



Universidad  
Nacional  
de Loja

## **Universidad Nacional de Loja**

**Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales  
no Renovables**

**Carrera de Ingeniería en Sistemas**

**Implementación de solución BI para la gestión de datos en una  
institución educativa en el periodo 2021-2023**

**Implementation of a BI solution for data management in an  
educational institution in the period 2021-2023**

Trabajo de Titulación previo , a  
la obtención del título de  
Ingeniero en Sistemas.

**AUTOR:**

Richard Eduardo Riofrío Ramón

**DIRECTOR:**

Ing. Mario Alexander Zambrano Mora Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2024

## Certificación

Loja, 18 de marzo de 2024

Ing. Mario Alexander Zambrano Mora Mg. Sc.  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo Titulación denominado: **Implementación de solución BI para la gestión de datos en una institución educativa en el periodo 2021-2023**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Sistemas**, de la autoría del estudiante **Richard Eduardo Riofrío Ramón** con cédula de identidad **Nro.1104893919** una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Mario Alexander Zambrano Mora Mg. Sc.  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Richard Eduardo Riofrío Ramón**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1104893019

**Fecha:** 18 de marzo de 2024

**Correo electrónico:** [reriofrior@unl.edu.ec](mailto:reriofrior@unl.edu.ec)

**Teléfono:** +593 96 125 2650

**Carta de Autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o, publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo, **Richard Eduardo Riofrío Ramón**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Implementación de solución BI para la gestión de datos en una institución educativa en el periodo 2021-2023**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero en Sistemas**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por plagio o copia del trabajo de titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, los dieciocho días del mes de marzo de dos mil veinticuatro.

**Firma:**

**Autor:** Richard Eduardo Riofrío Ramón

**Cédula de identidad:** 1104893019

**Dirección:** Loja, Aurelio Bravo Ruiz y Guillermo Arturo Bailón

**Fecha:** 18 de marzo del 2024

**Correo electrónico:** reriofrior@unl.edu.ec

**Teléfono:** +593 96 125 2650

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Titulación:** Ing. Mario Alexander Zambrano Mora Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de titulación a cada una de las personas que constituyeron el proceso de mi formación tanto profesional como integral. A toda mi familia, por ser una base importante gracias al apoyo incondicional recibido sin importar nuestras diferencias, momentos difíciles y triunfos durante toda mi vida. Sin dejar de lado que todo esto deja una meritoria enseñanza que es la de valorar cada circunstancia vivida, debido a que de todo eso, aprendemos cada día.

***Richard Eduardo Riofrío Ramón***

## **Agradecimiento**

Agradecimiento dirigido a mi familia, profesores y amigos que formaron parte de este proceso de preparación profesional, moral y emocional. Sin dejar de lado el reconocimiento sincero a la Universidad Nacional de Loja, docentes y personal administrativo por sus arduas labores encaminadas en la excelencia académica que reforzaron el desenvolvimiento académico esperado.

En agradecimiento especial a docentes directores como el ingeniero Mario Zambrano y la ingeniera Valeria Herrera, quienes sin vacilaciones ofrecieron sus conocimientos para el desarrollo de siguiente proyecto de titulación, y así permitir la obtención de este logro.

Se agradece también al Instituto Superior Tecnológico “Los Andes” y su personal administrativo y docente, por recibirme con las puertas abiertas y por el apoyo brindado en facilitar la información necesaria para la implementación de esta tecnología, esperando la mayor aceptación de la solución planteada y realizada con gran esfuerzo.

***Richard Eduardo Riofrío Ramón***

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de Autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras .....	xi
Índice de anexos.....	xiii
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco Teórico</b> .....	<b>6</b>
4.1. Antecedentes.....	6
4.2. Sistemas de Información.....	6
4.3. Inteligencia de negocios (Business Intelligence) .....	7
4.4. Áreas en las que se usan las soluciones de business intelligence .....	7
4.4.1. Ventas.....	7
4.4.2. Marketing .....	7
4.4.3. Finanzas .....	7
4.4.4. Manufactura .....	8
4.5. Proceso de inteligencia de negocios .....	8
4.6. Arquitectura de la inteligencia de negocios .....	8
4.7. Fuentes de información.....	9
4.8. Procesos ETL.....	9
4.9. Minería de datos .....	10

4.10. OLAP .....	11
4.11. Modelo de datos.....	11
4.11.1. Almacén de datos (Data Warehouse).....	11
4.11.2. Tipos de modelamiento .....	12
4.11.2.1. Esquema.....	12
4.11.3. Tabla de dimensiones .....	13
4.11.4. Tabla de hechos.....	13
4.12. Pentaho.....	13
4.13. Aplicaciones de la suite Pentaho:.....	14
4.14. Gestión académica .....	15
4.15. Metodología Hefesto .....	16
4.16. ISO 9001-2015.....	16
4.17. Modelo de aceptación tecnológica TAM.....	17
4.17.1. Mínimos cuadrados parciales PLS .....	18
4.18. Trabajos relacionados .....	18
<b>5. Metodología.....</b>	<b>20</b>
<b>5.1. Área de estudio .....</b>	<b>20</b>
5.2. Procedimiento .....	21
5.2.1. Objetivo 1. Análisis de datos históricos y del estado actual del Instituto Superior Tecnológico “Los Andes”.....	21
5.2.2. Objetivo 2. Aplicación de estrategias de BI para el procesamiento de la información en la institución educativa. ....	22
5.2.3. Objetivo 3. Evaluación de los resultados mediante el modelo de aceptación tecnológica TAM en un ambiente simulado real. ....	24
5.3. Recursos.....	24
5.3.1. Recursos científicos .....	24
5.3.2. Recursos técnicos.....	25
<b>6. Resultados.....</b>	<b>26</b>
6.1. Objetivo 1: Análisis de la situación actual de la empresa. ....	26
6.1.1. Resultados obtenidos de técnica de investigación (primera encuesta).....	26
6.1.2. Análisis de datos históricos y el estado actual de la institución educativa .....	30
6.1.3. Perfil de capacidad interna.....	32
6.2. Objetivo 2: Implementación de estrategias de inteligencia de negocios .....	35
6.2.1. Identificación de indicadores y perspectivas.....	36
6.2.2. Estructuración de los datos válidos para el proyecto.....	36

6.2.3.	Extracción y Esquematización de Base De Datos .....	37
6.2.4.	Implementación de la solución BI .....	38
6.2.5.	Desarrollo de cubos OLAP .....	42
6.3.	Objetivo 3: Modelo de aceptación tecnológica.....	54
6.3.1.	Recopilación de datos .....	54
6.3.2.	Modelo de ecuaciones estructurales PLS-SEM.....	57
<b>7.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>65</b>
7.1.	Objetivo Específico 1: Realizar un análisis de datos históricos y el estado actual de la institución educativa con instrumentos de recopilación de información para reforzar la definición de estrategias de BI. ....	65
7.2.	Objetivo Específico 2: Aplicar estrategias de BI para el procesamiento de la información en la institución educativa.....	66
7.3.	Objetivo específico 3: Evaluación de los resultados mediante el modelo de aceptación tecnológica TAM en un ambiente simulado real.....	67
<b>8.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>68</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>69</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>70</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>75</b>

*Índice de Tablas:*

<b>Tabla 1.</b>	Trabajos relacionados .....	19
<b>Tabla 2.</b>	Perfil de Capacidad Interna. Identificación de factores en capacidad directiva ...	33
<b>Tabla 3.</b>	Perfil de Capacidad I. Identificación de factores en capacidad competitiva.....	33
<b>Tabla 4.</b>	Perfil de Capacidad Interna. Identificación de factores en capacidad financiera .	34
<b>Tabla 5.</b>	Perfil de Capacidad I. Identificación de factores en capacidad tecnológica.....	34
<b>Tabla 6.</b>	PCI. Identificación de factores en capacidad del talento humano .....	35
<b>Tabla 7.</b>	Planificación basada en Hefesto, según condiciones del campo de estudio .....	35
<b>Tabla 8.</b>	Datos válidos del proyecto BI, para la extracción de información.....	37
<b>Tabla 9.</b>	Hipótesis y relaciones .....	55
<b>Tabla 10.</b>	Constructos e ítems analizados de la encuesta .....	56
<b>Tabla 11.</b>	Información inicial .....	57
<b>Tabla 12.</b>	Cálculo de la consistencia de los datos .....	58
<b>Tabla 13.</b>	Cálculo de la consistencia la fiabilidad compuesta.....	58
<b>Tabla 14.</b>	Cálculo de consistencia la fiabilidad compuesta modificada .....	59
<b>Tabla 15.</b>	Raíz cuadrada de la varianza media según Fornell-Larcker .....	60
<b>Tabla 16.</b>	Cargas factoriales cruzadas .....	60
<b>Tabla 17.</b>	Coeficientes de trayectoria .....	62
<b>Tabla 18.</b>	Detalles de coeficientes de trayectoria según relaciones .....	63
<b>Tabla 19.</b>	Ajuste del modelo .....	63
<b>Tabla 20.</b>	Contraste de hipótesis .....	63
<b>Tabla 21.</b>	Fuente de Datos .....	81

*Índice de Figuras:*

<b>Figura 1.</b> Intervención de la minería de datos en la inteligencia de negocios. ....	10
<b>Figura 2.</b> Arquitectura de inteligencia de negocios, representando gráficamente sus capas	12
<b>Figura 3.</b> Esquema estrella con cuatro dimensiones conformando un hecho.....	12
<b>Figura 4.</b> Diagrama del modelo de aceptación tecnológica estándar .....	18
<b>Figura 5.</b> Ubicación actual del Instituto Superior Tecnológico Los Andes. ....	20
<b>Figura 6.</b> Actividades de las personas encuestadas relacionadas a la toma de decisiones.	27
<b>Figura 7.</b> Personas que tienen conocimiento de los objetivos del negocio.....	27
<b>Figura 8.</b> Tiempo de presentación de reportes según encuestados.....	29
<b>Figura 9.</b> Ajustes de rendimiento del negocio según encuestados .....	29
<b>Figura 10.</b> Esquema organizacional del negocio, del Instituto Superior Tecnológico Los Andes.....	31
<b>Figura 11.</b> Modelo ERR, estructura final de la base de análisis .....	38
<b>Figura 12.</b> Diagrama de componentes .....	39
<b>Figura 13.</b> Captura de la configuración inicial de una hoja de cálculo de Excel en Pentaho Data Integración.....	39
<b>Figura 14.</b> Diseño esquema Pentaho Data Integration - Transformación y carga .....	40
<b>Figura 15.</b> Diseño esquema Pentaho Data Integration – Trabajo.....	41
<b>Figura 16.</b> Tabla de calificaciones con datos depurados.....	41
<b>Figura 17.</b> Creación de esquema y cubo .....	42
<b>Figura 18.</b> Modelo multidimensional del ISTLA.....	43
<b>Figura 19.</b> DataMart del ISTLA .....	46
<b>Figura 20.</b> Requerimiento funcional 01 .....	49
<b>Figura 21.</b> Requerimiento funcional 02 .....	49
<b>Figura 22.</b> Requerimiento funcional 03 .....	50
<b>Figura 23.</b> Requerimiento funcional 04 .....	50
<b>Figura 24.</b> Requerimiento funcional 05 .....	51
<b>Figura 25.</b> Requerimiento funcional 06 .....	51
<b>Figura 26.</b> Requerimiento funcional 07 .....	52
<b>Figura 27.</b> Requerimiento funcional 08 .....	53
<b>Figura 28.</b> Requerimiento funcional 09 .....	53
<b>Figura 29.</b> Datos estadísticos de la encuesta realizada luego de la evaluación. ....	54
<b>Figura 30.</b> Modelo TAM acoplado a la solución de inteligencia de negocios. ....	55
<b>Figura 31.</b> Modelo TAM final acoplado a la herramienta de inteligencia de negocios. ....	62
<b>Figura 32.</b> Gráfico estadístico de coeficientes de trayectoria. ....	62

<b>Figura 33.</b> Usuarios y técnicos interactuando con la interfaz del sistema. ....	136
<b>Figura 34.</b> Reunión de indicaciones técnicas de lanzamiento. ....	136
<b>Figura 35.</b> Reunión previa a la aplicación de instrumento de recolección .....	136
<b>Figura 36.</b> Reunión de toma de decisiones.....	136
<b>Figura 37.</b> Login de la consola de Pentaho para móviles.....	137
<b>Figura 38.</b> Interfaz de inicio de la ST4Pivot aplicado en el ISTLA .....	138
<b>Figura 39.</b> Cubo rendimiento. ....	138
<b>Figura 40.</b> Captura de Configuración del cortafuegos.....	139
<b>Figura 41.</b> Líneas modificadas en el PATH. Configuración del entorno. ....	139
<b>Figura 42.</b> Elección de la prioridad de la versión de Java a utilizar. ....	140
<b>Figura 43.</b> Línea de comando para le ejecución del Tomcat en Linux.....	140
<b>Figura 44.</b> Captura de Interfaz de Login de la herramienta de inteligencia de negocio .....	140
<b>Figura 45.</b> Arquitectura de la Solución BI.....	142

*Índice de Anexos:*

<b>Anexo 1.</b> Encuesta .....	75
<b>Anexo 2.</b> Entrevista 1 .....	78
<b>Anexo 3.</b> Entrevista 2 .....	80
<b>Anexo 4.</b> Origen de datos .....	81
<b>Anexo 5.</b> Reunión de Requerimientos .....	82
<b>Anexo 6.</b> Solicitud de acceso a información de la institución .....	99
<b>Anexo 7.</b> Encuesta 2 (TAM).....	100
<b>Anexo 8.</b> SmartPLS .....	104
<b>Anexo 9.</b> Aceptación y validación de la empresa .....	105
<b>Anexo 10.</b> Visitas al campo de estudio. ....	136
<b>Anexo 11.</b> Levantamiento de Pentaho Server.....	137
<b>Anexo 12.</b> Manuales .....	141
<b>Anexo 11.</b> Arquitectura de la Solución BI.....	142
<b>Anexo 12.</b> Certificado de traducción de resumen.....	143

## **1. Título**

**Implementación de solución BI para la gestión de datos en una institución educativa en el periodo 2021-2023.**

## 2. Resumen

El trabajo de titulación: "Implementación de solución BI para la gestión de datos en una institución educativa en el periodo 2021-2023" tiene como propósito mejorar el manejo de información en un entorno educativo a través de un eficiente desenvolvimiento en la toma de decisiones, con el uso de estrategias de inteligencia de negocios. Para la realización del siguiente trabajo de titulación se utilizaron algunas metodologías de investigación entre las que se destaca la observación activa y el estudio de caso. Así como también se manejaron técnicas e instrumentos como entrevistas, revisión bibliográfica, encuestas para la identificación del problema, creación del cronograma y presupuesto. Aplicando entrevistas al personal encargado de la gestión de procesos de la institución educativa en especial personal administrativo, se logra analizar el estado de la institución como empresa. El alcance se centra en actividades directamente relacionadas con la implementación de la solución BI y no incluye cambios estructurales o de política no vinculados a la gestión de datos. Se determina que la institución maneja datos de operación que componen la información crucial para la toma de decisiones de la empresa, los cuales requieren un seguimiento adecuado para elaborar un plan de acción y estrategias de mejoras. La solución proporcionada por la inteligencia se centra en la extracción de información de forma detallada y específica en tiempo real, está alineada con el rendimiento de la institución en distintos aspectos. Para el desarrollo de esta solución se emplea la herramienta de inteligencia de negocios basada en la suite de Pentaho, donde están inmersas algunas de las aplicaciones que cumplen funciones en diferentes ámbitos. El argumento de este trabajo de titulación se sustenta en la creación de una base de datos, en la extracción, transformación y carga de los datos para luego ser presentados y procesados para la toma de decisiones dentro de la empresa y mejorar el servicio en oferta académica y reforzamiento de la calidad de educación.

**Palabras Clave:** *Inteligencia de negocios, Empresa, extracción de datos, transformación, datos*

## **Abstract**

The degree work: "Implementation of a BI solution for data management in an educational institution in the period 2021-2023" aims to improve the management of information in the educational institution through efficient development in decision making, with the use of business intelligence strategies. To carry out the following degree work, some research methodologies were used, among which active observation and case study stand out. As well as techniques and instruments such as interviews, bibliographic review, surveys to identify the problem, creation of the schedule and budget, were also used. By applying interviews to the personnel in charge of managing the processes of the educational institution, especially administrative personnel, it is possible to analyze the state of the institution as a company. The scope focuses on activities directly related to the implementation of the BI solution and does not include structural or policy changes not linked to data management. It is determined that the institution manages operating data that makes up the crucial information for the company's decision making, which requires adequate monitoring to develop an action plan and improvement strategies. The solution provided by intelligence focuses on the extraction of detailed and specific information in real time, aligned with the performance of the institution in different aspects. For the development of this solution, the business intelligence tool based on the Pentaho suite is used, where some of the applications that fulfill functions in different areas are embedded. The argument of this degree work is based on the creation of a database, the extraction, transformation and loading of the data to later be presented and processed for decision making within the company and improve the service in academic offer. and strengthening the quality of education.

***Keywords:*** *Business intelligence, Company, data extraction, transformation, data*

### 3. Introducción

El presente trabajo de titulación se centra en abordar la importancia de la implementación de soluciones de Business Intelligence (BI) en el ámbito educativo, específicamente en la gestión de datos y toma de decisiones administrativas en las instituciones educativas. En un entorno que cada vez es más competitivo y dinámico, las instituciones educativas enfrentan desafíos significativos en la gestión eficiente de sus operaciones y recursos.[1]

El uso estratégico de la herramienta de BI como Pentaho ofrece una oportunidad prometedora para medir la eficacia y eficiencia de estas organizaciones al proporcionar análisis de datos detallados y en tiempo real, facilitando así la toma de decisiones. A través de este trabajo, se busca comprender mejor el proceso de implementación de soluciones BI en un contexto educativo, identificar las mejores prácticas y evaluar el impacto de estas herramientas en la mejora de la gestión institucional. Con un enfoque en la optimización de la gestión de datos y la toma de decisiones administrativas, se espera contribuir al avance del campo de la inteligencia de negocios aplicada a la educación, brindando insights valiosas para futuras investigaciones y prácticas en este campo.[2]

El fundamento de cualquier proceso de gestión reside en la recopilación y estructuración de los datos, que pueden generar conocimiento significativo. En el contexto empresarial, cada operación diaria implica gestión de una gran cantidad de información ,abarcando desde inventarios hasta registros de calificaciones, matrículas, admisiones, deserciones y control interno de la institución.[3] Estos datos una vez organizados de manera efectiva, se convierten en una herramienta invaluable para la toma de decisiones estratégicas y mejora continua de procesos.

Estos procesos no solo involucran la generación de datos internos, a su vez dan lugar a contrastarlos con información externa, que abarca desde datos demográficos hasta comunicacionales. Al consolidar y analizar la información, práctica necesaria para el rendimiento de una empresa, la aplicación de inteligencia de negocios permite elaborar informes con detalles determinados por el usuario que, con regularidad, proporcionan una ventaja competitiva sobre otras empresas que ofrecen servicios o productos similares.[4]

Dentro del análisis de información de negocios, se destaca una sección fundamental: las ventas. En el contexto educativo, estas ventas se identifican como matrículas, siendo la educación el servicio ofrecido. Estos datos son de vital importancia para la toma de decisiones, ya que permiten determinar en qué condiciones se hacen las ventas, así como evaluar la gestión del servicio ofrecido. Además, se puede identificar los indicadores de mayor

aceptación, así como los factores que influyen a las variaciones. Un aspecto relevante es la evaluación de la productividad de los “vendedores”, en este caso que se relacionan directamente con el desempeño docente, para comprender su impacto en la institución educativa.

La ejecución ágil de cada una de las actividades mencionadas es fundamental, y esta premisa se ve cumplida con la implementación de la solución de inteligencia de negocios en los procesos de toma de decisiones. Esta herramienta no solo agiliza las operaciones, sino que también facilita la interpretación de los datos por parte de los directivos, preparando de esta manera, a la institución para ser evaluada por entes de control externos. Así se puede analizar la situación actual, anticipar cambios futuros, realizar predicciones y colaborar en la identificación de áreas de mejora. Contribuyendo así, a tomar decisiones más informadas y acertadas en beneficio de la empresa.

Este trabajo no solamente propone identificar estos desafíos, sino también proponer estrategias para superarlos. Se pretende resolver la pregunta de la de problemática mencionada en el proyecto: ¿Cómo afectarían los factores, Facilidad de Uso Percibida y la Actitud hacia el Uso, en la Intención de Uso al implementar una solución BI en el Instituto Superior Tecnológico Los Andes de Loja? Al abordar estos factores permiten la medición de adopción de tecnología de negocios en cuestión.

## 4. Marco Teórico

### Antecedentes.

En el presente trabajo de titulación se han tomado en cuenta muchas definiciones de distintos autores que permiten defender su vialidad. La inteligencia de negocios en muchos de los campos empresariales tiene como resultado el desempeño adecuado de la gestión de procesos y sobre todo el control del uso de recursos para la toma de decisiones[5].

Desde las últimas décadas, las aplicaciones de BI han experimentado una evolución notable impulsada por el crecimiento exponencial de la información.[6] Algunos hitos significativos incluyen la generación de reportes operacionales mediante mainframes, el desarrollo de modelos estadísticos para campañas publicitarias, la implementación de ambientes OLAP multidimensionales para análisis detallados, y la introducción de dashboards y scorecards diseñados para ejecutivos. Estos avances han permitido hitos importantes en la historia de Business Intelligence, adaptándose continuamente a las demandas cambiantes del entorno empresarial y tecnológico.

En el contexto educativo, BI es una herramienta que ha demostrado su utilidad en distintas áreas, tales como el seguimiento del rendimiento académico, la optimización de recursos, predicciones y planificación. En cuanto al seguimiento de rendimiento académico, se permite analizar datos de estudiantes, docentes y programas, lo que facilita la identificación de áreas de mejora y diseño de intervenciones educativas. En lo que respecta a la optimización de recursos, se usa para gestionar presupuestos, infraestructura y personal de manera más eficiente, garantizando de alguna manera una mejora en la calidad educativa. Y en lo que respecta a predicción y planificación, BI ayuda a identificar tendencias y anticipar necesidades futuras en el ámbito educativo, lo que permite tomar decisiones estratégicas estructuradas para prepararse para los desafíos futuros.

### *Sistemas de Información*

A todo conjunto de medios humanos y materiales que están a cargo de la información de una empresa se lo llama sistema de información, con el fin de obtener resultados y ventajas competitivas [7]. Para el uso de sistemas de información se utilizan equipos de cómputo, bases de datos, procesos, procedimientos, modelos de análisis, indicadores y gestiones administrativas para una buena toma de decisiones [8]. En lo que respecta a lo funcional, tratan de incrementar su eficiencia y eficacia, pues con subsistemas implementados funcionan de una manera integrada o independientemente, para luego relacionarse entre sí. Se considera un sistema de información al conjunto de elementos bien organizados,

administrados y diseminados como datos para la formación de información, con el fin de cubrir necesidades encontradas. [9]

### *Inteligencia de negocios (Business Intelligence)*

Business intelligence es la capacidad corporativa que tiene un negocio para tomar decisiones. Se lo puede lograr mediante la aplicación de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permitan integrar, depurar, cargar, transformar los datos, para luego aplicar estrategias analíticas y estadísticas de extracción de conocimiento [10], todo esto se refleja en cada una de las áreas de interés de una forma estructurada, generando conocimiento y dando soluciones de BI y oportunidades de poder ser corregidos los errores encontrados.[11]

### **Áreas en las que se usan las soluciones de business intelligence**

Existen diversas aplicaciones en las que la inteligencia de negocios puede verse inmersa para una solución y análisis de información.

#### **4.1.1. Ventas**

*Análisis de ventas*, monitoreando la cantidad de ventas que se hacen en un determinado tiempo.

*Detección de clientes importantes*, mediante el comportamiento y características que mantienen ciertas personas que usan o adquieren en determinado producto o servicio.

*Análisis de productos*, líneas, mercados, pronósticos y proyecciones.[12]

#### **4.1.2. Marketing**

*Segmentación y análisis de clientes*, clasificando a los individuos con características en común.

*Seguimiento a los productos*, a través de la salida que estos tengan.[13]

#### **4.1.3. Finanzas**

*Análisis de gastos*, tomando en cuenta las tendencias y patrones de gastos de la organización, e identificando áreas donde se está incurriendo en costos innecesarios.

*Razones financieras y de cartera*, a través de la toma de decisiones ejercida por un agente administrativo o analista.[14]

#### 4.1.4. Manufactura

*Productividad en línea*, llevando un control minucioso periódicamente y en algunos casos en tiempo real.

*Análisis de desperdicios*, por medio de una comparación entre la materia prima y el producto, cantidad de material o materiales indirectos.

*Análisis de calidad*, evaluando los productos o servicios dirigidos a consumidores.

*Rotación de inventarios*, considerando el precio del producto, las agendas de compras, el volumen de fabricación y cuándo es necesaria la promoción de un producto.

#### **Proceso de inteligencia de negocios**

Se puede acceder a la información a través de inteligencia de negocios de distintas formas, pues dentro del proceso indicado se encuentran algunas fases, que se mencionan a continuación (basada en la metodología Hefesto):

**Fase 1: Planear**, aquí se permite conocer los requerimientos de información dirigidos a una área y necesidades de todos los involucrados en los procesos de una empresa en un tiempo breve. [15]

**Fase 2: Recolectar**, de los datos extraídos para generar información necesaria a analizar, se determinan fuentes de extracción de datos, con el fin de cumplir con los requerimientos específicos.

**Fase 3: Procesar**, de datos cargados e integrados a una herramienta para transformarlos de manera que se puedan analizar fácilmente.

**Fase 4: Analizar y producir resultados**, como cumplimiento de los requerimientos de información por medio de reportes, indicadores, gráficos, y otros.[16]

**Fase 5: Difusión de los resultados**, de forma oportuna dirigida a los usuarios finales y con la facilidad de interactuar con ellos.

#### *Arquitectura de la inteligencia de negocios*

La solución de inteligencia de negocios está compuesta por las siguientes capas[18]:

**Capa 1:** Permiten determinar la *fuentes de datos* de las operaciones internas y externas de la empresa en un tiempo determinado por lo general diariamente.

**Capa 2:** En una base de datos modelada se empieza su construcción, donde se generan los procesos de *extracción, transformación y carga de datos*.

**Capa 3:** Con *sistemas de transacciones* en línea y minería de datos, colaboran para potenciar la solución.[17]

**Capa 4:** El usuario mediante herramientas pueda *analizar y presentar* información, y dar a conocer claramente un análisis íntegro.

**Capa 5:** Finalmente con todas las capas superadas se procede a *tomar decisiones*.

#### *Fuentes de información*

La identificación de la información se la realiza a partir de fuentes, tales como bases de datos, archivos planos, y en últimos de los casos hojas de cuaderno [19]. Business intelligence permite integrar todas estas fuentes de información como fase inicial del proceso, lo que facilita la transición hacia la fase de procesamiento de información.

Luego se intenta segmentar los datos en grupos dentro del conjunto de registros, donde con base en la integración se aplican a tablas organizadas.

#### *Procesos ETL*

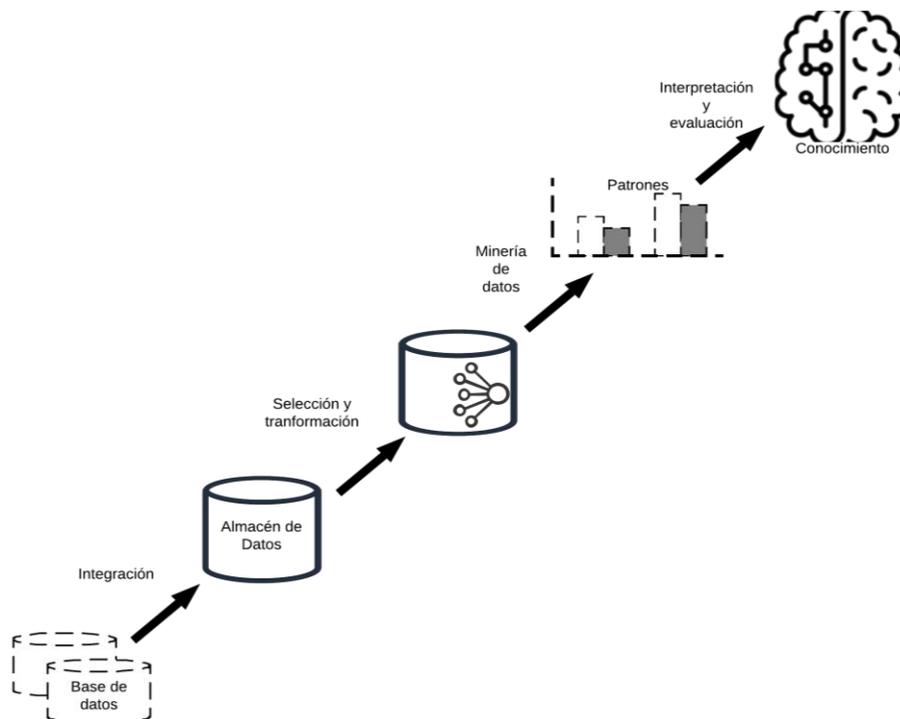
Se considera al proceso ETL como la tecnología de integración de datos en la que se usan métodos de inteligencia de negocios, donde se permiten extraer datos inmersos en diferentes fuentes de información, luego transformarlos según las necesidades del analista y cargar finalmente en entornos de destino (bases de datos específicas o sistemas de almacenamiento), siendo una fase importante para el diseño y construcción de almacenes de datos o Data Warehouse, “una colección de datos orientados a un ámbito (empresa, organización), integrada, no volátil y variante en el tiempo, que ayuda al proceso de los sistemas de soporte de decisiones” [20]. Lo que quiere decir también que el proceso ETL contiene tres subprocesos como son la extracción, transformación y carga ,ETL consiste en realizar procesos que impliquen la obtención de datos válidos, la transformación de los datos para generar conocimiento por medio de la información en los almacenes de sistemas de información que poseen los negocios y posteriormente la carga de los mismos datos para más adelante ser gestionados en un sistema de consulta perteneciente a inteligencia de negocios.

