación

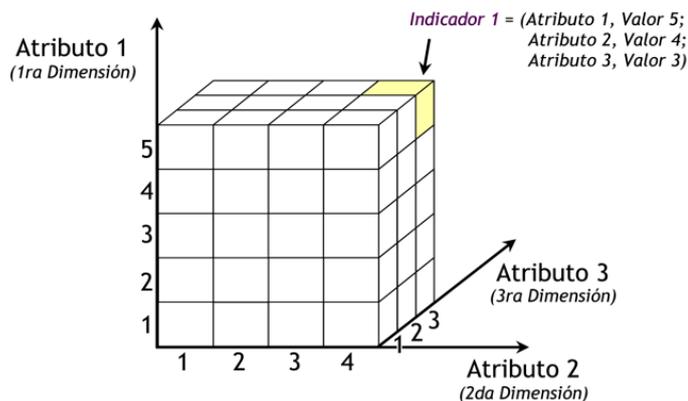
	Esquema estrella	Esquema copo de nieve	Esquema constelación
<b>Diseño</b>	Sencillo	Complejo	Complejo
<b>Tiempos de respuesta</b>	Bajo	Bajo	Bajo
<b>Modificabilidad</b>	Fácil	Inmanejables dependiendo del número de tablas	Complejo
<b>Desempeño</b>	Alto	Se reduce al aumentar el número de uniones	Se reduce al aumentar el número de uniones
<b>Consulta y análisis</b>	Soportado por la mayoría de las herramientas	Soportado por la mayoría de las herramientas	La mayoría de las herramientas no lo soporta

Fuente: Napanga (2013), Dataprix (2016) y Benabeu Ricardo (2010)  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

## 1.7. Cubos multidimensionales

Los cubos multidimensionales o cubos OLAP (On-Line Analytical Processing o Procesamiento Analítico en Línea) son estructuras multidimensionales representan los datos planos que se encuentran en filas y columnas, en una matriz de n dimensiones. Los cubos “son un elemento clave ya que permiten tener información pre-agregada con todas las combinaciones posibles de las perspectivas incluidas y de esta forma visualizar las métricas que le interesen al usuario” (evaluandosoftware, 2015).

Los cubos incluyen componentes importantes que son: indicadores, atributos y jerarquías. Dataprix (2016). En la **figura 9-1** se puede apreciar su representación matricial.



**Figura 9-1:** Cubo multidimensional  
Fuente: Data warehouse manager (Dataprix, 2009)

### 1.2.1. Indicadores

Los indicadores son sumalizaciones aplicados sobre algún hecho perteneciente a una tabla de hechos, para esto pueden utilizarse funciones de sumarización, funciones matemáticas, operadores matemáticos y lógicos (R. Bernabeu, 2013).

### 1.2.2. Atributos

Los atributos son campos o criterios de análisis de un cubo multidimensional, son utilizados para analizar los indicadores dentro de un cubo y estas constituyen sus ejes (R. Bernabeu, 2013).

### 1.2.3. Jerarquías

Las jerarquías “...representan una relación lógica entre dos o más atributos. De esta manera en un cubo multidimensional, los atributos existen a lo largo de varios ejes o dimensiones, y la intersección de estas representa el valor que tomará el indicador que se está evaluando.” (Dataprix, 2009).

### 1.8. Proceso de extracción transformación y carga (ETL)

ETL es una técnica de integración de datos que extrae datos importantes desde diferentes fuentes, luego se integran y transforman para evitar inconsistencias y finalmente guardarlos en el DW (D. Bernabeu & García, 2018a). En la **figura 10-1** se puede observar la secuencia del proceso ETL.



**Figura 10-1:** Proceso ETL  
Fuente: Hefesto data warehousing (Dataprix, 2009)

#### 1.8.1. Extracción

En el proceso de extracción la selección de datos relevantes se hace tomando en cuenta las necesidades de los usuarios y los requisitos. En la mayoría de casos las fuentes son bases datos relacionales y mediante consultas SQL puede llevarse a cabo la extracción sin mayor dificultad caso contrario a fuentes de datos no convencionales (D. Bernabeu & García, 2018a).

Una vez que los datos son seleccionados y extraídos, se guardan en un almacenamiento intermedio, lo cual permite procesar los datos sin interrumpir los sistemas transaccionales, ni tampoco el almacén de datos (Dataprix, 2016).

### **1.8.2. Transformación**

La transformación “... es la función responsable de aplicar acciones necesarias sobre los datos para que estos sean compatibles y congruentes con el DW.” (D. Bernabeu & García, 2018a). Además, esta función se encarga de asegurar la limpieza y calidad de datos.

### **1.8.3. Carga**

En esta etapa se ejecutan tareas de carga inicial y actualización periódica:

La carga inicial consume un tiempo considerable debido que se está poblando por primera vez el DW con una gran cantidad de registros (R. Bernabeu, 2013)

La actualización periódica ingresa aquellos registros generados a partir de la última actualización, son pequeños volúmenes de datos, la frecuencia de actualización se establece en función de la granularidad de del DW y los requerimientos de usuario (D. Bernabeu & García, 2018a).

## **1.9. Calidad del producto software**

La Organización Internacional de Normalización define la calidad del producto software como:

*“el grado en que dicho producto satisface los requisitos de sus usuarios aportando de esta manera un valor. Son precisamente estos requisitos (funcionalidad, rendimiento, seguridad, mantenibilidad, etc.) los que se encuentran representados en el modelo de calidad, el cual categoriza la calidad del producto en características y subcaracterísticas.” (ISO25000, 2015) .*

### **1.10. ISO/IEC 25010**

La ISO/EIC 25010 es un modelo de calidad para la evaluación de la calidad del producto. En este se determinan las características de calidad que se toman cuenta para de evaluar las propiedades de un producto software determinado. (iso25000,2015)

El modelo de calidad está compuesto por ocho características de calidad como se puede ver en la Figura 11-1.



**Figura 11-1:** Modelo de calidad de producto software ISO/IEC 25010  
**Fuente:** Norma ISO/IEC 25010 (ISO25000, 2015)

### ***1.10.1. Adecuación funcional***

La adecuación funcional de un producto software determinado se refiere a la capacidad de proporcionar funciones que resuelven las necesidades implícitas, cuando el producto se usa en condiciones determinadas (ISO25000, 2015).

Esta característica de calidad se subdivide en otras subcaracterísticas descritas a continuación.

- **Compleitud funcional.** Grado en el cual el conjunto de funcionalidades cubre todas las tareas y los objetivos del usuario especificados.
- **Corrección funcional.** Capacidad del producto o sistema para proveer resultados correctos con el nivel de precisión requerido.
- **Pertinencia funcional.** Capacidad del producto software para proporcionar un conjunto apropiado de funciones para tareas y objetivos de usuario especificados.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se detallan los métodos, técnicas y recursos utilizados para el desarrollo del proyecto denominado SGIA-Dashboard.

#### 2.1. Justificación metodológica

Se seleccionó la metodología Hefesto v2 para el desarrollo del proyecto por su amplia documentación de proyectos que lo han implementados en su desarrollo. Además, también se ha seleccionado la metodología por las características que el creador (R. Bernabeu, 2013) expresa en su obra y se listan a continuación.

- Los objetivos y resultados esperados en cada fase se distinguen fácilmente y son sencillos de comprender.
- La piedra fundamental la constituyen los requerimientos de los usuarios, por lo cual, se adapta con facilidad y rapidez a los cambios del negocio.
- Reduce drásticamente la resistencia al cambio, ya que involucra a los usuarios finales en cada etapa para que tomen decisiones respecto al comportamiento y funciones del DW, y además expone resultados inmediatos.
- Utiliza modelos conceptuales y lógicos, los cuales son sencillos de interpretar y analizar.
- Es independiente del tipo de ciclo de vida que se emplee para contener la metodología.
- Es independiente del software/hardware que se utilicen para su implementación.
- Cuando se culmina con una fase, los resultados obtenidos se constituyen en la entrada de la fase siguiente.
- Se aplica en Data warehouse y en datamart.

## 2.2. Identificación de interesados

En el desarrollo del proyecto estarán involucradas personas que cumplen roles importantes para alcanzar el objetivo del proyecto y se describen en la **tabla 4-2**.

**Tabla 4-2:** Roles del proyecto

<b>Rol</b>	<b>Nombres</b>
Representante del negocio	Ing. Geovanny Alarcón
Jefe del Proyecto	Ing. Geovanny Alarcón
Desarrollador	Carlos Buñay

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

Los roles descritos se establecen de acuerdo con los interesados del proyecto, se establecieron 3 roles donde el representante del negocio es la persona que financia el proyecto, el jefe de proyecto es el encargado de la gestión del proyecto y el desarrollador que es responsable de ejecutar las tareas y actividades de la metodología.

## 2.3. Tipos y roles de usuario

Los usuarios que utilizarán el sistema de inteligencia de negocios y las funciones que pueden realizar están descritos en la **tabla 5-2**.

**Tabla 5-2:** Tipos y roles de usuario

<b>Nombre</b>	<b>Acciones / Funcionalidades</b>
Administrador	Gestionar los usuarios de la aplicación Gestionar roles de usuario Gestionar cuadros de mando Visualización de cuadros de mando
Rector	Visualización de cuadros de mando
Decano	Visualización de cuadros de mando
Director de escuela	Visualización de cuadros de mando

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

## 2.4. Módulos del sistema

El desarrollo de la solución de inteligencia de negocios contempla diferentes módulos que cumplen funciones específicas, a continuación se describen cada una de ellas.

### *Modulo Cuadro de mando.*

Este módulo está compuesto por los tableros de control que muestran información en diferentes formatos gráficos, permiten ver de un vistazo la evaluación de los indicadores de acreditación de las diferentes unidades académicas de la ESPOCH, esto permite a los tomadores de decisiones disponer de información útil, fácil de visualizar y analizar.

### *Módulo datamart*

El datamart almacena los datos de los indicadores de acreditación que pasaron por un proceso de selección estos se analizan y muestran en el cuadro de mando. La estructura del datamart esta optimizado para el análisis de información con gran detalle, permitiendo obtener información valiosa al instante.

### *Módulo de Extracción transformación y carga*

Reúne los datos necesarios para generar información útil para los tomadores de decisiones, este módulo realiza un proceso de selección, formateo y carga de datos en el datamart. Este módulo contiene todos los procesos que extraen los datos de la base de datos fuente, los procesa para que la información sea más intuitiva para el análisis, y finalmente los almacena en un repositorio.

En la **figura 12-2** se puede observar los módulos del sistema.



**Figura 12-2:** Módulos del sistema  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

## **2.5. Desarrollo de la metodología**

La metodología HEFESTO contempla 4 fases para la construcción del DW mas no aborda la creación de los cubos OLAP y los cuadros de mando, por lo cual se ha añadido una fase final para el desarrollo de estos elementos y ejecutar satisfactoriamente el proyecto.

### **2.5.1. Análisis de requerimientos**

Bernabeu y García (2018) manifiestan que esta fase se identificación de los requerimientos de usuario mediante preguntas, para luego establecer indicadores y perspectivas que servirán para la creación del modelo conceptual del DW.

#### **2.5.1.1. Identificar preguntas**

En las entrevistas establecidas con el representante del negocio para indagar las necesidades de información del SGIA-Alpa, se solicitó que reconocieran el proceso o procesos más importantes del sistema.

El proceso más relevante identificado fue la evaluación de los indicadores de acreditación de un área de gestión, luego se le pidió los indicadores más representativos del proceso de evaluación para su análisis, entonces se determinó que porcentaje de cumplimiento de evaluación de los indicadores es el más representativo.

Luego se preguntó desde que puntos de vista o perspectivas se consultarían dichos indicadores con lo que se obtuvo las siguientes preguntas de negocio, a las que se le da una interpretación para luego identificar indicadores y perspectivas.

En total se obtuvieron 46 preguntas de negocio como se muestra en la **tabla 6-2**.

**Tabla 6-2:** Preguntas de negocio

N°	Preguntas	Interpretación
<b>INSTITUCIONAL</b>		
1	¿Qué porcentaje cumple la evaluación institucional en el periodo actual?	Porcentaje de evaluación institucional en el periodo actual
2	¿Cuál el estado del porcentaje de evaluación institucional en el periodo actual?	Estado del porcentaje de evaluación institucional en el periodo actual
3	¿Cuánto es el porcentaje de cumplimiento de evaluación institucional en un periodo determinado?	Porcentaje de evaluación institucional en un periodo determinado
4	¿En un periodo determinado cuál es el estado del porcentaje de evaluación institucional?	Estado del porcentaje de evaluación institucional en un periodo determinado
5	¿Cómo ha variado el porcentaje de evaluación institucional en los últimos periodos?	Porcentaje de evaluación institucional en los últimos periodos
6	¿La variación del porcentaje de evaluación de los criterios institucionales como se ha dado en los últimos periodos?	Porcentaje de evaluación de los criterios institucionales en los últimos periodos
7	¿Qué porcentaje cumple la evaluación de un indicador institucional en el periodo actual?	Porcentaje de evaluación de un indicador institucional en el periodo actual
8	¿Cuál es el estado del porcentaje de evaluación de un indicador institucional en el periodo actual?	Estado del porcentaje de evaluación de un indicador institucional en el periodo actual
9	¿La evaluación de un indicador institucional en un periodo determinado qué porcentaje cumple?	Porcentaje de evaluación de un indicador institucional en un periodo determinado
10	¿Dado un periodo cuál es el estado de la valuación de un indicador institucional en un periodo determinado?	Estado del porcentaje de evaluación de un indicador institucional en un periodo determinado
11	¿Cómo ha variado el porcentaje de evaluación de un indicador institucional en los últimos periodos?	Porcentaje de evaluación de un indicador institucional en los últimos periodos
12	¿En un periodo determinado cuál es el indicador institucional que tiene el máximo porcentaje?	Indicador institucional con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
13	¿Cuál es el indicador institucional con el porcentaje de evaluación mínima en un periodo determinado?	Indicador institucional con el porcentaje de evaluación mínima en un periodo determinado
14	¿Qué facultad posee el porcentaje máxima en un periodo determinado?	Facultad con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
15	¿Dado un periodo que facultad posee el porcentaje de evaluación mínima?	Facultad con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
16	¿Cuál es la carrera que tiene el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado?	Carrera con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
17	¿Dado un periodo que carrera tiene el porcentaje de evaluación mínima?	Carrera con el porcentaje de evaluación mínima en un periodo determinado
18	¿Cuánto es el porcentaje de evaluación institucional en los 3 últimos periodos?	Porcentaje de evaluación institucional en los 3 últimos periodos
<b>FACULTAD</b>		
1	¿Cuánto es el porcentaje de cumplimiento de una facultad en el periodo actual?	Porcentaje de evaluación de una facultad en el periodo actual