Los datos se pueden obtener de diferentes formas de fuentes internas recolectadas a través de sistemas de información organizacionales: Customer Relationship Management (Gestión de Relación con el Cliente, CRM),Enterprise Resource Planning (Planificación de Recursos Empresariales, ERP), Business Process Management (Gestión de Procesos de Negocio, BPM),Point of Sale (Punto de Venta, POS) y fuentes externas: centrales de riesgo, oficinas de impuestos, oficinas de aduanas, y todo lo genere datos en masa. También por

medio de ETL es posible obtener información histórica depositada en archivos de texto plano u hojas de cálculo. [21]

### *Minería de datos*

Como apoyo a una buena toma de decisiones es importante definir una de las técnicas más utilizadas hoy en día, como es la minería de datos. La inteligencia de negocios se sostiene de dicha minería para ser utilizada dentro de las empresas, por medio de la exploración de posibilidades y análisis enfocado a generar conocimiento. La minería de datos o también conocida como data mining es “un proceso no trivial de identificación válida, novedosa, potencialmente útil y entendible de patrones comprensibles que se encuentran ocultos en los datos”. [22] Por medio de ella se unen diferentes campos ya sea la inteligencia artificial, las redes neuronales o métodos de exploración, brindando el acceso a una retrospectiva de los datos y posteriormente generando información válida con el apoyo de tecnologías en recolección de datos, multiprocesador o algoritmos de minería de datos [23]. Al encontrar patrones a través de la minería de datos se pueden crear asociaciones, cambios, o estructuras en datos almacenados en grandes cantidades conformando el Data Warehouse. Para lograr generar conocimiento con la minería de datos se siguen los pasos: integración, limpieza, selección, transformación, aplicación de minería de datos, evaluación de patrones y representación de conocimiento. [24]



**Figura 1.** Intervención de la minería de datos en la inteligencia de negocios. [24]

## OLAP

Esta técnica también es conocida como análisis multidimensional y con diferencia al proceso transaccional en línea OLTP trabaja directamente sobre el Data Warehouse que se organiza en hipercubos o cubos multidimensional, o sea que tienen tres variables como mínimo, sobre los elementos de análisis o facts ya sea un número defectuoso, máximo de ventas netas, promedios, y otras dimensiones como producto, centro de costo, máquina, año. [25]. OLAP trata de relacionar las variables con el fin de llegar a una conclusión que posteriormente podría servir para la toma de decisiones. Los datos analizados bajo esta técnica se denomina visualización y utiliza técnicas como: tridimensionalidad, tortas, histogramas, regresiones; todas ellas de representación gráfica. A través de dicha técnica se procede a efectuar un análisis de tendencias, los puntos de equilibrio o la sensibilidad.

Se conocen tres tipos de OLAP, con respecto a la implementación del Data Warehouse [26]:

**Rolap.** OLAP sobre DWs implementados como tablas relacionales (filas y columnas) usando modelos de esquematización y modelación.

**Molap.** OLAP sobre DWs implementados sobre bases de datos multidimensionales.

**Holap.** Mantienen un enfoque híbrido de ROLAP y MOLAP

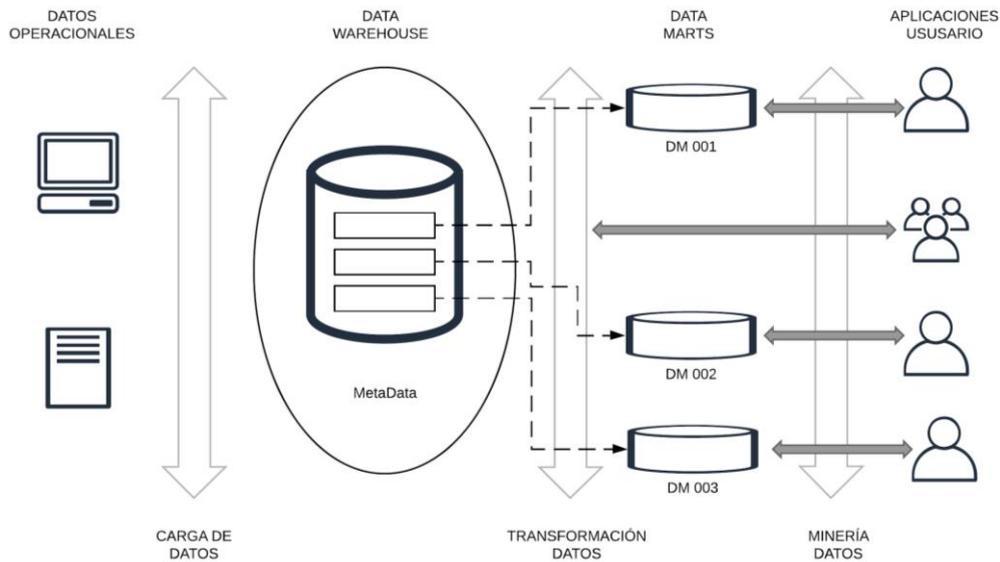
### *Modelo de datos*

Se puede definir como la organización correcta de los datos, basada en un modelo adecuado de manejo de los mismos puede otorgar una visión clara de los inconvenientes en el desempeño del negocio (figura 2). Pues, si bien es cierto, existen herramientas del área de la Inteligencia Artificial, específicamente a la Inteligencia de Negocios tales como los Almacenes de datos (los ya mencionados Data Warehouse) [27][19] y la Minería de datos (data Mining), que se utilizan para la generación de conocimiento que no ha sido encontrado de forma manual en grandes volúmenes de datos, que posteriormente serán la base para encontrar patrones. En la figura 2 se puede observar el recorrido que realizan los datos a través de las capas.

#### **4.1.5. Almacén de datos (Data Warehouse)**

Es una colección de datos orientado a departamentos o áreas, integrado, no volátil, de tiempo variante, que se usa para el soporte del proceso de toma de decisiones gerenciales, se lo construye utilizando metodologías. La técnica que se utiliza para la creación de Data Warehouse depende de hacia donde se enfoca como base en el desarrollo de dicho almacén,

puede ser hacia el manejo de datos o de usuarios (data-driven, goal-driven y User-driven). [28]



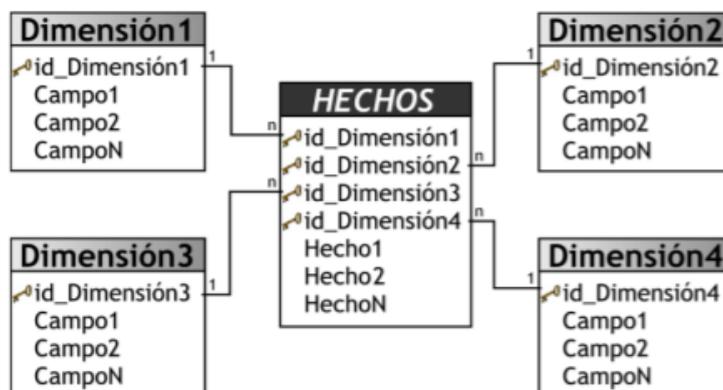
**Figura 2.** Arquitectura de inteligencia de negocios, representando gráficamente sus capas.[28]

#### 4.1.6. Tipos de modelamiento

Existen diferentes formas de recopilar y almacenar datos, todo depende la función que vayan a cumplir, ya sea por el acceso o la cantidad de información que se va a procesar, consideraciones necesarias para la selección del esquema adecuado.

##### 4.1.6.1. Esquema estrella

Reconocido por tener una tabla de hecho central con sus respectivas claves y en su alrededor posee tablas de dimensiones(figura 3) que se creen necesarias para formar un cubo multidimensional [29]



**Figura 3.** Esquema estrella con cuatro dimensiones conformando un hecho.[29]

#### **4.1.6.2. Esquema copo de nieve**

Es una estructura compleja que se considera como una extensión del modelo estrella. En las tablas de dimensiones existen jerarquías que contienen niveles específicos. Además, estas jerarquías se comunican con otras dimensiones con el fin de reducir espacio de almacenamiento y descartar la redundancia de datos. [29]

#### **4.1.7. Tabla de dimensiones**

Sirve para estructurar datos que representan aspectos claves del negocio por medio de atributos o características como productos, clientes y tiempo. Contienen información descriptiva que contextualiza los datos y facilita el análisis. Se usan junto a las tablas de hecho para proporcionar una estructura para el análisis de datos multidimensional en un entorno BI. [30]

#### **4.1.8. Tabla de hechos**

Son las tablas centrales de un esquema multidimensional, poseen valores de las medidas del negocio, por lo general se caracteriza por tener un tiempo determinado y se agrupan de acuerdo a las condiciones que se definen las tablas de dimensiones.

#### *Pentaho*

Pentaho es una suite completa de herramientas de inteligencia de negocio, reportes, análisis, dashboards, minería de datos e integración de datos. También otorga una serie de servicios críticos entre los que están la autenticación, programación de tareas, seguridad y servicios Web. [31][32] Este conjunto de herramientas y servicios forman una plataforma integral de inteligencia de negocio, considerando a Pentaho como el proveedor líder de soluciones de inteligencia de negocios de código abierto.

En comparación con otras soluciones de Business Intelligence, Pentaho se centra en procesos y se orienta a la solución, utilizando componentes que permiten que las organizaciones desarrollen estrategias para resolver problemas de inteligencia de negocio.

En lo que refiere a procesos posee un motor de flujo de trabajo, que se aplican los procesos de inteligencia basados en procesos de gestión de las organizaciones, personalizándolos o añadiendo más según sean las necesidades. Pentaho con sus componentes de informes permite analizar dichos procesos. [24][20]

Y cuando se refiere a orientada a la solución es porque la suite de se especifica a cada una de las definiciones de proceso y en documentos de acción. Entonces los procesos y

operaciones se interrelacionan para dar solución a un requerimiento de inteligencia de negocio. Posteriormente se podrá hacer integración de procesos de negocio externamente con otras herramientas[24].

La Suite Pentaho de inteligencia de negocios deriva una colección de programas de computadora que trabajan conjuntamente para resolver problemas de negocio. Todo esto permite que la información esté debidamente organizada y administrada para la gestión de la misma. Todo parte de aplicaciones de la suite que son muy básicas ya sea una autenticación como una conexión, hasta llegar a una visualización de la información utilizando gráficos y mapas estadísticos. [10]

Las aplicaciones están clasificadas con la capa de presentación en lo más alto y la capa de datos e integración de aplicaciones en lo más bajo. Las áreas funcionales más importantes reportes, análisis, dashboards y administración de procesos constituyen la capa intermedia, en tanto que Pentaho en sí misma entrega características básicas para seguridad y administración de la información.

La capa más conocida es la de presentación, donde interactúan los usuarios finales que les permite tomar varias decisiones. Pero la más importante la integración de datos, ya que es necesaria para llevar datos desde varios sistemas orígenes hacia el interior de un entorno compartido de un almacén de datos.[10]

Las áreas funcionales cubiertas por la suite son:

**Análisis:** a través de él, los usuarios pueden ver datos dimensionalmente. El motor de análisis es proporcionado por el servidor OLAP Mondrian y la librería JPivot para la navegación y el análisis. [11]

**Reportes:** existe un motor de reportes permite diseñar, crear y distribuir reportes en varios formatos como HTML o PDF, de las diferentes tipas de fuentes. [17]

**Minería de datos:** que permite a usuarios avanzados descubrir patrones ocultos en los datos, realizar análisis predictivos y de tendencias.

**Dashboards:** son usados para monitorear y analizar indicadores clave de desempeño (KPI). Los dashboards pueden crearse incluyendo gráficos, reportes, vistas de análisis entre otros contenidos de Pentaho, con mucha facilidad. [4]

*Aplicaciones de la suite Pentaho:*

*Schema workbench (PSW):* con esta herramienta se construyen esquemas multidimensionales (cubos OLAP) para ser usados con el motor de Mondrian, Por medio de

esta se generan escuelas XML para luego hacer la corrupción con la herramienta de presentación información Pentaho Bi Server. [9]

*Pentaho Data Integration (PDI)*: Es una de las aplicaciones de la suite de Pentaho dónde se realiza la organización y arquitectura de los datos, casi siempre ocupa el primer paso a realizar debido a que es el encargado de la depuración. Anteriormente conocida como Kettle, esta herramienta, con la cual se diseñan y despliegan transformaciones y tareas ETL.[31][27]

*Pentaho Bi Server (PS)*: Es uno de los principales componentes para la presentación tableros, cuadros de mando y generación de reportes, luego de realizar una conexión con el *Schema workbench* y antes de eso *Pentaho Data Integration* Ruta de manejar toda la información ha sido recolectada. Provee la gestión de usuarios y roles, de manera que permita visualizar los recursos de una forma más segura.

*Saiku Analytics*: Es una de las herramientas para realizar tableros, cuadros de mando, gráficas estadísticas, tiene disposición dos versiones una comunitaria y otra Enterprise con ciertas facilidades para su uso. [33]

#### *Gestión académica*

Para comprender de mejor manera los requerimientos de la Vicerrectoría Académica y Administrativa del instituto a analizar, se realizó un análisis e investigación del entorno. Este proceso permitió adquirir los requerimientos del negocio y su indicador clave de rendimiento. Además, se definieron las distintas fuentes de información que fueron utilizadas. [30] Todas estas tareas tuvieron como fin el comprender el ámbito del negocio para la correcta implementación del esquema dimensional.

Previamente, se tuvo que conocer la base de los problemas que afectan la organización. Es por esto que esta sección comienza explicando los problemas de gestión que se presentaban en esta área del centro de estudio. [34][24]

Esta área carecía de herramientas automatizadas que ayudaran a profundizar el nivel de conocimiento de la información para maximizar el rendimiento del negocio y también producía un incompleto e ineficiente soporte de respaldo para apoyar el proceso de toma de decisiones gerenciales.[34]

Otros problemas significativos que afectan a esta área de la organización eran los siguientes:

- Pérdidas de tiempo, tanto para generar consultas de gran tamaño como para la entrega de respuestas.

- Carencia de una plataforma en la que se pudiera interactuar con la información histórica.
- Carencia de herramientas que otorgan reportes en lapsos breves de tiempo. [35]

### *Metodología Hefesto*

La metodología Hefesto es un enfoque estructurado para la gestión de proyectos que se basa en la integración de principios y de gestión de proyectos. Proporciona, además, un marco detallado para planificar, ejecutar y controlar proyectos de forma eficiente y productiva. [2][36]

Hefesto se distingue por promover la comunicación efectiva para garantizar el éxito de un proyecto. Este enfoque permite adaptar el proyecto a medida que avanza, incorporando retroalimentación y experiencia aprendida para mejorar continuamente el proceso y resultados.[18]

En resumen, la metodología Hefesto ofrece un marco robusto y flexible para la gestión de proyectos, centrándose en la calidad, eficiencia y colaboración para lograr objetivos de una manera oportuna en proyectos de inteligencia de negocios.

### *ISO 9001-2015*

Es una norma utilizada para la gestión de riesgo considerando la calidad del producto o servicios en una organización. Basándose en las actividades internas de dichas organizaciones. [37]

Entre estas actividades se mencionan:

*Apoyo de la alta dirección:* Empezando desde los recursos humanos, y a continuación con los demás recursos de una organización se da seguimiento de los procesos y resultados. la determinación y evaluación de los riesgos y las oportunidades, y la implementación de acciones apropiadas.

*Calidad:* La calidad de los productos y servicios incluye se refiere a la función y optimización, y además a su valor percibido y el beneficio para el cliente. Ofreciendo al cliente las condiciones de uso del producto o servicio superiores a las que el cliente espera recibir y a un buen precio. [38]

*Competencia:* Es necesario ya que los empleados deben entender y aplicar las habilidades, formación, educación y experiencia necesarias para desempeñar sus roles y responsabilidades. [37]

*Comunicación:* Tomando en cuenta que un sistema es un conjunto de elementos, los departamentos forman parte de dicho sistema que es la organización y se pretende fomentar el compromiso de las personas y aumentar la comprensión del contexto de la organización, las necesidades y expectativas de los consumidores y otras partes interesadas.

*Contexto de una organización:* Aquí se determinan los factores que influyen en el propósito, misión y visión de la organización. Considera factores internos tales como los valores, cultura, conocimiento y desempeño de la organización y factores externos tales como entornos legales, tecnológicos, de competitividad, de mercados, culturales, sociales y económicos.

*Eficiencia:* La razón de tiempo real sobre tiempo total permitido.

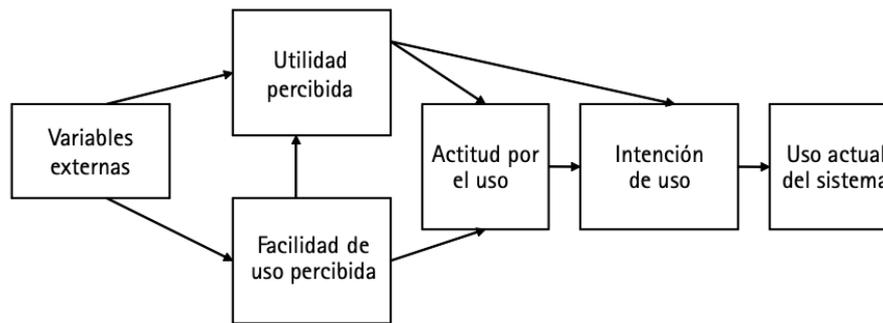
*Partes interesadas:* Consideradas como aquellas que generan un riesgo significativo para la sostenibilidad de la organización en caso de que no haya soluciones inmediatas para los problemas en este caso de inteligencia de negocios. Se basan en resultados ya que son necesarios para cumplir con aquellas partes interesadas pertinentes para reducir dicho riesgo. [38]

#### *Modelo de aceptación tecnológica TAM*

Es uno de los modelos más utilizados en muchas investigaciones, desarrollado con base en la teoría de acción de la razón, fue diseñado para predecir la aceptación de los sistemas de información por usuarios en organizaciones tanto grandes o pequeñas. [39][40] En figura 4 se muestra el modelo estándar según F. Davis.

El objetivo principal del modelo de aceptación tecnológica es explicar los factores que se determinan en el uso de las tecnologías e implementar de acuerdo al número de usuarios al que estén dirigidos. [41] TAM sugiere que la facilidad y la utilidad de uso son determinantes en la intención de uso por parte del usuario.[42]

Este modelo nos revela la intención de uso, tomando en cuenta dos características importantes: utilidad percibida y facilidad de uso percibida. [40] La disposición de los usuarios por adoptar una tecnología, está basada en cómo perciben su utilidad y que tan fácil consideran usarla.



**Figura 4.** Diagrama del modelo de aceptación tecnológica estándar [40]

Será necesario identificar las variables externas que inciden en la tecnología a implementar que podrían ser: la autoeficacia computacional, competencia tecnológica, control externo, calidad de resultado, y también las causantes de influir directamente en la utilidad y facilidad de uso percibidas para determinar la relación de dichas variables con el resultado de su uso. [43][44]

#### **4.1.9. Mínimos cuadrados parciales PLS**

Se considera como un método estadístico para encontrar hiperplanos de máxima varianza que tiene la variable de respuesta y las variables dependientes en una relación, por medio de una regresión lineal genera una proyección de variables observables en una nueva relación. [45]

Esto implica que el enfoque de variable latente proyecta el modelo de covarianza en dos espacios, Es adecuada para cuando las variables son mayores en cantidad con respecto a las observaciones en la matriz de predicciones.[46]

El algoritmo PLS por otra parte, emplea este modelo de ruta, y a su vez generar una estructura causal de variables latentes, es decir un modelo de ecuaciones estructurales basados en los resultados obtenidos en la covarianza.[47]

#### *Trabajos relacionados*

De acuerdo a la bibliografía investigada, se presentan los trabajos relacionados con el objeto de estudio, como se muestra en la tabla 1, donde se encontró información relevante a soluciones de inteligencia de negocios, que sustentan el desarrollo del Trabajo de Titulación.

**Tabla 1. Trabajos relacionados**

Título	Resumen	Referencias
Herramienta Business Intelligence aplicando la Metodología Hefesto V2.0 para generar reportes estadísticos de las emergencias atendidas en el "SIS ECU911 ZONA 3"	Desarrollo de una herramienta Informática BI, aplicando la metodología de Hefesto para generar reportes estadísticos	[18]
Análisis E Implementación De Pentaho En El Control De Datos Analysis and Implementation of Pentaho in Data Control	Realiza el diseño e implementación de solución de inteligencia de negocios utilizando Pentaho, partiendo de procesos para manejo de datos, aplicando la metodología Hefesto.	[2]
Desarrollo de un Business Intelligence en Software Libre, basado en indicadores de gestión, para una coordinación de Salud	Desarrollar un Business Intelligence en software libre, basado en indicadores de gestión	[36]
Diseño e implementación de un dashboard de soporte académico basado en datos de entornos virtuales de aprendizaje.	Diseñar e implementar un prototipo de dashboard que dé soporte a la toma de decisiones en el ámbito académico, tanto a los profesores como a los estudiantes, basado en los datos obtenidos de una plataforma de aprendizaje.	[30]
Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM): Un estudio de la Influencia de la cultura Nacional y del perfil de los usuarios en el uso de las TIC	Estudio de la influencia de la cultura nacional en los usuarios en el uso de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) en un centro educativo	[42]
The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education	Uso de modelo TAM en la adopción de la tecnología por parte de los profesores en su práctica docente.	[46]

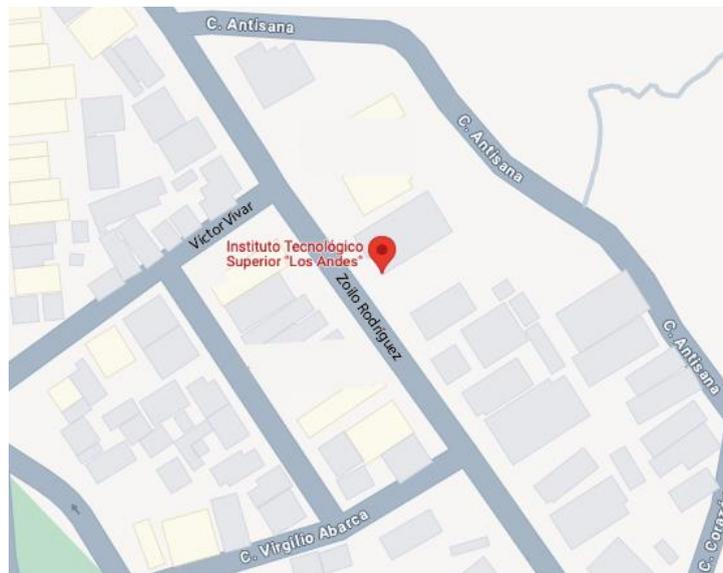
## 5. Metodología

### Área de estudio

El Instituto Tecnológico Superior Los Andes ISTLA, es una institución de carácter privado patrocinada por la Fundación AndeSur, creado mediante Resolución Ministerial del 26 de enero de 1995, reconocida por el Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas con registro 11-001 del 30 de agosto del 2000 y por la Secretaría Nacional de Educación Superior Ciencia y Tecnología, por tanto forma parte del Sistema Nacional de Educación Superior Ecuatoriano. Se rige por la Constitución Política del Estado, la Ley de Educación Superior, el Reglamento General de los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos del Ecuador y otras Leyes Conexas.[48]

El Instituto también brinda carreras modernas y prácticas diseñadas para lograr que en el corto plazo sus egresados puedan insertarse en el mercado productivo, por ello es que su filosofía es aprender-haciendo en contacto directo con la realidad a través de múltiples convenios con empresas públicas y privadas. Ofrece horarios flexibles, modernos laboratorios, y maestros con experiencia preparan al estudiante con una mentalidad positiva y emprendedora para enfrentar los retos del nuevo siglo.

En la figura 5, se muestra que la institución educativa se encuentra ubicada en la latitud  $3^{\circ} 59' 39.942''$  sur y longitud  $79^{\circ} 11' 49.483''$  oeste de la Provincia y Ciudad de Loja, calles Zoilo Rodríguez y Víctor Vivar.



**Figura 5.** Ubicación actual del Instituto Superior Tecnológico Los Andes.

## *Procedimiento*

En este apartado se describe el procedimiento desarrollado en la ejecución del proyecto.

### **5.2.1. Objetivo 1. Análisis de datos históricos y del estado actual del Instituto Superior Tecnológico “Los Andes”.**

- **Planificación**

Luego de varias visitas en el campo de estudio, se llevó a cabo una etapa inicial de planificación, donde se establecieron las fases a cumplir: Análisis de Requerimientos, Análisis de OLAP, Creación de Modelo Lógico, Integración y Difusión. A través de una exploración y observación de las condiciones del Instituto Superior Tecnológico Los Andes se identificó la forma de acceder a la información y los procesos de control que debe cumplir para entes estatales. Esto implicó identificar los principales desafíos y oportunidades en la gestión de datos y la toma de decisiones, así como comprender la infraestructura tecnológica disponible y las necesidades de personal involucrado. Es aquí donde se eligió la metodología Hefesto para la planificación del proyecto de inteligencia de negocios, donde se determinó las cinco fases y se dio inicio a la ejecución de las mismas.

- **Aplicación de encuestas**

Se aplicó una encuesta **Anexo 1** a 10 individuos del personal administrativo de la institución educativa que permitió el proceso inicial del análisis de situación actual de la empresa y la determinación de requerimientos del sistema implementado. Se consideraron los diferentes roles y áreas de responsabilidad dentro de la institución. La encuesta se diseñó cuidadosamente para abordar aspectos clave relacionados con la gestión de datos y la toma de decisiones administrativas del instituto. Se incluyeron preguntas para identificar las necesidades, desafíos y áreas de mejora en relación con el manejo de la información a nivel organizacional.

Tras recopilar y analizar las respuestas de la encuesta, se identificaron patrones y temas comunes que proporcionaron valiosa información sobre las necesidades y prioridades del personal administrativo. Con base a los resultados de la encuesta se programó una entrevista con la rectora de la institución educativa. Durante la entrevista **Anexo 2** se compartieron hallazgos de la encuesta y se discutieron en detalle para obtener una comprensión más profunda de las necesidades y desafíos de la institución en términos de gestión de datos y toma de decisiones.

Luego se programó otra entrevista para la obtención del Perfil de Capacidad Interna **Anexo 3**, que comprende las capacidades: directiva, competitiva, financiera, tecnológica y de talento humano. Dicha entrevista promovió una reunión de requerimientos **Anexo 5** donde se proporcionó información adicional y perspectivas clave que complementaron los resultados de la encuesta y ayudaron a refinar los requerimientos del sistema implementado.

- **Selección de información**

Con base a la metodología Hefesto se proporcionó un marco estructurado para identificar y seleccionar los datos útiles y relevantes. Los participantes clave en este proceso incluyeron a directivos y personal administrativo de la institución educativa.

Se determinó qué datos serían relevantes y útiles para el proyecto, especialmente considerando su importancia para un control externo. Entre los datos seleccionados se encuentran aquellos relacionados con las horas académicas, la condición de los estudiantes, el rendimiento académico, las matrículas y los graduados/egresados. Estos datos fueron considerados críticos no solo para el funcionamiento interno sino también para que los directivos puedan presentarlos en organismos de control en el momento necesario[49].

- **Recolección de las fuentes de información**

Se emplearon diversas fuentes de información, incluyendo documentos en físico, archivos de Excel y bases de datos de plataformas usadas para la gestión de procesos, véase **Anexo 4**. Los documentos en formato físico, como expedientes estudiantiles y registros administrativos, contenían información detallada sobre el historial académico. Los archivos de Excel ofrecían una forma estructurada y organizada de almacenar datos, lo que facilita su procesamiento posterior. Las bases contenían una gran cantidad de datos en formato digital, que abarcaban desde información demográfica hasta registros de calificaciones y matrículas.

### **5.2.2. Objetivo 2. Aplicación de estrategias de BI para el procesamiento de la información en la institución educativa.**

- **Levantamiento y configuración de la Herramienta**

Esto marcó el inicio del proceso de implementación de la solución de inteligencia de negocios del instituto. En esta etapa se preparó y configuró el entorno de Pentaho para comenzar con el procesamiento de datos posteriormente. La adecuación del entorno comprende también la vinculación de tecnologías que sean adaptables al campo de estudio, es por ello que aquí se seleccionó y levantó el servidor en el que está implementada la

solución. Esto sucedió a través de un VPS (Servidor Virtual Privado) proporcionado por el instituto educativo, pudo ser configurado y administrado de forma independiente. **Anexo 11**

- **Aplicaciones de Pentaho**

Luego de haber determinado que la herramienta acorde a las condiciones de la institución en el anteproyecto es la suite de Pentaho. Se seleccionaron tres aplicaciones de esta suite, considerando la planificación del proyecto, donde se requerían procesos ETL, creación de cubos y presentación de datos. Estas aplicaciones fueron: Pentaho Data Integration, Schema Workbench, y Pentaho Server respectivamente.[2]

- **Procesos ETL**

Se utilizó el proceso ETL (Extracción, Transformación y Carga) con Pentaho Data Integration para abordar cada una de las fuentes de información mencionadas anteriormente.

Se digitalizaron los documentos físicos relevantes y se extrajo la información necesaria utilizando herramientas de OCR (Reconocimiento Óptico de caracteres) como Adobe Acrobat Pro y Office Lens. En el caso de algunos documentos con visibilidad baja se generaron hojas de cálculo manualmente. Luego se aplicaron transformaciones para limpiar y estructurar los datos extraídos, la normalización de nombres, fechas, y la eliminación de datos no válidos, que posteriormente fueron aprobados por la institución. **Anexo 9**

Se importaron las hojas de cálculo al entorno de desarrollo de Pentaho Data Integration y se realizaron transformaciones para unificar los formatos y eliminar estructuras redundantes.

Se establecieron conexiones con las bases de datos de la plataforma levantada en Odo, encargada de la gestión de procesos que manejan datos alineados a la solución, almacenados en PostgreSQL, donde se extrajeron datos relevantes utilizando consultas SQL y estructurando la información por medio de la misma aplicación de ETL. Todo esto de manera que se unifiquen los formatos de datos entre las diferentes fuentes de información.

- **Cubos OLAP**

Se utilizó Schema Workbench para diseñar y construir las dimensiones necesarias para el análisis de datos. Esta fase fue fundamental para estructurar los datos de forma adecuada y garantizar el análisis multidimensional de la solución de inteligencia.

Aquí se cubrió la parte medular de los requisitos de análisis específicos de la institución educativa. Esto incluyó la determinación de las métricas clave que se deseaban analizar, así como las dimensiones que se utilizarían para desglosar y segmentar los datos.

- **Creación de dashboards**

Se desarrollaron paneles que puedan ser personalizados dinámicamente, que permiten visualizar y analizar datos de manera intuitiva y efectiva, para explorar y comprender la información presentada en los cubos multidimensionales. Esto se hizo por medio de Pentaho Server que se mantiene levantado en los servidores de la institución.

### **5.2.3. Objetivo 3. Evaluación de los resultados mediante el modelo de aceptación tecnológica TAM en un ambiente simulado real.**

- **Esquema de variables en base al Modelo de Aceptación de Tecnología**

Se diseñó un esquema de variables basado en TAM para evaluar los resultados obtenidos en un ambiente simulado real. A través de éste modelo, se identificaron y definieron las variables clave que influyen en la percepción y actitud de los usuarios hacia la solución de inteligencia de negocios implementada. Primeramente se identificaron las variables , luego se definieron los constructos para luego realizar la aplicación de instrumentos de recolección de datos

- **Aplicación del instrumento de recolección de datos**

Se llevó a cabo una encuesta con preguntas específicamente alineadas a los constructos del modelo TAM. Este instrumento se aplicó a 10 personas participantes de la toma de decisiones de la empresa, y relacionadas con la gestión de procesos para evaluaciones de control estatal.

- **Interpretación de resultados**

Se analizaron los datos recopilados a través de la encuesta aplicada y se interpretaron en función de los constructos y las hipótesis planteadas. Se permitió comprender en profundidad la percepción, actitud y comportamiento de los usuarios hacia la solución de inteligencia de negocios implementada. Se aplicó el modelo de ecuaciones estructurales PLS-SEM para el análisis de los datos recolectados.

#### *Recursos*

### **5.1.1. Recursos científicos**

- **Método Analítico**

Se utilizó este método para la revisión de la situación actual de la empresa en el ámbito de gestión de información y su estructura organizacional.

- **Método deductivo**

Se empleó para partir de lo general a lo específico, considerando lo general como las necesidades que deben cumplir las instituciones educativas para entes de control a nivel nacional, y lo específico como cada uno de los requerimientos determinados por la directiva para la toma de decisiones, por consiguiente, el cumplimiento de la obligaciones y la mejora continua.

### **5.1.2. Recursos técnicos**

- **Entrevistas y encuestas**

Estas desempeñaron un papel crucial en el proyecto al proporcionar información detallada sobre las necesidades de los usuarios. Permitieron también, comprender a fondo los requisitos del sistema y determinar la posible necesidad de ajustes o modificaciones en función de las expectativas y conocimientos de los usuarios sobre la gestión de información, en este caso los directivos.

- **Estandarización IEEE 9001-2015**

Permitió identificar el desafío de presentar soluciones viables considerando las condiciones de la empresa en función de la calidad y la eficacia.

- **Reunión de Requerimientos**

Permitieron precisar la debida documentación de las necesidades de los usuarios para ser abordadas durante el proyecto y contrarrestarlo con lo extraído en el estándar IEEE 9001.

- **Modelo Relacional**

Proporcionó un marco estructurado y coherente para organizar y relacionar los datos recopilados, lo que facilitó su análisis y procesamiento. Al usar este modelo, se logró establecer una representación clara y comprensible de la información, permitiendo identificar patrones, tendencias y relaciones significativas.

- **Metodología Hefesto**

Al usar este enfoque de planificación, se logró una estructura sistemática y detallada de las actividades, lo que permitió una gestión eficiente de los recursos y tiempos involucrados. La metodología proporcionó una gestión ordenada y transparente del proceso,

facilitando la coordinación y asegurando el cumplimiento de las fases de un proyecto de inteligencia de negocios.

## 6. Resultados

“Implementación de solución BI para la gestión de datos en una institución educativa en el periodo 2021-2023” como trabajo de titulación, desarrolló una solución de inteligencia de negocios para la gestión de datos de la institución educativa, en el cual se llevó a cabo un proceso estructurado para la obtención de resultados.

En esta sección se puede visualizar los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos y alcance propuestos.

### *Objetivo 1: Análisis de la situación actual de la empresa.*

En la siguiente sección se proporcionan algunas técnicas estadísticas para la obtención de información relevante a las condiciones actuales y la trayectoria del instituto educativo. Además, contiene el resultado de todas de las técnicas de investigación empleadas para el análisis de la situación actual del instituto como empresa y sus datos históricos. [9][15]

#### **6.1.1. Resultados obtenidos de técnica de investigación (primera encuesta)**

Este instrumento de investigación se aplicó con el objeto de establecer los cimientos del análisis de la situación actual de la organización y dio la apertura a profundizar los ámbitos de mayor relevancia. [15] Se han respondido las siguientes preguntas de la encuesta, dirigida a una población de 10 personas, considerando que este grupo es el encargado de la toma de decisiones en la institución educativa:

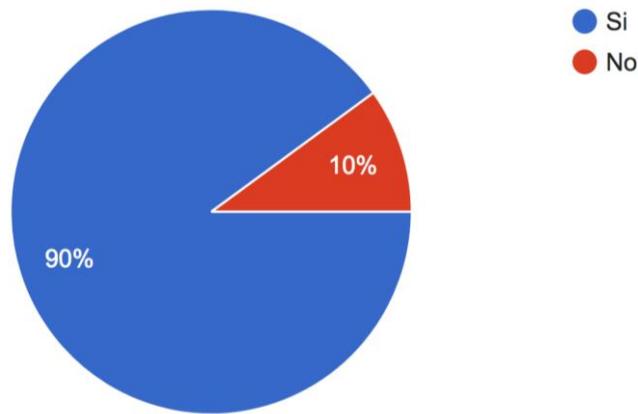
##### *Pregunta 1: Cargo que ocupa en el instituto:*

Se ha determinado que en el Instituto Superior Tecnológico Los Andes se encuestaron a 10 personas entre ellas 1 rector, 2 vicerrectores, 3 promotor, 3 docentes, y 1 contador.

Estos resultados sobre los cargos proporcionan una población representativa y diversa, lo que enriqueció el análisis al considerar la variedad de perspectivas. Además, es importante tener en cuenta que estos roles tendrían implicaciones en la toma de decisiones estratégicas a nivel institucional.

*Pregunta 2: Dentro de las actividades que Ud. realiza ¿está la de toma de decisiones en mejora de los servicios del ISTLA?*

Se ha determinado que el 90% de los individuos de la muestra son responsables de la toma de decisiones en mejora de los servicios del ISTLA.

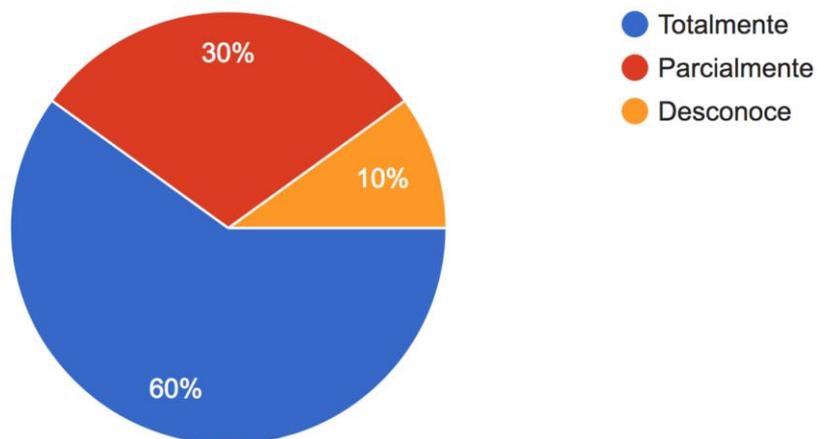


**Figura 6.** Actividades de las personas encuestadas relacionadas a la toma de decisiones. (Autoría propia)

Estos resultados muestran un alto nivel de implicación por parte del personal encuestado en la gestión y mejora continua de servicios.

*Pregunta 3:* ¿Sabe cuáles son los objetivos (ámbito académico y financiero) del ISTLA para la actualidad?

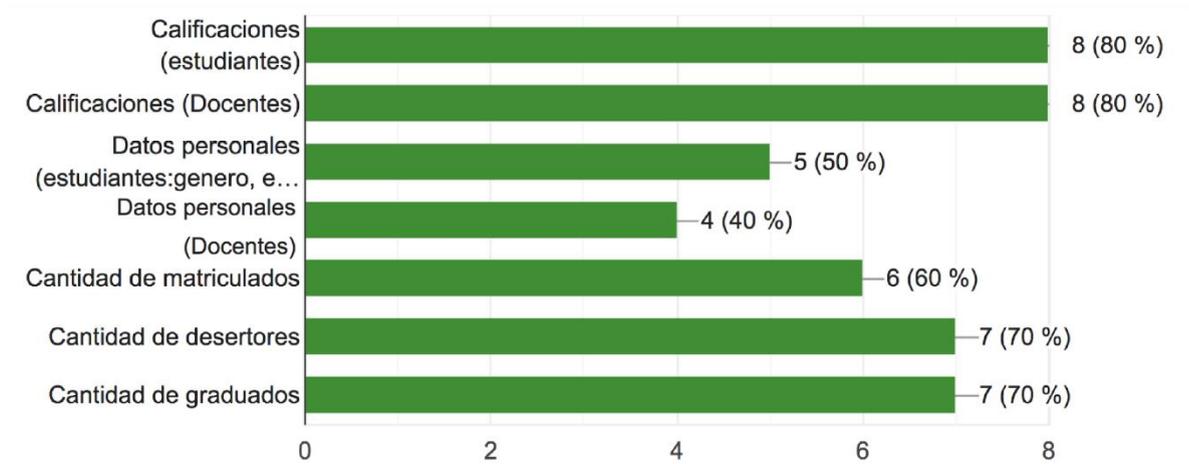
Se ha determinado que el 60% de los individuos de la muestra tienen conocimiento de los objetivos del ISTLA dentro del ámbito académico y financiero, mientras que el 30% tienen un conocimiento parcial de ello y el 10% lo desconoce.



**Figura 7.** Personas que tienen conocimiento de los objetivos del negocio. (Autoría propia)

Estos hallazgos resaltan la importancia de implementar la solución BI en la institución para mejorar la comunicación y la difusión de sus objetivos, lo que podría contribuir a una mayor comprensión entre los miembros de la institución.

*Pregunta 4: ¿Cuáles cree que son los datos más relevantes para la medición de rendimiento del ISTLA y para una buena toma de decisiones?*



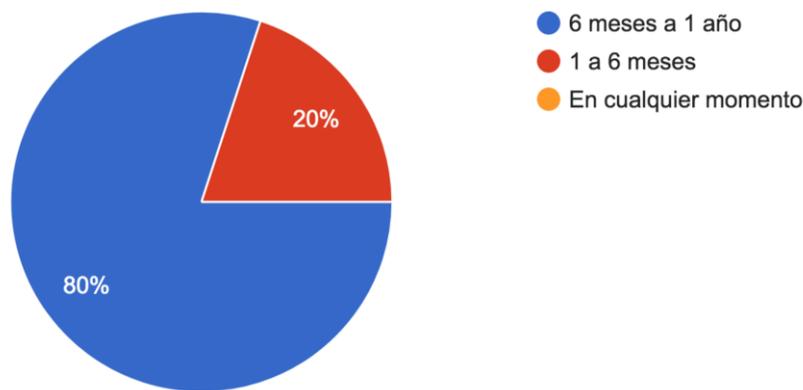
**Figura 8.** Datos relevantes para la toma de decisiones del negocio según encuestados. (Autoría propia)

Se ha determinado que los datos más relevantes para la medición de rendimiento de ISTLA son las calificaciones de estudiantes en un 80%, las calificaciones de docentes en un 80%, los datos personales de estudiantes en un 50%, los datos personales de los docentes en un 40%, la cantidad de matriculados en un 60%, la cantidad de desertores en un 70%, y la cantidad de graduados en un 70%.

Estos hallazgos resaltan la importancia de centrar los esfuerzos de análisis de datos en estos aspectos para la toma de decisiones informada y estructurada. La implementación de BI que facilite la recopilación, el análisis y la visualización de estos datos podría mejorar la capacidad de monitorear procesos y tomar acciones estratégicas de la institución.

*Pregunta 5: ¿Cada qué tiempo se presentan los reportes del rendimiento del ISTLA?*

Se ha mencionado que el tiempo en que se presentan los reportes del rendimiento del ISTLA está entre 6 meses y un año con el 80% de las respuestas.



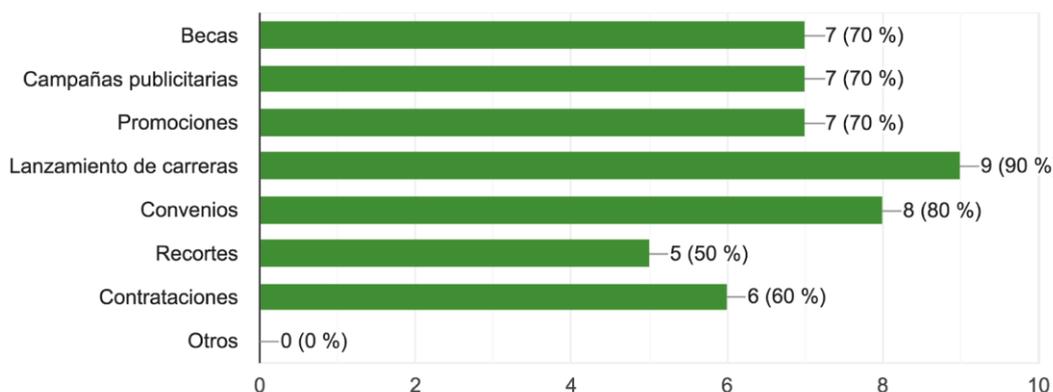
**Figura 9.** Tiempo de presentación de reportes según encuestados.(Autoría propia)

Esta frecuencia de presentación sugiere que existe un lapso significativo para la recopilación de datos y su consecuente toma de decisiones basadas en reportes. La aplicación de generar informes con BI garantizaría una gestión ágil y adaptable a los cambios de rendimiento de la institución

*Pregunta 6:* ¿Cuáles son los ajustes que se hacen para el óptimo rendimiento del instituto en el ámbito académico y financiero?

Se ha determinado que los ajustes que se realizan para el óptimo rendimiento del ISTLA son becas con un 70%, las campañas publicitarias con un 70%, las promociones con un 70%, el lanzamiento de carreras con un 90%, los convenios con un 80%, los recortes de personal con un 50%, y las contrataciones con un 60%.

Estos resultados muestran la diversidad de estrategias utilizadas por el ISTLA para mejorar el rendimiento en los diferentes ámbitos, incluyendo la implicación que tienen las tomas de decisiones en iniciativas de promoción y marketing.

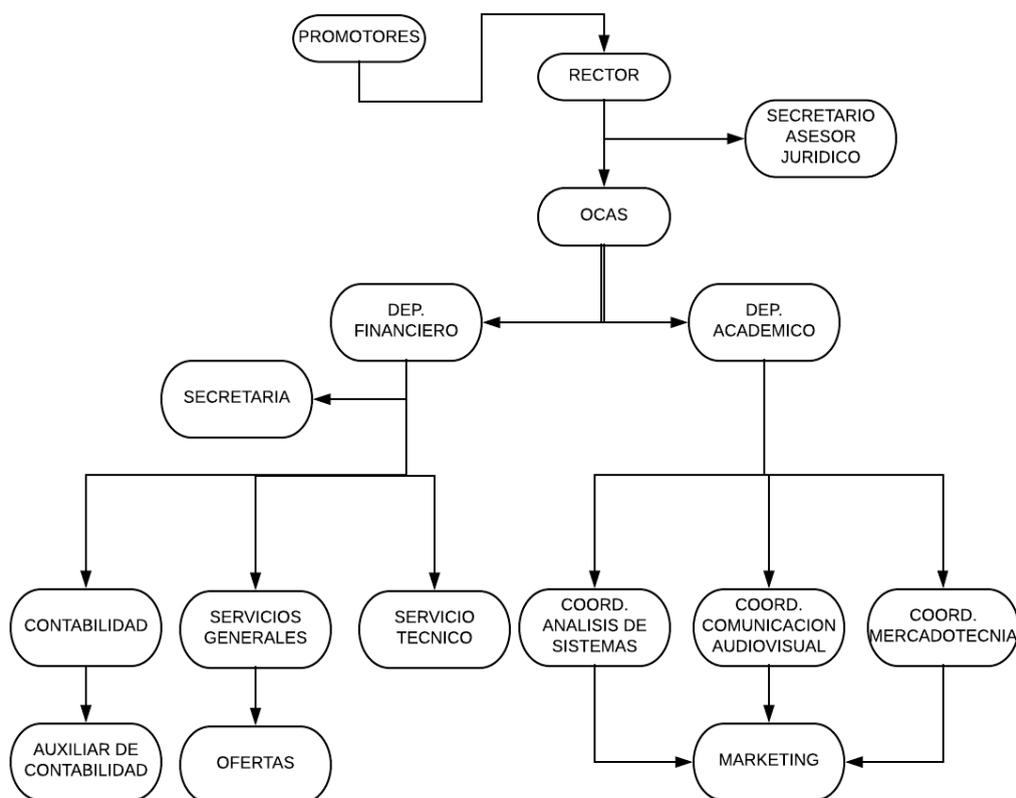


**Figura 10.** Ajustes de rendimiento del negocio según encuestados (autoría propia)

### 6.1.2. Análisis de datos históricos y el estado actual de la institución educativa

Para el análisis de los datos históricos del Instituto Superior Tecnológico “Los Andes” partimos de la organización de la empresa como tal cuaderno [19]. Pues en ella se puede apreciar de manera clara las distintas áreas que el instituto maneja para la gestión de sus procesos y actividades tanto empresa prestadora de servicios como institución educativa. En el siguiente cuadro se representa el cuadro organizacional funcional dentro de la institución educativa:

La institución educativa tiene promotores que representan la fundación “Andesur” a quien se le atribuye la creación de esta misma y es la encargada de patrocinar actualmente los excedentes de gastos que la institución no pudiese cubrir por sí misma. Una vez establecido en financiamiento por parte de los patrocinadores el rector siendo quien encabeza la administración hace la parte de gerente, el mismo que tiene asesoramiento jurídico para toda gestión burocrática, el Consejo de Control Autorizado por su parte verifica y certifica el cumplimiento de los requisitos solicitados técnico-legales de información de negocios y académicos.



**Figura 11.** Esquema organizacional del negocio, del Instituto Superior Tecnológico Los Andes. (Autoría propia)

Se han designado a dos departamentos, uno de ellos es el financiero mientras que el otro es el académico. En departamento financiero existe una secretaria que es la encargada de mantener informado al vicerrector administrativo de cada uno de los eventos, sesiones, datos relevantes, y acciones que involucren un estudio de gestión de recursos, tomado de la mano está encargado de estar pendiente de los récords académicos y reconocimiento por calificaciones. El vicerrectorado para el estudio de recursos del instituto tiene el papel de efectuar cálculos de manera heurística o revisar cada uno de los datos en hojas de cálculo, situación que conlleva mucho tiempo y demanda demasiada atención por lo que se lo efectúa cada seis meses, pero puede ser requerida en cualquier momento por entes estatales de control, debido a que este trabajo lo realizaba una persona, el avance del mismo es lento y algunas veces tardío. Esta información requerida por los entes de control es solicitada en periodos por año, particularidad que se considera como la frecuencia ideal.

Dentro del departamento financiero también se encuentra la gestión de contabilidad, servicios generales y servicios técnicos. En contabilidad se realizan las actividades por un contador y su auxiliar, ellos se encargan de los estados financieros, balances (comprobación y general), informes. En Servicios generales se atienden las necesidades de adaptación, apoyo al departamento académico con servicios especializados y la encargada de que se cumplan el desarrollo de actividades encomendadas. Servicio técnico es el encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos pertenecientes a la institución como los de carácter personal de los estudiantes; también es la designada a realizar publicaciones en las redes sociales acerca de los eventos, ofertas comerciales y académicas. [19]

Por otra parte, el departamento académico está conformado con el vicerrectorado académico, liderando y los coordinadores de cada una de las carreras, que con las habilidades desarrolladas de los estudiantes y con la ayuda de los docentes, generan publicidad a través del éxito obtenido de los proyectos presentados.

Durante el análisis de información paralelamente se está llevando a cabo la elaboración un planificador de recursos empresariales, donde se manejan datos a gran escala y en el cual a futuro se pretende establecer conexiones para la implementación de estrategias de negocio que ayuden a la toma de decisiones del instituto tanto en el ámbito financiero como académico. [15]

Para el análisis de la información cabe mencionar que el nuevo perfil del vicerrector supone la asunción del cargo directivo, y dando atribuciones a los coordinadores, no como una estimulación dentro de una carrera ascendente guiada por objetivos personales, sino, ante todo, como un compromiso profesional, moral, intelectual y funcional.

El personal directivo tendrá la capacidad de impulsar y transmitir a los demás la necesidad de organizar el trabajo académico social como una responsabilidad compartida en todas las dimensiones básicas que constituyan y den sentido al instituto como organización.

La información personal de los estudiantes, docentes, personal ejecutivo y todo lo concerniente a cada una de los departamentos académico-financiero es gestionada en hojas de cálculo, donde se guardan registros codificados, pero de muy fácil acceso, situación que produce inseguridad, falta de autenticidad, y posible pérdida debido a un cierre inesperado realidad frecuente en el uso de esa tecnología.

### **6.1.3. Perfil de capacidad interna**

A continuación, se describe la evaluación de la relación entre fortalezas y debilidades con el fin de determinar la situación actual del instituto como empresa y proponer la situación ideal (convirtiendo debilidades en fortalezas), basado en las capacidades internas con enfoque en la dirección, finanzas, competitividad, tecnología y recursos humanos [37]. Las matrices PCI (Perfil de Capacidad Interna) desarrolladas de la ISO 9001-2015 se basan en el resultado de la entrevista **Anexo 3**, la percepción del entrevistado, la observación y la encuesta, tratando de exponer las variables de mayor influencia negativa o positiva para el instituto [38].

Los criterios de calificación son “alto” (cuando el entrevistado indica que el factor tiene un impacto significativo en las operaciones que se mencionen), “medio” (cuando el entrevistado reconoce que el factor medido tiene cierta influencia en las operaciones que se mencionan, pero no lo suficiente como para considerar un impacto negativo) y “bajo” (cuando el entrevistado indica que el factor no tiene impacto significativo en las operaciones) y están expuestos en las siguientes tablas:

#### **6.1.3.1. Capacidad directiva**

El impacto determinado entre medio y alto se debe al tener una fortaleza en la capacidad y habilidades de la gerencia para la planeación, presenta una debilidad de nivel medio debido a que no se conocen factores en el entorno que afectan la empresa, muestra debilidad media en cuanto se desconoce la manera de usar e implementar planes estratégicos, además una debilidad de nivel alto por la falta de habilidades para proponer planes de negocio e implementar estrategias de mercado, sin embargo se consideró una

fortaleza en habilidades de los propietarios para identificar y aprovechar las oportunidades, como se aprecia en la tabla 2.

**Tabla 2.** Perfil de Capacidad Interna. Identificación de factores en capacidad directiva

CAPACIDAD DIRECTIVA	FORTALEZA			DEBILIDAD			IMPACTO		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Capacidad y habilidades de la gerencia para la planeación.	X						X		
No se conocen factores en el entorno que afectan la empresa.					X			X	
Se desconoce la manera de usar e implementar planes estratégicos.					X			X	
Habilidades para proponer planes de negocio e implementar estrategias de mercado				X			X		
Habilidades de los propietarios para identificar y aprovechar las oportunidades	X						X		

### 6.1.3.2. Capacidad competitiva

La tabla 3, nos muestra que, en calidad del servicio se presentó una fortaleza con impacto bajo, no tiene total conocimiento de los clientes actuales por lo que denota una debilidad de nivel alto con impacto de igual nivel, en el conocimiento del mercado potencial presentan una fortaleza de nivel medio, el negocio cuenta con una página web considerada como fortaleza de nivel medio y generando un impacto medio. Los precios acordes al mercado tienen un impacto alto, al igual que el planteamiento de las estrategias de mercado y la investigación de mercado, pero presentado como debilidades. El negocio conoce la competencia, pero genera un impacto medio porque no está considerada como una total fortaleza.

**Tabla 3.** Perfil de Capacidad Interna. Identificación de factores en capacidad competitiva

CAPACIDAD COMPETITIVA	FORTALEZA			DEBILIDAD			IMPACTO		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Calidad del servicio			X						X
Conocimiento de los clientes actuales				X			X		
Conocimiento del mercado potencial		X						X	
Cuenta con página web		X						X	
Precio de los <b>servicios</b> respecto al mercado	X						X		

Conoce la competencia y sus estrategias.		X						X	
Se plantean estrategias de mercado				X			X		
Se hace investigación de mercados				X			X		

### 6.1.3.3. Capacidad financiera

La tabla 4 nos indica que, existen debilidades como disponer de recursos económicos y físicos necesarios en caso de mayor demanda y se desconoce la manera de implementar planes estratégicos de alto impacto. Se hace contabilidad y genera un impacto favorable alto. Como fortalezas no consolidadas debido a que no tiene estado de costos totalmente discriminado y no se aplican generan indicadores adecuadamente con un impacto de nivel medio.

**Tabla 4.** Perfil de Capacidad Interna. Identificación de factores en capacidad financiera

CAPACIDAD FINANCIERA	FORTALEZA			DEBILIDAD			IMPACTO		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Cuenta con los recursos económicos y físicos necesarios si llegase a aumentar la demanda.				X			X		
Hace contabilidad	X						X		
Se desconoce la manera de usar e implementar planes estratégicos.				X			X		
Tiene estado de costos debidamente discriminado.		X						X	
Se aplican indicadores financieros.		X						X	

### 6.1.3.4. Capacidad tecnológica

La dependencia de la tecnología para brindar servicios no es totalmente la fortaleza del negocio con un impacto medio. Como fortaleza usa la tecnología para la promoción de sus servicios con un alto impacto. Pero no usa la tecnología para conocer el mercado y el entorno externo y no conoce los aspectos de la tecnología que pueden ser útiles para la gestión de servicios con un impacto alto desfavorable. La tabla 5, muestra la calificación de estas operaciones.

**Tabla 5.** Perfil de Capacidad Interna. Identificación de factores en capacidad tecnológica

CAPACIDAD TECNOLÓGICA	FORTALEZA			DEBILIDAD			IMPACTO		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Depende de la tecnología para brindar servicios		X						X	

Usa la tecnología para acceder a oportunidades promocionar su servicio	X						X		
Usa la tecnología para conocer el mercado y el entorno externo a fin de aprovechar las oportunidades y establecer				X			X		
Conoce aspectos de la tecnología que puedan ser útiles para mejorar los servicios y				X			X		

### 6.1.3.5. Capacidad del talento humano

La tabla 6 determina que, la capacidad y conocimientos para resolver problemas es una fortaleza con un impacto favorablemente alto. Como debilidades están la remuneración, la motivación para el personal que labora en el negocio y estabilidad laboral con un impacto medio.

**Tabla 6.** Perfil de Capacidad Interna. Identificación de factores en capacidad del talento humano

CAPACIDAD TALENTO HUMANO	FORTALEZA			DEBILIDAD			IMPACTO		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Capacidad y conocimientos para resolver problemas	X						X		
Nivel de remuneración.					X			X	
Motivación para el personal que labora en la empresa.					X			X	
Estabilidad laboral.					X			X	

### Objetivo 2: Implementación de estrategias de inteligencia de negocios

Para ello se ha generado un plan de proyecto optimicen el acceso a la información tomando en cuenta las siguientes fases de inteligencia de negocios [15] basadas en una metodología

**Tabla 7.** Planificación basada en Hefesto, según condiciones del campo de estudio

PROYECTO DE BI		METODOLOGÍA HEFESTO	
Fase 1	<b>DIRIGIR Y PLANEAR</b>	Análisis de requerimientos	Identificar indicadores y perspectivas
Fase 2	<b>RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	Análisis de OLAP	Estructura del esquema de dimensiones y métricas

Fase 3	<b>PROCESAMIENTO DE DATOS</b>	Modelo lógico de DataMart	Modelo multidimensional
Fase 4	<b>ANÁLISIS Y PRODUCCIÓN</b>	Integración de los datos	Carga inicial y actualización de la información procesada
Fase 5	<b>DIFUSIÓN</b>	Difusión	Difusión de indicadores

#### **6.1.4. Identificación de indicadores y perspectivas**

Luego de haber revisado los requerimientos se ha realizado un análisis donde se determinan los indicadores que tienen mayor apego para la solución de inteligencia de negocios. A continuación, se muestran los indicadores obtenidos.

- Número de horas académicas por carrera y asignatura.
- Cantidad de estudiantes por carrera, cantón, estado civil, género, capacidad diferente.
- Promedio de calificaciones generales por estudiante, docente, parámetros de calificaciones.
- Cantidad de empleados del personal administrativo por género, etnia, estado civil, capacidad diferente.
- Promedio de calificaciones de estudiantes por asignatura.
- Número de estudiantes matriculados por carrera.
- Número de graduados por carrera, año.
- Número de egresados por carrera, año.

Cada uno de estos indicadores deben ser flexibles para el manejo de información en tiempo real, ya que los resultados personalizados en los dashboards, permiten que los usuarios accedan y visualicen datos pertinentes al proceso que se desee cubrir y garantizar una toma de decisiones basadas en datos relevantes.

#### **6.1.5. Estructuración de los datos válidos para el proyecto.**

Es fundamental antes de abordar la implementación de una plataforma BI la correcta identificación de las fuentes de datos que permitirán el llenado de nuestras bases de datos [17]. Partiendo del origen de los datos (hojas de cálculo, bases de datos, documentos en físico) se realizó la fase inicial para la extracción de datos.