2	¿Cuál es el estado del porcentaje de evaluación de una facultad en el periodo actual?	Estado del porcentaje de evaluación de una facultad en el periodo actual
3	¿Qué porcentaje cumple el porcentaje de evaluación de una facultad en un periodo determinado?	Porcentaje de evaluación de una facultad en un periodo determinado
4	¿En un periodo determinado cuál es el estado del porcentaje de evaluación de una facultad?	Estado del porcentaje de evaluación de una facultad en un periodo determinado
5	¿Cómo ha variado el porcentaje de evaluación de una facultad en los últimos periodos?	Porcentaje de evaluación de una facultad en los últimos periodos
6	¿En los últimos periodos se ha producido variación del porcentaje de evaluación de los criterios de facultad?	Porcentaje de evaluación de los criterios de facultad en los últimos periodos
7	¿El porcentaje de cumplimiento de la evaluación de un indicador de facultad cuál es su cumplimiento?	Porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en el periodo actual
8	¿Cuál es el estado del porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en el periodo actual?	Estado del porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en el periodo actual
9	¿Qué porcentaje cumple la evaluación de un indicador de facultad en un periodo determinado?	Porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en un periodo determinado
10	¿Cuál es el estado del porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en un periodo determinado?	Estado del porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en un periodo determinado
11	¿Cuál es el indicador de facultad con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado?	Indicador de facultad con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
12	¿Cuál es el indicador de facultad con el porcentaje de evaluación mínima en un periodo determinado?	Indicador de facultad con el porcentaje de evaluación mínima en un periodo determinado
13	¿Cómo ha variado el porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en los últimos periodos?	Porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en los últimos periodos
14	¿Cuál es el porcentaje de evaluación de una facultad en los 3 últimos periodos?	Porcentaje de evaluación de una facultad en los 3 últimos periodos
<b>ESCUELA</b>		
1	¿Cuánto es el cumplimiento de la evaluación de una carrera en el periodo actual?	Porcentaje de evaluación de una carrera en el periodo actual
2	¿A qué estado corresponde el porcentaje de evaluación de una carrera en el periodo actual?	Estado del porcentaje de evaluación de una carrera en el periodo actual
3	¿En un periodo determinado qué porcentaje cumple la evaluación de una carrera?	Porcentaje de evaluación de una carrera en un periodo determinado
4	¿Dado el del porcentaje de evaluación de una carrera en un periodo determinado cuál es su estado?	Estado del porcentaje de evaluación de una carrera en un periodo determinado.
5	¿Cómo ha variado el porcentaje de evaluación de una carrera en los últimos periodos?	Porcentaje de evaluación de una carrera en los últimos periodos
6	¿Se ha dado una variación del porcentaje de evaluación de los criterios de carrera en los últimos periodos?	Porcentaje de evaluación de los criterios de carrera en los últimos periodos
7	¿Qué porcentaje cumple la evaluación de un indicador de carrera en el periodo actual?	Porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en el periodo actual
8	¿El porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en el periodo actual que estado refleja?	Estado del porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en el periodo actual

9	¿Cuánto es el porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en un periodo determinado?	Porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en un periodo determinado
10	¿Cuál es el estado del porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en un periodo determinado?	Estado del porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en un periodo determinado
11	¿Cómo ha variado el porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en los últimos periodos?	Porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en los últimos periodos
12	¿Dado un periodo cual es el indicador de carrera con el porcentaje de evaluación máxima?	Indicador de carrera con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
13	¿Qué indicador de carrera posee el porcentaje de evaluación mínima en un periodo determinado?	Indicador de carrera con el porcentaje de evaluación mínima en un periodo determinado
14	¿Cómo ha variado el porcentaje de evaluación de una carrera en los 3 últimos periodos?	Porcentaje de evaluación de una carrera en los 3 últimos periodos
<b>46</b>	<b>TOTAL</b>	

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

Las necesidades de información obtenidas están alineadas con los objetivos del SGIA-ALPA ya que la información establecerá un ámbito para la toma de decisiones, ya que se analizará el comportamiento institucional, de las facultades y carreras, a quienes se pretende monitorear y así lograr mejorar la toma de decisiones.

#### 2.5.1.2. Identificar indicadores y perspectivas

Una vez obtenidas las preguntas procedemos a identificar los indicadores y perspectivas de cada una de ellas. Para lo cual es necesario tener en cuenta que los indicadores son valores numéricos y las perspectivas son entidades con las cuales se van a examinar los indicadores para responder a preguntas.

A continuación, se analizarán las preguntas obtenidas en el paso anterior e identificar los Indicadores y Perspectivas. Para facilidad la identificación se utilizó la notación de colores morado para indicadores y verde para las perspectivas.

#### Grupo institucional

1. Porcentaje de evaluación institucional en el periodo actual
2. Estado del porcentaje de evaluación institucional en el periodo actual
3. Porcentaje de evaluación institucional en un periodo determinado

4. Estado del porcentaje de evaluación institucional en un periodo determinado
5. Porcentaje de evaluación institucional en los últimos periodos
6. Porcentaje de evaluación de los criterios institucionales en los últimos periodos
7. Porcentaje de evaluación de un indicador institucional en el periodo actual
8. Estado del porcentaje de evaluación de un indicador institucional en el periodo actual
9. Porcentaje de evaluación de un indicador institucional en un periodo determinado
10. Estado del porcentaje de evaluación de un indicador institucional en un periodo determinado
11. Porcentaje de evaluación de un indicador institucional en los últimos periodos
12. Indicador institucional con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
13. Indicador institucional con el porcentaje de evaluación mínima en un periodo determinado
14. Facultad con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
15. Facultad con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
16. Carrera con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
17. Carrera con el porcentaje de evaluación mínima en un periodo determinado
18. Porcentaje de evaluación institucional en los 3 últimos periodos

### **Grupo facultad**

1. Porcentaje de evaluación de una facultad en el periodo actual
2. Estado del porcentaje de evaluación de una facultad en el periodo actual
3. Porcentaje de evaluación de una facultad en un periodo determinado
4. Estado del porcentaje de evaluación de una facultad en un periodo determinado
5. Porcentaje de evaluación de una facultad en los últimos periodos
6. Porcentaje de evaluación de los criterios de una facultad en los últimos periodos
7. Porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en el periodo actual
8. Estado del porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en el periodo actual

9. Porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en un periodo determinado
10. Estado del porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en un periodo determinado
11. Indicador de facultad con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
12. Indicador de facultad con el porcentaje de evaluación mínima en un periodo determinado
13. Porcentaje de evaluación de un indicador de facultad en los últimos periodos
14. Porcentaje de evaluación de una facultad en los 3 últimos periodos

### **Grupo escuela**

1. Porcentaje de evaluación de una carrera en el periodo actual
2. Estado del porcentaje de evaluación de una carrera en el periodo actual
3. Porcentaje de evaluación de una carrera en un periodo determinado
4. Estado del porcentaje de evaluación de una carrera en un periodo determinado.
5. Porcentaje de evaluación de una carrera en los últimos periodos
6. Porcentaje de evaluación de los criterios de carrera en los últimos periodos
7. Porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en el periodo actual
8. Estado del porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en el periodo actual
9. Porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en un periodo determinado
10. Estado del porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en un periodo determinado
11. Porcentaje de evaluación de un indicador de carrera en los últimos periodos
12. Indicador de carrera con el porcentaje de evaluación máxima en un periodo determinado
13. Indicador de carrera con el porcentaje de evaluación mínima en un periodo determinado
14. Porcentaje de evaluación de una carrera en los 3 últimos periodos

Del análisis de las preguntas se obtiene los siguientes indicadores:

- Porcentaje de evaluación

y las perspectivas de análisis:

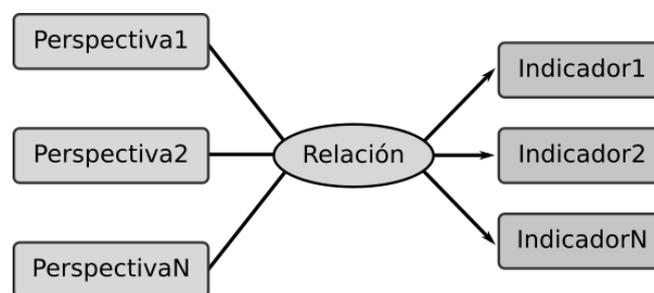
- Periodo
- Unidad Académica

- Criterio
- Subcriterio
- Indicador
- Variable

### 2.5.1.3. Modelo conceptual

En esta etapa ya con los indicadores y perspectivas identificados procedemos a construir el modelo conceptual que es una descripción de alto nivel de la estructura de la base de datos. Además, con el modelo se podrá establecer el alcance del proyecto y trabajar sobre ellos al ser una representación visual esta puede presentar a los usuarios.

La representación gráfica del modelo conceptual es la siguiente:



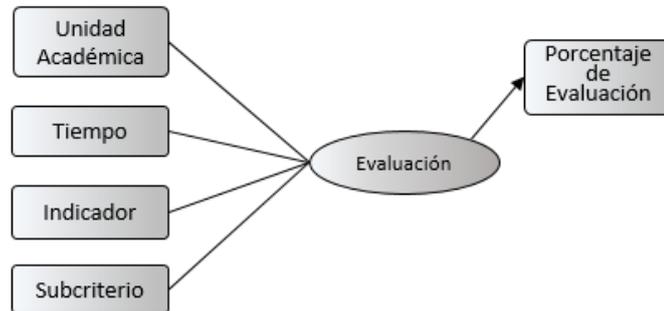
**Figura 13-3:** Esquema conceptual  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

- A la izquierda del óvalo se colocan las Perspectivas
- Un óvalo central que representa la relación que existe entre ellas;
- La Relación es el proceso o área de estudio elegida;
- Flechas se desprenden hacia la derecha los Indicadores indicando la existencia de una relación.

El modelo conceptual permite comprender los resultados que se esperan, las variables que se utilizarán para el análisis y la relación existente entre ellos. Veamos los resultados al aplicar este paso.

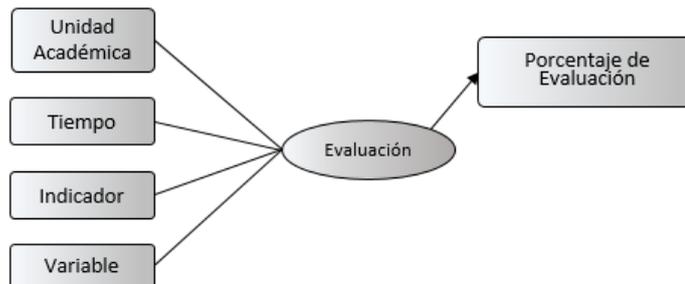
Al aplicar el paso se obtienen dos modelos conceptuales, estos tienen perspectivas comunes (Unidad Académica, Tiempo, Indicador) y específicas (Subcriterio y Variable), que en etapas posteriores se definirá el esquema que se utilizará para implementarlos.

**Modelo conceptual para indicadores.**- El esquema de la figura 14-2 representa el área de análisis de los indicadores con las perspectivas: Unidad Académica, Tiempo, Indicador y Subcriterio.



**Figura 14-2:** Modelo conceptual indicador  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

**Modelo conceptual para variables.**- En la figura 15-2 el esquema representa el área de análisis de las variables con las perspectivas: Unidad Académica, Tiempo, Indicador y Variable.



**Figura 15-2:** Modelo conceptual variables  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

### 2.5.2. Análisis de los OLPT

En este paso se analizan las bases de datos fuente o sistemas transaccionales, se determina como calcular los indicadores, se mapea con el esquema de la base datos fuente y se define los campos que compondrán cada perspectiva.

#### 2.5.2.1. *Conformar indicadores*

En esta fase se determina como calcular los indicadores, se debe definir:

- Hecho/s que lo componen, con su respectiva fórmula de cálculo.
- Función de agregación que se utilizará (SUM, AVG, COUNT, etc)

Al aplicar este paso obtenemos el siguiente indicador.