**Tabla 8.** Datos válidos del proyecto BI, para la extracción de información

Código	Tipo de origen	Motor de Base de Datos	Tamaño	Observación
OD01	Hoja de Cálculo Control	Hoja de cálculo	2000 registros	Nómina de estudiantes y docentes, contiene nombre del número de identificación, nombres, apellidos, género, estado civil, etnia, tipo de sangre, discapacidad, tipo de colegio, provincia, cantón de residencia, recibe pensión, beca (en caso de estudiantes, carrera, nivel de formación.  Nóminas de calificaciones de estudiantes y docentes.
OD02	Base de Datos del ERP	Base de Postgres / Mysql	38 MB	Gestión, procesos implementados en la herramienta Odoo, actualmente implementado, y registros en hojas de cálculo.
OD03	Datos de encuestas Requerimientos	Gráficos	10 encuestas.	Encuesta para la especificación de requerimientos. Calificación de las decisiones del negocio.

### 6.1.6. Extracción y Esquematización de Base De Datos

Se habla de una base de datos con un volumen considerable y luego de ser depurado ha reducido en gran cantidad, todo depende del periodo de tiempo en que se almacenado, donde se han generado muchas tablas relacionadas entre sí, debido a que Pentaho tiene la facilidad de fusionarse con otras herramientas se ocupó las tablas en hojas de cálculo y sólo en casos necesarios SQL query. Siempre buscando rapidez y precisión en las respuestas. [20][23]

Una de las metas de este trabajo es evaluar las posibilidades de mejora y para ello nos basamos en el esquema relacional actual de la Base de datos) [27] y además las posibilidades de migrar en caso de que se necesite en los usos más adecuados.

#### Modelos relacionales de las fuentes de origen

La determinación de estas fuentes de orígenes manejadas en el instituto superior tecnológico los Andes, luego de haber realizado el análisis del estado actual de la empresa, se obtuvo hojas de cálculo con ciertos parámetros utilizados para el manejo de la información internamente.[25][21] La estructura obtenida se presenta en el siguiente modelo entidad-relación.

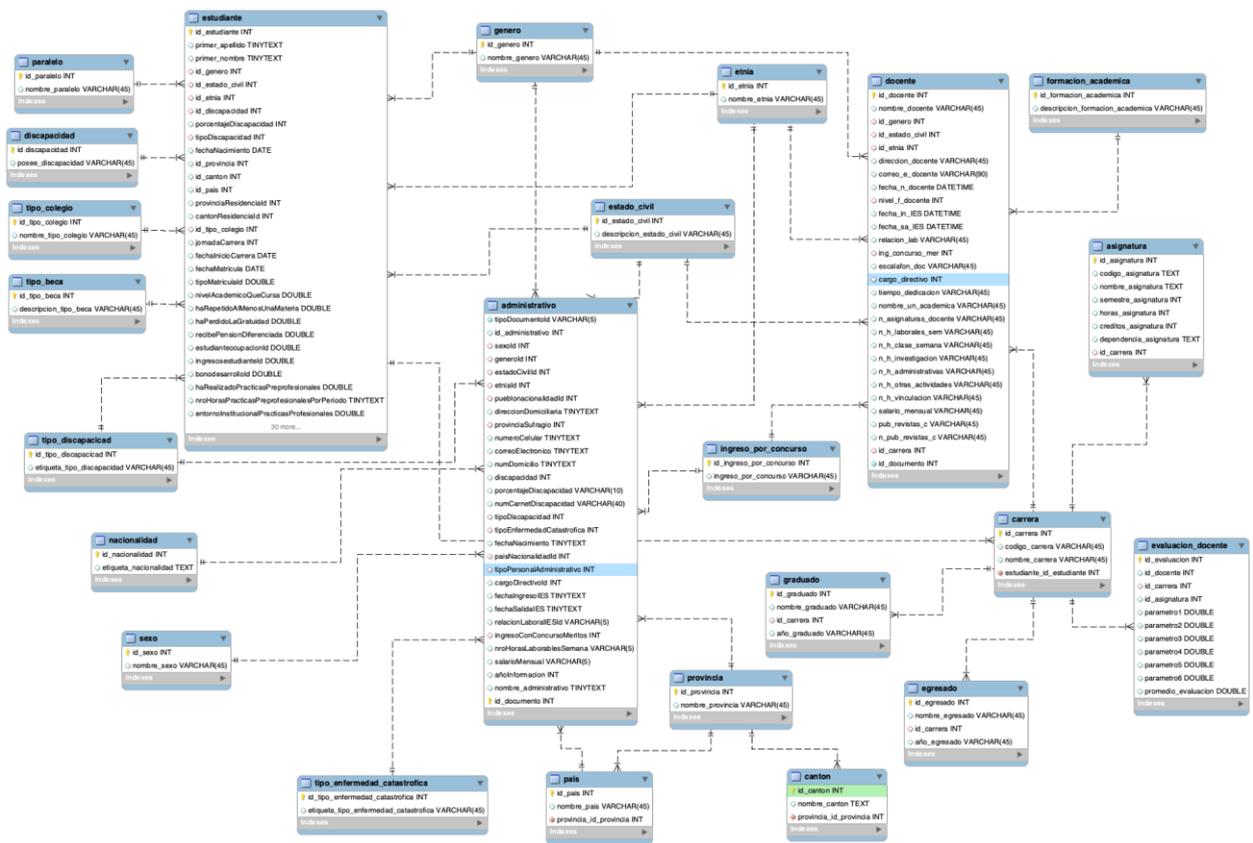


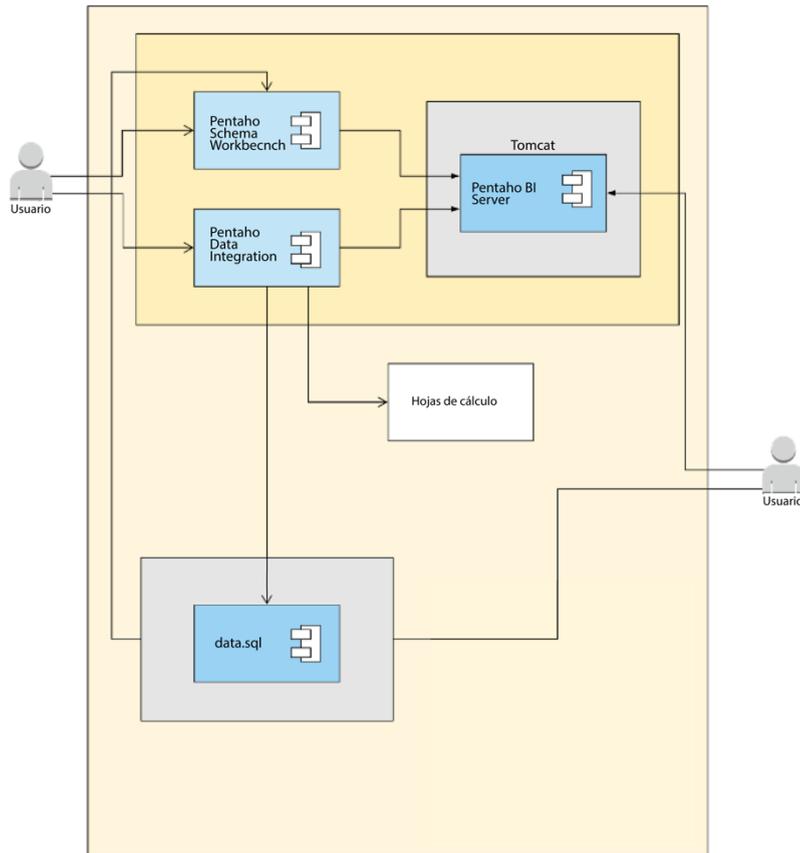
Figura 12. Modelo ERR, estructura final de la base de análisis (autoría propia)

6.1.7. Implementación de la solución BI

La solución propuesta en este trabajo de titulación para implementación de estrategias de Business Intelligence en un instituto educativo se esquematiza como en la figura 13, considerando las tecnologías de software que han sido seleccionadas en el proyecto [17] y representado la interacción para el análisis de información dentro del instituto. La arquitectura de la solución de puede observar en el Anexo 11.

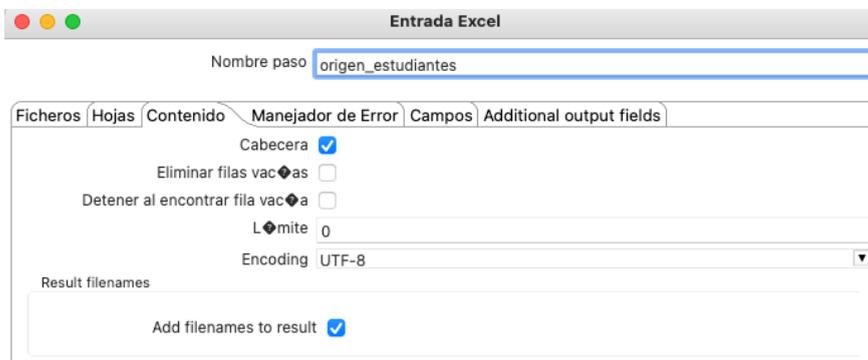
Integración de datos

Para la implementación de la solución de Business Intelligence se empezó con la configuración de las fuentes de datos, las cuales fueron intervenidas luego de haber seleccionado la información válida otorgada por la institución.



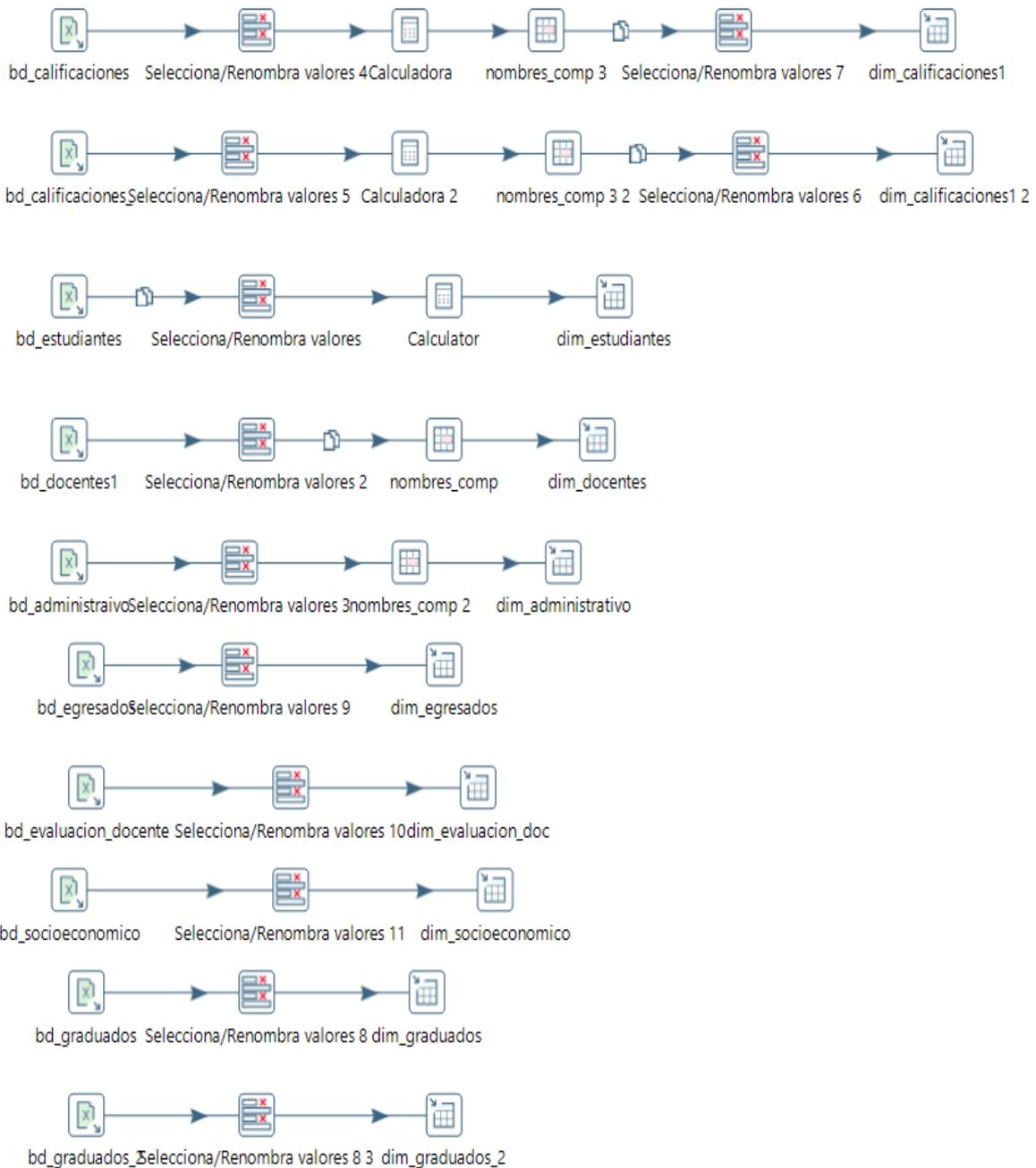
**Figura 13.** Diagrama de componentes. (Autoría propia)

Pentaho Data Integration (PDI), como herramienta de la Suite Pentaho de Extracción, Transformación y Carga (figura 14), permite extraer la data general de diversas fuentes como hojas de cálculo, csv o bases de datos. [20] [21] Con el uso de funciones de la herramienta PDI (joins, agregaciones, cálculos, ordenamiento o selección) se obtuvo la transformación de la información y carga de los datos.



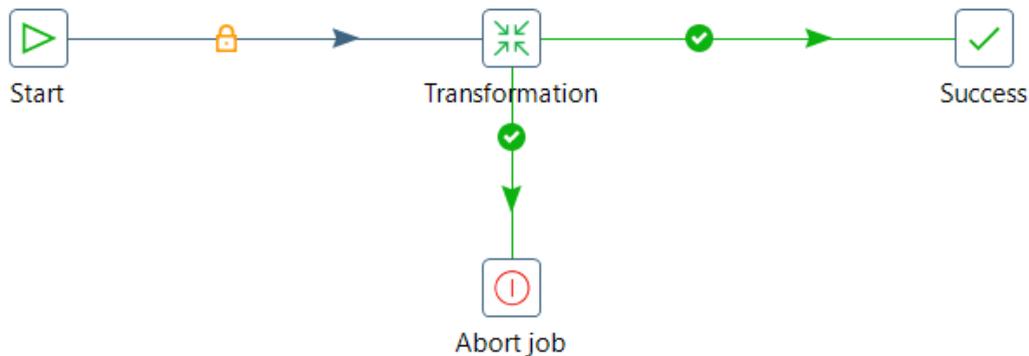
**Figura 14.** Captura de la configuración inicial de una hoja de cálculo de Excel en Pentaho Data Integration.

Entonces, como ya se mencionó, uno de los procesos que realiza esta aplicación es la *transformación*, y la otra es el *trabajo* que, se encarga de hacer transformaciones automáticamente, como se muestra en la figura 16, configurando que se ejecuten durante un determinado tiempo. [33]



**Figura 15.** Diseño esquema Pentaho Data Integration - Transformación y carga (autoría propia)

En la figura 14 se muestran los procesos que realiza la herramienta de Data Integration con cada una de las fuentes de información con las que se llenan las tablas en la base de datos Mysql [24].



**Figura 16.** Diseño esquema Pentaho Data Integration – Trabajo (autoría propia)

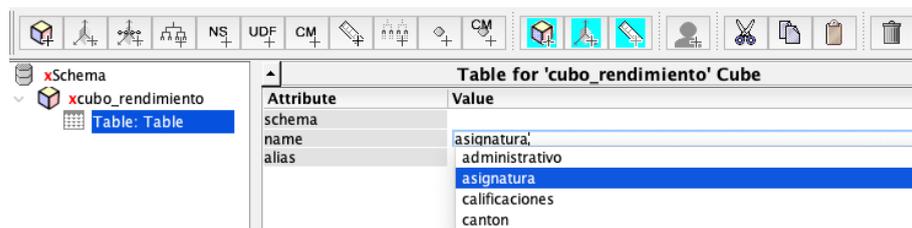
Esta es una de las fases más importantes al momento de depurar los datos debido a que su disposición puede tener diferentes formatos, designación de identificadores, y más características de los metadatos. En la figura 17 se puede observar la información antes de ser depurada.

#	NOMBRES COMPLETOS	Procedimental	Cognitivo	Actitudinal	Investigación	Vinculación	PARCIAL 2	PARCIAL 1	TOTAL	TOTAL EN LETRAS	DOCENTE	CODIGO	CICLO	id	año
1	493.4846753247	9.0	3.7	2.0	2.0	2.0	18.7	18.7	9.35	TREINTA Y SIETE CON CUARENTA	1.0	76.0	6.0	1.0	2017.0
2	493.797922078	8.0	3.5	1.3	2.0	2.0	16.8	16.8	8.4	TREINTA Y TRES CON SESENTA	1.0	86.0	6.0	2.0	2017.0
3	494.1111688312	8.3	3.3	1.9	2.0	2.0	17.5	17.5	8.75	TREINTA Y CINCO	1.0	80.0	6.0	3.0	2017.0
4	494.4244155845	8.0	3.8	1.4	2.0	2.0	17.2	17.2	8.6	TREINTA Y CUATRO CON CUARENTA	2.0	109.0	6.0	4.0	2017.0
5	494.7376623377	8.4	3.9	2.0	2.0	2.0	18.3	18.3	9.15	TREINTA Y SEIS CON SESENTA	2.0	93.0	6.0	5.0	2017.0
6	495.050909091	0.0	4.0	2.0	2.0	20.0	20.0	20.0	10.0	CUARENTA	2.0	88.0	6.0	6.0	2017.0
7	495.3641558442	8.0	4.0	2.0	2.0	20.0	20.0	20.0	10.0	CUARENTA	3.0	42.0	6.0	7.0	2017.0
8	495.6774025975	9.0	4.0	2.0	2.0	20.0	8.0	20.0	9.75	TREINTA Y NUEVE	2.6571428571	40.0	6.0	8.0	2017.0
9	495.9906493507	8.0	4.0	2.0	2.0	20.0	20.0	20.0	10.0	CUARENTA	2.9142857143	41.0	6.0	9.0	2017.0
1.	496.303896104	0.0	4.0	2.0	2.0	2.0	20.0	20.0	10.0	CUARENTA	4.0	103.0	6.0	10.0	2017.0
1.	496.6171428572	9.0	4.0	2.0	2.0	2.0	19.0	19.0	9.5	TREINTA Y OCHO	3.88	1.0	6.0	11.0	2017.0
1.	496.9303896105	9.0	2.0	2.0	2.0	2.0	17.0	17.0	8.5	TREINTA Y CUATRO	4.1932467532	2.0	6.0	12.0	2017.0
1.	497.2436363637	8.5	2.5	2.0	2.0	2.0	17.0	17.0	8.5	TREINTA Y CUATRO	4.5064935065	3.0	6.0	13.0	2017.0
1.	497.556883117	8.8	2.5	2.0	2.0	2.0	17.3	17.3	8.65	TREINTA Y CUATRO CON SESENTA	4.8197402597	4.0	6.0	14.0	2017.0
1.	497.8701298702	8.8	0.1	2.0	2.0	2.0	14.9	14.9	7.45	VEINTINUEVE CON OCHENTA	5.132987013	5.0	6.0	15.0	2017.0
1.	498.1833766234	9.2	3.4	2.0	2.0	2.0	18.6	18.6	9.3	TREINTA Y SIETE CON VEINTE	5.4462337662	6.0	6.0	16.0	2017.0
1.	498.4966233767	5.0	3.4	1.7	1.0	1.0	12.1	14.13	6.5575	VEINTISFSLS CON VEINTITRES	5.7594805195	7.0	6.0	17.0	2017.0
1.	498.8098701299	10.0	3.4	1.9	2.0	1.6	18.9	17.2	9.025	TREINTA Y SEIS CON DIEZ	6.0727272727	8.0	6.0	18.0	2017.0
1.	499.1231168832	10.0	2.75	0.8	2.0	1.0	16.55	15.14	7.9225	TREINTA Y UNO CON SESENTA Y NUEVE	6.385974026	9.0	6.0	19.0	2017.0
2.	499.4363636364	10.0	3.7	1.9	2.0	1.7	19.3	15.78	8.77	TREINTA Y CINCO CON OCHO	6.6992207792	10.0	6.0	20.0	2017.0
2.	499.7496103897	10.0	3.35	1.9	2.0	1.8	19.05	15.52	8.6425	TREINTA Y CUATRO CON CINCUENTA Y SIETE	7.0124675325	11.0	6.0	21.0	2017.0
2.	500.0628571429	5.0	2.0	1.5	1.5	1.5	9.0	10.1	4.775	DIECINUEVE CON DIEZ	7.3257142857	12.0	6.0	22.0	2017.0
2.	500.3761038962	9.25	2.4	2.0	1.8	1.8	17.25	14.43	7.92	TREINTA Y UNO CON SESENTA Y OCHO	7.638961039	13.0	6.0	23.0	2017.0
2.	500.6893506494	9.0	0.6	1.5	1.6	1.6	14.3	11.37	6.4175	VEINTICINCO CON SESENTA Y SIETE	7.9522077922	14.0	6.0	24.0	2017.0
2.	501.0025974027	9.25	0.8	2.0	1.8	1.5	15.35	13.6	7.2375	VEINTIOCHO CON NOVENTA Y CINCO	8.2654545455	15.0	6.0	25.0	2017.0

**Figura 17.** Tabla de calificaciones con datos depurados

### 6.1.8. Desarrollo de cubos OLAP

Tomando en cuenta la disposición y organización de los datos se procedió a la estructuración de los cubos OLAP. La herramienta Pentaho Schema Workbench de la Suite Pentaho permite la creación de cubos OLAP y su respectiva comprobación, como se muestra en la figura 18. En esta fase se pudo relacionar las dimensiones, niveles, medidas y los hechos que se conectaron con la data propuesta, todo depende de estas relaciones pues de aquí partirán las soluciones del negocio para la toma de decisiones. [26] Para ello es importante determinar las tablas de hechos y las dimensiones que son elementos importantes para la comunicación de los datos.



**Figura 18.** Creación de esquema y cubo

La dimensión por jerarquías está denominada por niveles de análisis y detalles de la información del modelo multidimensional. Esto permite el análisis y la navegación de los datos al momento de ejecutar la herramienta. [28]

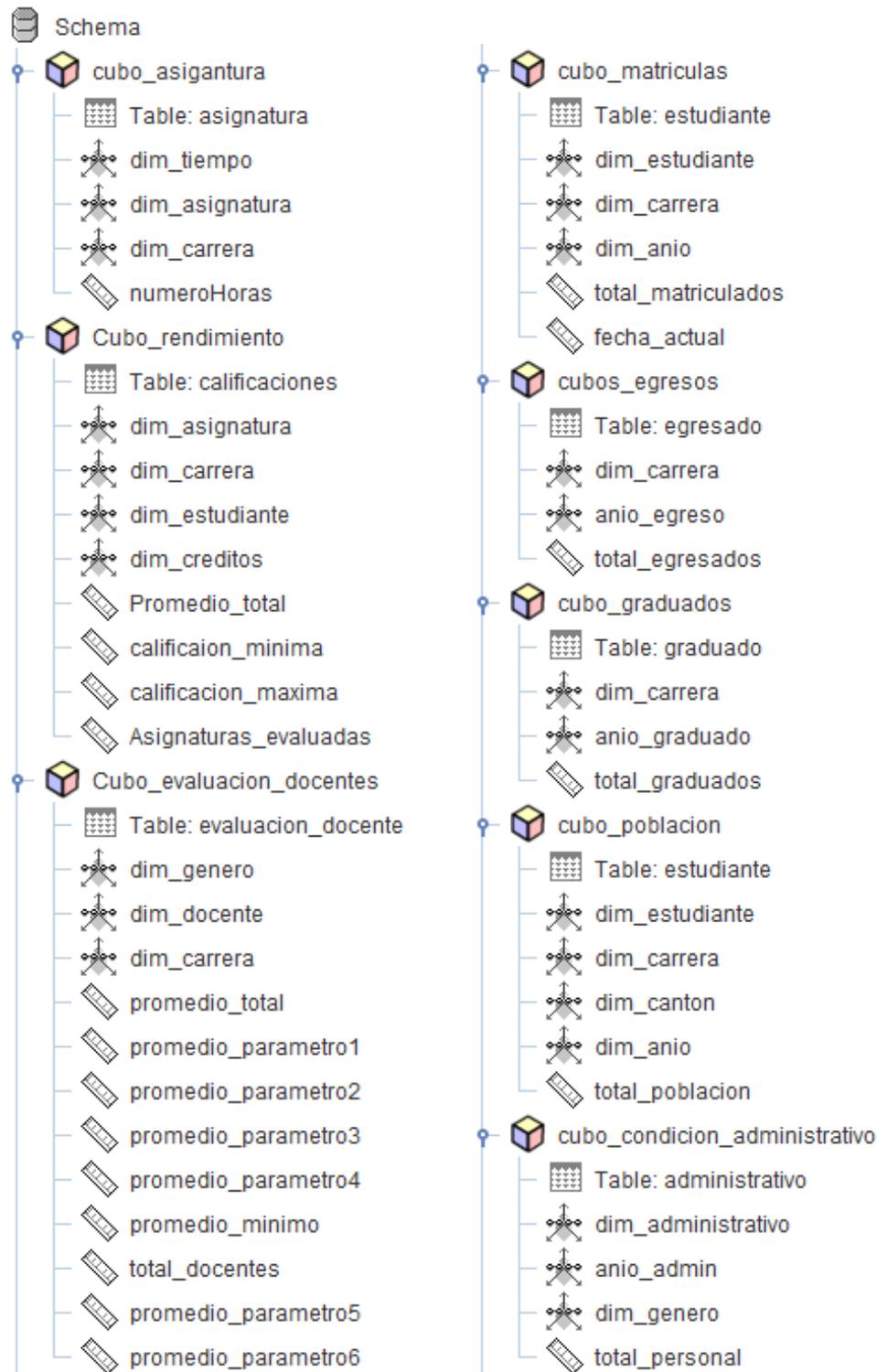
Técnicamente, una *tabla de hechos* es la tabla central de un modelo en estrella, contiene las claves subrogadas de aquellas dimensiones que definen su nivel de detalle, y los indicadores [29]. Para el caso del presente proyecto la tabla de hechos es la tabla carrera, como se muestra en la figura 20.

Según el modelo multidimensional presentado en la figura 19, las relaciones identificadas fueron las siguientes:

#### a. Para Asignaturas

- El campo id de la tabla “asignatura” se relaciona con la perspectiva “número de horas” (debido a que es el atributo importante para el control en el departamento financiero y académico).
- La tabla “tiempo” se relaciona con la perspectiva “año de información”
- La tabla “asignatura” se relaciona con la perspectiva “asignatura”
- La tabla “carrera” se relaciona con la perspectiva “carrera”

Eso quiere decir que, el cubo Asignatura permitiría analizar en número de horas designadas para cada asignatura, observar la distribución de estas horas en cada periodo, lo que facilitaría la planificación académica.



**Figura 19.** Modelo multidimensional del ISTLA (autoría propia)

### **b. Para Rendimiento**

- El campo id de la tabla “calificaciones” se relaciona con la perspectiva “rendimiento” (debido a que es el atributo importante para el control en el departamento académico).
- La tabla “estudiante” se relaciona con la perspectiva “estudiantes”
- La tabla “asignatura” se relaciona con la perspectiva “asignaturas”
- La tabla “carrera” se relaciona con la perspectiva “carreras”
- La tabla “calificaciones” se relaciona con la perspectiva “descripción calificaciones”

Este cubo proporcionaría una visión del rendimiento de los estudiantes, al relacionarse con las tablas de estudiantes, asignaturas y carreras. Las calificaciones serían las medidas y los parámetros académicos sus atributos.

### **c. Para Evaluación Docente**

- El campo id de la tabla “docente” se relaciona con la perspectiva “evaluacion\_docente” (debido a que es el atributo importante para el control en el departamento académico).
- La tabla “docente” se relaciona con la perspectiva “asignaturas”
- La tabla “carrera” se relaciona con la perspectiva “carreras”

Este cubo permitiría evaluar el desempeño con la calificaciones y parámetros. Al relacionarse las tablas de docentes y carreras, se puede identificar como se distribuyen las evaluaciones en determinados contextos de enseñanza.

### **d. Para Matrículas**

- El campo id de la tabla “estudiantes” se relaciona con la perspectiva “rendimiento” (debido a que es el atributo importante para el control en el departamento financiero y académico).
- La tabla “estudiante” se relaciona con la perspectiva “estudiantes”
- La tabla “asignatura” se relaciona con la perspectiva “asignaturas”
- La tabla “carrera” se relaciona con la perspectiva “carreras”
- La tabla “estado\_civil” se relaciona con la perspectiva “estado civil”
- La tabla “tiempo” se relaciona con la perspectiva “año de información”

El cubo egresado proporcionaría información sobre la inscripción de estudiantes en distintas carreras y periodos. Permitiría también analizar el patrón de ingresos y gestionar la demanda académica.

#### **e. Para Egresos**

- El campo id de la tabla “egresados” se relaciona con la perspectiva “egresos” (debido a que es el atributo importante para el control en el departamento financiero).
- La tabla “tiempo” se relaciona con la perspectiva “año de información”
- La tabla “carrera” se relaciona con la perspectiva “carreras”

Este cubo permitiría dar seguimiento a egresados en cada periodo, tomando en cuenta su área de estudio.

#### **f. Para Graduados**

- El campo id de la tabla “graduados” se relaciona con la perspectiva “graduados” (debido a que es el atributo importante para el control en el departamento financiero).
- La tabla “tiempo” se relaciona con la perspectiva “año de información”
- La tabla “carrera” se relaciona con la perspectiva “carreras”

Este cubo permitiría dar seguimiento a graduados en cada periodo, tomando en cuenta su área de estudio.

#### **g. Para Población**

- El campo id de la tabla “estudiante” se relaciona con la perspectiva “seguimiento general” (debido a que es el atributo importante para el control en el departamento financiero y académico).
- La tabla “tiempo” se relaciona con la perspectiva “año de información”
- La tabla “carrera” se relaciona con la perspectiva “carreras”
- La tabla “estudiante” se relaciona con la perspectiva “estudiantes”
- La tabla “canton” se relaciona con la perspectiva “cantón”

Este cubo proporcionaría una visión de población estudiantil, considerando, además, datos geográficos y demográficos.