**Indicador:** Porcentaje de evaluación

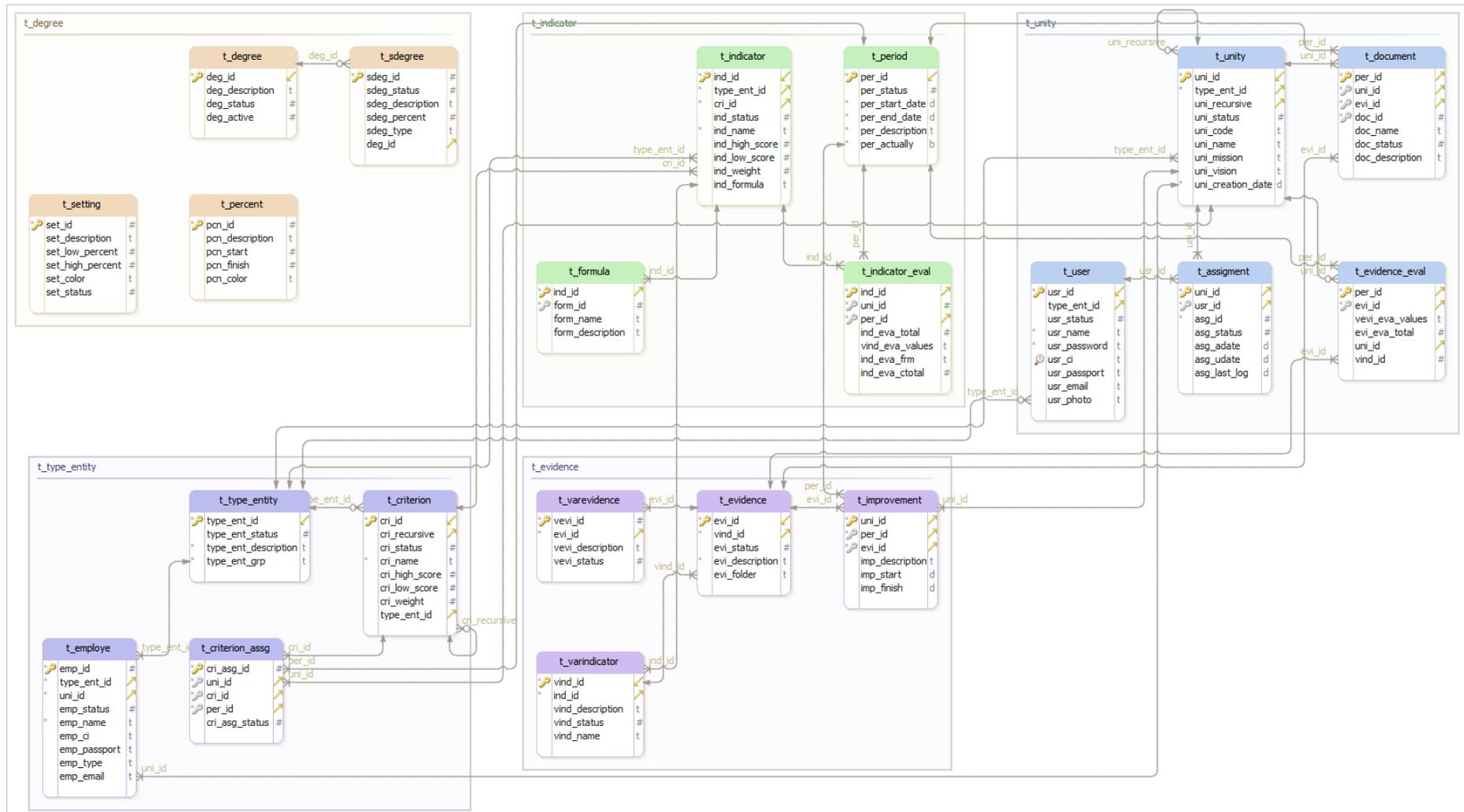
- Hechos: Porcentaje de evaluación
- Función de agregación: AVG

Aclaración: En el esquema indicador el porcentaje de evaluación representa el promedio de los indicadores y en el esquema variable representa el promedio de las variables.

#### 2.5.2.2. *Establecer correspondencia*

En esta etapa se examina la fuente de datos para comprobar que contiene los datos que se requieren, luego se establece como se van a obtener los elementos que hemos definido en el modelo conceptual y finalmente realizar la correspondencia entre modelos.

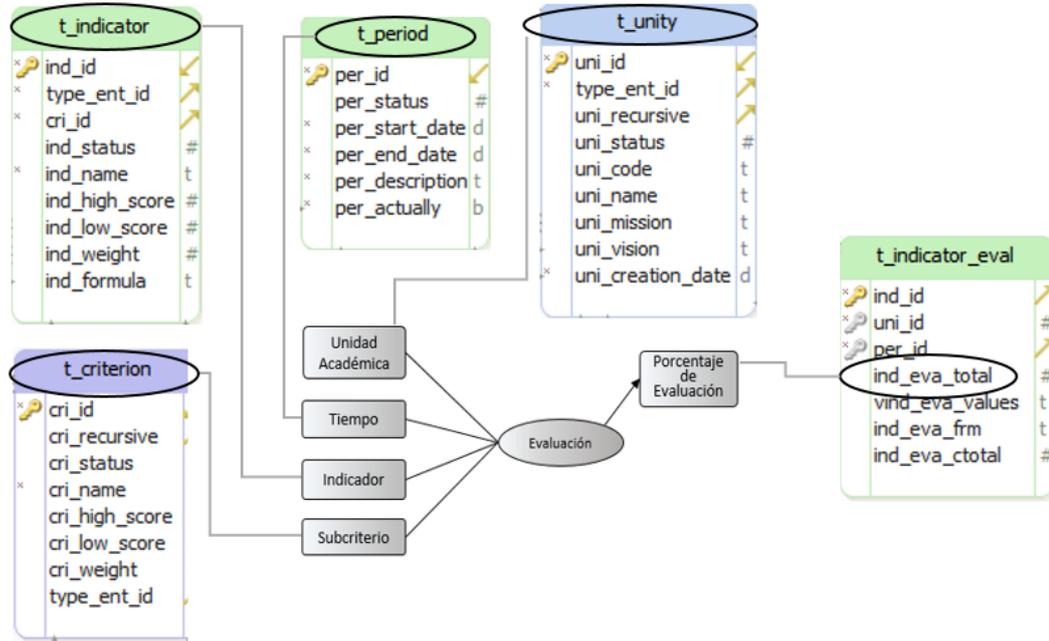
El esquema de la figura 16-2 representa la base de datos fuente con la que se realizará la correspondencia.



**Figura 16-2:** Base de datos SGIA-ALPA  
 Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

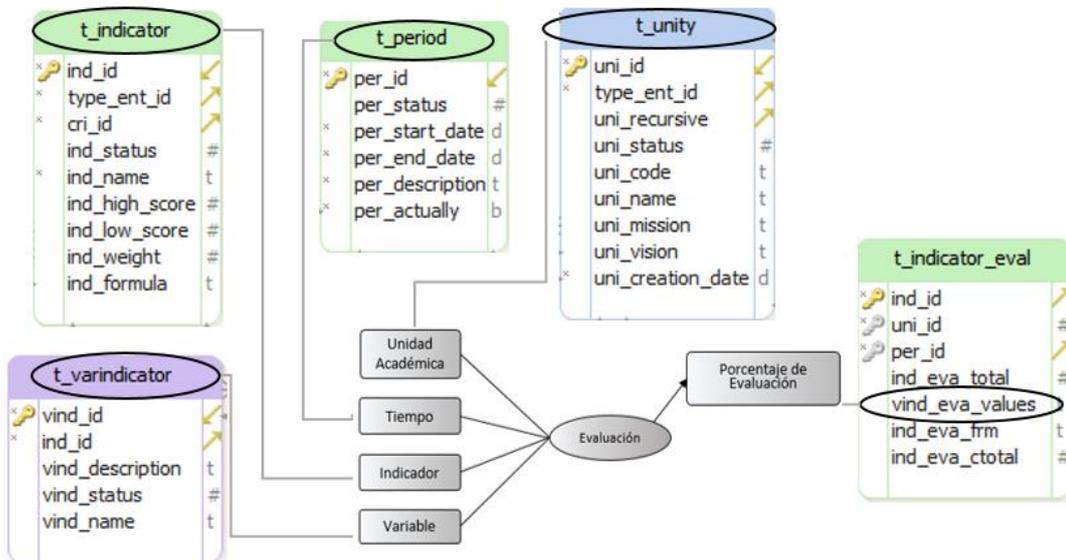
A continuación, los modelos conceptuales obtenidos se relacionan con la base de datos fuente.

Para el modelo conceptual indicador se obtiene el diagrama de la figura 17-2.



**Figura 17-2:** Correspondencia de modelos  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

Para el modelo conceptual variable se obtiene el diagrama de la figura 18-2.



**Figura 18-2:** Correspondencia de modelos  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

La correspondencia para cada uno de los modelos realizados es el siguiente:

- La perspectiva **Tiempo** se relaciona con el campo **per\_start\_date** de la tabla **t\_period** ya que representa el periodo académico vigente.
- La perspectiva **Indicador** se relaciona con tabla **t\_indicator**.
- La perspectiva **Variable** se relaciona con la tabla **t\_varindicator**.
- La perspectiva **Unidad Académica** se relaciona con la tabla **t\_unity**.
- La perspectiva **Subcriterio** se relaciona con la tabla **t\_criterion**.
- El indicador **Porcentaje de Evaluación** está presente en los dos modelos con la diferencia que para el modelo indicador se tomara el campo **ind\_eva\_total** y para el modelo variable se tomará el campo **vind\_values** de la tabla **t\_indicator\_eval**.

### 2.5.2.3. Nivel de granularidad

Después de realizar la correspondencia con la fuente de datos, se deben seleccionar aquellos campos que conformaran cada perspectiva. Para lo cual es importante conocer el significado de cada campo que se tomará, esto podría requerir reunirse con los técnicos encargados del sistema.

Cada perspectiva toma datos específicos de la tabla a la cual están relacionadas, a continuación, se describe cuales están disponibles para cada perspectiva.

La perspectiva Indicador, puede utilizar los siguientes datos.

- **ind\_id:** Clave primaria de la tabla t\_indicator.
- **cri\_id:** Clave primaria de la tabla t\_criterion,
- **ind\_status:** Representa el estado de un criterio si es 0 = inactivo y si es 1 = activo
- **ind\_name:** Nombre del indicador.
- **ind\_high\_score:** Representa el valor máximo que se puede asignar a un indicador.
- **ind\_low\_score:** Representa el valor mínimo que se puede asignar a un indicador.
- **ind\_weight:** Representa el porcentaje que representa en el total del indicador.
- **type\_ent\_id:** Representa la clave foránea de tipo t\_entity que posee un indicador (Institucional, carrera)

Esta perspectiva presenta la siguiente granularidad.

1. Tipo
2. Indicador

Para la perspectiva Subcriterio, los datos disponibles son los siguientes:

- **cri\_id:** Clave primaria de la tabla t\_criterion,
- **cri\_recursive:** Representa el id del criterio al cual está asociado el subcriterio.
- **cri\_name:** Nombre del indicador.
- **cri\_status:** Representa el estado de un subcriterio 1 = Activo, 0 = Inactivo.
- **cri\_high\_score:** Representa el valor máximo que se puede asignar a un subcriterio.
- **cri\_low\_score:** Representa el valor mínimo que se puede asignar a un subcriterio.
- **cri\_weight:** Representa el porcentaje que representa en el total del subcriterio.
- **type\_ent\_id:** Representa la clave foránea de tipo t\_entity que posee un subcriterio (Institucional, carrera)

El nivel de granularidad que presenta esta perspectiva es el siguiente

1. Criterio
2. Subcriterio

La perspectiva Unidad Académica, puede utilizar los siguientes datos:

- **uni\_id:** Es la clave primaria de la tabla t\_unity.
- **type\_ent\_id:** Representa la clave foránea de la tabla t\_entity, que es el tipo de una unidad académica (Institucional, Facultad, Carrera).
- **uni\_recursive:** Representa la clave foránea de una unidad académica.
- **uni\_status:** Representa el estado de un área si es 0 = inactivo y si es 1 = activo
- **uni\_code:** Representa el código del cliente.
- **uni\_name:** Nombre de una unidad académica.
- **uni\_vision:** Misión de una unidad académica.
- **uni\_mision:** Visión de una unidad académica.
- **uni\_creation\_date:** Fecha de creación de una unidad académica.

El nivel de granularidad que presenta esta perspectiva es el siguiente

1. Facultad
2. Escuela
3. Carrera

La perspectiva Tiempo puede utilizar los siguientes datos:

- **per\_id:** Es la clave primaria de la tabla t\_period.
- **per\_status:** Representa el estado de un área si es 0 = inactivo y si es 1 = activo
- **per\_start\_date:** Fecha de inicio del periodo
- **per\_end\_date:** Fecha de fin del periodo
- **per\_decription:** Descripción del periodo.
- **per\_actually:** Representa el periodo actual si es 1 y 0 si no es actual
- **uni\_name:** Nombre del área.

Esta perspectiva presenta los siguientes tipos de granularidad.

Por tiempo

1. Año
2. Mes
3. Día

Por Periodo

1. Semestre
2. Cuatrimestre
3. Trimestre

Por Periodo Académico

4. Periodo Académico

Finalmente, la perspectiva variable puede utilizar los siguientes datos:

- **vind\_id:** Es la clave primaria de la tabla t\_period.
- **ind\_id:** Clave foránea de la tabla t\_indicator.
- **vind\_status:** Representa el estado de un área si es 0 = inactivo y si es 1 = activo
- **vind\_decription:** Descripción del periodo.
- **vind\_name:** Nombre del área.

Una vez determinado los datos disponibles, se debe definir las perspectivas con los campos que van a conformar su estructura como se muestra a continuación.

#### **Perspectiva indicador**

- ind\_id de la tabla t\_indicator que hace referencia la clave principal de un indicador
- ind\_name: representa al nombre del indicador.
- type\_ent\_id: representa el tipo de indicador ( carrera o institucional)

#### **Perspectiva subcriterio**

- cri\_id de la tabla t\_criterion que hace referencia la clave principal de un subcriterio
- cri\_name: representa al nombre del subcriterio.

#### **Perspectiva variable**

- vind\_id de la tabla t\_vindicator que hace referencia la clave principal de una variable
- vind\_name: representa al nombre de una variable.
- vind\_description: representa la descripción de una variable.

#### **Perspectiva Unidad Académica**

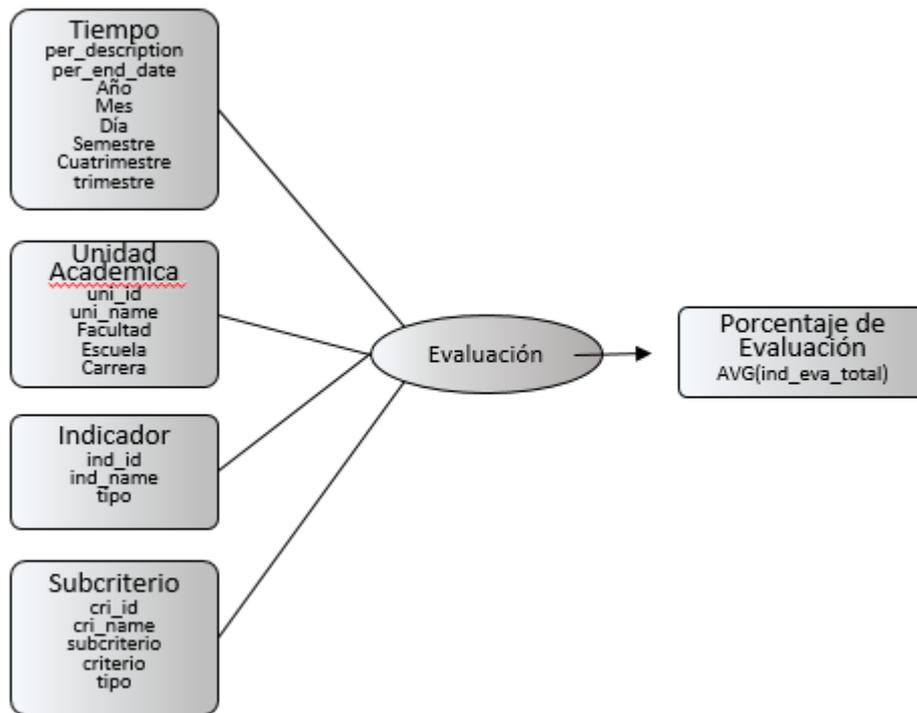
- uni\_id de la tabla t\_unity que hace referencia al id de una carrera.
- uni\_name de la tabla t\_unity que hace referencia al nombre de una carrera.

#### **Perspectiva tiempo**

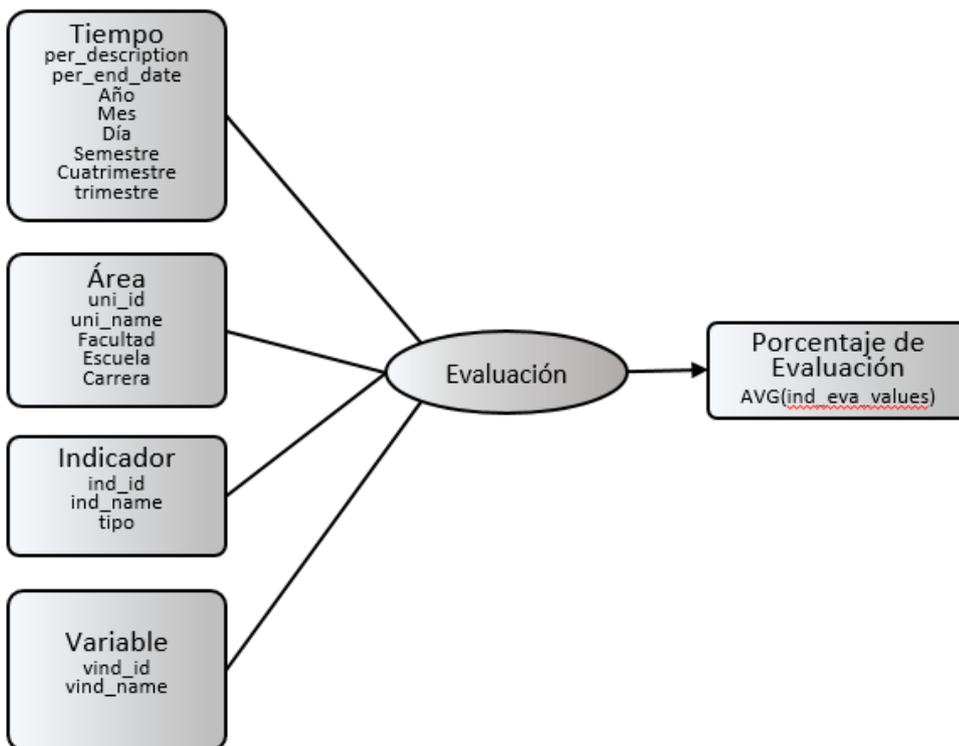
- per\_description de la tabla t\_period es la descripción del periodo.
- per\_end\_date de la tabla t\_period es la fecha fin de un periodo

#### *2.5.2.4. Modelo conceptual ampliado*

El modelo conceptual que se obtuvo en la fase anterior se amplía añadiendo los campos que lo conformaran y los diagramas resultantes para cada modelo se muestra en figura 19-2 y figura 20-2.



**Figura 19-2:** Modelo conceptual extendido (Indicador)  
 Realizado Por: Carlos Buñay, 2019



**Figura 20-2:** Modelo conceptual extendido (Variable)  
 Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

### 2.5.3. *Modelo lógico del DW*

En esta sección se describen los pasos que se siguieron para crear el modelo lógico de la estructura del DM para el cual se utilizó el modelo conceptual diseñado.

#### 2.5.3.1. *Tipo de modelo lógico del DM*

Para crear el modelo lógico de del DM primero debemos seleccionar el esquema que mejor se adapte a los requerimientos y necesidades. El esquema constelación se adapta mejor a los dos modelos conceptuales generados (indicador, variable), este modelo permite tener más de una tabla de hechos y como se puede observar en los dos diagramas de la figura 19-2 y 20-2 existen dos tablas de hechos diferentes que comparten dimensiones, el esquema constelación nos permite crear un díselo lógico con estas características.

#### 2.5.3.2. *Tablas de dimensiones*

En este paso diseñaremos las tablas de dimensiones que serán parte del DW a partir de cada perspectiva y sus campos. Se realiza el siguiente proceso.

- Se elige un nombre que identifique la tabla de dimensión.
- Se añade un campo que represente su clave principal.
- Se redefine los nombres de los campos si es que no son lo suficientemente intuitivos.

A continuación, se realiza el diseño de las tablas de dimensiones.

#### **Perspectiva Tiempo**

- La nueva tabla tendrá el nombre de **dim\_tiempo**
- Se agregará una clave primaria con el nombre **id\_tiempo**.
- Se modificará el nombre del campo **per\_description** por **periodo\_nombre**.
- Se modificará el nombre del campo **per\_end\_date** por **periodo\_fecha**.

Además se agregan las jerarquías identificadas.

Por tiempo

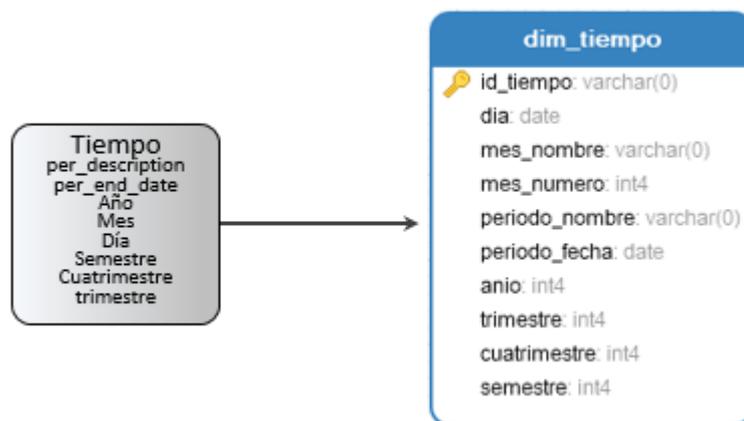
4. Año: se añade este campo a partir del año del campo día, con el nombre de **anio**.
5. Mes: se añade los campos para el número y el nombre del mes. (**mes\_numero** y **mes\_nombre**)
6. Día: este campo representa la fecha cuando se hace la inserción del dato en la tabla de dimensión, se almacena en formato “yyymmdd”.

Por Periodo

5. Semestre: Se agrega el número de semestre de acuerdo al campo día, el nombre del campo es **semestre**.
6. Cuatrimestre: Se añade el campo **cuatrimestre**, representa el número de cuatrimestre en función del campo día.
7. Trimestre: Se añade este campo con el nombre **trimestre**, que representa el número de cuatrimestre.

Por Periodo Académico

8. Periodo Académico: este campo representa un periodo académico, tiene el nombre de **periodo\_nombre**.



**Figura 21-2:** Dimensión dim\_tiempo  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

### Perspectiva Unidad Académica

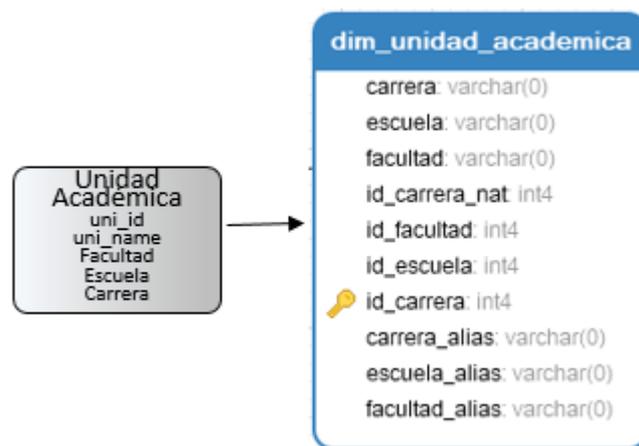
- La nueva tabla tendrá el nombre de **dim\_unidad\_academica**
- Se le agregará una clave primaria con el nombre **id\_carrera**, que es la clave subrogada de la tabla.

- Se le modificara el campo **uni\_id** por **id\_carrera\_nat**, que representa la clave primaria en el sistema transaccional o denominado también clave natural.
- Se modificará el nombre del campo **uni\_name** por **carrera**.
- Se agregan las jerarquías identificadas.

Facultad: se agrega este campo con el nombre **facultad** y su alias **facultad\_alias** con su respectivo id **id\_facultad** que representa la clave primaria en el sistema transaccional.

Escuela: se agrega este campo con el nombre **escuela** y su alias **escuela\_alias** con su respectivo id **id\_escuela** que representa la clave primaria en el sistema transaccional

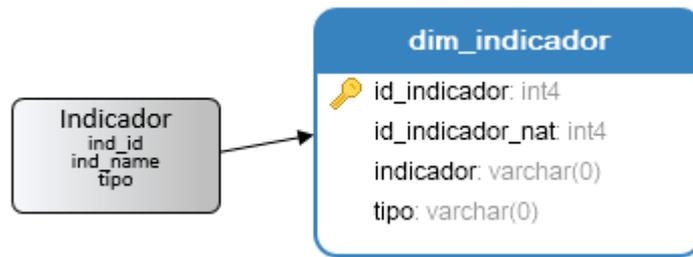
Carrera: este campo se agrega con el nombre **carrera**.



**Figura 22-2:** Dimensión dim\_unidad\_academica  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

### Perspectiva indicador

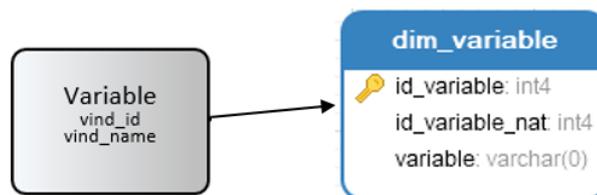
- La nueva tabla tendrá el nombre de **dim\_indicador**
- Se le agregará una clave primaria con el nombre **id\_indicador**, que es la clave subrogada en la dimension.
- Se modificara el campo **ind\_id** por el nombre **id\_indicador\_nat**, que representa la clave primaria en el sistema transaccional.
- Se modificará el nombre del campo **ind\_name** por **indicador**.
- Y se añade la jerarquía **tipo**



**Figura 23-2:** Dimensión dim\_indicador  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

### Perspectiva variable

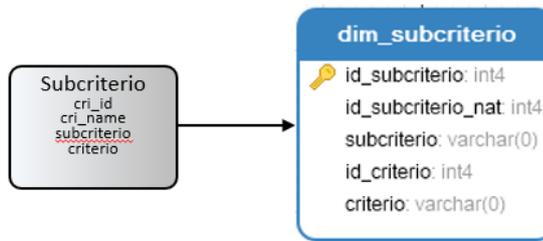
- La nueva tabla tendrá el nombre de **dim\_variable**
- Se le agregará una clave primaria con el nombre **id\_variable**, que representa la clave subrogada en la dimensión.
- Se modificará el campo **vind\_id** por el nombre **id\_variable\_nat**, que representa la clave primaria en el sistema transaccional.
- Se modificará el nombre del campo **vind\_name** por **variable**.



**Figura 24-2:** Dimensión dim\_variable  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

### Perspectiva subcriterio

- La tabla tendrá el nombre de **dim\_subcriterio**
- Se le agregará una clave primaria con el nombre **id\_subcriterio**, que representa la clave subrogada en la dimensión.
- Se modificara el campo **cri\_id** por el nombre **id\_subcriterio\_nat**, que representa la clave primaria en el sistema transaccional.
- Se modificará el nombre del campo **cri\_name** por **subcriterio**.
- Y se agregan las jerarquías criterio con el nombre **criterio** con su respectivo id **id\_criterio**.



**Figura 25-2:** Dimensión dim\_subcriterio  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

### 2.5.3.3. Tablas de hechos

En este paso, se crearán la tabla de hechos, se realizará lo siguiente:

- Se le deberá asignar un nombre a la tabla de hechos que represente la información que contiene, área de investigación, negocio enfocado, etc.
- Se definirá su clave primaria, que se compone de la combinación de las claves primarias de cada tabla de dimensión relacionada (D. Bernabeu & García, 2018a).
- Se crearán tantos campos de hechos como Indicadores se hayan definido en el modelo conceptual y se les asignará un nombre (D. Bernabeu & García, 2018a).

A continuación, se confeccionará las tablas de hechos: por cada modelo conceptual generado.

Para el modelo conceptual de variables se obtiene la siguiente tabla de hechos.

- La tabla de hechos tendrá el nombre **fact\_evaluacion\_variable**.
- Su clave principal será la combinación de las claves principales de las tablas de dimensiones antes definidas: **id\_tiempo, id\_unidad\_academica, id\_indicador y id\_variable**.
- Se crearán los hechos correspondientes: **Porcentaje de evaluación** será renombrado a **evaluación\_variable**,



**Figura 26-2:** Tabla de hechos variable  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

Para el modelo conceptual de indicadores se obtiene la siguiente tabla de hechos.