#### **h. Para Condición Administrativo**

- El campo id de la tabla “administrativo” se relaciona con la perspectiva “condición administrativo” (debido a que es el atributo importante para el control en el departamento financiero).
- La tabla “tiempo” se relaciona con la perspectiva “año de información”
- La tabla “genero” se relaciona con la perspectiva “género”
- La tabla “administrativo” se relaciona con la perspectiva “personal administrativo”

Este cubo permitiría monitorear la condición del personal administrativo de la institución educativa. Puede analizar la distribución del personal en diferentes contextos y periodos.

### Modelado en Estrella

Tomando cada una de las dimensiones, jerarquías, niveles, atributos y métricas necesarias para la futura navegación de los cubos tomando en cuenta que las tablas de la base de datos creada en SQL tenían ya sus conexiones por medio de claves primarias y foráneas, [29] se elaboró el esquema a través del modelo estrella para elaboración de cubos.

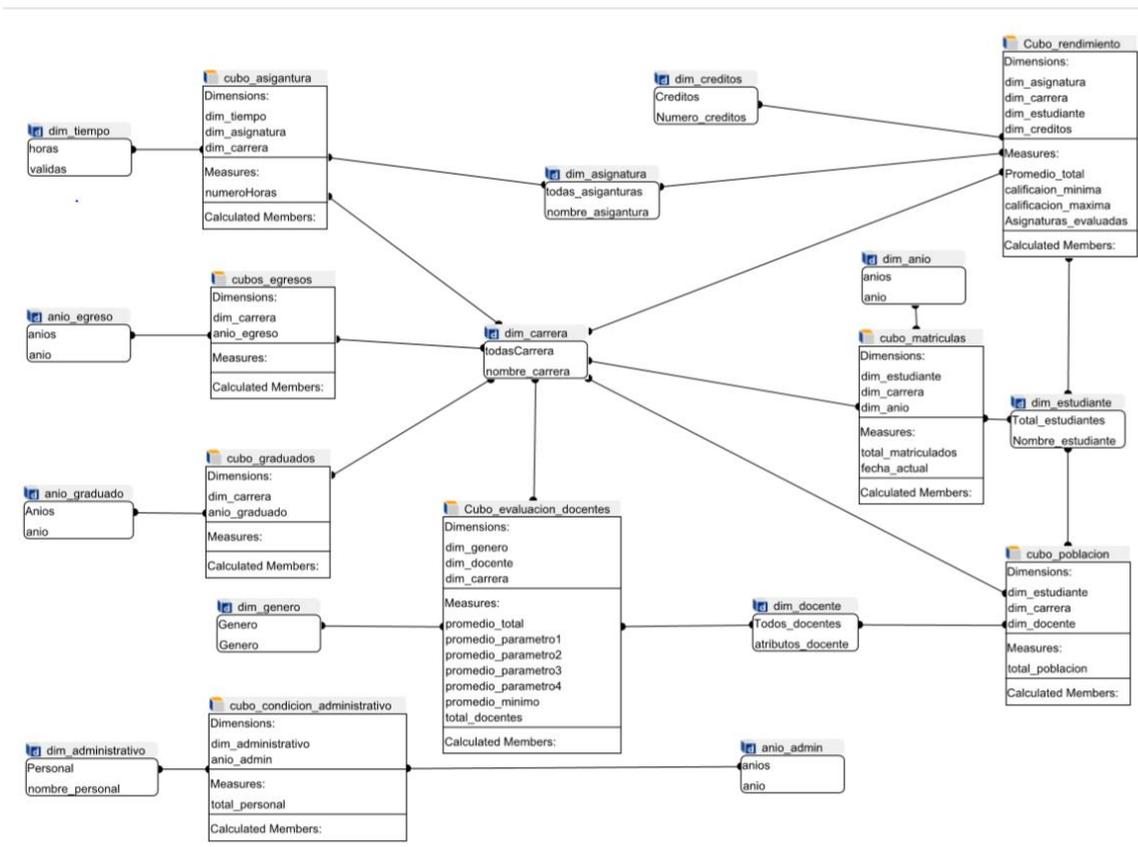


Figura 20. DataMart del ISTLA (autoría propia)

### **Definición de dimensiones**

Una vez realizada la revisión de los requerimientos se procedió a realizar el diseño de tablas de hechos y dimensiones Estableciendo un nivel de granularidad para mostrar la información de manera más detallada y precisa. [30] Entre ellas definimos las siguientes dimensiones:

*Dimensión tiempo:* Esta tiene la fecha en años y semestres del período del cual se tomó la información mantiene una jerarquía año-semesteres.

*Dimensión estudiante:* Contiene información de cada uno de los estudiantes los que se definen algunos atributos como son el número de cédula, nombres, apellidos, nacionalidad, género, edad, fecha de nacimiento, nivel de formación de los padres.

*Dimensión carrera:* Contienen los campos como el nombre de la carrera y el código se lo maneja internamente institución, Esta fue una de las dimensiones más utilizadas en todos los cubos.

*Dimensión docente:* Posee los campos de identificador y cada uno de ellos son sus atributos, ya sea el nombre, el género, formación académica.

*Dimensión administrativa:* Contiene información del personal administrativo de la institución educativa como su identificador, el nombre y algunos atributos que los caracterizan

### **Tablas de hechos**

Una vez que ya se definieron las dimensiones se continúa con la creación de tabla de hechos, dependiendo del modelo de negocio a la empresa a analizar, en este caso el Instituto educativo [26]. Las tablas que se consideraron, se las describe a continuación:

*Hecho asignatura:* su función es permitir visualizar la información del número de horas y créditos que tiene cada asignatura con respecto a la carrera y al año en que se impartieron.

*Hecho egresados:* esta tabla permite visualizar la cantidad de egresados que hubo en las distintas carreras con respecto al año de egreso, y también clasificar por su género.

*Hecho graduados:* en esa tabla al igual que la de egresados se permite visualizar la cantidad de graduados que hubo en las distintas carreras con respecto al año de graduación y a su género.

*Hecho condición del administrativo:* por medio de esta tabla se puede controlar la cantidad de personal administrativo actualmente labora en instituto educativo, con respecto a su edad, género, formación académica y año de ingreso.

*Hecho evaluación docentes:* Esta tabla permite visualizar las calificaciones de los docentes luego de ser evaluados, bajo la disposición de distintos parámetros y considerando el género y la carrera a la cual pertenecen.

*Hecho rendimiento:* en esta disposición se puede visualizar los promedios de los estudiantes en general y específicamente, la calificación máxima, la calificación mínima y las asignaturas evaluadas, dependiendo de la carrera, la asignatura y el número de créditos de la asignatura.

*Hecho matrículas:* una tabla se puede controlar la cantidad de matriculados con respecto al tiempo (años), tomando en cuenta los datos del estudiante, la carrera a la cual pertenece, y el año de la información.

*Hecho población:* por medio de esta tabla se puede visualizar el total de estudiantes y docentes con respecto a la carrera, y las condiciones de ellos (atributos).

De esta manera se generó la estructura del esquema multidimensional en un archivo xml (**Anexo 5**) en el cual se describen cada uno de sus dimensiones, tablas de hecho, jerarquías, niveles y métricas.

### **6.2.3. Levantamiento de servidor BI**

Luego de la integración de los datos y la creación de los cubos multidimensionales se realiza el levantamiento del servidor de Pentaho con la herramienta BI Server [32] donde se visualizan públicos mediante un web service, como se detalla en el **Anexo 11**.

#### **Solución BI**

A continuación, se muestran los reportes que responden las preguntas y requerimientos de la herramienta de inteligencia de negocio

**RF01:** Horas académicas- Gestión Académica

Cubo asignatura - Asignaturas

El sistema reporta las horas, códigos de asignaturas y carreras (figura 21)

nombre_asignatura	nombre_carrera	Análisis de Sistemas	Comunicación Audiovisual	Mercadotecnia
numeroHoras	codigo_asignatura	numeroHoras	numeroHoras	numeroHoras
Administración aplicada	MC405	-	-	96
Administración de Empresas	AS302	64	-	-
Administración de Empresas II	MC507	-	-	96
Administración de medios	CA302	-	112	-
Álgebra Lineal	AS208	64	-	-
Alta gerencia	MC606	-	-	128
Análisis Financiero	MC602	-	-	128
Auditoría Informática	AS407	112	-	-
Comercio	MC406	-	-	112
Comercio Exterior	MC407	-	-	96
Comunicación social	CA503	-	112	-
Contabilidad General	MC102	-	-	160
Contabilidad de Costos	AS203	96	-	-
Curso taller	MC306	-	-	112
Derecho laboral y social	AS602	112	-	-
Economía	AS204	96	-	-
Estadística	MC104	-	-	128
Estadística	AS202	96	-	-
Estadística	MC105	-	-	128
Gestión de centros de cómputo	AS605	128	-	-
Géneros televisivos I	CA306	-	128	-
Géneros televisivos II	CA406	-	112	-
Iluminación	CA403	-	112	-
Informática II	AS206	96	-	-
Inglés I	MC101	-	-	112
Inglés Técnico II	AS201	64	-	-
Introducción a la comunicación	CA104	-	128	-
Investigación Operativa	AS301	96	-	-
Investigación Operativa II	AS501	112	-	-
Investigación de Mercados	MC207	-	-	128

Figura 21. Requerimiento funcional 01 (Autoría propia)

**RF02: Condición del estudiante - Gestión Académica**

Cubo Condición Estudiante – Estudiante (figura 22)

El sistema reporta la cantidad de estudiantes según los parámetros exigidos

estado_civil	casado	divorciado	soltero	Union Libre	viudo							
						Análisis de Sistemas	Comunicación Audiovisual	Mercadotecnia	Comunicación Audiovisual	Mercadotecnia	Análisis de Sistemas	Mercadotecnia
genero	carillon	descripcion	total_probacion	total_probacion	total_probacion	total_probacion	total_probacion	total_probacion	total_probacion	total_probacion	total_probacion	total_probacion
Femenino	107	Visual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	701	No Aplica	-	-	-	-	-	91	-	-	-	-
	702	No Aplica	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
	704	No Aplica	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
	707	No Aplica	-	4	-	-	-	-	-	19	-	-
	711	No Aplica	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
	910	No Aplica	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
	911	No Aplica	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
	1004	No Aplica	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
	1101	No Aplica	1	7	12	3	-	29	16	32	-	5
		Visual	-	-	-	1	9	-	1	1	-	-
	1104	No Aplica	-	-	3	-	-	6	5	11	-	-
	1105	No Aplica	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	1106	No Aplica	2	-	12	-	-	8	8	30	-	4
	1107	No Aplica	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
	1108	No Aplica	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
	1109	No Aplica	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
	1110	No Aplica	-	-	20	-	-	-	5	45	-	1
	1111	No Aplica	-	-	-	-	-	-	-	5	4	-
	1113	No Aplica	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
	1114	No Aplica	3	-	-	-	-	3	5	21	-	1
	1115	No Aplica	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	1116	No Aplica	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
	1701	No Aplica	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
	1801	No Aplica	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	1901	No Aplica	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
	1902	No Aplica	-	-	-	-	9	-	-	12	-	1
	1904	No Aplica	-	-	-	-	-	8	-	9	-	-
	1905	No Aplica	-	-	-	-	-	2	-	5	5	-
	1906	No Aplica	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	1908	No Aplica	-	-	-	-	-	3	-	2	-	-
Masculino	114	No Aplica	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	601	No Aplica	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
	702	No Aplica	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
	712	No Aplica	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-
	801	No Aplica	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
	1101	Indeterminado	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-
		No Aplica	10	5	7	-	-	48	19	6	1	1
	1106	No Aplica	-	-	-	-	-	-	8	10	-	10
		Visual	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
	1107	No Aplica	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
	1108	No Aplica	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-
	1109	No Aplica	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
	1110	No Aplica	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
	1111	No Aplica	-	-	-	-	-	-	-	9	8	-
	1113	No Aplica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1114	No Aplica	2	-	-	-	-	-	7	-	8	-
	1401	No Aplica	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
	1701	No Aplica	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
	1901	No Aplica	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
	1902	No Aplica	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4
	2001	No Aplica	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-

Figura 22. Requerimiento funcional 02

**RF03: Listado calificaciones - Gestión Académica**

Cubo Rendimiento Académico – Calificaciones (figura 23)

El sistema reporta las calificaciones según parámetros de estudio

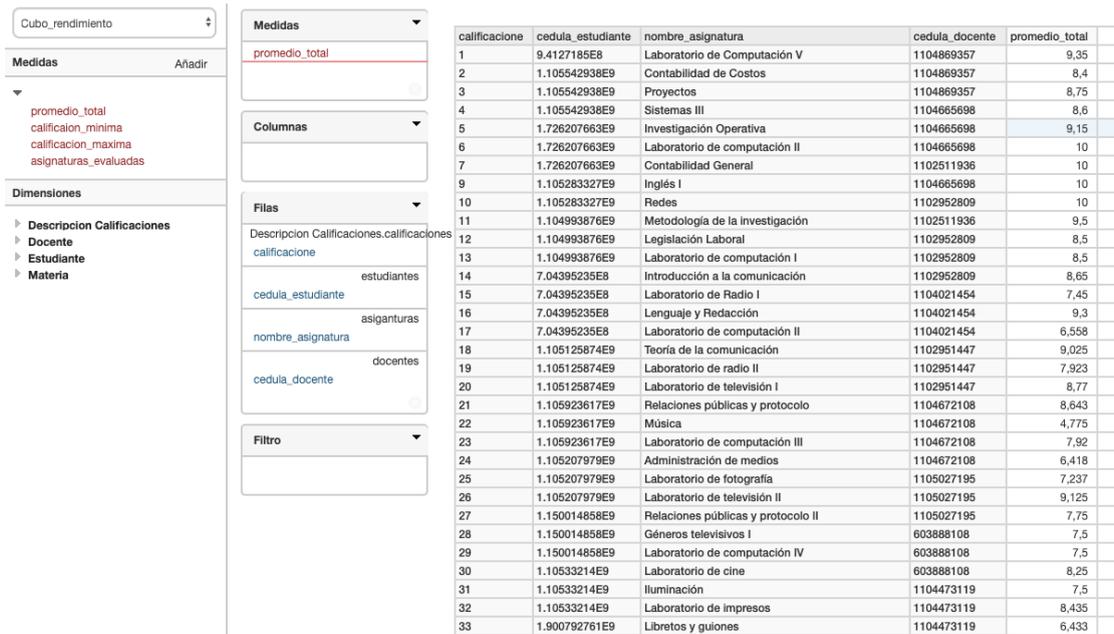


Figura 23. Requerimiento funcional 03

RF04: Personal Administrativo - Gestión Administrativa

Cubo Condición Administrativo – Administrativo (figura 24)

El sistema reporta cantidad de personal según parámetros

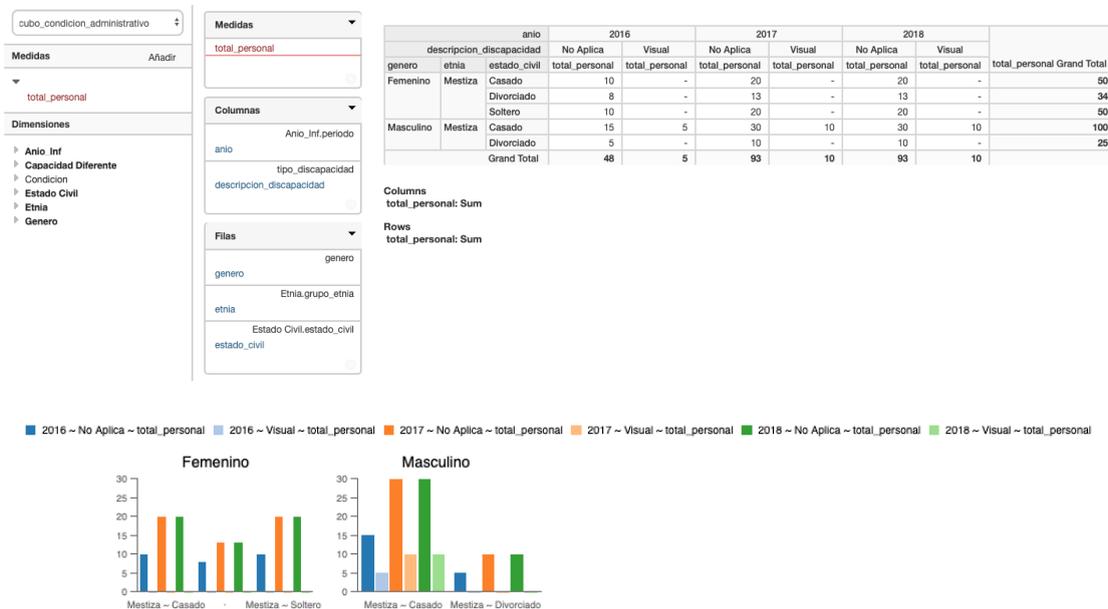


Figura 24. Requerimiento funcional 04

RF05: Rendimiento académico - Gestión Académico

## Cubo Rendimiento Académico – Calificaciones (figura 25)

El sistema reporta promedios según los parámetros exigidos

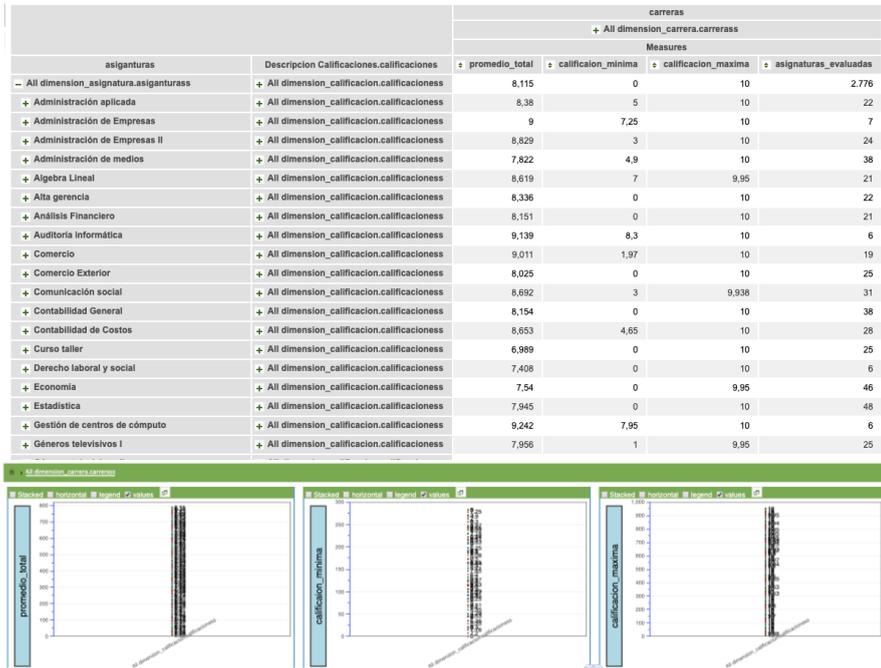


Figura 25. Requerimiento funcional 05

## RF06: Matriculados - Gestión Administrativo

### Cubo Condición Matriculadas – Estudiante (figura 26)

El sistema reportará condición matriculados según parámetros

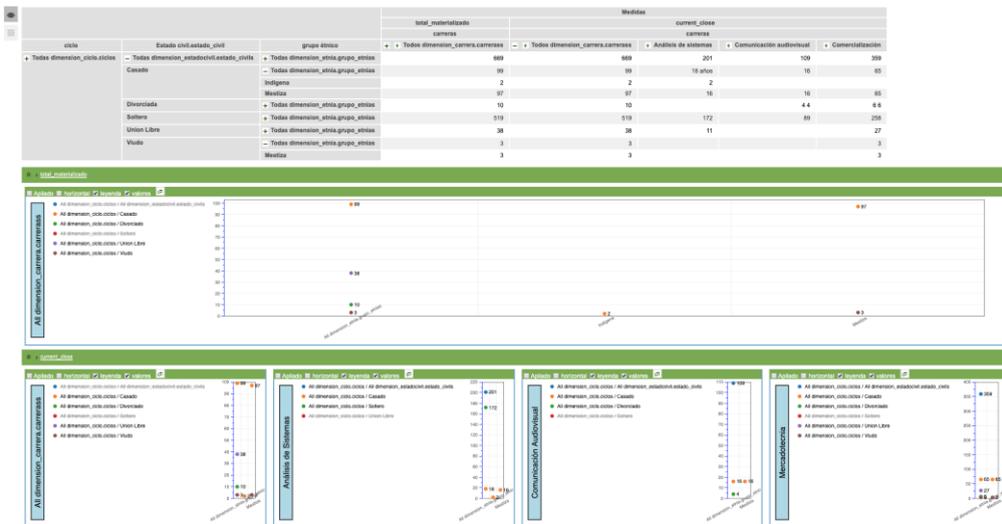


Figura 26. Requerimiento funcional 06

**RF07: Graduados - Gestión Administrativo**

**Cubo Graduados – Graduados (figura 27)**

El sistema reporta cantidad de estudiantes graduados según parámetros

Anio.periodo	carreras			
	All dimension_carrera.carreras	Análisis de Sistemas	Comunicación Audiovisual	Mercadotecnia
	Measures	Measures	Measures	Measures
	total_graduados	total_graduados	total_graduados	total_graduados
All dimension_tiempo_graduado.periodos	143	77	5	61
2016	1.369	1.036	74	259
2017	2.809	1.431	53	1.325
2018	2.809	1.166	106	1.537



**Figura 27. Requerimiento funcional 07**

**RF08: Egresados - Gestión Administrativo**

**Cubo Egresados – Egresados (figura 28)**

El sistema reporta cantidad de estudiantes egresados según parámetros

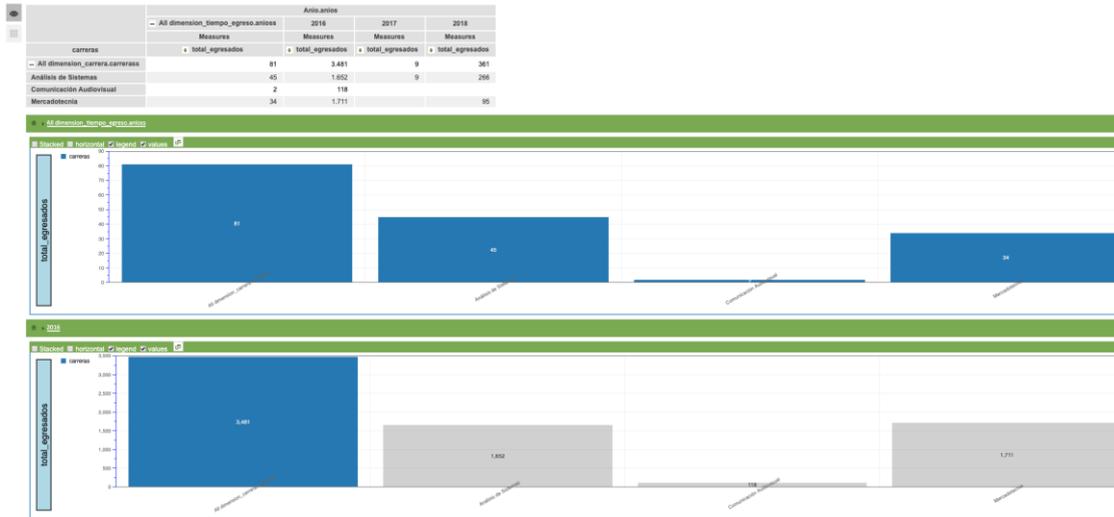


Figura 28. Requerimiento funcional 08

RF09: Rendimiento académico - Gestión Académico

Cubo Rendimiento Académico - Evaluación Docente (figura 29)

El sistema reporta promedios según los parámetros exigidos

Medidas		Análisis de Sistemas																Comunicación Audiovisual			
promedio_total	promedio_parametro1	promedio_parametro2	promedio_parametro3	promedio_parametro4	promedio_parametro5	promedio_parametro6	promedio_parametro7	promedio_parametro8	promedio_parametro9	promedio_parametro10	promedio_parametro11	promedio_parametro12	promedio_parametro13	promedio_parametro14	promedio_parametro15	promedio_parametro16	promedio_parametro17	promedio_parametro18	promedio_parametro19	promedio_parametro20	
10000000	1	1	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	4.017	
10000000	2	2	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	4.002	
10000000	3	3	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	4.008	
10000000	4	4	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	5	5	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	6	6	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	7	7	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	8	8	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	9	9	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	10	10	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	11	11	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	12	12	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	13	13	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	14	14	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	15	15	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	16	16	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	17	17	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	18	18	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	19	19	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
10000000	20	20	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	

Figura 29. Requerimiento funcional 09

### Objetivo 3: Modelo de aceptación tecnológica

Para la validación del modelo TAM es importante tener en claro dos variables: utilidad percibida y la facilidad de uso percibida. [39][40] Por medio de encuestas realizadas a los usuarios finales que en este caso de estudio son los promotores, personal administrativo y docentes de la institución educativa se ha podido aplicar métodos donde se demuestra la eficacia del modelo. [50]

#### 6.1.9. Recopilación de datos

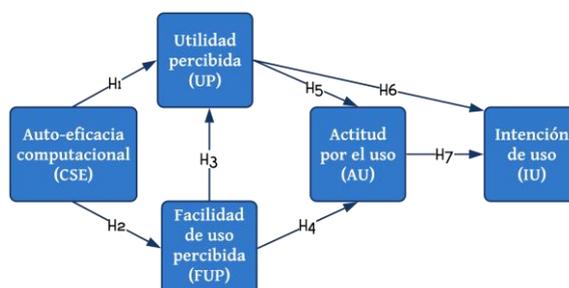
Se llevó a cabo un estudio realizado en dos etapas primero generando el modelo de medición y luego un modelo estructural. La primera etapa en la generación del modelo de medición se basó en un análisis factorial confirmatorio donde se evaluaba la validez y la fiabilidad de la herramienta. Mientras que para la segunda etapa se construyó un modelo de ecuación estructural probando relaciones hipotéticas entre las construcciones del modelo anterior. [41] En la figura 30 se muestra la generación de datos estadísticos luego de haber aplicado el instrumento de recopilación (**Anexo 7**).

	Nº.	Perdido	Media	Mediana	Min	Max	Desviación estándar	Kurtosis excesiva
cse_1	1	0	4.900	5.000	4.000	6.000	0.539	1.498
cse_2	2	0	4.900	5.000	4.000	6.000	0.831	-1.734
cse_3	3	0	4.500	5.000	1.000	6.000	1.360	3.958
up_1	4	0	5.000	6.000	1.000	7.000	2.145	-0.847
up_2	5	0	5.200	6.000	1.000	7.000	1.778	1.815
up_3	6	0	4.900	5.000	1.000	7.000	1.578	2.974
up_4	7	0	5.000	6.000	1.000	7.000	2.236	-0.252
up_5	8	0	4.600	6.000	1.000	7.000	2.154	-0.886
up_6	9	0	4.600	5.000	1.000	7.000	2.010	0.062
up_7	10	0	4.800	6.000	1.000	7.000	1.990	0.720
fup_1	11	0	3.300	3.000	1.000	6.000	1.487	-0.069
fup_2	12	0	3.100	3.000	1.000	6.000	1.221	3.010
fup_3	13	0	4.000	5.000	1.000	5.000	1.414	0.257
fup_4	14	0	4.300	5.000	1.000	6.000	1.676	-0.416
fup_5	15	0	3.500	3.000	1.000	7.000	1.565	1.540
fup_6	16	0	2.700	3.000	1.000	5.000	1.100	1.092
fup_7	17	0	4.500	5.000	1.000	6.000	1.857	0.423
au_1	18	0	5.300	6.000	1.000	7.000	1.792	2.067
au_2	19	0	4.900	6.000	1.000	7.000	2.211	-0.445
au_3	20	0	5.600	6.000	4.000	7.000	1.356	-2.165
iu_1	21	0	4.800	6.000	1.000	7.000	2.182	-0.498

**Figura 30.** Datos estadísticos de la encuesta realizada luego de la evaluación. (Autoría propia)

Durante la evaluación de la herramienta de inteligencia de negocios implementada en el instituto educativo, donde participaron cada uno de los usuarios finales de acuerdo a sus roles, en este caso el personal administrativo, coordinadores de carrera y promotores de la institución quienes son los encargados de analizar los datos para la toma de decisiones, se creó un formulario con el fin de identificar los factores principales del modelo TAM, uno de

ellos es la intención de uso que tienen los usuarios de la herramienta de inteligencia de negocios en el instituto educativo, [43] y por ello se propuso un modelo presentado en la figura 31, y se establecen 8 hipótesis que relacionan a 5 constructos, como se indica en la tabla 9.



**Figura 31.** Modelo TAM acoplado a la solución de inteligencia de negocios. (Autoría propia)

**Tabla 9.** Hipótesis y relaciones

<i>Hipótesis 1</i>	CSE tendrá una influencia positiva en UP.
<i>Hipótesis 2</i>	CSE tendrá una influencia positiva en FUP.
<i>Hipótesis 3</i>	FUP tendrá influencia positiva sobre UP.
<i>Hipótesis 4</i>	FUP tendrá influencia positiva sobre AU.
<i>Hipótesis 5</i>	UP tendrá influencia positiva sobre AU.
<i>Hipótesis 6</i>	UP tendrá influencia positiva sobre IU.
<i>Hipótesis 7</i>	AU tendrá influencia positiva sobre IU.

Según estudios realizados en casos similares en los que se aplicó inteligencia de negocios para instituciones educativas, y luego de que los usuarios finales hayan manipulado la herramienta implementada, se formularon 23 preguntas para el análisis de los constructos que se muestran en la Tabla 10.