- La tabla de hechos tendrá el nombre **fact\_evaluacion\_indicador**.
- Su clave principal será la combinación de las claves principales de las tablas de dimensiones definidas en el modelo conceptual: **id\_tiempo, id\_unidad\_academica, id\_indicador y id\_variable**.
- Se crearán los hechos correspondientes: **Porcentaje de evaluación** será renombrado a **evaluación\_indicador**,



**Figura 27-2:** Tabla de hechos indicador  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

#### 2.5.3.4. Uniones

Se realizarán las uniones necesarias entre las tablas de dimensiones y tablas de hechos según corresponda. Las tablas de hechos se unen a las tablas de dimensiones mediante referencia a sus claves primarias. En la figura 28-2 se puede observar el modelo final del datamart donde están se puede observar las tablas de hechos con los campos que la componen y su relación con las tablas dimensiones.



**Figura 28-2: Uniones**  
 Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

#### 2.5.4. Integración de datos

Una vez implementado el modelo lógico del DM en un gestor de base datos, procedemos a poblarlo las tablas de hechos y dimensiones mediante procesos ETL. Luego se establece las reglas y políticas de actualización utilizando la herramienta Pentaho Data Integración que ofrece un conjunto de funcionalidades para crear procesos de extracción transformación y carga.

##### 2.5.4.1. Carga inicial

La carga inicial del DW debe realizarse siguiendo una secuencia específica de tareas. Primero se cargan datos en las dimensiones y luego en la tabla de hechos para no crear inconsistencias por dependencia de claves. El proceso ETL para la carga inicial es el siguiente:

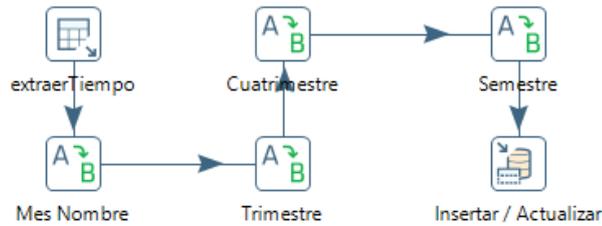


**Figura 29-2: ETL SGIA**  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

La implementación de cada transformación cuenta a con una serie de pasos que extrae los datos de la fuente de origen, realiza alguna transformación de ser necesario, y carga los datos en la dimensión respectiva. Las transformaciones se detallan en los siguientes diagramas.

##### *Transformación Tiempo*

El proceso ETL de figura 30-2 es el encargado de ingresar un nuevo registro a la dimensión tiempo, obtiene la fecha de extracción de los datos, a partir de esta se obtiene el año, mes, día, semestre, cuatrimestre, trimestre y lo almacena en el DM.



**Figura 30-2: ETL indicador**  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

El registro de un tiempo se obtiene mediante el script de la figura 31-2 que obtiene la fecha actual, del cual se extrae el mes y año. Luego mediante transformaciones posteriores obtenemos el nombre del mes, trimestre, cuatrimestre y semestre,

```
SELECT
to_char( NOW(), 'YYYYmmDD') as id_tiempo,
NOW()as dia,
extract(MONTH FROM now())::int as mes_numero,
extract(YEAR FROM now())::int as anio,
per_id as id_periodo,
per_description as periodo_nombre,
per_end_date as periodo_fecha
FROM t_period
WHERE per_status = 1 and per_actually = true
ORDER BY dia
```

**Figura 31-2: Sql indicador**  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

*Transformación Unidad Académica*

Las unidades académicas de interés que se utilizaran para en el análisis se extraen mediante los pasos de la figura 32-2, si existe un nuevo registro este se insertara en el DM y cuando alguno se haya modificado este se actualizará.



**Figura 32-2: ETL área**  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

A través del script que se muestra en la figura 33-2 se obtiene las unidades académicas de interés (carreras, escuelas, facultades). Se extraen solo aquellas áreas que hayan sido evaluadas.

```

SELECT
CAR.uni_id as id_carrera_nat,
CAR.uni_name as Carrera,
CAR.uni_code as carrera_alias,
ESC.uni_id as id_escuela,
ESC.uni_name as escuela,
ESC.uni_code as escuela_alias,
FAC.uni_id as id_facultad,
FAC.uni_name as facultad,
FAC.uni_code as facultad_alias
FROM t_unity CAR
INNER JOIN t_unity ESC ON CAR.uni_recursive = ESC.uni_id
INNER JOIN t_unity FAC ON ESC.uni_recursive = FAC.uni_id
INNER JOIN t_indicator_eval IND ON IND.uni_id = CAR.uni_id
order by 8,5,2

```

**Figura 33-2:** Sql unidad académica  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

### Transformación variable

El proceso ETL de figura 34-2 se encarga de obtener las variables y los inserta en el DM. Si el resultado de la consulta obtiene nuevos registros de la base de datos fuente estos serán insertados y si han sufrido algún cambio se actualizan.



**Figura 34-2:** ETL indicador  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

Los registros de los variables se extraen mediante el script SQL de la figura 35-2.

```

SELECT
vind_id as id_variable_nat,
vind_description as variable
FROM t_varindicador

```

**Figura 35-2:** Sql indicador  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

### Transformación indicador

El proceso ETL de la figura 36-2 es el encargado de obtener los registros para la dimensión indicador del almacén de datos, los pasos del proceso se muestran en la figura 34-2.



**Figura 36-2: ETL indicador**  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

Los registros de los indicadores se extraen mediante el script SQL de la figura 37-2 obtiene los indicadores de la base de datos fuente.

```

SELECT
ind_id as ind_indicador_nat,
ind_name as indicador,
TYP.type_ent_description as tipo
FROM t_indicador I
INNER JOIN (select cri_id, cri_name, cri_recursive from
t_criterion where cri_recursive > 0) SUB
ON I.cri_id = SUB.cri_id
INNER JOIN (select cri_id, cri_name, type_ent_id from
t_criterion where cri_recursive = 0 and cri_id <> 0) CRI
ON SUB.cri_recursive = CRI.cri_id
INNER JOIN t_type_entity TYP
ON CRI.type_ent_id = TYP.type_ent_id
WHERE ind_status = 1
ORDER BY TYP.type_ent_description,
CRI.cri_name, SUB.cri_name, I.ind_name

```

**Figura 37-2: Sql indicador**  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

*Transformación Evaluación Indicador*

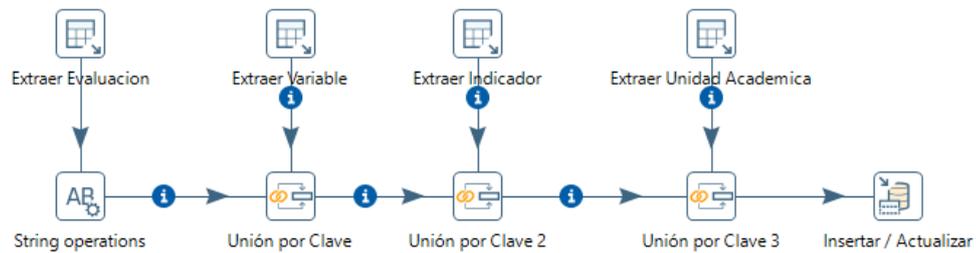
Este paso extrae la evaluación de los indicadores, en la secuencia de la figura 38-2 se puede observar que se realiza uniones con la dimensión indicador, subcriterio y unidad académica para obtener las claves subrogadas correspondientes, luego realizar la inserción de los datos en la tabla de hechos.



**Figura 38-2: ETL Evaluación Indicador**  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

### Transformación Evaluación Variable

El proceso para extraer la evaluación de las variables, se puede ver en la figura 39-2 donde se realiza uniones con las dimensiones: variable, indicador y unidad académica, para obtener las claves subrogadas correspondientes y realizar la inserción de los datos en la tabla de hechos.



**Figura 39-2:** ETL Evaluación Variable

Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

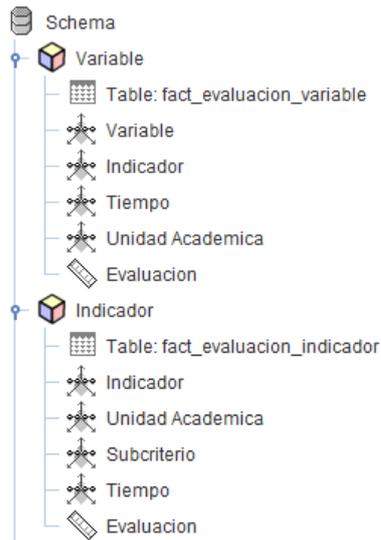
#### 2.5.4.2. Actualización

La actualización de los datos se realizará manualmente, pudiendo esta configurarse para que se realice automáticamente, en la que se extraerán datos de la evaluación de los indicadores y variables del SGIA-ALPA.

#### 2.5.5. Consulta y análisis

##### Cubo OLAP

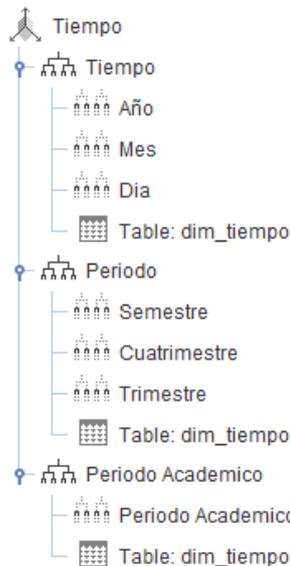
En esta fase se crea el cubo OLAP para análisis y el cuadro de mando para la presentación de la información de manera atractiva. La creación de los cubos OLAP se realizó mediante Schema Workbenck herramienta de la suite Pentaho y el resultado del modelamiento de los cubos conectados a DM del SGIA-ALPA quedó determinado como muestra en la figura 40-2.



**Figura 40-2: Cubos OLAP**  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

La estructura de los dos cubos OLAP está compuesta por cuatro dimensiones, tres de ellas compartidas (tiempo, unidad académica, indicador), en cada dimensión están implementadas las jerarquías identificadas de la fase de análisis de los OLTP.

1. *Dimensión tiempo.* - Esta dimensión permitirá ver los cambios de la evaluación en función del tiempo (año, mes, día, semestre, cuatrimestre, trimestre, periodo académico).



**Figura 41-2: Dimensión tiempo**  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

2. *Dimensión unidad académica.* Esta dimensión permitirá explorar la información desde el punto de vista de institucional, facultad y carrera.



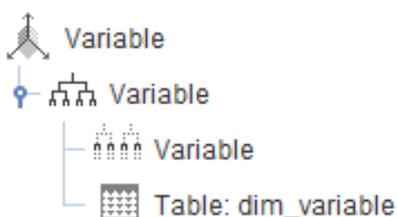
**Figura 42-2:** Dimensión unidad académica  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

3. *Dimensión indicador.* – Mediante esta dimensión se analizará la información desde los siguientes puntos de vista: indicador y tipo



**Figura 43-2:** Dimensión Indicador  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

4. *Dimensión variable.* – Esta dimensión permitirá explorar la información desde la perspectiva de variables, en esta dimensión no se identificó jerarquías.



**Figura 44-2:** Dimensión variable  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

5. *Dimensión subcriterio.* – A través de esta dimensión se puede explorar la información desde los siguientes puntos de vista: criterio y subcriterio.



**Figura 45-2: Dimensión subcriterio**  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

*Cuadro de mando*

El resultado final de las preguntas se traduce al siguiente cuadro de mando gráfico 1-2, resume una gran cantidad de datos extraídos y filtrados del SGIA-ALPA, está destinado para facilitar el proceso de análisis de evaluación de los indicadores de acreditación de las unidades académicas, contiene filtros que permiten parametrizar las consultas y gráficos estadísticos que responden las preguntas de negocio establecidas.



**Gráfico 1-2: SGIA-Dashboard**  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

Los filtros del cuadro de mando son parámetros o puntos de vista para análisis de la información y varían de acuerdo al tipo de usuario, al cambiar un filtro los gráficos inmediatamente se actualizan con la información que se solicita y se muestra en el cuadro de mando, los filtros establecidos son los siguientes:



**Figura 46-2: Filtros**  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

*Periodo.-* contiene todos los periodos donde se han evaluado los indicadores de acreditación, permite analizar las unidades académicas, criterios o indicadores desde el punto de vista de tiempo, (año, mes, día, semestre, cuatrimestre, trimestre, periodo académico). Al cambiar un periodo todos los reportes que dependen de este parámetro se actualizarán.

*Área.-* en este filtro se listan las unidades academicas de análisis que pueden ser institucional, facultades, escuelas o carreras.

*Indicador.-* se puede analizar un indicador específico mediante este filtro, al cambiar el indicador seleccionado se actualizan todos los reportes asociados que dependen de este.

A continuación, se explican la información que representan reportes gráficos del cuadro de mando

El **gráfico 2-2** expresa el porcentaje de evaluación institucional, facultad, escuela o carrera, se puede ver al instante el nivel de cumplimiento de la evaluación alcanzado en un periodo determinado, el reporte se genera dependiendo del área y periodo seleccionado en los filtros.



**Gráfico 2-2: Evaluación**  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

Es importante categorizar (semaforización) la evaluación institucional, de facultades, escuelas y carreras con el objetivo determinar el nivel de aceptación, de esta manera tomar acciones, para esto se utiliza un gráfico de medición como se muestra en el **gráfico 3-2**, que representa el estado de una evaluación (deficiente, poco satisfactorio, satisfactorio) de un área específica en periodo determinado.



**Gráfico 3-2:** Semafización  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

Para la categorización de la evaluación se utilizó la escala nominal de la tabla 7-2, con los valores y colores asignados que fueron establecidos de acuerdo a la configuración de semafización del SGIA-Alpa.

**Tabla 7-2:** Tabla de valoración nominal

Intervalo	Valoración	Color
$0 \leq e \leq 40\%$	Deficiente	●
$40 < e \leq 80\%$	Poco satisfactorio	●
$80 < e \leq 100\%$	Satisfactorio	●

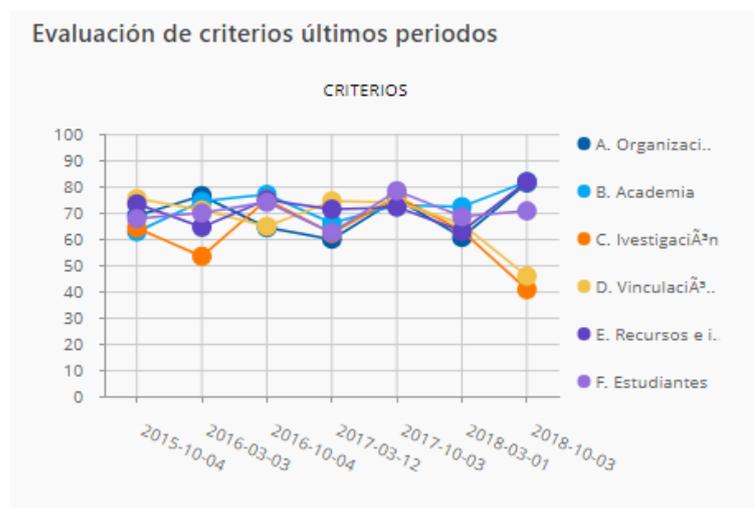
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

El gráfico 4-2 muestra el panorama general de evaluación de un área (institución, facultad, escuela, carrera) en los últimos periodos, se muestra a través de un gráfico de líneas donde se puede observar su tendencia y los valores máximos alcanzados en los últimos periodos. Con este gráfico se puede observar como las acciones que se están implementado en los diferentes han afectado el comportamiento de la evaluación.



**Gráfico 4-2:** Evaluación de área últimos periodos  
 Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

El comportamiento de la evaluación de los criterios en los últimos periodos se observan mediante en el gráfico 5-2, se puede apreciar las tendencias de la evaluación, este reporte toma como parámetros de entrada la unidad académica, los periodos. Se puede observar en el grafico que en ciertos periodos la evaluación tuvo puntos altos y bajos.



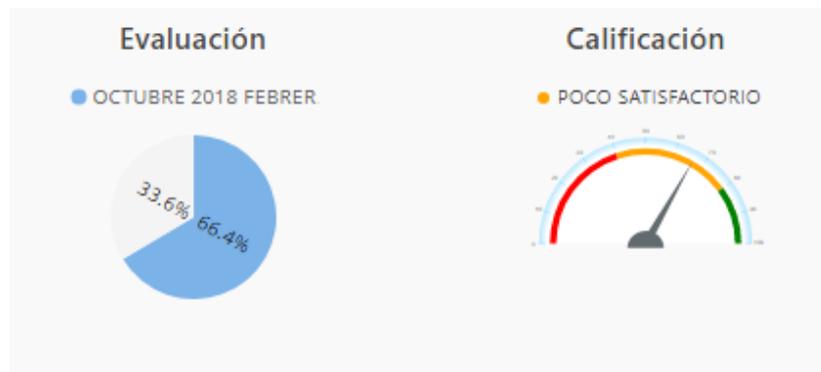
**Gráfico 5-2:** Evaluación de criterios últimos periodos  
 Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

Para mostrar la variación de la evaluación de un indicador en los últimos periodos de una unidad académica determinada se utiliza el gráfico 6-2, en el se puede observar el comportamiento de los indicadores, valor máximo y mínimo alcanzado. Además, puede servir para ver si las estrategias aplicadas en el periodo anterior afectaron positivamente al actual, y de esta manera tomara decisiones al respecto.



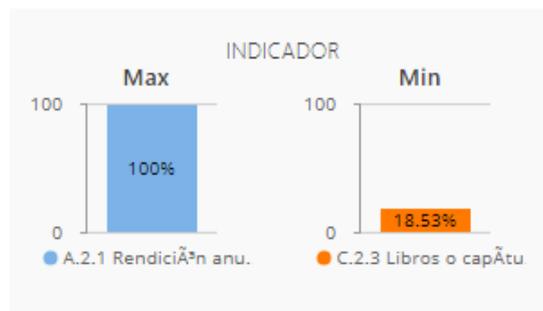
**Gráfico 6-2:** Evaluación de indicador últimos periodos  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

El gráfico 7-2 complementa a la evaluación de un indicador de una unidad académica en un periodo determinado, muestra el porcentaje alcanzado y la semaforización respectiva de.



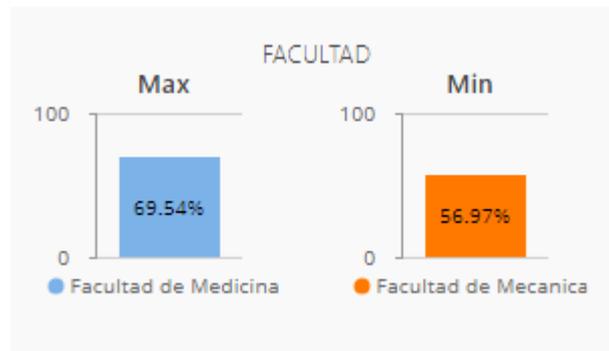
**Gráfico 7-2:** Evaluación indicador  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

El gráfico 8-2 muestra los indicadores de una unidad académica que han alcanzado la máxima y mínima evaluación en un periodo determinado. Además, muestra el valor porcentual que poseen. Permite la rápida identificación de los indicadores que están alcanzando la evaluación adecuada y baja.



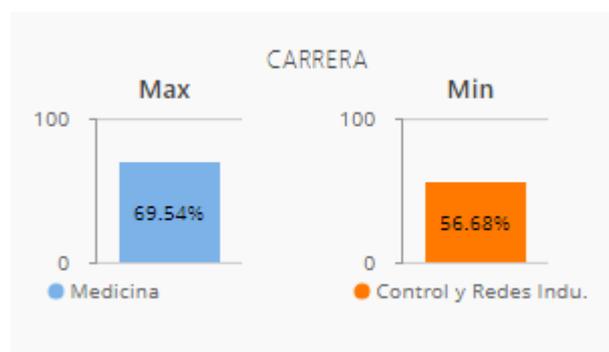
**Gráfico 8-2:** Indicador máximo y mínimo  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

El gráfico 9-2 muestra las facultades que han alcanzado la máxima y mínima evaluación en un periodo determinado. Con este reporte si una facultad ha logrado la máxima evaluación se puede analizar las estrategias que están utilizando entre los decanatos e involucrados y poder implementarlas en la que posee la mínima evaluación para mejorar si índice de evaluación.



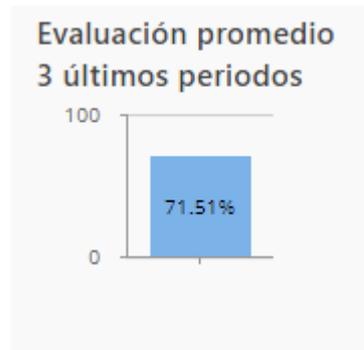
**Gráfico 9-2:** Facultad máximo y mínimo  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

Las carreras que han alcanzado la evaluación máxima y mínima de una facultad se pueden observar mediante el gráfico 10-2, también muestra el valor porcentual que poseen en un periodo determinado. Mediante este gráfico se obtiene una vista rápida de las escuelas involucradas con valor máximo y mínimo, y se desea más detalle de la unidad académica se puede cambiar mediante los filtros.



**Gráfico 10-2:** Carrera máximo y mínimo  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019.

La evaluación promedio de los tres últimos periodos de una unidad académica se puede observar mediante el gráfico 11-2. Permite ver si se está alcanzando el umbral de acreditación de una unidad académica.



**Gráfico 11-2:** Evaluación promedio  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS

En el presente capítulo se describe la metodología que se utilizó para evaluar la calidad del sistema de inteligencia de negocios en términos de la adecuación funcional de acuerdo al estándar ISO/EIC 25010, desde el punto de vista externo, es decir, al realizar pruebas en un ambiente simulado utilizando datos de prueba, para lo cual se planteó el siguiente procedimiento:

- Formulación de la hipótesis
- Población y muestra
- Tabulación de datos
- Análisis de los datos obtenidos

#### 5.1. Formulación de la hipótesis

Ha = La funcionalidad del sistema de inteligencia de negocios satisface los requisitos de usuario de acuerdo con la norma ISO/EIC 25010.

H0 = La funcionalidad del sistema de inteligencia de negocios no satisface los requisitos de usuario de acuerdo con la norma ISO/EIC 25010.

##### 5.1.1. *Identificación de variables*

Variable dependiente = La funcionalidad del Sistema de inteligencia de negocios.

Variable independiente = Requisitos de usuario de acuerdo con la norma ISO/EIC 25010

### 5.1.2. Operacionalización de variables

Es importante establecer la definición conceptual de las variables con precisión para proporcionar una definición de la variable y tener una idea general de lo que significa. (UPA, 2017) En la **tabla 8-3** se definen las variables identificadas de la hipótesis planteada.

**Tabla 8-3:** Operacionalización conceptual

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual
Funcionalidad del Sistema de inteligencia de negocios	Dependiente	Característica de calidad que se va a tener en cuenta a la hora de evaluar las propiedades de un producto software determinado. (ISO/EIC 25010, 2019).
Requisitos de usuario según la norma ISO/EIC 25010	Independiente	Condición o capacidad que necesita un usuario para resolver un problema o lograr un objetivo. (ISO/EIC 25010, 2019).

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

Para transformar las variables a términos medibles, establecemos indicadores mediante la operacionalización de variables. (UPA, 2017). En la **tabla 9-3** se observa en los indicadores a medir de la variable dependiente e independiente.

**Tabla 9-3:** Operacionalización de variables

Tipo Variable	Variable	Indicador	Escala	Técnica
<b>Dependiente</b>	Funcionalidad del Sistema de inteligencia de negocios	Compleitud	Nominal	Encuesta
		Corrección	Nominal	Encuesta
		Pertinencia	Nominal	Encuesta
<b>Independiente</b>	Requisitos de usuario según la norma ISO/EIC 25010	Utilidad	Nominal	Encuesta
		Cumplimiento	Nominal	Encuesta

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

## 5.2. Población y muestra

### *Población*

La población de estudio contempla el personal administrativo y de academia que están involucrados en proceso de toma de decisiones en la ESPOCH. Dentro de conjunto se encuentran el rector, decanos, vicedecanos, directores de escuela con sus respectivos secretarios o secretarias y también los administradores del sistema, en total contemplan un total de 83 personas.

### *Muestra*

La muestra será no aleatoria, ya que es una evaluación desde el punto de vista externo, es decir en un ambiente controlado con datos de prueba. Se realizó la recolección de datos con el personal técnico y administrativo de CIMOGSYS donde se desarrolló el sistema, que hacen un total de 9 personas.

## 5.3. Técnicas e instrumentos

La encuesta se utilizó como técnica para la recolección de información y como instrumento el cuestionario que contiene preguntas de acuerdo con los indicadores obtenidos de las variables dependiente e independiente. Las preguntas se evaluaron mediante la escala de Likert de 5 puntos de la tabla 10-3.

**Tabla 10-3:** Escala de Likert

<b>ESCALA</b>
1. Muy en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. No estoy Seguro
4. De acuerdo
5. Muy de acuerdo

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

## 5.4. Tabulación de datos

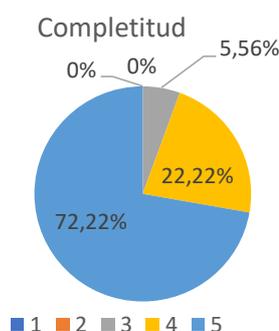
En esta sección se tabula los datos obtenidos de la encuesta aplicada, donde se muestran las frecuencias de las respuestas obtenidas, por cada sección de la encuesta.

**Compleitud.** - Este indicador evalúa el grado en el cual el conjunto de funcionalidades cubre las tareas y los objetivos del usuario especificados (ISO/EIC 25010, 2019), en este indicador se evaluó que el sistema proporcione información de acreditación, permita su exploración, facilite la creación de elementos de análisis y la capacidad para modificar la presentación de la información. Los resultados se muestran a continuación en la tabla 11-3, donde no se obtuvieron valores por debajo de la escala 3, lo que nos indica una buena valoración del indicador por parte de los encuestados

**Tabla 11-3:** Frecuencias de completitud

Compleitud	1	2	3	4	5
El sistema ofrece un resumen de información institucional, de facultades y carreras	0	0	1	2	6
Permite el análisis de un área en particular mediante criterios (filtros)	0	0	1	3	5
La creación de nuevos elementos de análisis se puede lograr de manera sencilla	0	0	0	2	7
El sistema permite cambiar la forma como se presentará la información	0	0	0	1	8
<b>Total</b>	0	0	2	8	26
<b>(%)</b>	0	0	5,56	22,22	72,22

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019



**Gráfico 12-3:** Compleitud

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

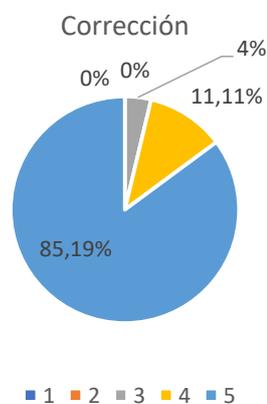
**Análisis:** De acuerdo al gráfico 12-3, el 72.22% de los individuos encuestados están de acuerdo que las funcionalidades del sistema cubren las tareas y objetivos de usuario especificados ya que proporciona un cuadro de mando con información de acreditación facilitando la toma de decisiones, permite la exploración de la información a través de filtros, facilita la creación de gráficos para el análisis y admite cambiar de manera sencilla la presentación de la información; para el 22.22% de los encuestados la creación de nuevos elementos no les resulta sencillo porque requieren conocimientos técnicos para esta tarea; el 5.56% restante de individuos consideran que la presentación de la información del cuadro de mando es regular.

**Corrección.** - Mediante este indicador se evalúa la capacidad del sistema para proveer resultados correctos con el nivel de precisión requerido (ISO/EIC 25010, 2019), para este indicador se evaluó la calidad de la información, su presentación y objetividad. En la tabla 12-3 se muestran los resultados obtenidos, las escalas 1 y 2 no tuvieron ninguna respuesta lo cual nos indica una buena aceptación del indicador.