Esta técnica de obtención de datos está basada en 5 constructos o indicadores latentes, que se han expresado en una escala de Likert de 7 puntos, desde totalmente en desacuerdo hasta Totalmente de acuerdo, aplicado a 10 usuarios que son la población total que utilizará esta herramienta de inteligencia de negocios dentro de la institución educativa, que se constituye de un rector, 2 vicerrectores, tres coordinadores, 3 promotores, un contador y dos más del personal administrativo, pues ellos son los encargados de analizar la información que genera la gestión de datos tanto internamente como fuera. [43]

**Tabla 10. Constructos e ítems analizados de la encuesta**

<b>Constructos</b>	<b>Indicadores medidos</b>
<i>Auto-eficacia computacional (CSE)[45][46]</i>	Puedo completar las actividades dentro de la herramienta de inteligencia de negocios si no hay nadie alrededor para decirme que hacer a medida que avanzo.
	Puedo completar las tareas dentro de la herramienta de inteligencia de negocios si yo nunca había utilizado un sistema de información como éste antes.
	Puedo completar las tareas de la herramienta de inteligencia de negocios sí sólo tuviera los manuales de referencia.
<i>Utilidad Percibida (UP)</i>	El uso de la herramienta de business intelligence me da un mayor control en la toma de decisiones de mi trabajo.
	El uso de la herramienta de business intelligence mejora el rendimiento de mi trabajo.
	La herramienta de business intelligence responde a las necesidades de mi trabajo.
	El uso de la herramienta de business intelligence me ahorra tiempo.
	El uso de la herramienta me permite realizar más trabajo del que se hacía antes de la otra forma.
	El uso de la herramienta de business intelligence aumenta mi productividad.
	El uso de la herramienta de business intelligence facilita mi trabajo.
<i>Facilidad de uso percibida (FUP)</i>	Comete errores con frecuencia cuando uso la herramienta.
	Interactuar con la herramienta de business intelligence requiere mucho esfuerzo mental.
	Me resulta fácil recuperarse de errores encontrados al usar la herramienta de business intelligence.
	Es fácil conseguir que la herramienta de business intelligence haga lo que yo quiero que haga.
	Me resulta incómodo usar la herramienta de business intelligence.
	La herramienta de business intelligence a menudo se comporta de manera inesperada.
	En general, encuentro la herramienta de business intelligence fácil de usar.
<i>Actitud por el uso (AU)</i>	Considero que es buena idea colaborar con el Instituto a través de la herramienta de inteligencia de negocios.
	Considero que es beneficioso colaborar con el Instituto a través de la herramienta de inteligencia de negocios.
	La utilización de estrategias de inteligencia de negocios mantiene mi interés.
<i>Intención de uso (IU)</i>	Es importante utilizar la herramienta de inteligencia de negocios, recomendaría su utilización.

	Estoy impaciente por realizar tareas dentro de la herramienta de inteligencia de negocios.
	En cuanto sea posible usaré la herramienta de inteligencia de negocios.

Todos los usuarios finales fueron convocados a reuniones formales y foros donde se otorgó la información necesaria para el uso de las estrategias de inteligencia de negocios aplicadas a los datos que genera el Instituto educativo, y despejando cualquier duda que se haya presentado durante el desarrollo de esta reunión.

### **Smart PLS**

Smart PLS, una herramienta de estadística avanzada y uno de los software más usados para el análisis de ecuaciones estructurales mediante mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM), fue la opción ideal para el análisis del modelo TAM.

Debido al número de usuarios bastante limitado encargado de gestionar y analizar datos a través de la herramienta de inteligencia de negocios, se vio adecuado utilizar un software para la creación de modelos PLS y análisis de resultados. Para ellos Se realizaron los siguientes pasos:

- Descargar el programa [www.smartpls.com](http://www.smartpls.com)
- Codificar y preparar la base de datos, en formato csv (valores separados por comas)
- Crear proyecto y estructura del modelo
- Interpretar y analizar los resultados obtenidos de los formularios

#### **6.1.10. Modelo de ecuaciones estructurales PLS-SEM**

En el modelo de medición se analizaron las variables observables denominados también indicadores con respecto a las variables latentes constructo, considerando importante la habilidad de las medidas de modelo, y en el modelo estructural están las relaciones de causalidad variables independientes y dependientes. [42][45]

**Tabla 11. Información inicial**

Universo:	Personal administrativo, docentes, promotores y coordinadores del ISTLA
Ámbito:	Instituto Superior Tecnológico Los Andes
Tamaño:	10 personas

Diseño de la muestra:	Encuesta por persona (Googleforms)
Diseño de la muestra:	4 febrero de 2024

Al aplicar este modelo de ecuaciones estructurales en este entorno se desarrollaron los siguientes pasos:

- Los datos obtenidos de las encuestas realizadas se los ha clasificado en una hoja de cálculo para posteriormente ser exportados en formato csv.
- Se construyó diagrama del modelo TAM donde se conectan los constructos, los indicadores y las hipótesis a evaluar, previo a la creación del proyecto.
- Se genera un modelo de medición reflectivo, para la evaluación de la consistencia, fiabilidad y validez de los resultados obtenidos en las encuestas.

Se utilizaron la fiabilidad compuesta, Alfa de Cronbach, y la varianza extraída media, que son coeficientes obtenidos de las relaciones de los indicadores de acuerdo sus valores obtenidos, según tabla 12, dado que la consistencia la fiabilidad compuesta deben ser mayores a 0,7 para que sean satisfactorios, se propone la eliminación de un indicador que generen sus cargas menores a 0,4. [47]

**Tabla 12.** Cálculo de la consistencia de los datos (Autoría propia)

	<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>Fiabilidad compuesta</b>	<b>Varianza extraída media (AVE)</b>
<b>Actitud por el uso</b>	0.932	0.956	0.880
<b>Auto-eficacia comp</b>	0.798	0.907	0.830
<b>Facilidad de uso</b>	0.787	0.875	0.703
<b>Intención de uso</b>	0.913	0.945	0.851
<b>Utilidad percibida</b>	0.975	0.979	0.872

**Tabla 13.** Cálculo de la consistencia la fiabilidad compuesta (autoría propia)

	<b>Actitud por el uso</b>	<b>Auto-eficacia comput.</b>	<b>Facilidad de uso percibida</b>	<b>Intención de uso</b>	<b>Utilidad percibida</b>
au_2	0.947				
au_3	0,936				
au_l	0,931				
cse_1		<b>0,680</b>			
cse_2		0,910			

cse_3		0,884			
fup_1			0,764		
fup_2			0,772		
fup_3			<b>0,677</b>		
fup_4			0,878		
fup_5			<b>0,572</b>		
fup_6			0,747		
fup_7			0,744		
iu_1				0,902	
iu_2				0,925	
iu_3				0,941	
up_1					0,978
up_2					0,935
up_3					0,929
up_4					0,963
up_5					0,840
up_6					0,956
up_7					0,930

Necesitamos analizar un sistema consistente, por lo que se eliminaron algunos indicadores que podían alterar dicha consistencia, y el resultado de esto se presenta en la Tabla 14. También se debe medir la varianza extraída media que debe ser mayor a 0,5 comprobando que los constructos cumplan con una validez convergente.[51]

**Tabla 14.** *Cálculo de consistencia la fiabilidad compuesta modificada*

	<b>Actitud por el uso</b>	<b>Auto-eficacia computacional</b>	<b>Facilidad de uso percibida</b>	<b>Intención de uso</b>	<b>Utilidad percibida</b>
au_1	0,930				
au_2	0,948				
au_3	0,936				
cse_2		0,886			
cse_3		0,935			
fup_1			0,728		
fup_4			0,865		
fup_7			0,912		
iu_1				0,902	
iu_2				0,925	
iu_3				0,941	
up_1					0,977
up_2					0,936
up_3					0,929
up_4					0,963

up_5					0,839
up_6					0,956
up_7					0,930

Eso quiere decir que cada uno de los constructos genera una varianza extraída media y que al correlacionarse con otras variables latentes del modelo deberían generar un valor menor al de la raíz cuadrada la varianza media, a esto se lo llama el criterio de Fornell-Larcker. [51] En la tabla 15 los valores en diagonal son la raíz cuadrada de la varianza media y los otros valores son las correlaciones que existen entre los constructos, considerando que se cumple este criterio para cada uno de los casos.

**Tabla 15.** Raíz cuadrada de la varianza media según Fornell-Larcker (autoría propia)

	<b>Actitud por el uso</b>	<b>Auto-eficacia comp</b>	<b>Facilidad de uso</b>	<b>Intención de uso</b>	<b>Utilidad percibida</b>
<b>Actitud por el uso</b>	0.938				
<b>Auto-eficacia comp</b>	0.774	0.911			
<b>Facilidad de uso</b>	0.800	0.710	0.838		
<b>Intención de uso</b>	0.976	0.853	0.808	0.923	
<b>Utilidad percibida</b>	0.913	0.745	0.949	0.911	0.934

Finalmente se espera que cada variable tenga un valor más alto con respecto de los demás al correlacionarse con las cargas factoriales cruzadas. En la tabla 16 se puede observar que también se cumple este fenómeno en los valores con relaciones directas. [9]

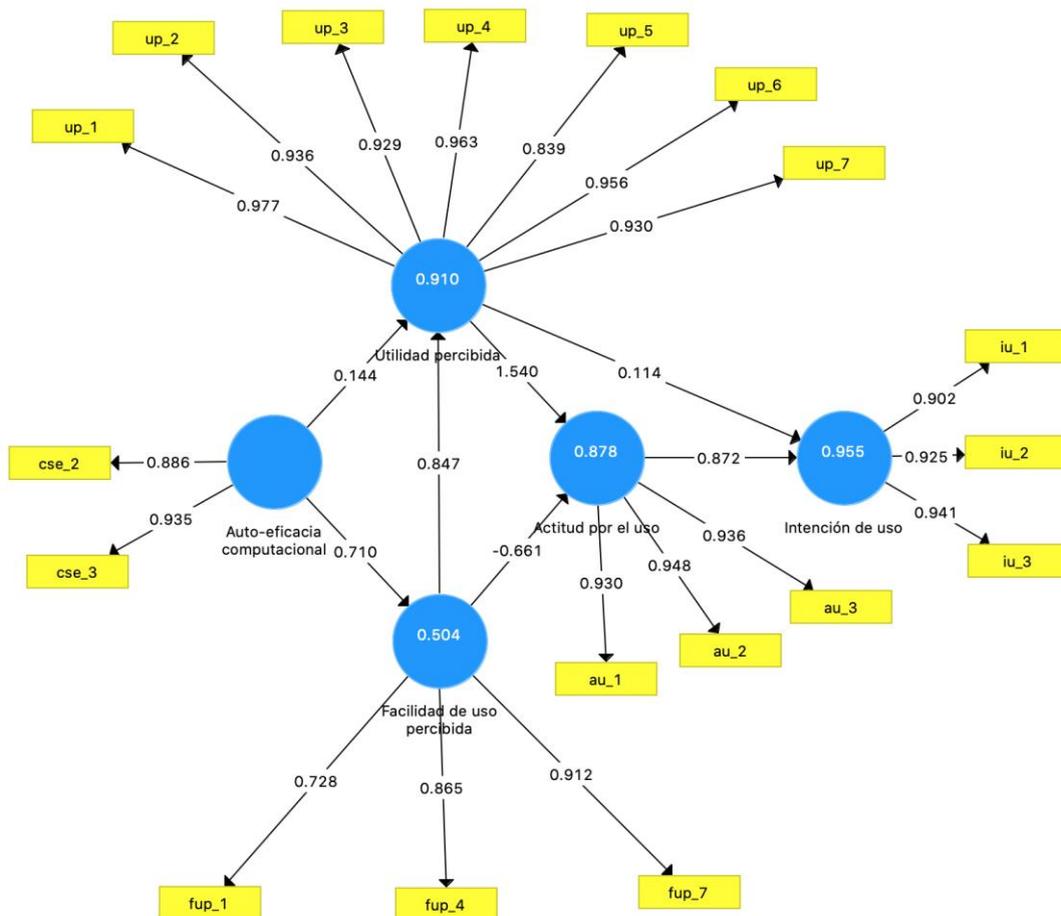
**Tabla 16.** Cargas factoriales cruzadas

	<b>Actitud por el uso</b>	<b>Auto-eficacia computacional</b>	<b>Facilidad de uso percibida</b>	<b>Intencion de uso</b>	<b>Utilidad percibida</b>
au_1	0,930	0,901	0,816	0,966	0,911
au_2	0,948	0,606	0,684	0,889	0,837
au_3	0,936	0,656	0,747	0,887	0,816
cse_2	0,639	0,886	0,588	0,710	0,548
cse_3	0,759	0,935	0,695	0,832	0,782
fup_1	0,383	0,471	0,728	0,448	0,696
fup_4	0,828	0,596	0,865	0,775	0,839
fup_7	0,731	0,697	0,912	0,757	0,842
iu_1	0,945	0,606	0,675	0,902	0,820

iu_2	0,871	0,910	0,777	0,925	0,802
iu_3	0,882	0,855	0,787	0,941	0,897
up_1	0,935	0,713	0,925	0,922	0,977
up_2	0,911	0,802	0,806	0,926	0,936
up_3	0,882	0,748	0,808	0,907	0,929
up_4	0,863	0,775	0,952	0,872	0,963
up_5	0,840	0,455	0,805	0,763	0,839
up_6	0,798	0,669	0,938	0,790	0,956
up_7	0,727	0,682	0,969	0,755	0,930

En la evaluación del modelo estructural se deben considerar aspectos como el coeficiente de determinación, el tamaño y la significancia, también la bondad del ajuste. [44][47]

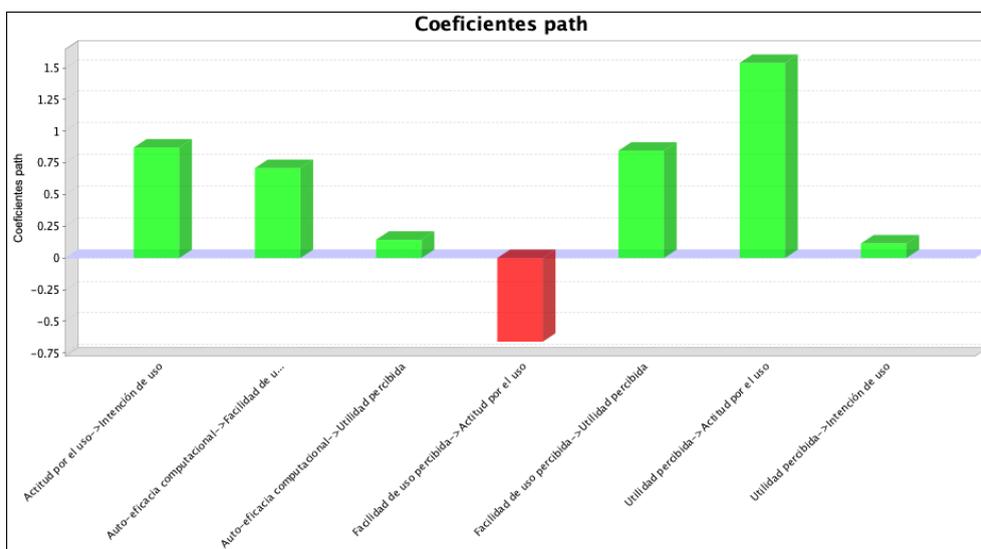
El coeficiente de determinación representado con los valores de R2, donde se analiza una variable dependiente comprendida en otra independiente, variando su valor entre 0 y 1, siendo la aproximación más cercana a 1 la que tiene mayor significancia. el modelo estructural diseñado para medir la aceptación tecnológica es el que se muestra en la figura 32.



**Figura 32.** Modelo TAM final acoplado a la herramienta de inteligencia de negocios. (Autoría propia)

Los resultados obtenidos luego de haber creado el diagrama y analizado sus variables mostraron que la intención de uso se comprende significativamente en un 95,5% de la facilidad de uso percibida, utilidad percibida, y la actitud por el uso, mientras que la actitud de uso es comprendida significativamente en un 87,8% por la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida. La utilidad percibida es comprendida en un 91% por la variable facilidad de uso percibida y autoeficacia computacional, y que la facilidad de uso percibida está comprendida significativamente por la variable autoeficacia computacional en un 50,4%.

El coeficiente de trayectoria, reconocido en SmartPLS como PATH (figura 33), que se representa en un rango entre -1 y 1 demuestra qué tan fuerte es son las relaciones entre las variables. en la tabla 17 se puede observar los coeficientes generados en este caso. [47]



**Figura 33.** Gráfico estadístico de coeficientes de trayectoria. (Autoría propia)

**Tabla 17.** Coeficientes de trayectoria

	Actitud por el uso	Auto-eficacia comp	Facilidad de uso	Intención de uso	Utilidad percibida
Actitud por el uso				0,872	
Auto-eficacia comp			0,710		0,144
Facilidad de uso	-0,661				0,847
Intención de uso					
Utilidad percibida	1,540			0,114	

Se utilizó Bootstrapping, es decir una técnica de remuestreo, para analizar la robustez de las cargas de los indicadores, a partir de un valor t de los coeficientes de trayectoria, se considera significativas las relaciones si p es menor o igual a 0,05. De esta manera puede demostrar las hipótesis planteadas anteriormente. Finalmente, para para analizar la bondad de ajuste en el modelo estructural se encontró un valor de 0.1 para SRMR(Residual Estándar Medio Estandarizado), que demuestra óptimo ajuste del modelo.[44][47]

**Tabla 18.** Detalles de coeficientes de trayectoria según relaciones (autoría propia)

	Muestra original (O)	Media de la muestra (M)	Desviación estándar (STDEV)	Estadísticos t (O/STDEV)	P Valores
Actitud por el uso -> Intención de uso	0,872	0,898	0,294	2,967	0,003
Auto-eficacia computacional -> Facilidad de uso percibida	0,710	0,716	0,209	3,392	0,001
Auto-eficacia computacional -> Utilidad percibida	0,144	0,076	0,300	0,479	<b>0,632</b>
Facilidad de uso percibida -> Actitud por el uso	-0,661	-0,363	0,756	0,874	<b>0,383</b>
Facilidad de uso percibida -> Utilidad percibida	0,847	0,872	0,258	3,280	0,001
Utilidad percibida -> Actitud por el uso	1,540	1,268	0,717	2,147	0,032
Utilidad percibida -> Intención de uso	0,114	0,080	0,317	0,360	<b>0,719</b>

**Tabla 19.** Ajuste del modelo (autoría propia)

	Modelo saturado	Modelo estimado
SRMR	0,106	0,110

De esta manera se pudo demostrar que no todas las hipótesis planteadas se han cumplido, como se muestra en la tabla 19, ya que las relaciones establecidas tienen un nivel de significación superior a 0,05.

**Tabla 20.** Contraste de hipótesis (Autoría propia)

Identificador	Relación	Comprobación
<i>Hipótesis 1</i>	CSE tendrá una influencia positiva en UP.	no
<i>Hipótesis 2</i>	CSE tendrá una influencia positiva en FUP.	si
<i>Hipótesis 3</i>	FUP tendrá influencia positiva sobre UP.	si
<i>Hipótesis 4</i>	FUP tendrá influencia positiva sobre AU.	no
<i>Hipótesis 5</i>	UP tendrá influencia positiva sobre AU.	si

<i>Hipótesis 6</i>	UP tendrá influencia positiva sobre IU.	no
<i>Hipótesis 7</i>	AU tendrá influencia positiva sobre IU.	si

Dado que las hipótesis 2,3,5 y 7 del modelo TAM fueron afirmadas, esto indica que las variables como la autoeficacia computacional, la facilidad percibida de uso, la intención de uso y la actitud hacia el uso tienen una positiva influencia en la adopción y la actitud positiva hacia la tecnología, se infiere que:

La facilidad percibida de uso de la solución de BI tiene una influencia positiva en la intención de uso por parte de los usuarios.

La Intención de uso tiene una influencia positiva en la actitud hacia el uso de la solución tecnológica.

La actitud hacia el uso tiene influencia positiva en la intención de uso de la solución.

## 7. Discusión

El presente proyecto de titulación “Implementación de estrategias de business intelligence instituto educativo” tiene por objeto dar a conocer la inteligencia de negocios en un sector donde usualmente no se ha implementado y evidenciar el impacto que tiene su uso sobre las empresas, para esto se realizaron actividades por etapas y así generar una solución para la problemática planteada, dado que también respalda la formación adquirida mediante tiempo transcurrido de la carrera ingeniería. El tema de inteligencia de negocios deja la puerta abierta a la llegada de nuevas tecnologías que se aplican en el sector de la educación visto de diferentes ámbitos ya sean empresariales como académicos, de esta manera promueve la automatización y gestión de la información de una forma ordenada, teniendo así múltiples ventajas donde se ven mejoras en la calidad de servicio (en este caso la educación) y una comunidad atendida de acuerdo a sus necesidades (estudiantes formados). Por medio de él también se pretende que la estructura organizacional se consolide, que cada uno de los elementos participe directamente a través de una herramienta de inteligencia de negocios para la toma de decisiones en el momento que se lo requiera.

### **Desarrollo de la propuesta alternativa**

Para la solución del problema expuesto se ejecutaron algunas actividades que fueron divididas en tres etapas, a su vez subdivididas en tareas para la obtención de la meta propuesta. A continuación, se describen los procesos que fueron necesarios para el cumplimiento de los objetivos.

*7.1. Objetivo Específico 1: Realizar un análisis de datos históricos y el estado actual de la institución educativa con instrumentos de recopilación de información para reforzar la definición de estrategias de BI.*

En la primera etapa se pudo demostrar a través de algunas técnicas de investigación cómo son entrevistas y encuestas, las condiciones tanto actuales como antecedentes para analizar correctamente la información procedente del instituto educativo, en ella participaron directivos de la institución ya que son ellos quienes forman parte de la solución. A través de ella se pudo determinar cada una de las situaciones que afectaron y afectan actualmente al negocio, en este caso el Instituto Tecnológico Superior “Los Andes”, para luego poder implementar las soluciones necesarias que business intelligence otorga. Esto empezó desde las técnicas de investigación aplicadas a los directivos del negocio que serían los usuarios finales con el objeto de determinar los requerimientos para la solución de business intelligence seguidamente de la extracción de información que se encontraban en hojas de cálculo y archivos csv. Con esto se pudo generar una estructura de datos como base fundamental para

este proyecto, obteniendo de este análisis una base de datos organizada dispuesta en Mysql para la siguiente etapa y trabajos futuros.

A diferencia de los dos estudios relacionados [2], [18], donde solo se aplicó un instrumento de investigación para esta fase, el análisis fue sustentado con el estándar ISO 9001-2015 que ayudó a determinar las operaciones de la institución, que no se evidenciaron en la primera encuesta, con las tablas del Perfil de Capacidad Interno. Así mismo, el uso del estándar IEEE 830 con la reunión de requerimientos, permitió determinar 9 requerimientos funcionales y 5 no funcionales, proporcionando un entendimiento claro de cada uno de ellos y reduciendo la probabilidad de confusiones e interpretaciones erróneas, situación que no se evidencia en los estudios mencionados.

La planificación junto a la elección de la herramienta, fueron elementos que mantienen similitud con el estudio [2], aunque con la diferencia de enfoque, ya que la aplicación de los resultados de la solución BI está adaptada a contextos específicos de la empresa, en este caso una institución educativa, promoviendo así la optimización de recursos.

#### *7.2. Objetivo Específico 2: Aplicar estrategias de BI para el procesamiento de la información en la institución educativa.*

Una vez elegida la Suite Pentaho como la necesaria para satisfacer las necesidades del negocio. Se dio lugar al manejo de las estrategias de inteligencia de negocios aplicándolas en este tipo de empresa como es una institución educativa. Con la suite de Pentaho se pudo lograr procesos de extracción, transformación y carga de los datos, base fundamental para el diseño de modelo multidimensional. Cabe recalcar que la depuración de los datos formó parte de esta etapa tomando en cuenta que la información debe ser válida y no estar repetida, para poder evitar situaciones de un análisis de inteligencia de negocios ineficiente. Otra estrategia fue la de crear cubos OLAP con sus respectivas dimensiones para cubrir los requerimientos exigidos, y también dejando en disposición de cambios para futuros requerimientos.

El diseño de arquitectura comprende dos etapas al igual que en los estudios [30], [36] donde se aplican los procesos ETL y la presentación de información, que cubren los requerimientos del sistema. En el estudio [30] se considera el ámbito educativo, sin embargo lo realiza con una parte en específico de la institución, que es la gestión docente, y también usa un entorno virtual como fuente de información. En la solución implementada en el Instituto Superior Tecnológico Los Andes (ISTLA) se diseñó para integrar datos de distintas fuentes, y con apertura a incorporar a diferentes áreas de la organización.

La creación de la interfaz gráfica con cuadros de mando, es un tema que demuestra similitud al estudio [36], asegurando la disponibilidad en todo momento, luego del despliegue

del servidor de aplicación Pentaho Server, y con la cualidad de adaptarse a niveles de tráfico y usuarios. Sin embargo, la solución implementada en el ISTLA destaca una particularidad adicional que es, la de personalizar los cuadros de mando a partir de los cubos desarrollados.

*7.3. Objetivo específico 3: Evaluación de los resultados mediante el modelo de aceptación tecnológica TAM en un ambiente simulado real.*

El análisis descriptivo del modelo de aceptación tecnológica determinó la intención de uso en un 95,5% con respecto a la utilidad percibida de la herramienta de inteligencia de negocios aplicada en un instituto educativo. Por otra parte, se determinó un grado de liberación de esfuerzo del usuario en un 50.4% con respecto a variables externas como es la autoeficacia computacional.

Existe una relación consistente entre la actitud de uso y la intención por el uso, tal como se determina en los estudios [42], [46], de tal manera que el modelo de aceptación tecnológica TAM determina una alta disposición del usuario en usar las estrategias de inteligencia de negocios para la toma de decisiones en el instituto educativo. Esto sugiere que la solución de BI será bien recibida y utilizada por la comunidad educativa, lo que contribuirá significativamente a mejorar la gestión de datos en la institución. Aunque el estudio [46] realiza un análisis sobre la incidencia de la tecnología en los profesores y sus variante como marco teórico, no se enfoca en la implementación de una tecnología en específico, ventaja que presenta la solución BI para satisfacer las necesidades de la institución educativa, permitiendo una gestión más eficiente y basada en la gestión de datos.

**Respuesta a la pregunta de investigación:**

La facilidad de uso percibida influye positivamente en la intención de uso, mientras que esta última se asocia a una actitud al uso más favorable hacia la tecnología. A su vez, la presencia de una actitud positiva hacia el uso de la solución BI se correlaciona con una mayor intención de uso.

## 8. Conclusiones

La implementación de Business Intelligence representa una solución estratégica para la gestión de datos en el Instituto Superior Tecnológico Los Andes. Al brindar una herramienta centralizada para análisis y presentación de los datos, la solución influye significativamente en la capacidad de tomar decisiones estratégicas.

Se llevó a cabo exitosamente la planificación utilizando la metodología Hefesto, que proporcionó la estructura adecuada para la implementación de la solución. Esta consideración asegura que los usuarios queden satisfechos al cubrir los requerimientos del proyecto.

Al implementar los procesos ETL en la integración de los datos de las diversas fuentes de la institución educativa, se garantiza la consistencia de los datos, permitiendo su almacenamiento y análisis en el Data Warehouse. Así mismo, los cubos multidimensionales permiten la exploración desde diferentes perspectivas solicitadas por la institución y gestionan información relevante, tanto para sus procesos de control interno como externo. Estas fases mencionadas se abordaron en su totalidad, demostrando que la metodología Hefesto fue la ideal para esta solución de inteligencia de negocios.

La arquitectura de solución BI permitió la integración efectiva de tecnologías acorde al entorno existente en el instituto, garantizando la compatibilidad de las herramientas o aplicaciones. Lo que nos permite asegurar la capacidad de escalamiento de esta solución según las necesidades futuras de la institución educativa.

La aplicación del modelo TAM en la solución de Business Intelligence reveló que la facilidad de uso percibida tiene influencia positiva en la intención de uso por parte de los usuarios. Además, que la intención de uso influye positivamente en la actitud hacia el uso de esta solución tecnológica. Esta evaluación de aceptación respalda la efectividad de la implementación tecnológica en el instituto educativo, adoptando exitosamente la solución.

## **9. Recomendaciones**

Luego de haber completado el trabajo de titulación, se recomienda lo siguiente:

Al momento de implementar cualquier solución de inteligencia de negocios en una organización se recomienda hacer un análisis de forma organizada y detallada de las fuentes de datos antes de la integración en la solución BI, para que no haya confusiones a futuro. Se debe comprobar también que la información registrada en las tablas, esté debidamente organizada y completa en medios digitales apropiados, considerando la gran cantidad de datos que involucra una data. Finalmente, se debe establecer un canal de comunicación directo con los diferentes departamentos de la institución, para poder comprender las necesidades específicas de información. Esto permitirá que la solución proporcione datos relevantes en la toma de decisiones.

Los usuarios encargados de manejar la herramienta deben estar preparados y capacitados, con los conocimientos necesarios para la gestión del negocio, pues ellos tomarán decisiones con la ayuda de esta implementación, permitiendo la solución de negocios de una forma visual efectiva.

Seleccionar cuidadosamente nuevas herramientas de BI de preferencia que sean aplicaciones de la suite de Pentaho, tomando en cuenta aspectos como la facilidad de uso y la compatibilidad con los sistemas implementados en la institución. Se recomienda, además, implementar proyectos adicionales que amplíen los servicios de BI, con una expansión a otras áreas de Marketing y Finanzas de la organización y poder aprovechar de forma global su información. Dado que en esas áreas se maneja información relevante para la concretar nuevas ventas, como las matrículas en el caso de la educación privada; y el diseño de campañas publicitarias destinadas a atraer nuevos clientes.

## 10. Bibliografía

- [1] C. Bustamante Chong, M. E. Bustamante Chong, and G. W. Tobar Farías, *La inteligencia de negocios y la administración de Empresas: un enfoque actual*. 2019.
- [2] P. J. Álvarez Sagubay, C. V. Toapaxi Acosta, M. F. Reyes Wagnio, and T. J. Peralta Guaraca, "Análisis E Implementación De Pentaho En El Control De Datos Analysis and Implementation of Pentaho in Data Control," *Mag. Las Ciencias Rev. Investig. E Innovación*, vol. 3, no. 1, pp. 47–58, 2018, [Online]. Available: <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/magazine/article/view/453>.
- [3] B. Sebastian, L. Alejandra, and G. Julián, "Visualización Web de Datos para Usuarios Finales en Entornos Educativos," Universidad Nacional de la Plata, 2022.
- [4] H. Muñoz-Hernández, R. C. Osorio-Mass, and L. M. Zúñiga-Pérez, "Inteligencia de los negocios. Clave del Éxito en la era de la información," *Clío América*, vol. 10, no. 20, p. 194, 2016, doi: 10.21676/23897848.1877.
- [5] L. Calzada and J. L. Abreu, "Impacto De Herramientas De Inteligencia De Negocios," *Journal, Int. Conscienc. Good*, vol. 4, no. 2, pp. 16–52, 2009.
- [6] F. A. Montes, G. Gonz, A. Baldominos, M. Jos, and M. Garc, *Introducción al BigData*. 2016.
- [7] Q. Johana and S. Josè, "La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico The Value Chain: A Strategic Thought Tool," *Telos*, vol. 8, no. 3, pp. 377–389, 2006.
- [8] F. E. Fuentes, "Sistemas de información para la gestión de la empresa," 2010.
- [9] D. Abrego Almazán, Y. Sánchez Tovar, and J. M. Medina Quintero, "Influencia de los sistemas de información en los resultados organizacionales," *Contaduría y Adm.*, vol. 62, no. 2, pp. 303–320, 2017, doi: 10.1016/j.cya.2016.07.005.
- [10] S. L. Morales Cardoso and R. (dir. tes. . Rizo, "Metodología para procesos de inteligencia de negocios con mejoras en la extracción y transformación de fuentes de datos, orientado a la toma de decisiones," 2019, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=221922>.
- [11] R. Gonzáles, "Impacto de la data warehouse e inteligencia de negocios en el desempeño de las empresas: Investigación empírica en Perú, como país en vías de desarrollo," *Tesis Dr.*, p. 276, 2012, [Online]. Available: [http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/85876/GONZALES\\_Tesis\\_Doctoral\\_FV.pdf?sequence=1](http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/85876/GONZALES_Tesis_Doctoral_FV.pdf?sequence=1).

- [12] E. Velasco Diego Ernesto Sandoval Subía David Antonio Director and I. Juan Fernando Iñiguez, "Plan estratégico de marketing para incrementar las ventas en la empresa AQUAMAX," *Univ. Int. del Ecuador*, 2016, [Online]. Available: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/174/1/T-UIDE-0113.pdf>.
- [13] L. Andrea and R. Rojas, "Directores Doctor D. Juan Manuel Cueva Lovelle Doctor D. Carlos Enrique Montenegro Marín Oviedo, 2017," 2017.
- [14] A. F. Salinas Esteban, "Análisis de la toma de decisiones en comités económicos, el caso colombiano de la toma de decisiones de las comisiones económicas del senado y la cámara de representantes en el periodo 2002-2009," p. 229, 2015, [Online]. Available: <http://www.bdigital.unal.edu.co/52744/>.
- [15] I. J. Nader, "Sistema de Apoyo Gerencial Universitario "," Universidad Politécnica de Madrid, 2004.
- [16] R. O. Mariño Parra, "Análisis de los Procesos de Facturación e Inventarios en la Prestación de servicios de Networking mediante Inteligencia de Negocios," Universidad Pontificia Bolivariana, 2019.
- [17] B. Contel, "Desarrollo de una solución business intelligence en una empresa del sector de alimentación," p. 124, 2008.
- [18] C. E. Abril Lara, "Herramienta Business Intelligence aplicando la Metodología Hefesto V2.0 para generar reportes estadísticos de las emergencias atendidas en el 'SIS ECU911 ZONA 3,'" Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [19] J. Palacios, "Modelo de unificación semántica de ontologías, aplicado al dominio de los archivos digitales," *Integr. Vlsi J.*, p. 192, 2005, [Online]. Available: <http://oa.upm.es/337/1/09200512.pdf>.
- [20] A. J. G. Morales, "Inteligencia de negocios, una ventaja competitiva para las organizaciones," *Rev. Cienc. Y Tecnol.*, vol. 8, no. 22, pp. 85–96, 2013.
- [21] H. A. Flórez Fernandez, "Inteligencia De Negocios Como Apoyo a La Toma De Decisiones En La Gerencia," *Intel. Negocios Como Apoyo a La Toma Decis. En La Gerenc.*, vol. 9, no. 2, pp. 11–23, 2012, doi: 10.14483/2322939X.4272.
- [22] M. I. Uvidia and D. Ávila, "Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos para la toma de decisiones en la Unidad de Nivelación y Admisión de la ESPOCH Departamento de Investigación y Postgrados," 2016.
- [23] T. Moreno, R. María, and M. Nava, "Análisis del comportamiento de la predicción de ventas con diferentes técnicas de minería de datos," no. 2008, 2019.

- [24] M. X. Dueñas-Reyes, "Minería de datos espaciales en búsqueda de la verdadera información," *Ing. y Univ.*, vol. 13, no. 1, pp. 137–156, 2009.
- [25] M. Ia, D. Consuelo, J. De, and L. Torre, *Nuevas Tecnicas De Minenia De Textos: Aplicaciones*. 2017.
- [26] E. Fuster, "Sistemas de Información y Telemedicina I," *Intel. negocios*, pp. 1–14, 2017.
- [27] N. P. D. Martínez, M. Karanik, M. Giovannini, *Perfiles de Rendimiento Académico : Un Modelo basado en Minería de datos Academic Performance Profiles : A Model based on data Mining*, vol. IV, no. 2015. 2015.
- [28] Pentaho, "Mondrian 2.2.2 Technical Guide," *Pentaho Doc.*, no. March, pp. 1–139, 2007.
- [29] R. D. Bernabéu, "Metodología de Hefesto. Metodología Propia para la construcción de un Datawarehouse," 2010, [Online]. Available: <https://www.dataprix.com/es/data-warehousing-y-metodologia-hefesto/data-warehousing-y-metodologia-hefesto>.
- [30] V. A. Haro Valle, "Diseño e implementación de un dashboard de soporte académico basado en datos de entornos virtuales de aprendizaje.," Universitat Politècnica de València Diseño, 2018.
- [31] L. F. Tapia and R. V. Pinto, "Incorporation of business intelligence elements in the admission and registration process of a Chilean University," *Ingeniare*, vol. 18, no. 3, pp. 383–394, 2010, doi: 10.4067/S0718-33052010000300012.
- [32] J. E. Torres Romo, "Propuesta metodológica de una solución de inteligencia de negocios aplicada al Sistema Informático Integrado de Talento Humano y Sistema de Registro de Contratos y Actas de Finiquito," UDLA, 2016.
- [33] A. A. Yulianto, "Extract Transform Load (ETL) Process in Distributed Database Academic Data Warehouse," *APTİKOM J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 61–68, 2019, doi: 10.11591/aptikom.j.csit.36.
- [34] D. C. Thomas *et al.*, "Cultural intelligence: Domain and assessment," *Int. J. Cross Cult. Manag.*, vol. 8, no. 2, pp. 123–143, 2008, doi: 10.1177/1470595808091787.
- [35] E. Inform and U. Polit, "Análisis de envíos a la plataforma de Suministro de Información Inmediata de Hacienda con herramientas de Business Tutor : César Ferri Ramírez," 2019.
- [36] L. Medina, "Desarrollo de un Business Intelligence en Software Libre, basado en indicadores de gestión, para una coordinación de Salud," Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2015.

- [37] G. M. Carrera Salazar, “Propuesta De Implementación De Un Sistema De Gestión De Calidad Basado En La Norma Iso 9001:2015 Para Mejorar La Eficacia De Los Procesos Del Instituto Zegel IPAE,” Universidad Privada del Norte, 2017.
- [38] M. Ćwiklicki, K. Pilch, and M. Żabiński, “ISO 9001 quality management systems in local government institutions in Poland: past, present and future,” *Int. Rev. Adm. Sci.*, 2019, doi: 10.1177/0020852318815280.
- [39] J. Jaklič, T. Grublješič, and A. Popovič, “The role of compatibility in predicting business intelligence and analytics use intentions,” *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 43, pp. 305–318, Dec. 2018, doi: 10.1016/J.IJINFOMGT.2018.08.017.
- [40] H. Gunawan, “Identifying Factors Affecting Smart City Adoption Using the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) Method,” *2018 Int. Conf. Orange Technol. ICOT 2018*, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1109/ICOT.2018.8705803.
- [41] H. Taherdoost, “A review of technology acceptance and adoption models and theories,” *Procedia Manuf.*, vol. 22, pp. 960–967, 2018, doi: 10.1016/j.promfg.2018.03.137.
- [42] L. A. Yong, L. A. Rivas, and J. Chaparro, “Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM): Un estudio de la Influencia de la cultura Nacional y del perfil de los usuarios en el uso de las TIC,” *INNOVAR. Rev. Ciencias Adm. y Soc.*, vol. 20, no. 36, pp. 187–203, 2008, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/html/818/81819028014/>.
- [43] S. Verma, S. S. Bhattacharyya, and S. Kumar, “An extension of the technology acceptance model in the big data analytics system implementation environment,” *Inf. Process. Manag.*, vol. 54, no. 5, pp. 791–806, 2018, doi: 10.1016/j.ipm.2018.01.004.
- [44] M. A. Oviedo-García, M. Castellanos-Verdugo, A. Riquelme-Miranda, and J. García Del Junco, “La relación entre aprendizaje organizacional y los resultados en la Administración Pública,” *Rev. Eur. Dir. y Econ. la Empres.*, vol. 23, no. 1, pp. 1–10, 2014, doi: 10.1016/j.redee.2013.02.001.
- [45] D. J. Lemay, M. M. Morin, P. Bazalais, and T. Doleck, “Modeling Students’ Perceptions of Simulation-Based Learning Using the Technology Acceptance Model,” *Clin. Simul. Nurs.*, vol. 20, pp. 28–37, 2018, doi: 10.1016/j.ecns.2018.04.004.
- [46] R. Scherer, F. Siddiq, and J. Tondeur, “The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers’ adoption of digital technology in education,” *Comput. Educ.*, vol. 128, pp. 13–35, 2019, doi: 10.1016/j.compedu.2018.09.009.
- [47] C. E. Briones García, “Factores que influyen a usuarios finales en el Comercio

- Electrónico, caso para Cuenca-Ecuador,” Univeridad del Azuay, 2013.
- [48] I. S. T. L. Andes, *Estatuto Orgánico 2019, Validado por el CES*. Loja, 2019.
- [49] CACES, “Modelo De Evaluación Externa 2024 Con Fines De Acreditación Para Los Institutos Superiores Técnicos Y Tecnológicos,” pp. 1–187, 2021.
- [50] D. Torres and K. Palacios, “Uso del modelo de aceptación tecnológica (TAM): evaluación de una red social para ofertar bolsa de trabajo,” *Rev. Iberoam. Prod. Acad. y gestión Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2014.
- [51] P. Sanjuán Suárez, A. M. Pérez García, and J. Bermúdez Moreno, “Escala de autoeficacia general: Datos psicométricos de la adaptación para población española,” *Psicothema*, vol. 12, no. SUPPL. 2, pp. 509–513, 2000.

## 11. Anexos

### Anexo 1. Encuesta 1

Realizada para la obtención de información inicial, que permitió la planificación de la solución BI y determinar las condiciones generales del campo de estudio.

Bussines intelligence

### Bussines intelligence

La presente encuesta tiene por objeto registrar valores necesarios para la presentación del trabajo de titulación "Implementación de estrategias de Bussines Intelligence en el ITSLA"

Nombre

Vicente Analuisa León

Cédula de identidad \*

1102731500

Cargo dentro del ITSLA

Vicerrector

Dentro de las actividades que Ud realiza ¿está la de toma de decisiones en mejora de los servicios del ITSLA?

Si

No

¿Sabe cuáles son los objetivos (ámbito académico y financiero) del ITSLA para la actualidad?

- Totalmente
- Parcialmente
- Desconoce

¿Cuáles cree que son los datos más relevantes para la medición de rendimiento del ITSLA y para una buena toma de decisiones?

- Calificaciones (estudiantes)
- Calificaciones (Docentes)
- Datos personales (estudiantes: genero, edad, lugar de residencia )
- Datos personales (docentes: genero, edad, estudios realizados)
- Cantidad de matriculados
- Cantidad de desertores
- Cantidad de graduados

¿Cada qué tiempo se presentan los reportes del rendimiento del ITSLA?

- 6 meses a 1 año
- 1 a 6 meses
- En cualquier momento

¿Cuáles son los ajustes que se hacen para el óptimo rendimiento del ITS(ámbito académico y financiero)?

- Becas
- Campañas publicitarias
- Promociones
- Lanzamiento de carreras
- Convenios
- Recortes
- Contrataciones
- Otros

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

## Anexo 2. Entrevista 1

Instrumento de recolección para la determinación de requerimientos de la implementación de solución BI para el Instituto Superior Tecnológico Los Andes.

Loja, 7 de agosto de 2023

### ENTREVISTA DIRIGIDA AL PERSONAL DEL INSTITUTO SUPERIOR "LOS ANDES"

La primera entrevista se realizó con la Vicerrectora Administrativa del Instituto Superior Tecnológico Los Andes con quien se obtuvo información de primera mano en contacto con la empresa. En ella se explicó su funcionamiento de la institución en el ámbito de matrículas y organización de información y conjuntamente con el encargado del área informática se pudo plantear algunos requerimientos que se solicitan.

Los usuarios que necesitan trabajar con los datos de la empresa serán tres:

- Mgs. Mariel Minga Mendieta, rectora de la institución es la encargada de acción directiva.
- Ing. Lorena López, encargado de la supervisión de todos los sectores de la empresa, de tratar los trámites burocráticos de la empresa y de realizar cambios en la gestión de procesos, con la función de vicerrectora administrativa.
- Ing. Milton Palacios docente de la institución, encargado de la gestión de procesos de la empresa.

Se deben considerar los siguientes aspectos relacionados con el negocio:

- Tecnología: Dispositivos y máquinas destinadas para la gestión de procesos en la empresa
- Insumos: Artículos a disposición para la documentación.
- Ventas : información de matrículas y servicios de la institución.
- Contratos : De la planta docente y administrativa.
- Promociones: Condiciones de gestión matrículas y otros servicios.
- Ofertas Académicas: Especialidades, cursos intensivos y cursos de verano.
- Localidad: Matriz y sucursales de la institución.

Se puede resumir todos estos datos en un esquema funcional del funcionamiento de la empresa:

La empresa cuenta con una gestión de matriculación donde resalta su movimiento cada seis meses en los meses de febrero y septiembre de cada año. La gestión se la realiza por parte del estudiante acudiendo a la secretaria donde se le informa los requisitos para la matrícula, en el caso de tenerlos se procede a registrar el servicio educativo y se lo asigna a una lista de estudiantes. Los estudiantes a lo largo del curso reciben sus calificaciones y ellos deben aprobar las materias con un promedio de calificaciones no menor a 7 puntos. Cada materia posee una cantidad de créditos y tienen un costo. La empresa genera gastos de publicidad, abastecimiento de servicios básicos, remuneraciones de docentes y entrega de becas a los estudiantes.

Se pudo inferir algunos de los requerimientos de los datos que se registran en la empresa actualmente para la toma de decisiones:

- ✓ ¿Cómo se categorizan los servicios que brinda el instituto?
- ✓ ¿Cuántos clientes/alumnos tienen registrados?
- ✓ ¿Cuántas veces los clientes han ocupado servicios por categoría, frecuencia, cantidad?
- ✓ ¿Cuántas devoluciones se han registrado?
- ✓ ¿Cuántos clientes han hecho uso de los servicios una sola vez por género, edad, nacionalidad, lugar de domicilio?
- ✓ ¿Cuántos clientes han hecho uso de los servicios más de vez por género, edad, nacionalidad, lugar de domicilio?
- ✓ ¿Cuántas personas (RRHH) laboran o brindan servicio por horarios, edad, género, perfil profesional?

- ✓ ¿Cuál es el número de estudiantes matriculados por sexo, tiempo, especialidad, y asignatura?
- ✓ ¿Cuál es el número de estudiantes aprobados por sexo, tiempo, especialidad, asignatura?
- ✓ ¿Cuál es el número de estudiantes desaprobados por sexo, tiempo, especialidad, asignatura?
- ✓ ¿Cuál es el número de estudiantes desertores por sexo, tiempo, especialidad, asignatura?
- ✓ ¿Cuál es el total de semestres cursados por estudiante, sexo, tiempo, por especialidad?
- ✓ ¿Cuál es el total de créditos aprobados por sexo, tiempo, estudiante, especialidad?
- ✓ ¿Cuál es el total de créditos desaprobados por sexo, tiempo, estudiante, especialidad?
- ✓ ¿Cuál es el total de asignaturas tomadas por sexo, tiempo, por estudiantes, por especialidad,
- ✓ ¿Cuál es el total de asignaturas aprobadas por sexo, tiempo, estudiantes, especialidad?
- ✓ ¿Cuál es el total de asignaturas desaprobadas por sexo, tiempo, por estudiantes, por especialidad?
- ✓ ¿Cuál es el promedio ponderado por sexo, tiempo, por estudiantes, por especialidad?
- ✓ ¿Cuál es el número de docentes que hay por sexo, tiempo, especialidad?
- ✓ ¿Cuál es el total de egresados por sexo, tiempo, especialidad, tipo de acto y modalidad?
- ✓ ¿Cuál es el total de titulados por sexo, tiempo, especialidad, tipo de acto y modalidad?
- ✓ ¿Cuál es el número de postulantes por sexo, tiempo, especialidad?
- ✓ ¿Cuál es el número de matriculados por sexo, tiempo, especialidad?
- ✓ ¿Cuál es el número de egresados por sexo, tiempo, especialidad?

Se pretende realizar una siguiente encuesta referente a las funcionalidades de los procesos con el fin de cumplir con los objetivos del proyecto de titulación propuesto.

---

Ing. Muriel Minga M. Mgs.  
Rectora Administrativa del ISTLA

### Anexo 3. Entrevista 2

Instrumento de recolección de datos para el análisis del Perfil de Capacidad Integral (PCI) de la implementación de solución BI.

<b>Entrevistado</b>	Ing. Mariel Minga Mgs. <b>RECTORA DEL ISTLA</b>
<b>Fecha:</b> 04/12/2023 10h00-11h00	Duración: 1 h
<b>Lugar:</b> Oficina de Rectorado	
<b>Responsable:</b>	Richard Eduardo Riofrío Ramón <b>Autor del Trabajo de Titulación</b>
<b>ENTREVISTA</b>	
<b>Pregunta 1</b>	<b>¿Cómo trabaja el personal directivo en planificación y estrategias de mercado?</b>
R:	La gerencia del Instituto es buena planeando las cosas. Tienen una habilidad bastante sólida para eso, pero es posible que falta un poco de conocimiento sobre cómo afecta el entorno al Instituto, y eso hace perder puntos. Proponer planes de negocio y estrategias es un problema, pero donde destacan los directivos es en la capacidad de detectar oportunidades y sacarles provecho.
<b>Pregunta 2</b>	<b>¿Cómo se desempeña el instituto en comparación con la competencia en cuanto a la calidad del servicio y su conocimiento del mercado?</b>
R:	La calidad de servicio siempre puede mejorar, a pesar que se consideraría estar bien. Se tiene un poco de trabajo al respecto. Así también se podría mejorar la interpretación de que es lo que quieren los estudiantes y posibles ingresos con respecto a su afinidad y tendencias actuales. Y se tiene una base sólida en lo que concierne a precios y estrategias de mercado.
<b>Pregunta 3</b>	<b>¿Cómo se encuentra la situación financiera del instituto en términos de manejo de recursos y planificación estratégica?</b>
R:	Podría tener problemas en disposición de recursos, solo si la demanda aumenta de repente. Implementar planes estratégicos que realmente tengan un gran impacto ha sido un problema. Sin embargo en contabilidad se hace un buen trabajo, lo que es positivo.
<b>Pregunta 4</b>	<b>¿Cómo se describiría la situación tecnológica del instituto en términos de uso y comprensión tecnológica?</b>
R:	El instituto depende en su mayoría de la tecnología para brindar sus servicios, lo que está bien, pero podría mejorar. Se usa de manera efectiva las tecnologías para proporcionar nuestras ofertas. Sin embargo hay algunas áreas que podrían beneficiarse más si se maneja la tecnología de manera efectiva para gestionar los servicios.
<b>Pregunta 5</b>	<b>¿Cómo describiría el talento humano en términos de capacidad y motivación?</b>
R:	Definitivamente tenemos un equipo fuerte que sabe resolver problemas y superar desafíos. Creo que si podríamos encontrar patrones para mejorar la capacidad y motivación, podríamos potenciar aún mas el talento y el rendimiento de nuestro personal.



RICHARD EDUARDO  
RIOFRÍO RAMÓN

Richard E. Riofrío R.  
Estudiante



MARIEL MINGA MGS.  
RECTORA DEL ISTLA

Ing. Mariel Minga Mgs.  
Rectora del ISTLA

#### Anexo 4. Origen de datos

Las diferentes fuentes de datos que fueron brindadas por la institución educativa se especifican en la Tabla 20.

**Tabla 21.** Fuente de Datos

<b>Fuente</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Estado</b>	<b>Recolectado</b>
Sistema de Gestión Académica (Odo)	Herramienta para gestión y almacenamiento de datos de procesos en la institución.	37MB / 1MB	En línea Respaldo	X
Oficios y reportes	Documentación de evidencias de procesos	2000	En Físico	X
Hojas de cálculo	Archivos de documentación de datos enviados a entidades de control	100	En Físico	X

## **Anexo 5. Reunión de Requerimientos**

Documento de confirmación de requerimientos luego de reuniones aplicadas al campo de estudio.

### **Implentación de solución de BussinesIntelligence para la gestión de datos en una institución educativa**

#### **Reunión de Requerimientos**

## Tabla de contenido

Reunión de Requerimientos	1
Historial de Versiones	2
Información del Proyecto	3
Aprobaciones	3
1. Propósito	4
2. Alcance del producto / Software	4
3. Referencias	5
4. Funcionalidades del producto	5
5. Entorno operativo	6
6. Requerimientos funcionales	6
7. Requerimientos no funcionales	16
8. Otros requerimientos	17
9. Glosario	18
10. Referencias bibliográficas	19

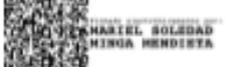
**Historial de Versiones**

Fecha	Versión	Autor	Organización	Descripción
20/10/23	1.0	Richard Riofrío	ISTLA	Alcance, Propósito
04/12/23	1.1	Richard Riofrío	ISTLA	RF, RNF

**Información del Proyecto**

<b>Organización</b>	UNL
<b>Proyecto</b>	Implementación de solución BI para la gestión de datos en una institución educativa en el periodo 2021-2023
<b>Fecha de preparación</b>	19/9/23
<b>Cliente</b>	ISTLA
<b>Patrocinador principal</b>	UNL
<b>Líder de Proyecto</b>	Richard Riofrío
<b>Gerente / Líder de Análisis de negocio y requerimientos</b>	Ing. Mariel Minga Mgs.

**Aprobaciones**

Nombre y Apellido	Cargo	Departamento u Organización	Fecha	Firma
Mariel Minga	Rectora	ISTLA	18/11/2023	
Mariel Minga	Rectora	ISTLA	04/12/2023	

### **1. Propósito**

El propósito de este proyecto es desarrollar una herramienta de inteligencia de negocios que permita la adaptación de estrategias necesarias para la toma de decisiones. Con el fin de reforzar la gestión del negocio partiendo desde los requerimientos de este proyecto. Donde se analiza cada uno de los requerimientos y funcionalidades para dar a una mejor solución a las situaciones de análisis de datos y la adaptación de los usuarios para una utilización óptima de la herramienta a implementar.

Esto implica la extracción de los datos y resolver necesidades que genera el instituto previos a la toma de decisiones.

Se especifican los requerimientos, tanto funcionales, como no funcionales del mismo. Finalmente, se dará una descripción general de la herramienta a implementar.

### **2. Alcance del producto / Software**

El objeto del desarrollo de la implementación está inmerso en la identificación de campos, categorización de información, extracción de las exigencias del negocio, y presentación de los mismos de acuerdo a las necesidades. Se pretende hacer un escenario amigable para el usuario con el fin que se facilite la manipulación y adaptación a esta herramienta. Los productos entregables son aplicación desarrollada de acuerdo a la herramienta elegida en este caso la Suite Pentaho, que cubra los requerimientos, y el análisis de la información disponible. Es posible que la adaptación de la aplicación llegue tan fácil a cada uno de los usuarios, así que se pretende desarrollar cada uno de los requerimientos con sus funcionalidades específicas.

### **3. Referencias**

<b>Título del Documento</b>	<b>Referencia</b>
Standard IEEE 830 - 1998	IEEE

#### 4. Funcionalidades del producto

- La función primordial es el análisis de información de acuerdo a campos mencionados en los requerimientos
- Los campos deben coincidir con los nombres conocidos en el negocio.
- La información a ser analizada con la herramienta de bussines intelligence debe ser depurada
- Eliminar información repetida
- Generar reportes
- Presentar gráficos estadísticos
- Mostrar indicadores
- La herramienta esta dirigida a los cargos de administración del negocio

#### 5. Entorno operativo

Para este caso de implementación se partirá con datos extraídos de hojas de cálculo, que serán utilizados en la Pentaho Data Itegration donde se realiza la integración de los datos, con la ayuda de la herramienta Pentaho Schema Workbench para la creación de cubos OLAP partiendo de las variables necesarias y para la presentación utliando Pentaho BI Server.

#### 6. Requerimientos funcionales

A continuación se detallan los requerimientos según el estándar IEEE 830 del Instituto Tecnológico Superior "Los Andes"

##### Acrónimos

RFXX	Identificador de cada requisito funcional:
	RF = Requisito Funcional
	XX = Número asignado al requisito
RNFXX	Identificador de cada requisito no funcional:
	RNF = Requisito No Funcional
	XX = Número asignado al requisito

Los requerimientos son están dirigidos a Área Académica del Instituto Tecnológico Superior "Los Andes".

Las estrategias de negocios han sido desarrolladas en Pentaho donde se gestiona a través de un navegador.

Y los requerimientos que exige en instituto para la toma de decisiones son:

### Requerimiento funcional 1

<b>Identificación del requerimiento</b>	<b>RF01</b>
<b>Nombre del Requerimiento</b>	Horas académicas
<b>Tema Analítico</b>	Gestión Académica
<b>Modelo Multidimensional</b>	Cubo asignatura
<b>Proceso Soporte</b>	Asignaturas
<b>Descripción del requerimiento</b>	El sistema reportará las horas, codigos de asignaturas y carreras
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Las horas de las asignaturas por carrera</li><li>• Reporte con valores en forma de tabla</li><li>• Reporte en gráficos</li><li>• Frecuencia de obtención del reporte: en cualquier momento que se requiera</li></ul>

#### Más Detalles



Se entregaron las hojas de cálculo e imágenes de los gráficos en formato pdf de la información que generan actualmente.

<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta
-------------------------------------	------

## Requerimiento funcional 2

<b>Identificación del requerimiento</b>	<b>RF02</b>
<b>Nombre del Requerimiento</b>	Condición del estudiante
<b>Tema Analítico</b>	Gestión Académica
<b>Modelo Multidimensional</b>	Cubo Condición Estudiante
<b>Proceso Soporte</b>	Estudiante
<b>Descripción del requerimiento</b>	El sistema reportará la cantidad de estudiantes según los parámetros exigidos
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número estudiantes por género, cantón de procedencia, capacidad diferente, estado civil, carrera</li> <li>• Reporte con valores en forma de tabla</li> <li>• Reporte en gráficos</li> <li>• Frecuencia de obtención del reporte: en cualquier momento que se requiera</li> </ul>

### Más Detalles



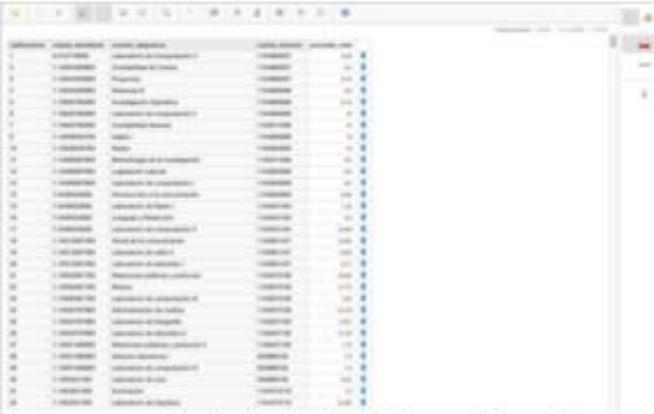
Se entregaron las hojas de cálculo e imágenes de los gráficos en formato pdf de la información que generan actualmente.

<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta
-------------------------------------	------

## Requerimiento funcional 3

<b>Identificación del requerimiento</b>	<b>RF03</b>
<b>Nombre del Requerimiento</b>	Listado calificaciones
<b>Tema Analítico</b>	Gestión Académica
<b>Modelo Multidimensional</b>	Cubo Rendimiento Académico
<b>Proceso Soporte</b>	Calificaciones

Implementación de solución de Business Intelligence para la gestión de datos en una institución educativa

<b>Descripción del requerimiento</b>	El sistema reportará las calificaciones según parámetros de estudio
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calificaciones de estudiantes por id, cédula de estudiante, cédula de docente, asigantura.</li> <li>• Reporte con valores en forma de tabla</li> <li>• Reporte en gráficos</li> <li>• Frecuencia de obtención del reporte: en cualquier momento que se requiera</li> </ul>
<b>Más Detalles</b>	 <p>Se entregaron las hojas de cálculo e imágenes de los gráficos en formato pdf de la información que generan actualmente.</p>
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Media

#### Requerimiento funcional 4

<b>Identificación del requerimiento</b>	<b>RF04</b>
<b>Nombre del Requerimiento</b>	Personal Administrativo
<b>Tema Analítico</b>	Gestión Administrativa
<b>Modelo Multidimensional</b>	Cubo Condicion Administrativo
<b>Proceso Soporte</b>	Administrativo
<b>Descripción del requerimiento</b>	El sistema reportará cantidad de personal según parámetros
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de personal por género, etnia, estado civil, capacidad diferente, y año de información</li> <li>• Reporte con valores en forma de tabla</li> <li>• Reporte en gráficos</li> <li>• Frecuencia de obtención del reporte: en cualquier momento que se requiera</li> </ul>

### Más Detalles



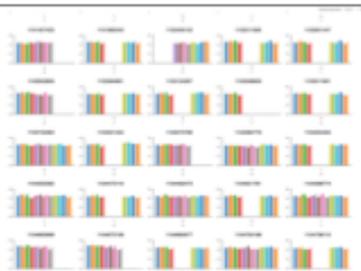
Se entregaron las hojas de cálculo e imágenes de los gráficos en formato pdf de la información que generan actualmente.

**Prioridad del requerimiento:** Alta

### Requerimiento funcional 5

<b>Identificación del requerimiento</b>	RF05
<b>Nombre del Requerimiento</b>	Rendimiento académico
<b>Tema Analítico</b>	Gestión Académico
<b>Modelo Multidimensional</b>	Cubo Rendimiento Académico
<b>Proceso Soporte</b>	Calificaciones
<b>Descripción del requerimiento</b>	El sistema reportará promedios según los parámetros exigidos
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promedios generales de estudiantes por carrera, docentes, estado civil, y género</li> <li>• Promedios mínimos de estudiantes por carrera, docentes, estado civil, y género</li> <li>• Promedios máximos de estudiantes por carrera, docentes, estado civil, y género</li> <li>• Número de asignaturas evaluadas en cada parámetros</li> <li>• Reporte con valores en forma de tabla</li> <li>• Reporte en gráficos</li> <li>• Frecuencia de obtención del reporte: en cualquier momento que se requiera</li> </ul>
<b>Más Detalles</b>	

Implementación de solución de Business Intelligence para la gestión de datos en una institución educativa

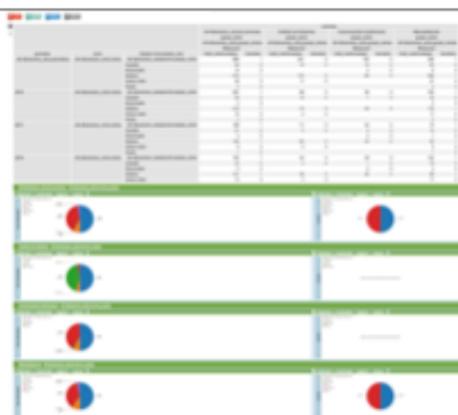


Se entregaron las hojas de cálculo e imágenes de los gráficos en formato pdf de la información que generan actualmente.

<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta
-------------------------------------	------

### Requerimiento funcional 6

<b>Identificación del requerimiento</b>	<b>RF06</b>
<b>Nombre del Requerimiento</b>	Matriculados
<b>Tema Analítico</b>	Gestión Administrativo
<b>Modelo Multidimensional</b>	Cubo Condición Matrículas
<b>Proceso Soporte</b>	Estudiante
<b>Descripción del requerimiento</b>	El sistema reportará condición matriculados según parámetros
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de estudiantes matriculados y becados por carrera, ciclo, estado civil, etnia y año de información</li> <li>• Reporte con valores en forma de tabla</li> <li>• Reporte en gráficos</li> <li>• Frecuencia de obtención del reporte: en cualquier momento que se requiera</li> </ul>
<b>Más Detalles</b>	



Se entregaron las hojas de cálculo e imágenes de los gráficos en formato pdf de la información que generan actualmente.

<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta
-------------------------------------	------

### Requerimiento funcional 7

<b>Identificación del requerimiento</b>	<b>RF07</b>
<b>Nombre del Requerimiento</b>	Graduados
<b>Tema Analítico</b>	Gestión Administrativo
<b>Modelo Multidimensional</b>	Cubo Graduados
<b>Proceso Soporte</b>	Graduados
<b>Descripción del requerimiento</b>	El sistema reportará cantidad de estudiantes graduados según parámetros
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de estudiantes graduados por carrera y año de graduación</li> <li>• Reporte con valores en forma de tabla</li> <li>• Reporte en gráficos</li> <li>• Frecuencia de obtención del reporte: en cualquier momento que se requiera</li> </ul>
<b>Más Detalles</b>	



Se entregaron las hojas de cálculo e imágenes de los gráficos en formato pdf de la información que generan actualmente.

**Prioridad del requerimiento:** Alta

### Requerimiento funcional 8

<b>Identificación del requerimiento</b>	<b>RF08</b>
<b>Nombre del Requerimiento</b>	Egresados
<b>Tema Analítico</b>	Gestión Administrativo
<b>Modelo Multidimensional</b>	Cubo Egresados
<b>Proceso Soporte</b>	Egresados
<b>Descripción del requerimiento</b>	El sistema reportará cantidad de estudiantes egresados según parámetros
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de estudiantes egresados por año de egreso y carrera</li> <li>• Reporte con valores en forma de tabla</li> <li>• Reporte en gráficos</li> <li>• Frecuencia de obtención del reporte: en cualquier momento que se requiera</li> </ul>



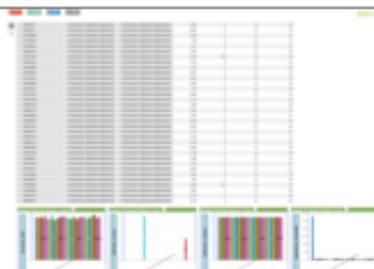
Se entregaron las hojas de cálculo e imágenes de los gráficos en formato pdf de la información que generan actualmente.

**Prioridad del requerimiento:** Alta

### Requerimiento funcional 9

<b>Identificación del requerimiento</b>	<b>RF09</b>
<b>Nombre del Requerimiento</b>	Rendimiento académico
<b>Tema Analítico</b>	Gestión Académico
<b>Modelo Multidimensional</b>	Cubo Rendimiento Académico
<b>Proceso Soporte</b>	Evaluación Docente
<b>Descripción del requerimiento</b>	El sistema reportará promedios según los parámetros exigidos
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promedios generales de docente por carrera, docentes, estado civil, y género</li> <li>• Promedios mínimos de docente por carrera, docentes, estado civil, y género</li> <li>• Promedios máximos de docente por carrera, docentes, estado civil, y género</li> <li>• Número de asignaturas evaluadas en cada parámetros</li> <li>• Reporte con valores en forma de tabla</li> <li>• Reporte en gráficos</li> <li>• Frecuencia de obtención del reporte: en cualquier momento que se requiera</li> </ul>
<b>Más Detalles</b>	

Implementación de solución de Business Intelligence para la gestión de datos en una institución educativa



Se entregaron las hojas de cálculo e imágenes de los gráficos en formato pdf de la información que generan actualmente.

<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta
-------------------------------------	------

## 7. Requerimientos no funcionales

### Requerimiento no funcional 1

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF01
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Herramienta Open Source
<b>Características:</b>	Pentaho cubre los requisitos del proyecto
<b>Descripción del requerimiento:</b>	La Suite Pentaho tiene las características necesarias como herramientas para el manejo de íconos, emoticones, e imágenes.
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta

### Requerimiento no funcional 2

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF02
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Mantenibilidad
<b>Características:</b>	Modificación de variables
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El administrados podrá modificar palabras adaptándose a sus necesidades
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta

### Requerimiento no funcional 3

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF03
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Portabilidad
<b>Características:</b>	Adaptación de plataformas
<b>Descripción del requerimiento:</b>	La aplicación del usuario podrá ser gestionada desde un navegador
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta

### Requerimiento no funcional 4

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF4
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Repuesta rápida
<b>Características:</b>	Se debe presentar la respuesta de manera rápida.
<b>Descripción del requerimiento:</b>	Se podrá hacer consultas en cualquier momento, y de manera inmediata
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta

### Requerimiento no funcional 5

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF5
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Fácil mantenimiento
<b>Características:</b>	El programa deberá ser de fácil mantenimiento
<b>Descripción del requerimiento:</b>	Los chequeos o el mantenimiento que se le realice al programa deberán ser fáciles para el administrador, como para otros desarrolladores
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta

## 8. Otros requerimientos

<b>Identificación del requerimiento:</b>	R1
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Derechos de autor
<b>Características:</b>	Protección por derecho de autor
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El desarrollo de la herramienta esta protegido por derecho de autor bajo las normativas de la Universidad Nacional de Loja
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	Alta

## 9. Glosario

- **Inteligencia de negocios:** según Gartner , "Inteligencia de negocios es un término general que incluye las aplicaciones, la infraestructura y las herramientas, y las mejores prácticas que permiten el acceso y el análisis de información para mejorar y optimizar las decisiones y el rendimiento".
- **Dashboard:** una herramienta de visualización de datos que muestra el estado actual de la empresa, el estado de las métricas y los indicadores clave de rendimiento (KPI) y el análisis e información actuales de los datos.
- **Análisis de datos:** Según TechTarget , "el análisis de datos es el proceso de examinar conjuntos de datos para extraer conclusiones sobre la información que contienen, cada vez más con la ayuda de sistemas y software especializados".
- **OLAP:** representa el procesamiento analítico en línea y es una tecnología para el descubrimiento de datos inventada por Panorama Software y luego vendida a Microsoft en 1996. Tiene muchas capacidades, como análisis complejos, planificación de escenarios predictivos "qué pasaría si" y visualización de informes ilimitada.
- **SQL:** significa lenguaje de consulta estandarizado. Es un lenguaje utilizado en la programación para la gestión de bases de datos relacionales y la manipulación de datos.

## **10. Referencias bibliográficas**

- [1] Pérez J. 2007. Estado actual de las tecnologías de bodega de datos y OLAP aplicadas a bases de datos espaciales, Abril 2007. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v27n1/v27n1a08.pdf>
- [2] Yang Y., Wang G., Kong H.2009. Self-Learning Facial Emotional Feature Selection Based on Rough Set Theory, 2009. Disponible en <http://downloads2.hindawi.com/journals/mpe/volume2009/802932.pdf>
- [3] Maureen L., Fernández V. 2009. La gestión del valor de la cartera de clientes y su efecto en el valor global de la empresa: diseño de un modelo explicativo como una herramienta para la toma de decisiones estratégicas de marketing. Disponible en <http://eprints.ucm.es/8064/1/T29976.pdf>.
- [4] IEEE Std 610.12-1990, "IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology", recuperado el 24 de mayo de 2006 en: [http://standards.ieee.org/reading/ieee/std\\_public/description/se/610.12-1990\\_desc.html](http://standards.ieee.org/reading/ieee/std_public/description/se/610.12-1990_desc.html)

## Anexo 6. Solicitud de acceso a información de la institución

Documento que avala el acceso a la información del campo de estudio.



Loja, 8 de septiembre de 2023

Ing. Mariel Minga Mendieta Mgs.  
**RECTORA DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "LOS ANDES"**

De mis consideraciones.-

Yo, **Richard Eduardo Riofrío Ramón** con cédula de ciudadanía **1104893019**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, me dirijo a usted por el motivo de que se me permita acceder a la información de la institución la cual usted dirige, con el fin de realizar la **Implementación de solución BI para la gestión de datos en el Instituto Superior Tecnológico Los Andes**, para el desarrollo de mi proyecto de trabajo de titulación y así cumplir con un requisito más que la Universidad me solicita para la obtención del título de Ingeniero en Sistemas.

Esperando sea acogida de manera favorable mi solicitud, le antelo mi más sincero agradecimiento.

Atentamente,

Richard Eduardo Riofrío Ramón  
CI. 1104893019

**RECIBIDO**  
Ing. Mariel S. Minga M. Mg.  
RECTORA INST. "LOS ANDES"  
rectorado@institutolosandes.edu.ec  
0958627279  
2023-09-08

## Anexo 7. Encuesta 2 (TAM)

Instrumento de recolección de datos para la aplicación del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) de la implementación de solución BI.

### ESTRATEGIAS BUSINESS INTELLIGENCE EN UN INSTITUTO EDUCATIVO

El siguiente formulario tiene como objetivo conocer su opinión sobre la utilidad y la facilidad de uso de la herramienta de business intelligence aplicada al Instituto Superior Tecnológico los Andes. La herramienta permite navegar cubos OLAP, visualizar dashboard y generar reportes. Con esta mención ser considerado importante su opinión para la elaboración de un modelo de aceptación tecnológica.

Dirección de correo electrónico \*

.....

Ingrese numero de cédula \*

1147086325

Rol que desempeña en la empresa \*

El uso de la herramienta de business intelligence me da un mayor control en la toma de decisiones de mi trabajo \*

- PERCEPCIÓN DE UTILIDAD
- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

El uso de la herramienta de business intelligence mejora el rendimiento de mi trabajo \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

La herramienta de business intelligence responde a las necesidades de mi trabajo \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

El uso de la herramienta de business intelligence me ahorra tiempo \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

El uso de la herramienta me permite realizar más trabajo del que se hacía antes de la otra forma \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

El uso de la herramienta de business intelligence aumenta mi productividad \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

El uso de la herramienta de business intelligence facilita mi trabajo \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

FACILIDAD PERCIBIDA

Comete errores con frecuencia cuando uso la herramienta \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

Interactuar con la herramienta de business intelligence requiere mucho esfuerzo mental \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

Me resulta fácil recuperarme de errores encontrados al usar la herramienta de business intelligence \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

Es fácil conseguir que la herramienta de business intelligence haga lo que yo quiero que haga \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

Me resulta incómodo usar la herramienta de business intelligence \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO

Totalmente de ACUERDO

La herramienta de business intelligence a menudo se comporta de manera inesperada \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

En general, encuentro la herramienta de business intelligence fácil de usar \*

- Totalmente en DESACUERDO
- Muy en DESACUERDO
- En DESACUERDO
- INDIFERENTE
- De ACUERDO
- Muy de ACUERDO
- Totalmente de ACUERDO

## Anexo 8. SmartPLS

Software para crear el entorno de modelado, en este caso del Modelo de Aceptación Tecnológica.

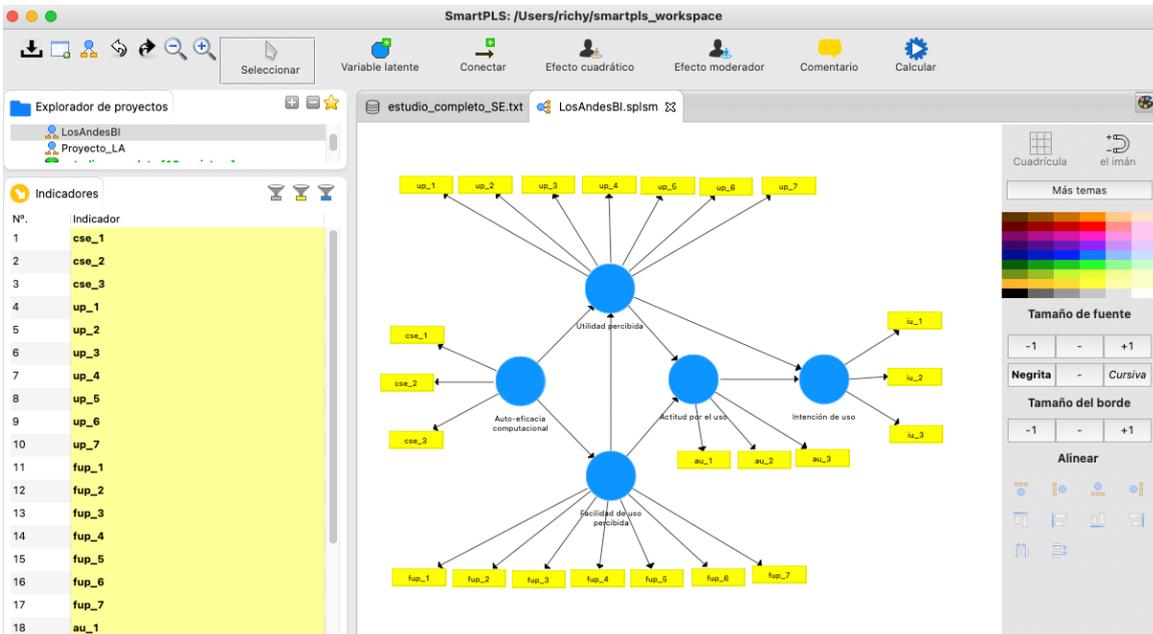


Figura 34. Captura del diagrama del modelo TAM para la implementación

Indicadores:	Correlaciones de los indicadores	Fichero de datos originales							
Nº.	Perdido	Media	Mediana	Min	Max	Desviación estándar	Kurtosis excesiva	Asimetría	
cse_1	1	0	5.200	5.000	4.000	7.000	0.748	2.985	1.290
cse_2	2	0	5.200	5.000	4.000	7.000	0.980	-0.896	0.272
cse_3	3	0	4.700	5.000	1.000	6.000	1.418	4.259	-1.858
up_1	4	0	5.400	6.000	1.000	7.000	1.908	1.458	-1.406
up_2	5	0	5.400	6.000	1.000	7.000	1.744	3.289	-1.681
up_3	6	0	5.100	6.000	1.000	7.000	1.578	4.206	-1.825
up_4	7	0	5.500	6.000	1.000	7.000	1.803	2.952	-1.639
up_5	8	0	5.100	6.000	1.000	7.000	1.814	1.086	-1.250
up_6	9	0	5.100	5.000	1.000	7.000	1.640	3.269	-1.480
up_7	10	0	5.300	6.000	1.000	7.000	1.552	6.358	-2.313
fup_1	11	0	3.800	4.000	1.000	6.000	1.470	-0.094	-0.036
fup_2	12	0	3.600	3.000	2.000	6.000	1.281	0.508	1.260
fup_3	13	0	4.500	5.000	2.000	6.000	1.118	1.275	-1.273
fup_4	14	0	4.800	5.000	2.000	6.000	1.327	0.265	-1.085
fup_5	15	0	4.000	4.000	2.000	7.000	1.483	-0.029	0.872
fup_6	16	0	3.200	3.000	1.000	6.000	1.327	1.224	0.780
fup_7	17	0	5.000	6.000	1.000	6.000	1.483	5.231	-2.180
au_1	18	0	5.500	6.000	1.000	7.000	1.746	3.844	-1.870

Figura 35. Captura de los datos generados por SmartPLS partiendo de los indicadores incorporados

## Anexo 9. Aceptación y validación de la empresa

Documento de aceptación de la Solución BI por parte de la institución educativa.



Loja, 23 de febrero de 2024

### Validación y Aceptación de Solución BI

El Instituto Superior Tecnológico Los Andes ha realizado la revisión y uso de la solución implementada (Pentaho), en el que se pudo acceder a información de manera más efectiva.

Al acceder a los dashboards estáticos y personalizables para el manejo de datos, se pudo constatar la facilidad de acceso a información sobre los requerimientos exigidos, esto permite a la empresa ahorrar tiempo y recursos en la generación de esta información, además facilita la toma de decisiones al frente directivo de la institución con información valiosa para su gestión y para posteriores evaluaciones con entidades de control.

Por lo tanto, se ha validado y aceptado los reportes presentados en la difusión de la herramienta implementada para la gestión de información.

Atentamente,



Ing. Mariel S. Minga M. Mgs.  
RECTORA DEL ISTLA

## Anexo 10. Visitas al campo de estudio.



**Figura 36.** Usuarios y técnicos interactuando con la interfaz del sistema.



**Figura 38.** Reunión previa a la aplicación de instrumento de recolección



**Figura 37.** Reunión de indicaciones técnicas de lanzamiento.



**Figura 39.** Reunión de toma de decisiones.

## Anexo 11. Levantamiento de Pentaho Server

En este apartado se proporciona una guía de levantamiento y configuración de la herramienta, proceso que se realizó con un web service, utilizando el puerto 8080. Pentaho nos brinda una interfaz amigable como se muestra en el login de la figura 40.



**Figura 40.** Login de la consola de Pentaho para móviles.

### Difusión

Actualmente la suite de Pentaho dispone de contenedor Tomcat, funciona en cualquier sistema operativo con su respectiva máquina virtual de Java, en esta versión comunitaria existen 2 plugins que sirven para la obtención de reportes, visualización de gráficas estadísticas y navegación de los cubos multidimensionales. [9][17]

Estos son Saiku Analytics y ST4pivot(como se muestra en la figura 41), el segundo con características de código abierto que sirven para la modificación y adecuación del trabajo que se desee realizar. [33]



**Figura 41.** Interfaz de inicio de la ST4Pivot aplicado en el ISTLA. (Autoría propia)

### **Configuración de VPS**

Para la difusión de la herramienta de inteligencia de negocios se utilizó un servidor virtual privado (VPS), en el cual se realizó algunas configuraciones que permiten la gestión y análisis de los datos que actualmente utiliza el Instituto educativo. Debido a que en la herramienta contiene un Tomcat que trabaja con Java el entorno debe tener unos ligeros ajustes, que se consideran en el apartado de Configuración de Java. Se escogió el servicio llamado Google Compute Engine, que permite ejecutar máquinas virtuales en la infraestructura de Google, aquí se creó una instancia con el sistema de Ubuntu Server 16.04, según se muestra en la figura 43.



**Figura 42.** Cubo rendimiento. (Autoría propia)

Nombre	Zona	Recomendación	Usada por	IP interna	IP externa	Conectar
<input type="checkbox"/> ubuntu-pentaho	southamerica-east1-a			10.158.0.7 (nic0)	35.199.107.43	SSH

**Figura 43.** Captura de la Instancia de Ubuntu Server 16.04 en Google Compute Engine(Autoría propia)

Se han configurado las interfaces de red y cortafuegos con el fin de que se genere una IP externa para la difusión de la herramienta de negocios, como en la figura 44.

Interfaces de red									
Nombre	Red	Subred	IP interna principal	Intervalos de IP de alias	IP externa	Nivel de red	Reenvío de IP	Detalles de la red	
nic0	default	default	10.158.0.7	—	35.199.107.43 (efimera)	Premium	Desactivado	<b>Ver detalles</b>	

Registro PTR de DNS público  
Ninguno

Cortafuegos

- Permitir el tráfico HTTP
- Permitir el tráfico HTTPS

**Figura 44.** Captura de Configuración del cortafuegos(Autoría propia)

### Configuración de Java

A través de esta configuración se establece una variable de entorno en el servidor virtual privado con la finalidad de que la versión de Java que utiliza la herramienta sea la adecuada. Primeramente, se procedió a descargar la versión 8 de Java Oracle de la página oficial, para luego ser almacenada en /opt/jdk. Esto quiere decir que al momento de establecer la variable de entorno tanto para jdk como para jre, se modifica el archivo ubicado en /etc/environment, añadiendo las siguientes líneas, como se muestra en la figura 45:

```
JAVA_HOME="/opt/jdk/jdk1.8.0_202"
JRE_HOME="/opt/jdk/jre1.8.0_202"
```

**Figura 45.** Líneas modificadas en el PATH. Configuración del entorno.(Autoría propia)

Es importante la elección de la versión de Java que se utilizará en la instancia, este caso de Linux. La figura 46 muestra el uso del comando para elegir la prioridad de la versión a utilizar de Java.

```

pentaho@ubuntu-pentaho:~$ sudo update-alternatives --config java
There are 3 choices for the alternative java (providing /usr/bin/java).

  Selection    Path                                          Priority  Status
-----
  0            /usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/jre/bin/java  1081    auto mode
* 1            /opt/jdk/jdk1.8.0_202/bin/java              100     manual mode
  2            /opt/jdk/jre1.8.0_202/bin/java              100     manual mode
  3            /usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/jre/bin/java  1081    manual mode

```

**Figura 46.** Elección de la prioridad de la versión de Java a utilizar.(Autoría propia)

Generalmente para levantamiento del servidor se ejecuta un archivo tipo bash que está dentro del directorio de Pentaho-server(figura 47), de la siguiente forma para Linux (para Windows Server ejecutar el archivo start-pentaho.bat).

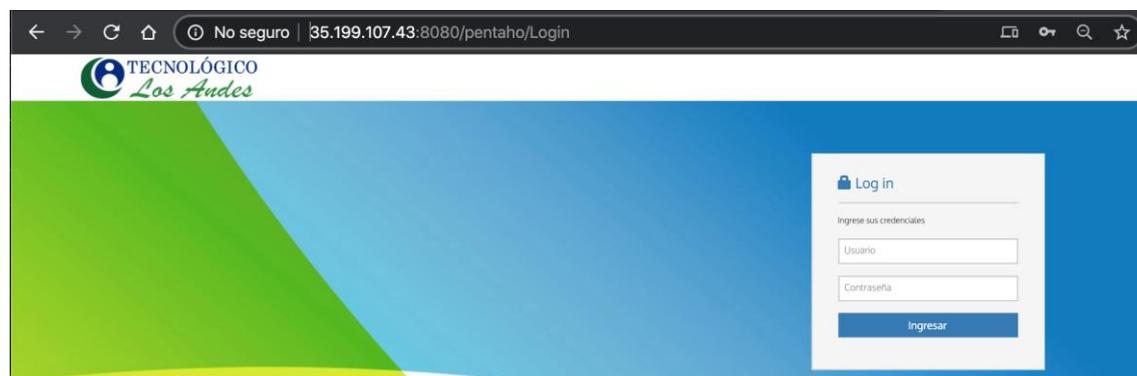
```

root@ubuntu-pentaho:/home/pentaho/server/pentaho-server# ./start-pentaho.sh

```

**Figura 47.** Línea de comando para le ejecución del Tomcat en Linux(Autoría propia)

Ingresamos a la IP externa por medio de un navegador(figura 48), dónde se presentará el login en el cual se deberá ingresar las respectivas credenciales de acuerdo a los roles que desempeñan los usuarios dentro del instituto educativo, qué son quienes gestionan, visualizan o navegan dentro de la herramienta.



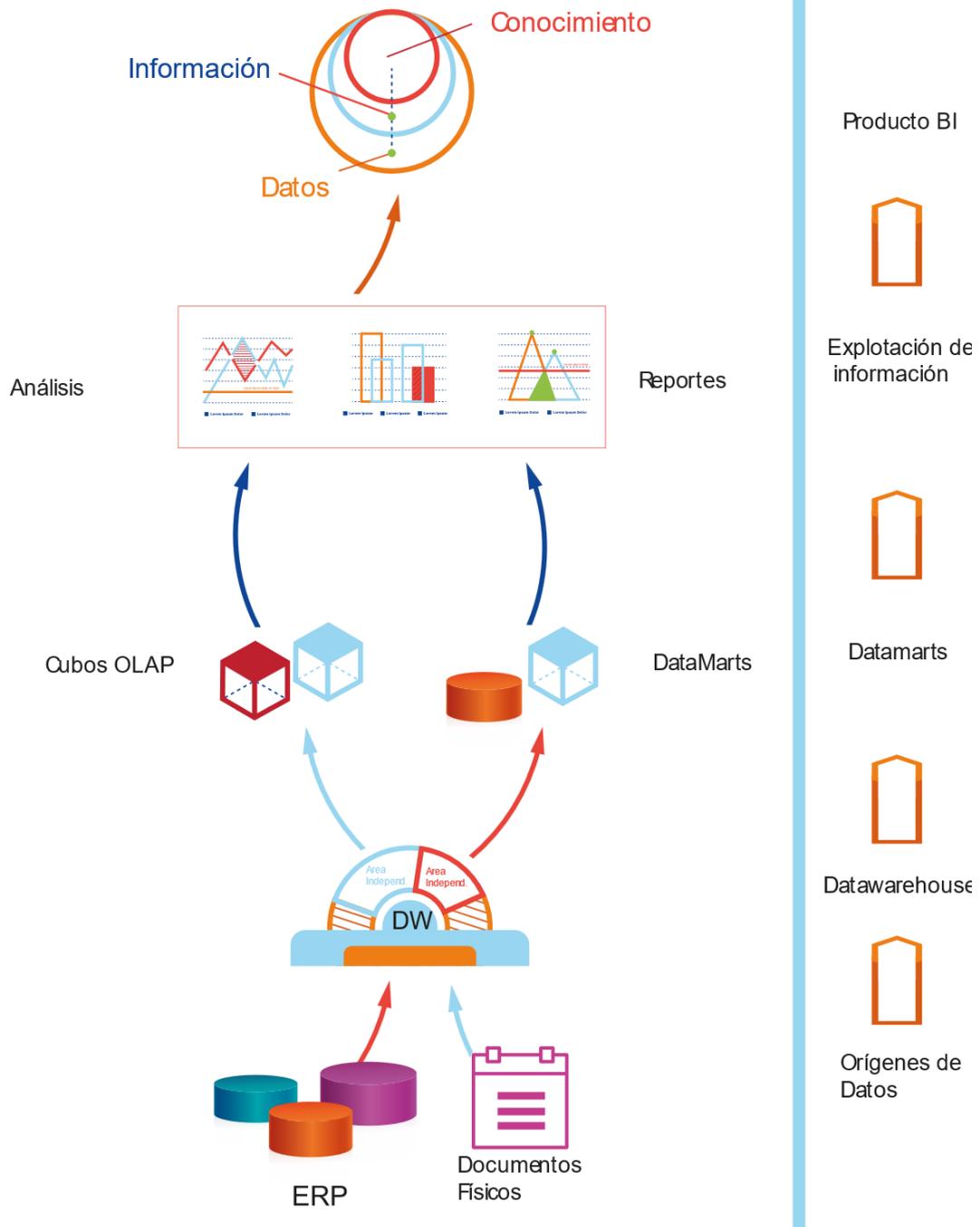
**Figura 48.** Captura de Interfaz de Login de la herramienta de inteligencia de negocio(Autoría propia)

## **Anexo 12. Manuales**

En el siguiente apartado se encuentra el link de descarga de manuales de usuario y desarrollador. Además, existe evidencia de los anexos antes mencionados:

**[https://drive.google.com/drive/folders/1m5GD1v\\_Cr5OZ9-SO-cHKKJ-IoTEHvqzU?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1m5GD1v_Cr5OZ9-SO-cHKKJ-IoTEHvqzU?usp=drive_link)**

## Anexo 11. Arquitectura de la Solución BI



**Figura 49.** Arquitectura de la Solución BI

## Anexo 12. Certificado de traducción de resumen

### CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN

Yo, **Angie Nicole Valarezo Lima**, portadora de la cédula de identidad **1150760435**, y con el título de Licenciada en Ciencias de la Educación, mención en Idioma Inglés, registrado con el número **1008-2021-2368840** ante la SENESCYT.

CERTIFICO:

Que la traducción del resumen del presente Trabajo de Titulación denominado: **“Implementación de una solución BI para la gestión de datos en una institución educativa en el periodo 2021-2023”**, elaborado por **Richard Eduardo Riofrío Ramón**, con la cédula de identidad número **1104893019**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Facultad de Energía, Industrias y Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja, es una versión correcta de traducción literal del español al inglés. Además, se certifica la fidelidad de la traducción, aunque no se asume responsabilidad por la autenticidad o el contenido del documento en su lengua original. Esta certificación se otorga en conformidad con la verdad, y se faculta al interesado para hacer uso del presente documento según lo considere conveniente.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
ANGIE NICOLE  
VALAREZO LIMA

Lic. Angie Nicole Valarezo Lima  
Nro. de Registro SENESCYT: 1008-2021-2368840  
C.I.: 1150760435