**Tabla 12-3:** Frecuencias de corrección

Corrección	1	2	3	4	5
La información que presenta el sistema es claro, conciso y preciso	0	0	0	2	7
La información presentada por el sistema utiliza gráficos y diagramas adecuados	0	0	0	1	8
La información que presente el sistema de información es completa, libre de errores y elaborado de manera objetiva	0	0	1	0	8
<b>Total</b>	0	0	1	3	23
<b>(%)</b>	0	0	4	11,11	85,19

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019



**Gráfico 13-3:** Corrección  
**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

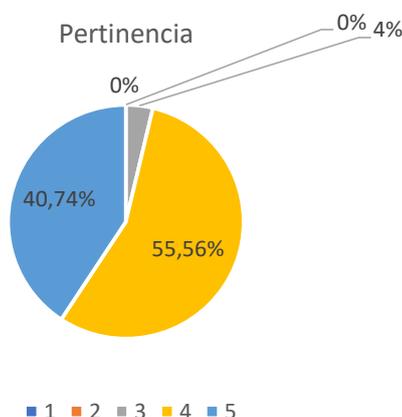
**Análisis:** El gráfico 13-3 muestra, que la mayoría de los encuestados (85.19%) están de acuerdo que el sistema provee resultados correctos, presentados en gráficos adecuados con el nivel de calidad y precisión requerido, facilitando su análisis e interpretación durante el proceso de toma de decisiones, esto gracias a que el sistema selecciona, limpia y formatea los datos mediante procesos ETL, y los presenta en el cuadro de mando; el 11.11% de los individuos considera que el sistema cumple con el nivel de calidad y precisión adecuado, pero la presentación gráfica de los resultados en su mayoría es adecuada excepto en los gráficos de máximo y mínimo; finalmente, el 4% de individuos consideran que los resultados son de calidad, pero es necesario contrastar los datos de origen con los resultados del sistema para verificar que sean correctos.

**Pertinencia.** - Este indicador evalúa la capacidad del producto software para proporcionar un conjunto apropiado de funciones para tareas y objetivos de usuario especificados (ISO/EIC 25010), mediante este indicador se evaluó el acceso restringido al sistema, información oportuna y el apoyo en la toma de decisiones. En la tabla 13-3 se muestran los resultados obtenidos, donde se observa una buena valoración del indicador al no tener respuestas en las escalas 1 y 2 que son las más bajas.

**Tabla 13-3:** Frecuencias de pertinencia

Pertinencia	1	2	3	4	5
El sistema proporciona información en el momento que se solicite	0	0	0	2	7
La información que proporciona el sistema ayuda a decidir en el proceso de toma de decisiones	0	0	0	8	1
El sistema de información permite el ingreso solamente a las personas autorizadas para la visualización de la información	0	0	1	5	3
<b>Total</b>	0	0	1	15	11
<b>(%)</b>	0	0	4	55,56	40,74

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019



**Gráfico 14-3:** Pertinencia

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

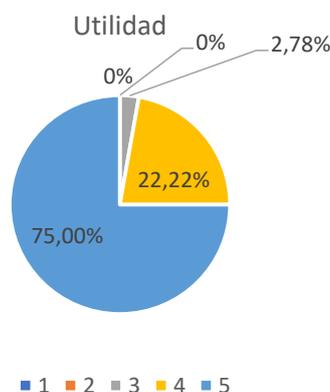
**Análisis:** Según el gráfico 14-3 más de la mitad de los individuos encuestados (55,56%) están satisfechos con la capacidad del sistema de proporcionar funciones para la obtención de información que apoya la toma de decisiones, permite acceso restringido al cuadro de mando para usuarios que están registrados en el sistema y entrega información cuando se solicite; mientras que el 40.74% de los encuestados consideran que la información se obtiene en el momento que se necesita pero el acceso debe ser más amplio para otros tipos de usuario, como los auditores; el 4% restante de individuos manifiesta que debería medirse el impacto de las decisiones tomadas en base a la información que proporciona el sistema.

**Utilidad.** – Mediante este indicador se evalúa la utilidad del producto software para los usuarios especificados (ISO/EIC 25010), a través de este indicador se midió la facilidad de interpretación de la información y el conocimiento de los procesos de evaluación. El resultado de la evaluación se muestra en la tabla 14-3, donde se observa que la valoración del indicador es alta ya que no se obtuvieron valores en las escalas más bajas (1, 2).

**Tabla 14-3:** Frecuencias de utilidad

Utilidad	1	2	3	4	5
Ayuda a que el usuario pueda entender fácilmente su contenido y su posterior interpretación	0	0	0	1	8
El cuadro de mando permite una sencilla navegación y/o exploración de los datos	0	0	1	3	5
El sistema de información realiza funciones requeridas bajo condiciones dadas	0	0	0	2	7
Con el sistema se ha logrado un mayor conocimiento de los procesos.	0	0	0	2	7
<b>Total</b>	0	0	1	8	27
<b>(%)</b>	0	0	2,78	22,22	75,00

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019



**Gráfico 15-3:** Utilidad

**Realizado por:** Carlos Buñay, 2019

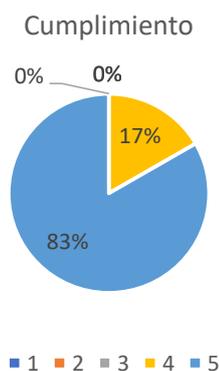
**Análisis:** El gráfico 15-3 muestra que el 75% de los individuos encuestados están totalmente de acuerdo que el sistema es útil ya que la información es fácil de entender e interpretar gracias a los gráficos que genera el cuadro de mando, lo cual les permite optimizar el tiempo durante el proceso de toma de decisiones y conocer mejor el proceso de evaluación; para el 22.22% de individuos la información es fácil de entender e interpretar pero no les permite comprender totalmente el proceso de evaluación; finalmente el 2.78% de encuestados entienden parcialmente la información que se presenta debido a que no conocen totalmente el proceso de evaluación.

**Cumplimiento.** - Este indicador evalúa la satisfacción de los usuarios con respecto al producto software. En este indicador se evaluó que el sistema facilite el proceso de toma de decisiones, satisfaga las necesidades de información de los usuarios y analice datos históricos para generar información que apoye a la toma de decisiones. En la tabla 15-3 se muestran los resultados obtenidos, donde se observa que los encuestados evaluaron el indicador con las escalas más altas (4 y 5).

**Tabla 15-3:** Frecuencia de cumplimiento

Cumplimiento	1	2	3	4	5
El sistema satisface las necesidades de información especificadas	0	0	0	0	9
Refleja los procesos del Sistema de gestión de indicadores de Acreditación	0	0	0	3	6
La información que presenta el sistema se puede adecuar a las necesidades requeridas	0	0	0	2	7
Almacena datos históricos y actuales que se visualizan en el cuadro de mando	0	0	0	1	8
<b>Total</b>	0	0	0	6	30
<b>(%)</b>	0	0	0	17	83

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019



**Gráfico 16-3:** Cumplimiento

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

**Análisis:** De acuerdo al gráfico 16-3 el 83% de los individuos encuestados están satisfechos con el uso del sistema ya que facilita el proceso de toma de decisiones, optimiza el proceso para la obtención de información, responde a las necesidades de información especificadas mediante el cuadro de mando y analiza los datos históricos que genera información que apoya a la toma de decisiones; para el 17% restante de individuos el sistema les ayuda a responder sus necesidades de información, pero no garantiza que se tome la decisión más idónea.

## 5.5. Validación de la hipótesis

### *Estadístico de prueba*

El estadístico de prueba que se utilizó para validar la hipótesis fue “CHI CUADRADO”, ya que no existe información previa para realizar la evaluación del sistema. Esta prueba estadística contrasta frecuencias observadas, que son los resultados obtenidos de la encuesta, con las frecuencias esperadas que se calculan con la siguiente fórmula (Quevedo Ricardi, 2011).

$$x^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Donde  $O_i$  representa a cada frecuencia observada y  $e_i$  representa a cada frecuencia esperada.

### **Frecuencias observadas**

La matriz de valores observados se construyó a partir de los resultados obtenidos de las encuestas, para esto, se tomó la fila total de cada tabla de frecuencias correspondientes a cada indicador, con lo que se obtuvo la siguiente matriz de valores.

**Tabla 16-3:** Valores Observados

Valores Observados	1	2	3	4	5
Compleitud	0	0	2	8	26
Corrección	0	0	1	3	23
Pertinencia	0	0	1	15	11
Utilidad	0	0	1	8	27
Cumplimiento	0	0	0	6	30

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

Una vez definido la matriz de valores observados se procedió a recategorizar sus columnas para con lo que se obtuvo la matriz de frecuencias observadas que se utiliza para calcular el valor de chi cuadrado. Las columnas (1,2,3,4,5) se recategorizaron a: bajo, bueno y excelente, que son las columnas de la nueva matriz, como se puede ver a continuación en la tabla 17-3.

**Tabla 17-3:** Matriz de frecuencias observadas

Frecuencias observadas	Bajo (1)	Bueno (2,3,4)	Excelente (5)
Compleitud	0	10	26
Corrección	0	4	23
Pertinencia	0	16	11
Utilidad	0	9	27
Cumplimiento	0	6	30

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

La re categorización se realizó mediante el siguiente procedimiento. Se tomó la columna 1 de la tabla de valores observados para la categoría bajo, esta columna contiene las evaluaciones con valoración más baja de acuerdo a la escala Likert, para la categoría bueno se sumaron los valores de las columnas (2,3,4) que son las evaluaciones con valoración entre la escala más alta y baja de la escala de Likert, finalmente para la categoría excelente se tomaron los valores de la columna (5) que son las evaluaciones con valoración más alta.

### Frecuencias esperadas

Las frecuencias esperadas se obtienen a partir de las frecuencias observadas aplicando la siguiente fórmula.

$$\text{Valor esperado} = \frac{\text{total categoría} * \text{total sección}}{\text{total tabla}}$$

Al aplicar la fórmula se obtiene.

**Tabla 18-3:** Matriz de frecuencias esperadas

Valores Esperados	Bajo (1)	Bueno (2,3,4)	Excelente (5)
Compleitud	0	10,000	26,000
Corrección	0	7,500	19,500
Pertinencia	0	7,500	19,500
Utilidad	0	10,000	26,000
Cumplimiento	0	10,000	26,000

**Realizado Por:** Carlos Buñay, 2019

### Calculo chi cuadrado

Una vez que se determinó las frecuencias observadas y esperadas se procedió a calcular el valor de chi cuadrado, para esto se construyó una matriz que compara las frecuencias observadas con

las frecuencias esperadas (Quevedo Ricardi, 2011). Aplicando la fórmula se obtiene el valor chi de 17.954 como se puede ver en la tabla 19-3.

**Tabla 19-3:** Cálculo de chi cuadrado

$o_i$	$e_i$	$\frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
10	10,000	0,000
4	7,500	1,633
16	7,500	9,633
9	10,000	0,100
6	10,000	1,600
26	26,000	0,000
23	19,500	0,628
11	19,500	3,705
27	26,000	0,038
30	26,000	0,615
<b>Total</b>		
<b>162</b>	<b>162,000</b>	<b>17,954</b>

Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

### Nivel de significancia

López, 2008 recomienda elegir un nivel de significancia del 5% para proyectos de investigación, que es el error que se puede cometer al rechazar la hipótesis nula siendo verdadera.

### Grados de libertad

Para determinar los grados de libertad, se utilizó el número de columnas y filas de la tabla de frecuencias observadas, y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$gl = (filas - 1) * (columnas - 1)$$

$$gl = (5 - 1) * (3 - 1) = 8$$

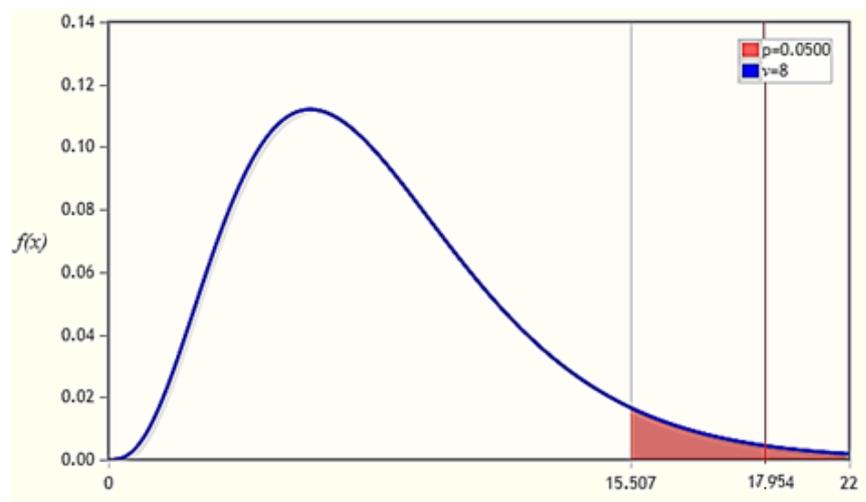
$$gl = 8$$

## Valor crítico

El valor crítico o chi de la tabla se determinó utilizando la tabla de distribución de chi cuadrado, con un nivel de significancia del 5% y 8 grados de libertad se obtuvo un valor crítico de 15.507.

## Análisis de la prueba estadística chi cuadrado

El criterio de aceptación del estadístico de prueba chi cuadrado es: *si chi calculado  $\leq$  chi tabla (valor crítico)*, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, caso contrario *si chi calculado  $>$  chi tabla*, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. (IBM, 2017).



**Gráfico 17-3:** Función chi cuadrado  
Realizado Por: Carlos Buñay, 2019

**Análisis:** El gráfico muestra la representación del valor crítico y el valor de chi calculado donde se observa que el valor de chi calculado 17.954 es mayor que el valor crítico 15.507. Teniendo en cuenta el criterio de aceptación, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual es “La funcionalidad del sistema de inteligencia de negocios satisface los requisitos de usuario de acuerdo con la norma ISO/EIC 25010”.

## CONCLUSIONES

- El análisis de las tecnologías para el desarrollo del sistema permitió seleccionar la suite PENTAHO como la herramienta más idónea para cumplir los requerimientos de usuario, ya que está compuesto por varios programas que resuelven diversos requerimientos de BI como la integración de la información, creación de cubos OLAP y construcción de cuadros de mando personalizables.
- El diseño del almacén de datos se creó utilizando la metodología HEFESTO ya que proporciona etapas bien definidas y fáciles de comprender, se inició con la recolección de 46 requerimientos de usuario, con lo cual se creó el datamart con dos tablas de hechos (indicador, variable) y cinco tablas de dimensiones (tiempo, unidad académica, indicador, variable, subcriterio).
- Se implementó los cubos OLAP variable e indicador para el análisis de la información de evaluación de las unidades académicas de la ESPOCH, estos permitieron construir las consultas multidimensionales para la obtención de información del almacén de datos que se muestra en el cuadro de mando como gráficos estadísticos.
- La funcionalidad del sistema se evaluó utilizando la prueba estadística CHI-Cuadrado donde se puso a prueba la validez de la hipótesis, y se determinó que la funcionalidad del sistema de inteligencia de negocios satisface los requisitos de usuario de acuerdo con la norma ISO/EIC 25010.
- Se determinó mediante la encuesta que para el 83% de los usuarios el sistema facilita el proceso de toma de decisiones, ya que, optimiza el proceso para la obtención de información cuando se solicita, proporciona información de calidad y presenta información fácil de analizar e interpretar en el cuadro de mando.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la suite Pentaho para el desarrollo de soluciones de inteligencia de negocios ya que proporciona un conjunto de programas que ayudan a resolver diferentes requerimientos BI.
- Es importante que durante el diseño del almacén de datos se seleccione el esquema más adecuado para la implementación, ya que estas estructuras ante cambios futuros influirán en gran medida su capacidad para ser modificado y en la rapidez de respuesta a las peticiones de los usuarios.
- El manejo de los cubos multidimensionales puede llegar a ser complejo, esto dificulta la creación de las consultas para el análisis de información, es recomendable utilizar un explorador de datos visual como Saiku Analytics que facilita el manejo de cubos de multidimensionales y reduce el tiempo en la creación de consultas.
- La utilización de un estándar de evaluación de calidad de productos software es importante para determinar la calidad de un sistema, se recomienda utilizar un estándar como la ISO/IEC 25010 porque que ofrece criterios, métricas y características, que se pueden aplicar a productos software.
- Continuar con el desarrollo de los datamarts de los diferentes sistemas de gestión desarrollados por CIMOGSYS, ya que al contar con diversas fuentes de datos permitirán analizar una situación desde diferentes puntos de vista que aportarán positivamente en el proceso de toma de decisiones.

## BIBLIOGRAFÍA

- AHUMADA, E., & PERUSQUIA, J.** Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica. [en línea], 61(1), 127-158. *Contaduría y Administración*. 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.09.006>
- ANYDIFFERENCEBETWEEN.** Difference Between DSS and BI. [en línea], 2016. [Consulta: 28 de enero de 2019]. Disponible en: <https://anydifferencebetween.com/difference-between-dss-and-bi/>
- AREFIN, M. S., HOQUE, M. R., & BAO, Y.** The impact of business intelligence on organization's effectiveness: an empirical study. [en línea], 17(3), 263-285. *Journal of Systems and Information Technology*. 2015. [Consulta: 16 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/JSIT-09-2014-0067>
- BENABEU R.** HEFESTO DATA WAREHOUSING: Investigación y Sistematización de Conceptos HEFESTO: Metodología para la Construcción de un Data Warehouse. [en línea], 2010. [Consulta: 3 de julio de 2018]. Disponible en: <https://www.businessintelligence.info/assets/hefesto-v2.pdf>
- BERNABEU, D., & GARCÍA, M.** Hefesto - Business Intelligence - Browse /Hefesto at SourceForge.net. [en línea], 2018a. [Consulta: 28 de enero de 2019]. Disponible en: <https://sourceforge.net/projects/bihefesto/files/Hefesto/>
- BERNABEU, R.** HEFESTO DATA WAREHOUSING: Investigación y Sistematización Metodología para la Construcción de un Data Warehouse. [en línea], 2013. [Consulta: 4 de junio de 2018]. Disponible en: <https://www.businessintelligence.info/assets/hefesto-v2.pdf>
- BUSTOS, A., MOSQUERA, V., CAMPAÑA, M., & DUQUE, L.** ARTÍCULO TÉCNICO. [en línea], 2014. [Consulta: 17 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6311/1/AC-SISTEMAS-ESPE-047033.pdf>
- Dataprix.** 3.4 Datawarehouse manager | Manual Dataprix TI. [en línea], 2009. [Consulta: 15 de marzo de 2018]. Disponible en: <http://www.dataprix.com/data-warehousing-y-metodologia-hefesto/arquitectura-del-data-warehouse/34-datawarehouse-manager#x1-430003.4.4>
- Diarium.** Business Intelligence | Sistemas de Gestión Empresarial. [en línea], 2016. [Consulta: 2 de julio de 2018]. Disponible en: <https://diarium.usal.es/id00710310/2016/03/16/business->

intelligence/

- DIXSON, Y. R., & MATUREL, L. N.** La inteligencia de negocio como apoyo a la toma de decisiones en el ámbito académico (Business Intelligence as decision support system in academic environment). [en línea], 3(2), 63-73. *GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología*. 2015. [Consulta: 17 de noviembre de 2017]. Disponible en: <https://www.upo.es/revistas/index.php/gecontec/article/view/1745>
- elvex.** El modelo multidimensional. [en línea], 2015. [Consulta: 3 de julio de 2018]. Disponible en: [http://elvex.ugr.es/idbis/db/docs/intro/F Modelo multidimensional.pdf](http://elvex.ugr.es/idbis/db/docs/intro/F%20Modelo%20multidimensional.pdf)
- ESPIÑEIRA, S.** La Inteligencia de Negocios. [en línea], 2015. [Consulta: 21 de noviembre de 2017]. Disponible en: <https://www.pwc.com/ve/es/asesoria-gerencial/boletin/assets/boletin-advisory-edicion-10-2008.pdf>
- evaluandosoftware.** Cubos OLAP de información para la toma de decisiones - Evaluando Software. [en línea], 2015. [Consulta: 3 de julio de 2018]. Disponible en: <http://www.evaluandosoftware.com/cubos-olap-informacion-la-toma-decisiones/>
- GONZÁLES, C.** *Desarrollo e Implementación de un Sistema de Información para el control del proceso de capacitación de una empresa del rubro de las telecomunicaciones en el Perú*. [en línea], 2016. [Consulta: 28 de enero de 2019]. Disponible en: [http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/85/González\\_Carlos\\_tesis\\_bachiller\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/85/González_Carlos_tesis_bachiller_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- holowczak.** Installing Pentaho Community Edition Business Analytics Tools on Windows | Holowczak.com. [en línea], 2015. [Consulta: 18 de junio de 2018]. Disponible en: <http://holowczak.com/installing-pentaho-community-edition-business-analytics-tools/>
- IBM.** IBM Knowledge Center - Prueba de chi-cuadrado de frecuencias iguales. [en línea], 2017. [Consulta: 27 de enero de 2019]. Disponible en: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS4QC9/com.ibm.solutions.wa\\_an\\_overview.2.0.0.doc/chi-square\\_test\\_equalfreq.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS4QC9/com.ibm.solutions.wa_an_overview.2.0.0.doc/chi-square_test_equalfreq.html)
- ISO25000.** ISO 25012. [en línea], 2015. [Consulta: 17 de marzo de 2018]. Disponible en: <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25012>
- Kimball.** Data Warehouse Lifecycle Toolkit. [en línea], *Kimball Group*. 2008. [Consulta: 27 de noviembre de 2017]. Disponible en: <http://www.kimballgroup.com/data-warehouse-business-intelligence-resources/books/data-warehouse-dw-lifecycle-toolkit/>

- MACHUCA, A., & BURGOS, A.** *Desarrollo de una Aplicación de Business Intelligence para la Empresa Empaqplast*. [en línea], 2012. [Consulta: 20 de noviembre de 2017]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/5819>
- MAZÓN, I., & QUISPILLO, E.** Análisis comparativo de herramientas BI en dispositivos móviles Android para el desarrollo de un aplicación BI; Caso práctico: seguimiento de la actividad docente en la FIE. [en línea], 2015. [Consulta: 18 de marzo de 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3775>
- MÉNDEZ, L.** *Más allá del business intelligence: 16 experiencias de éxito*. [en línea], Gestion 20. 2014. España: Unigraf. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=6ciGp2-NYewC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- NAPANGA, E.** METODOLOGÍA HEFESTO. [en línea], 2013. [Consulta: 3 de julio de 2018]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/316781891/METODOLOGIA-HEFESTO>
- OFIPRO.** Exemplo de cubo olap. [en línea], 2018. [Consulta: 3 de julio de 2018]. Disponible en: [https://centrodeayuda.ofipro.com/index.html?business\\_intelligence.htm](https://centrodeayuda.ofipro.com/index.html?business_intelligence.htm)
- Oracle.** ¿Qué es Inteligencia de Negocios? [en línea], 2017. Disponible en: [http://www.oracle.com/ocom/groups/public/@otn/documents/webcontent/317529\\_esa.pdf](http://www.oracle.com/ocom/groups/public/@otn/documents/webcontent/317529_esa.pdf)
- Pentaho.** Data Integration, Business Analytics and Big Data | Pentaho. [en línea], 2018. [Consulta: 17 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://help.pentaho.com/Documentation/8.0/Products>
- Powerdata.** Data Warehouse. [en línea], 2016. [Consulta: 16 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://www.powerdata.es/data-warehouse>
- QUEVEDO, F.** The chi-square. [en línea], *11*(12), e5266-e5266. *Medwave*. 2011. [Consulta: 28 de enero de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.5867/medwave.2011.12.5266>
- REYES, M., & ROSALES, P.** DESARROLLO DE UN DATAMART DE INFORMACIÓN ACADÉMICA DE ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA USAC. [en línea], 2007. [Consulta: 16 de marzo de 2018]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0350\\_CS.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0350_CS.pdf)
- SAEDI, D., & DANIELSSON, P.** Business Intelligence: Understanding disparity in information interpretation. [en línea], 2016. [Consulta: 16 de marzo de 2018]. Disponible en: <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1185012&dswid=6126>

- SHOLLO, A., & GALLIERS, R. D.** Towards an understanding of the role of business intelligence systems in organisational knowing. [en línea], 26(4), 339-367. *Information Systems Journal*. 2016. [Consulta: 16 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/isj.12071>
- Sinnexus.** ¿Por qué Business Intelligence? [en línea], 2016. [Consulta: 28 de enero de 2019]. Disponible en: [http://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/sistemas\\_informacion.aspx](http://www.sinnexus.com/business_intelligence/sistemas_informacion.aspx)
- Sourceforge.** Hitachi Vantara | Pentaho download | SourceForge.net. [en línea], 2018. [Consulta: 4 de julio de 2018]. Disponible en: <https://sourceforge.net/projects/pentaho/?source=directory>
- TELLO, E. A., & VELASCO, J. M. P.** *Balzaciana*. [en línea], Vol. 61. *Contaduría y Administración*. 2016. Cité des livres. [Consulta: 7 de junio de 2019]. Disponible en: <http://www.cya.unam.mx/index.php/cya/article/view/769/942>
- UPA.** Proceso de operacionalización de variables. [en línea], 2017. [Consulta: 3 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/mayhuasca2/proceso-de-operacionalizacin-de-variables>
- VOSEN, G.** Big data as the new enabler in business and other intelligence. [en línea], , 1(1), 3-14. *Vietnam Journal of Computer Science*. 2014. [Consulta: 16 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40595-013-0001-6>

## ANEXOS

### ANEXO A:

#### ENCUESTA PARA EVALUAR LA FUNCIONALIDAD DEL SGIA DASHBOARD



#### Encuesta

El presente cuestionario tiene como objetivo recopilar información sobre la funcionalidad del sistema "SGIA-Dashboard" desarrollado en el Centro de Investigación de Modelos de Gestión y Sistemas Informáticos "CIMOGSYS".

Los sujetos seleccionados para el estudio son el personal técnico y administrativo de CIMOGSYS.

#### DATOS GENERALES

Fecha: \_\_\_\_\_

#### INSTRUCCIONES

- Por favor, en cada grupo de preguntas, evalúe las afirmaciones marcando con una (X) en la casilla de valoración que más se acerque a su apreciación.
- Para la evaluación tener en cuenta la siguiente escala establecida:

1. Muy en desacuerdo	2. En desacuerdo	3. No estoy Seguro	4. De acuerdo	5. Muy de acuerdo
----------------------	------------------	--------------------	---------------	-------------------

#### CUESTIONARIO

##### 1. Completitud

	1	2	3	4	5
El sistema ofrece un resumen de información institucional, de facultades y carreras					
Permite el análisis de un área en particular mediante criterios (filtros)					
La creación de nuevos elementos de análisis se puede lograr de manera sencilla					
El sistema permite escoger la forma como se presentará la información					

##### 2. Corrección

	1	2	3	4	5
La información que presenta el sistema es claro, conciso y preciso					
La información presentada por el sistema utiliza gráficos y diagramas adecuados					
La información que presente el sistema de información es completa, libre de errores y elaborado de manera objetiva					

##### 3. Pertinencia

	1	2	3	4	5
El sistema proporciona información en el momento que se solicite					
La información que proporciona el sistema ayuda a decidir en el proceso de toma de decisiones					
El sistema de información permite el ingreso solamente a las personas autorizadas para la visualización de la información					



# CIMOGSYS

## 4. Utilidad

	1	2	3	4	5
Ayuda a que el usuario pueda entender fácilmente su contenido y su posterior interpretación					
El cuadro de mando permite una sencilla navegación y/o exploración de los datos					
El sistema de información realiza funciones requeridas bajo condiciones dadas y durante un periodo determinado					
Con el sistema se ha logrado un mayor conocimiento y control de los procesos.					

## 5. Cumplimiento

	1	2	3	4	5
El sistema satisface las necesidades de información especificadas					
Refleja los procesos del Sistema de gestión de indicadores de Acreditación					
La información que presenta el sistema se puede adecuar a las necesidades requeridas					
Almacena datos históricos y actuales que se visualizan en el cuadro de mando					

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN