



Modelo de Inteligencia de Negocios para identificar indicadores de desempeño en los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Monteros Valdivieso, María Paula y Paspuel Yanez, Mayra Alexandra

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas e Informática

Phd. Gualotuña Álvarez, Tatiana Marisol

07 de febrero del 2022



TESIS_MONTEROS_PASPUEL_OK.docx

Scanned on: 17:53 January 18, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

| | |
|--------------------------|------|
| Identical Words | 311 |
| Words with Minor Changes | 27 |
| Paraphrased Words | 354 |
| Ommited Words | 2070 |



Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad. **YATIANA MARISSOL GUALOTUNA ALVAREZ**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **"Modelo de Inteligencia de Negocios para identificar indicadores de desempeño en los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE"** fue realizado por las señoritas **Monteros Valdivieso, María Paula y Paspuel Yanez Mayra Alexandra**; el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 18 de enero del 2022.

Firma:



Phd. Gualotuña Álvarez, Tatiana Marisol

C.C. 1711498418



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotras, **Monteros Valdivieso, María Paula y Paspuel Yanez, Mayra Alexandra**, con cédulas de ciudadanía N° 1723301246 y N° 1718878810, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **"Modelo de Inteligencia de Negocios para identificar indicadores de desempeño en los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE"** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolqui, 19 de enero del 2022

Firmas

Monteros Valdivieso, María Paula

C.C: 1723301246

Paspuel Yanez, Mayra Alexandra

C.C: 1718878810



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotras, **Monteros Valdivieso, María Paula** y **Paspuel Yanez, Mayra Alexandra**, con cédulas de ciudadanía N° 1723301246 y N° 1718878810, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: "**Modelo de Inteligencia de Negocios para identificar indicadores de desempeño en los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 19 de enero del 2022

Firmas

Monteros Valdivieso, María Paula

C.C: 1723301246

Paspuel Yanez, Mayra Alexandra

C.C: 1718878810

Dedicatoria

En primer lugar, a mis padres quienes han sido un ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y dedicación, gracias a su amor, paciencia y apoyo incondicional me fue posible cumplir esta meta. A mis hermanos quienes siempre creyeron en mí y en mi capacidad, brindándome su cariño y acompañándome en todo momento. De igual forma a mi abuelita, a todos mis tíos y primos quienes siempre estuvieron apoyándome y alentándome a seguir adelante e ir por más.

Monteros Valdivieso, María Paula

El presente proyecto de tesis lo dedico a Dios, por guiarme a lo largo de toda mi vida y permitirme cumplir con esta meta. A mis padres que me han brindado su amor y apoyo incondicional para culminar esta etapa tan importante de mi vida. A mi hermana y mis primas que en todo momento me han alentado a seguir adelante y siempre ir por más.

Paspuel Yanez, Mayra Alexandra

Agradecimiento

Mi profundo agradecimiento a Dios, por darme la capacidad e inteligencia para poder cursar con éxito esta etapa de mi vida. A mi madre Lorena y mi padre Hugo, por su infinita paciencia, amor y apoyo que me ha ayudado a enfrentar con éxito todos los obstáculos que han ido surgiendo en el transcurso de mi vida, su ejemplo y enseñanzas me han permitido llegar a ser la mujer y profesional que soy ahora. Agradezco a mi hermana Emilia y a mi hermano Jorge por acompañarme en cada momento, por sacarme una sonrisa siempre que lo necesité, por creer en mí, en mis capacidades, brindarme su apoyo y cariño incondicional.

A mis tíos, Bicha, Jorge y especialmente a Carlos, Mary y Luisa, por toda la ayuda y amor brindado en el transcurso de mi vida universitaria, por siempre estar pendientes de mi crecimiento como profesional. A mis primos, Javier y Carlos por ser un ejemplo de éxito y perseverancia, por alentarme a seguir adelante, no rendirme e ir por más metas.

Agradezco a la Universidad de las fuerzas Armadas ESPE por darme la oportunidad de cursar la carrera de Ingeniería en Sistemas y formarme como profesional. Un agradecimiento especial a la Ing. Tatiana Gualotuña por considerarnos y confiar en nosotras para el desarrollo de este proyecto de tesis, gracias por su tiempo, paciencia y dedicación.

A Kevin, quien me ha acompañado en esta última etapa de mi vida universitaria brindándome su apoyo y cariño constante.

A mi querida amiga Mayra, una de las primeras personas que conocí en la universidad y con quien hoy cumplimos juntas una meta que nos planteamos hace más de 5 años, gracias por tu apoyo en todo momento. Por último, agradezco a todos mis compañeros y amigos, Carlita, Michael, Carlos, Tony, Fernando y Alex por todos los momentos y risas compartidas.

Monteros Valdivieso, María Paula

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por guiarme en todo el transcurso de mi vida, por permitirme llegar a este momento y ayudarme a salir adelante a pesar de cualquier dificultad encontrada a lo largo de mi formación académica. Agradezco a mi madre Yolanda y a mi padre Pablo por brindarme su amor y apoyo incondicional para poder culminar esta etapa tan importante de mi vida. A mi hermana Johanna y mi prima Belén quienes me han apoyado y han sido testigo de la dedicación puesta para lograr esta meta.

A los docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" por impartirnos su conocimiento y experiencia profesional, a la Ing. Cecilia Hinojosa por permitirme realizar mis primeras pasantías junto a ella y un agradecimiento especial a la Ing. Tatiana Gualotuña, por aceptar la dirección de este proyecto de tesis, por su tiempo y dedicación.

A Cristian, quien llegó para alegrarme la vida, por apoyarme y acompañarme a finalizar esta etapa de mi vida.

A mi gran amiga Paula, con quien hemos compartido desde nivelación hasta llegar a realizar el proyecto de tesis juntas, gracias por todo el apoyo en lo académico y personal. A Tony, Karlita, Michael, Kevin y a todos mis compañeros por todo el tiempo compartido en los laboratorios y aulas de clase, donde veíamos de forma lejana la graduación, pero el momento ha llegado.

Paspuel Yanez, Mayra Alexandra

Índice de Contenidos

| | |
|------------------------------------|----|
| Análisis de Copyleaks | 2 |
| Certificación..... | 3 |
| Responsabilidad de autoría | 4 |
| Autorización de publicación | 5 |
| Dedicatoria | 6 |
| Agradecimiento | 8 |
| Índice de Contenidos..... | 10 |
| Índice de Tablas | 14 |
| Índice de Figuras..... | 16 |
| Resumen..... | 19 |
| Abstract..... | 20 |
| Capítulo I..... | 21 |
| Introducción..... | 21 |
| Antecedentes..... | 21 |
| Planteamiento del Problema | 23 |
| Justificación | 25 |
| Objetivos..... | 26 |
| <i>Objetivo General</i> | 26 |
| <i>Objetivos Específicos</i> | 26 |
| Alcance | 27 |

| | |
|--|----|
| | 11 |
| Hipótesis | 30 |
| Capítulo II | 31 |
| Marco Metodológico | 31 |
| Estado del arte..... | 31 |
| <i>Planteamiento de la Revisión Sistemática</i> | 31 |
| <i>Definición del grupo de control y extracción de términos</i> | 32 |
| <i>Construcción de la Cadena de Búsqueda</i> | 34 |
| <i>Selección de los Estudios Primarios</i> | 35 |
| Universities as Innovation Drivers for Major Disruptive Technological Transformations and Economic Development..... | 37 |
| <i>Elaboración de Estado de Arte</i> | 37 |
| Características del Estado del Arte | 40 |
| Metodología..... | 41 |
| <i>Metodología Design Science</i> | 41 |
| Marco Teórico..... | 45 |
| <i>Señalamiento de variables</i> | 45 |
| <i>Fundamentación de la Variable Independiente N°1: Modelo de Inteligencia de Negocios</i> | 45 |
| <i>Fundamentación de la Variable Independiente N°2: Indicadores de Desempeño (KPI) en proyectos</i> | 50 |
| <i>Fundamentación de la Variable Dependiente N°1: Toma de decisiones</i> | 55 |
| <i>Fundamentación de la Variable Dependiente N°2: Transferencia tecnológica</i> | 59 |

| | |
|---|-----|
| | 12 |
| Capitulo III | 62 |
| Modelo propuesto..... | 62 |
| Situación Actual de Proyectos de Investigación | 62 |
| Análisis de herramientas..... | 64 |
| Metodología de Ralph Kimball | 77 |
| Planificación del Proyecto | 79 |
| Definición de Requerimientos del Negocio..... | 86 |
| Diseño de la arquitectura técnica | 92 |
| Selección e instalación del producto | 93 |
| Modelamiento Dimensional | 94 |
| Diseño físico | 105 |
| Diseño y Desarrollo del proceso ETL..... | 105 |
| <i>Elaboración de formatos en Google Spreadsheets.....</i> | 105 |
| <i>Configuraciones iniciales de Pentaho Data Integration.....</i> | 107 |
| <i>Vinculación con cuenta de desarrollador de Google.....</i> | 109 |
| <i>Navegador de Sistema Virtual de Archivos (VFS)</i> | 113 |
| <i>Definición de fuentes de datos</i> | 114 |
| <i>Proceso de transformación y carga de datos.....</i> | 116 |
| <i>Conexión y configuración de Pentaho Server.....</i> | 124 |
| Desarrollo de la Visualización de Datos | 127 |
| <i>Modelo de diseño de BI.....</i> | 129 |

| | |
|--|-----|
| <i>Despliegue</i> | 131 |
| Capítulo IV | 140 |
| Validación..... | 140 |
| Inyección de nueva información al Modelo de Inteligencia de Negocios | 140 |
| Eficiencia del Modelo de Inteligencia de Negocios..... | 143 |
| Capítulo V | 148 |
| Conclusiones y recomendaciones | 148 |
| Conclusiones | 148 |
| Recomendaciones | 149 |
| Trabajos Futuros..... | 150 |
| Bibliografía | 151 |

Índice de Tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1 Objetivo con pregunta de Investigación | 28 |
| Tabla 2 Grupo de Control de la base digital IEEE | 33 |
| Tabla 3 Estudios Primarios | 36 |
| Tabla 4 Comparación herramientas ETL..... | 68 |
| Tabla 5 Comparación herramientas para la administración de Data Warehouse | 71 |
| Tabla 6 Comparación herramientas para la visualización de datos | 75 |
| Tabla 7 Identificación de tareas..... | 81 |
| Tabla 8 Secuencia de Tareas | 83 |
| Tabla 9 Temas Analíticos y proceso de negocio | 87 |
| Tabla 10 Matriz de dimensiones / procesos | 90 |
| Tabla 11 Productos Seleccionados | 93 |
| Tabla 12 Análisis dimensional..... | 95 |
| Tabla 13 UZITBUDGET | 96 |
| Tabla 14 UZITCAMPUS..... | 97 |
| Tabla 15 UZITCAREER | 97 |
| Tabla 16 UZITCOMPAR..... | 97 |
| Tabla 17 UZITDEPART..... | 98 |
| Tabla 18 UZITDETFIELD..... | 98 |
| Tabla 19 UZITDOMAIN..... | 98 |
| Tabla 20 UZITFINTYPE | 99 |
| Tabla 21 UZITFUNSOUR..... | 99 |
| Tabla 22 UZITGROUP | 99 |
| Tabla 23 UZITLINERES..... | 100 |
| Tabla 24 UZITPARTICI | 100 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 25 UZITPROCARR | 101 |
| Tabla 26 UZITSPEFIELD | 101 |
| Tabla 27 UZITSTATE..... | 101 |
| Tabla 28 UZITTERSCOP | 102 |
| Tabla 29 UZITWIDFIELD | 102 |
| Tabla 30 UZITPROJECT..... | 102 |
| Tabla 31 Tiempos de ejecución de consultas..... | 144 |

Índice de Figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 1 Árbol de Problemas | 24 |
| Figura 2 Metodología Design Science propuesta por Hevner | 42 |
| Figura 3 Red de categorías | 45 |
| Figura 4 Triángulo de Hierro | 52 |
| Figura 5 Fuentes de Información Empresarial | 56 |
| Figura 6 Gestión de almacenamiento de proyectos de investigación | 64 |
| Figura 7 Cuadrante de Gartner para Herramientas de Integración de | 65 |
| Figura 8 Cuadrante de Gartner para Plataformas Inteligencia de Negocios..... | 73 |
| Figura 9 Ciclo de vida de Kimball..... | 78 |
| Figura 10 Esquema de desglose de tareas..... | 80 |
| Figura 11 Cronograma..... | 85 |
| Figura 12 Diseño de la Arquitectura..... | 92 |
| Figura 13 Modelo Dimensional | 95 |
| Figura 14 Modelo físico | 105 |
| Figura 15 Carpeta compartida de Google Drive "UGI - Formatos Excel Modelo B..... | 107 |
| Figura 16 Drivers de Oracle 12c en Pentaho Data Integration | 108 |
| Figura 17 Plugin Pentaho Google Sheets Input | 109 |
| Figura 18 Consola de Google Cloud Platform..... | 110 |
| Figura 19 APIs y Servicios de Google Cloud Platform | 110 |
| Figura 20 Cuenta de Servicio "GSconnection" | 111 |
| Figura 21 Cuenta de servicio añadida al archivo de Google Spreadsheets | 112 |
| Figura 22 Detalles del cliente OAuth 2.0..... | 113 |
| Figura 23 Navegador VFS con acceso a Google Drive..... | 114 |
| Figura 24 Prueba de conexión a la cuenta de servicio de Google..... | 115 |

| | |
|--|-----|
| Figura 25 Google Spreadsheet Key | 115 |
| Figura 26 Especificación del archivo Google Spreadsheet | 116 |
| Figura 27 Proceso ETL de las dimensiones..... | 117 |
| Figura 28 Proceso ETL de los datos de proyectos de investigación | 119 |
| Figura 29 Proceso ETL de los datos de carreras vinculadas a cada proyecto | 121 |
| Figura 30 Proceso ETL de los datos de participantes. | 122 |
| Figura 31 Job encapsulador de las 4 transformaciones | 124 |
| Figura 32 Conexión al repositorio de Pentaho desde Spoon | 125 |
| Figura 33 Job y transformaciones almacenados en Pentaho Server | 126 |
| Figura 34 Schedule del Job | 127 |
| Figura 35 Selección del gestor de base de datos | 128 |
| Figura 36 Conexión a la base de datos..... | 128 |
| Figura 37 Selección de tablas..... | 129 |
| Figura 38 Panel de datos..... | 129 |
| Figura 39 Mostrarme | 130 |
| Figura 40 Diseño del gráfico de proyectos por carrera..... | 130 |
| Figura 41 Estado de Proyectos..... | 131 |
| Figura 42 Proyectos por Año | 132 |
| Figura 43 Proyectos finalizados en la fecha planificada..... | 132 |
| Figura 44 Proyectos según la Fuente Financiamiento | 133 |
| Figura 45 Proyectos según parámetros de cumplimiento..... | 133 |
| Figura 46 Proyectos según Tipo Financiamiento | 134 |
| Figura 47 Proyectos según el cumplimiento de presupuesto | 134 |
| Figura 48 Proyectos según los campos | 135 |
| Figura 49 Proyectos según el alcance territorial | 135 |
| Figura 50 Participantes por Proyectos | 136 |

| | |
|--|-----|
| Figura 51 Proyectos por Grupos de Investigación | 136 |
| Figura 52 Proyectos por sede..... | 137 |
| Figura 53 Proyectos según la línea de investigación | 137 |
| Figura 54 Proyectos según el dominio académico..... | 138 |
| Figura 55 Proyectos que cuentan con investigadores acreditados por SENECHYT | 138 |
| Figura 56 Proyectos por Carrera / Programa | 139 |
| Figura 57 Cup por Departamento o área | 139 |
| Figura 58 Nueva Información en los formatos de Google Spreadsheets..... | 140 |
| Figura 59 Ejecución de Schedule | 141 |
| Figura 60 Logs de Pentaho Server | 141 |
| Figura 61 Tabla de hechos UZITPROJECT actualizada | 142 |
| Figura 62 Dashboard total de proyectos por año actualizado | 143 |
| Figura 63 Estadísticas de la Tarea 1 con Google Sheets..... | 144 |
| Figura 64 Estadísticas de la Tarea 2 con Google Sheets..... | 145 |
| Figura 65 Estadísticas de la Tarea 3 con Google Sheets..... | 145 |
| Figura 66 Dashboard de la Tarea 1 con el Modelo BI | 146 |
| Figura 67 Dashboard de la Tarea 2 con el Modelo BI | 146 |
| Figura 68 Dashboard de la Tarea 3 con el Modelo BI | 147 |

Resumen

La Investigación, Desarrollo e Innovación (I + D + i) actualmente cumple un papel fundamental en el avance tecnológico y productivo de los países alrededor del mundo. Los directivos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE pretenden fortalecer la unidad de investigación, y para ello necesitan poseer información relevante, resumida, centralizada y actualizada en cuanto al estado de sus proyectos, que les permita apoyar la creación y desarrollo de transferencia tecnológica.

El presente proyecto tiene como objetivo determinar indicadores de desempeño en los proyectos de investigación propuestos en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por medio de un modelo de Inteligencia de Negocios, para permitir la toma de decisiones enfocadas en fortalecer la transferencia tecnológica. Para el desarrollo del modelo se utilizó la metodología de Ralph Kimball, y se aprovecharon las herramientas con las que cuenta la Unidad de Tecnología de la Información y Comunicación (UTIC).

La validación de modelo se lo realizó por medio de la inyección de nueva información y la ejecución de toda la solución elaborada, dando un resultado exitoso en cuanto a la actualización de los datos y gráficos. Adicionalmente, para verificar la eficiencia del modelo se empleó el análisis de rendimiento propio de Tableau Server obteniendo resultados favorables en cuanto al tiempo de consulta y diseño de visualización.

Palabras clave:

- **INTELIGENCIA DE NEGOCIOS**
- **PROCESO ETL**
- **INDICADORES DE DESEMPEÑO (KPI)**
- **TOMA DE DECISIONES**
- **TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

Abstract

Research, Development and Innovation (R + D + i) currently plays a fundamental role in the technological and productive advance of countries around the world. The directors of the Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE intend to strengthen the research unit, and for this they need to have relevant, summarized, centralized and updated information regarding the status of their projects, which allows them to support the creation and development of technology transfer.

The objective of this project is to determine performance indicators in the research projects proposed at the Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, through a Business Intelligence model, to allow decision-making focused on strengthening technology transfer. For the development of the model, the methodology of Ralph Kimball was used, and also the tools available to the Information and Communication Technology Unit (UTIC).

The validation of the model was carried out by means of the injection of new information and the execution of the entire elaborated solution, giving a successful result in terms of updating the data and graphs. Additionally, to verify the efficiency of the model, Tableau Server's own performance analysis was used, obtaining favorable results in terms of query time and visualization design.

Keywords:

- **BUSINESS INTELLIGENCE**
- **ETL PROCESS**
- **PERFORMANCE INDICATORS (KPI)**
- **DECISION MAKING**
- **TECHNOLOGY TRANSFER**

Capítulo I

Introducción

El primer capítulo del proyecto de titulación abarca los siguientes temas: antecedentes, planteamiento del problema, justificación, objetivo general y objetivos específicos, alcance e hipótesis.

Antecedentes

A nivel mundial el modelo de Investigación, Desarrollo e Innovación (I + D + i) ha tomado un papel mucho más importante en el progreso tecnológico y productivo de los países, influyendo en el crecimiento de las economías mundiales.

De acuerdo a un estudio de Indicadores de Ciencia y tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), Norteamérica representa aproximadamente el 39% de la inversión mundial en investigación, desarrollo e innovación (I + D + i), Europa el 31%, Asia el 26%, y finalmente los países latinoamericanos solamente representan el 2%. Se deja en evidencia que ningún país de Latinoamérica destina más del 1% de su PIB (Producto interno Bruto) a la investigación (Información Tecnológica, 2011).

Sin embargo, en los últimos años se ha visto un esfuerzo mayor por parte de los gobiernos de América Latina para fomentar la innovación y tecnología, destinando más fondos y presupuestos para esta causa. Como consecuencia el número de publicaciones científicas creció a una tasa anual promedio del 7%, de igual manera en el tema de patentes per cápita se muestra un desempeño moderado pero significativo en comparación con años anteriores (Crespi, Navarro, & Zuñiga, 2009).

El Ecuador ha experimentado a lo largo de los años un avance y desarrollo lento en I+D+i, que ha sido impulsado por un grupo muy pequeño de profesionales, científicos

e investigadores que no contaban con políticas o normas específicas y definidas (Loo Econ & Carriel Econ, 2015).

Actualmente nuestro país cuenta con el Acuerdo Nacional 2030, el cual promueve e impulsa un trabajo conjunto entre las universidades, sector productivo y la población, con el objetivo de crear un Ecuador más competitivo.

Adrián Bonilla, titular de la SENESCYT, planteó el valor de restablecer las competencias de innovación en Latinoamérica y aseguró que “La idea de innovación pasa por la necesidad de vincular a las instituciones que hacen investigación científica con los requerimientos de la sociedad ecuatoriana” (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, 2019).

El Acuerdo Nacional involucra la realización de iniciativas y proposiciones acordadas durante las reuniones establecidas, y tiene como objetivo ubicar a los actores, establecer las prioridades de los sectores y exponer una hoja de ruta que nos ayude a trazar un camino a seguir.

Uno de los programas con los que cuenta actualmente la SENESCYT es HUB de iTT (innovación y transferencia de tecnología), el cual coordina 55 instituciones de educación superior públicas y privadas, entre ellas la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, promoviendo un ecosistema que ayude al desarrollo y realización de proyectos de innovación y emprendimiento con enfoque productivo. Incitando de esta manera la institucionalización de los procesos de emprendimiento, transferencia de tecnología e innovación en las instituciones de educación superior del país (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, s.f.).

Planteamiento del Problema

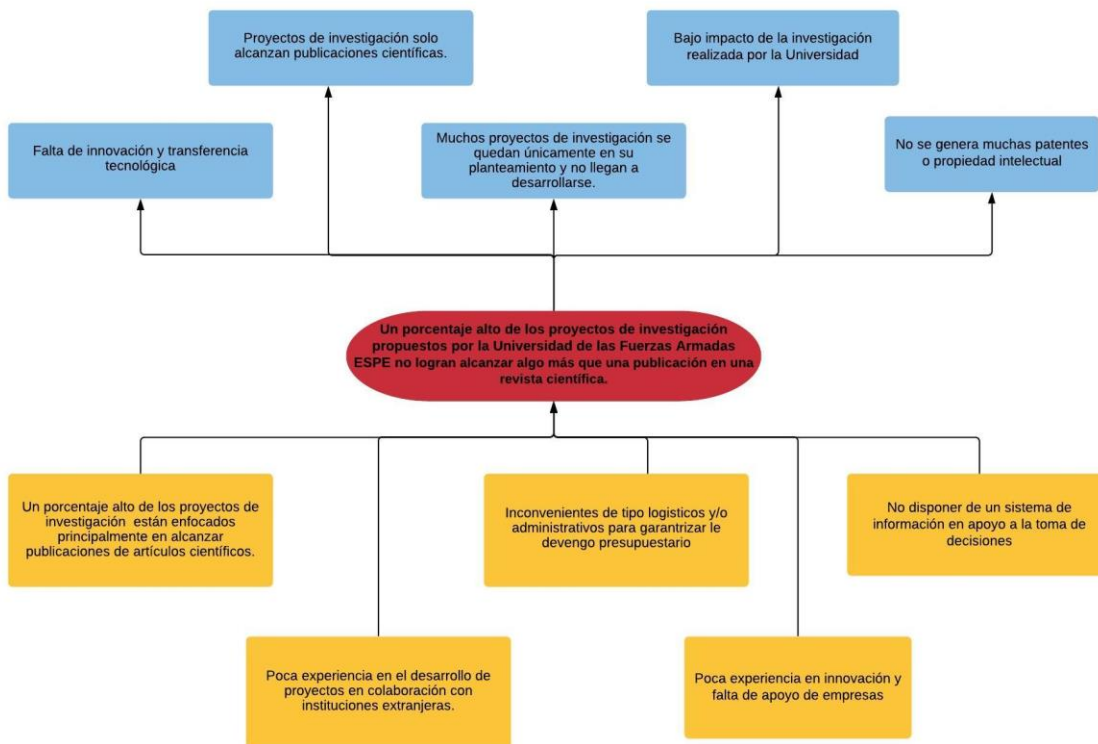
La Universidad de las Fuerzas Armadas ha distribuido sus líneas de investigación y las ha organizado en 18 grupos que cuentan con profesores competentes en diferentes Departamentos y Centros, los cuales han ejecutado diversos proyectos investigativos. La Unidad de Gestión de la Investigación (UGI) tiene como objetivo coordinar y organizar todas las actividades relacionadas con la investigación, ejecutando procesos de seguimiento del Sistema de Investigación, de la transferencia tecnológica y aplicación de los resultados de los proyectos, además de su registro y difusión a nivel institucional. Los resultados de las investigaciones han sido publicados en diferentes revistas científicas y presentados en congresos internacionales, consiguiendo en el año 2018 un total de 324 publicaciones en SCOPUS (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019).

Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos realizados por la institución un porcentaje alto de los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE no va más allá de una publicación científica. Los directivos de la Universidad pretenden fortalecer su unidad de investigación, para ello necesitan conocer las razones por las cuales los proyectos de investigación no generan innovación ni transferencia tecnológica.

Las causas y efectos relacionados con este problema se encuentran detallados en la Figura 1, las cuales fueron mencionadas y analizadas por: la Ingeniera Tatiana Gualotuña, quien tiene una participación activa en el área de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, y por el Tcrn. de E.M. Henry Omar Cruz Carrillo, director de la Unidad de Gestión de la Investigación.

Figura 1

Árbol de Problemas



Nota. El árbol de problemas fue desarrollado en conjunto con la Ingeniera Tatiana Gualotuña, y el Tcrn. de E.M. Henry Omar Cruz Carrillo.

El árbol de problemas responde a la pregunta de investigación RQ2 especificada en la Tabla 1, que corresponde al objetivo específico 1, dentro del árbol se menciona algunas causas ante la problemática presentada como: la falta de innovación y transferencia tecnológica, la cual genera que un porcentaje alto de los proyectos se encuentren enfocados principalmente en alcanzar publicaciones de artículos científicos y no en generar patentes o propiedad intelectual, varios proyectos también se quedan únicamente en el planteamiento sin lograr desarrollarse, esto se debe a los inconvenientes de tipo logísticos o administrativos al no disponer de un sistema de información en apoyo a la toma de decisiones.

Justificación

La Investigación, Desarrollo e Innovación (I + D + i) actualmente cumple un papel fundamental en cuanto al avance tecnológico y productivo que experimentan los países del primer mundo, quienes han dedicado un gran capital para el desarrollo de innovación. En el caso de Latino América, y específicamente de Ecuador, el desarrollo tecnológico no ha sido muy grande en comparación con otros países, primeramente, porque el capital destinado para este hecho ha sido muy bajo y no se cuenta con tanta experiencia para la creación y producción de innovación en diferentes áreas.

Al hablar en específico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se puede recalcar que cuenta con la Unidad de Gestión de la Investigación (UGI), que tiene como objetivo coordinar y organizar todas las actividades relacionadas con la investigación, ejecutando procesos de seguimiento del Sistema de Investigación, de la transferencia tecnológica y aplicación de los resultados de los proyectos, además de su registro y difusión a nivel institucional. Los resultados de sus investigaciones han sido plasmados en revistas indexadas y discutidas en congresos internacionales, contando con 324 publicaciones en SCOPUS en el 2018 (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019).

Sin embargo, es importante mencionar que los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE están enfocados principalmente en alcanzar publicaciones de artículos científicos, más no en generar patentes, transferencia tecnológica, innovación u otros logros de mayor impacto en la sociedad. Además, la poca experiencia en innovación, falta de apoyo de empresas y falta de presupuesto influyen mucho en la ejecución y desarrollo de proyectos de investigación.

Debido a todos estos factores, los directivos de la universidad pretenden fortalecer la unidad de investigación, y para ello necesitan poseer información relevante en cuanto al éxito y fracaso de proyectos anteriores, que les permita tomar mejores decisiones que apoyen la creación y desarrollo de innovación. En otras palabras, la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE busca ampliar sus investigaciones y objetivos, al ya no centrarse únicamente en desarrollar artículos científicos e ir más allá con proyectos que puedan generar, ya sea innovación, patentes o transferencia tecnológica en un futuro.

Es por ello el presente proyecto desarrolla un modelo de inteligencia de negocios para determinar indicadores de desempeño en los proyectos de investigación propuestos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE que permita la toma de decisiones por parte de los directivos para fortalecer la innovación.

Objetivos

Objetivo General

Determinar indicadores de desempeño en los proyectos de investigación propuestos en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por medio de un modelo de Inteligencia de Negocios, para permitir la toma de decisiones enfocadas en fortalecer la transferencia tecnológica.

Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de la situación actual de los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por medio de mecanismos de recopilación de datos e información.
- Identificar estudios relacionados con la falta de innovación generada por las Universidades por medio de una revisión de literatura preliminar (RPL).

- Determinar los indicadores de desempeño fundamentales en proyectos de investigación, por medio de un proceso ETL aplicado a los datos proporcionados por los directivos de la Unidad de Investigación.
- Desarrollar un modelo de inteligencia de negocios que determine indicadores de desempeño y se muestren en dashboards por medio de herramientas con las que cuenta la Unidad de Tecnología de la Información y Comunicación.
- Validar el modelo de Inteligencia de Negocios desarrollado, por medio de la inyección de nueva información.

Alcance

Esta investigación comprende el desarrollo e implementación de un prototipo de modelo de inteligencia de negocios, el cual está enfocado en apoyar la toma de decisiones por parte de los directivos con el objetivo de fortalecer la transferencia tecnológica que generan los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas armadas ESPE.

El alcance del presente proyecto de investigación se ha dividido en varias fases para mejorar su comprensión:

1. Obtener información de herramientas que ayuden al desarrollo del proyecto de investigación.
2. Obtención y depuración de los datos que se van a analizar
3. Proponer un modelo de inteligencia de negocio para que los directivos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE tomen decisiones para mejorar la innovación
4. Analizar y evaluar el modelo de inteligencia de negocio propuesto.

Para poder mostrar de manera más adecuada el alcance del presente proyecto se detallan a continuación, en la Tabla 1, varias preguntas de investigación que se encuentran relacionadas con cada uno de los objetivos específicos.

Tabla 1

Relación Objetivo con pregunta de Investigación

| Objetivo Específico | Pregunta de Investigación |
|---|--|
| OE1. Realizar un estudio de la situación actual de los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por medio de mecanismos de recopilación de datos e información | <ul style="list-style-type: none"> • RQ1: ¿Cuál es la situación actual de los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE? • RQ2: ¿Cuáles son las causas y efectos por las cuales los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE no llegaron a generar más que una publicación en una revista científica? |
| OE2. Identificar estudios relacionados con la falta de innovación generada por las Universidades por medio de una revisión de literatura preliminar (RPL). | <ul style="list-style-type: none"> • RQ3: ¿Qué soluciones proponen otros estudios para mejorar o fomentar la innovación en las |

| Objetivo Específico | Pregunta de Investigación |
|--|--|
| | <p data-bbox="1024 258 1227 289">Universidades?</p> <ul data-bbox="979 327 1421 695" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="979 327 1421 695">• RQ4: ¿Qué técnicas o métodos se han implementado para solucionar la falta de innovación generada por los proyectos de las Universidades? |
| <p data-bbox="302 804 894 1171">OE3. Determinar los indicadores de desempeño fundamentales en proyectos de investigación, por medio de un proceso ETL aplicado a los datos proporcionados por los directivos de la Unidad de Investigación.</p> | <ul data-bbox="979 804 1421 1304" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="979 804 1421 1041">• RQ5: ¿Cuáles son los indicadores de desempeño fundamentales en proyectos de investigación? <li data-bbox="979 1073 1421 1304">• RQ6: ¿Cuáles son los procesos y herramientas necesarias para realizar un ETL? |
| <p data-bbox="302 1413 894 1780">OE4. Desarrollar un modelo de inteligencia de negocios que determine indicadores de desempeño y se muestren en dashboards por medio de herramientas con las que cuenta la Unidad de Tecnología de la Información y Comunicación.</p> | <ul data-bbox="979 1413 1421 1848" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="979 1413 1421 1650">• RQ7: ¿Cuáles son las mejores herramientas para el desarrollo de un modelo de inteligencia de negocios? <li data-bbox="979 1682 1421 1848">• RQ8: ¿Cuáles son las metodologías y procesos más utilizados para implementar un |

| Objetivo Específico | Pregunta de Investigación |
|---|---|
| OE5. Validar el modelo de Inteligencia de Negocios desarrollado, por medio de la inyección de nueva información. | <p data-bbox="1024 260 1412 359">modelo de Inteligencia de Negocios?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="976 394 1412 764">• RQ9: ¿El modelo de inteligencia de negocios desarrollado actualiza sus gráficos o dashboards de manera correcta al ingresar nueva información? |

Nota. Esta tabla muestra el alcance del proyecto de tesis.

Hipótesis

Un modelo de Inteligencia de Negocios para determinar indicadores de desempeño en los proyectos de investigación permite la toma de decisiones enfocadas en fortalecer la transferencia tecnológica.

Capítulo II

Marco Metodológico

El segundo capítulo del proyecto de titulación abarca los siguientes temas: el estado del arte donde se realizó una búsqueda y estudio de trabajos relacionados a la problemática planteada, la metodología que se empleó a lo largo del desarrollo del presente trabajo, y por último el marco teórico.

Estado del arte

En esta sección se realizó el análisis de trabajos relacionados con el tema del presente proyecto de tesis, con el objetivo de conocer la metodología y herramientas utilizadas.

Planteamiento de la Revisión Sistemática

En este paso se realizó el reconocimiento del problema de investigación para de esta manera tener un contexto para buscar los estudios científicos, posteriormente se establecen las preguntas de investigación y su objetivo para finalmente definir los criterios de inclusión y exclusión.

El objetivo de la revisión de literatura corresponde al OE2, y las preguntas de investigación relacionadas con este objetivo son las RQ3 y RQ4 de la Tabla 1 que se encuentran detalladas en el Alcance del presente documento.

A continuación, se definen los criterios de inclusión y exclusión que se utilizaron para la elección de los estudios que formarán parte del grupo de control.

Criterios de Inclusión

- Estudios enfocados en el análisis y gestión de indicadores de desempeño en procesos de la investigación.
- Estudios que hablen de los factores relacionados con la falta de innovación en las universidades.
- Estudios que presenten propuestas para mejorar la innovación en las universidades.
- Estudios enfocados en estrategias para implementar y desarrollar proyectos de innovación.

Criterios de Exclusión

- Estudios que hablen de la innovación en general y no centrados en el ámbito universitario o de la investigación.
- Artículos que se encuentren redactados en otro idioma que no sea inglés.
- Artículos publicados antes del año 2013 o publicados en revistas no muy relevantes.

Definición del grupo de control y extracción de términos

En este segundo paso se procede a definir o delimitar los estudios que son importantes para el proyecto, y como tal deben estar relacionados con los criterios de inclusión y exclusión seleccionados. Estos estudios o artículos son los que conformarán el grupo de control para el estado del arte del proyecto.

En este proceso de definición y selección participaron dos investigadores, los cuales propusieron estudios que podrían ser parte del grupo de control. Posteriormente, se realizó un análisis de los artículos y estudios

logrando así seleccionar los más adecuados que conforman el grupo de control, los mismos que se indican en la Tabla 2:

Tabla 2

Grupo de Control de la base digital IEEE

| Título | Cita | Palabras Claves |
|--|---------------------------|---|
| How Universities Contribute to Innovation: A Literature Review-based Analysis | (Kaloudis, y otros, 2019) | Universities, University-industry, Intrustialization, Innovation, Innovation Impacts, Projects, Collaboration |
| Conceptualizing Innovation in Higher Education | (Tierney & Lanford, 2016) | Innovation, Higher education, Creativity, Innovative workforce, sustainable innovation, diversity, autonomy, efficiency |
| Strategic Solutions for The Implementation of Innovation Projects | (Hilorme & Honchar, 2019) | Investment Project, Energy-Saving Technologies, Analytic Hierarchy Process, Customer Value, Alternative Energy Sources. |

| Título | Cita | Palabras Claves |
|---|-----------------------------------|--|
| Universities as Innovation Drivers | (National Research Council, 2013) | University, Industrialization, Innovation, Innovation Drivers, Technology, Technology Induction, Technological Innovation |

Nota. La tabla muestra los diferentes estudios y artículos que fueron seleccionados para formar parte del grupo de control.

Tras un análisis de los estudios del grupo de control (EGC), se seleccionaron las palabras más relevantes respecto al objetivo de la búsqueda, en este caso fueron: University, Higher education, University-industry, Intrustrialization, Creativity, Innovation, Projects, Technology.

Construcción de la Cadena de Búsqueda

Una vez identificados los términos que se seleccionaron del grupo de control (CG) se procede a crear la mejor cadena de búsqueda posible para la base digital escogida, en este caso es IEEE Explore. La cadena de búsqueda (CB) inicial es la siguiente:

- **CB1:** (“UNIVERSITY” OR “UNIVERSITIES” OR “HIGHER EDUCATION”) AND (“INNOVATION” OR “INNOVATION PROJECTS”)

El resultado de la primera cadena de búsqueda creada (CB1) mostró como resultado un total de 66249 estudios candidatos, representa una muestra muy grande, por lo cual se procedió a delimitar más la cadena de búsqueda.

- **CB2:** (“UNIVERSITY” OR “UNIVERSITIES” OR “HIGHER EDUCATION”)

AND (“INNOVATION” OR “INNOVATION PROJECTS” OR
“TECHNOLOGICAL INNOVATION”) AND (“INDUSTRIALIZATION” OR
“INDUSTRY”) AND “UNIVERSITY-INDUSTRY” AND (“SOLUTIONS” OR
“STRATEGIES”) AND (“PROJECT” OR “PROJECTS” OR “PROJECT
MANAGEMENT”)

La segunda cadena de búsqueda creada entrega un resultado de 14 estudios candidatos, siendo un número manejable que podrá ser analizado por los investigadores participantes en el desarrollo del proyecto.

Selección de los Estudios Primarios

Posteriormente a la obtención de la cadena de búsqueda final, se procede a ingresar la misma en la base digital seleccionada, en este caso IEEE Xplore, lo cual mostró un total de 14 artículos científicos, los cuales fueron analizados y se les aplicaron los siguientes filtros:

1. ***Vigencia de los Artículos:*** Estudios realizados a partir del año 2010, esto debido a que el avance tecnológico es constante y es necesario contar con estudios que tengan un margen de tiempo de no más de 10 años.
2. ***Tipo de estudio:*** se centró únicamente en los estudios que tengan una relevancia importante, tales como artículos de tipo conference paper, journal paper y technical report

Una vez aplicados los filtros que se mencionaron anteriormente, el criterio de los investigadores y el enfoque de la investigación, se eligieron 6 estudios primarios, los cuales constituyen la base para realizar el estudio del estado del arte, los cuales se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Estudios Primarios

| Código | Título | Cita |
|---------------|--|---|
| EP1 | A Quantitative Study to Assess a Program and Project Management Approach for Collaborative University-Industry R&D Funded Contracts | (Fernandes, Machado, Pinto, Araujo, & Pontes, 2016) |
| EP2 | IT Project Management Tool Requirements to Support Collaborative University-Industry R&D | (Silva, Fernandes, Lima, & Machado, 2018) |
| EP3 | A Conceptual Social Media Tool for Supporting Collaborative University-Industry R&D Programs | (Fernandes, y otros, 2018) |
| EP4 | Fostering the innovative university student-centred learning by application of ICT tools together with stakeholders: a project methodology overview | (Kunev, Fleaca, Antonova, & Dráb, 2020) |
| EP5 | Strategic Solutions for The Implementation of Innovation Projects | (Hilorme & Honchar, 2019) |

| Código | Título | Cita |
|--------|---|---------------------|
| EP6 | Universities as Innovation Drivers for Major Disruptive Technological Transformations and Economic Development | (Valavanidis, 2020) |

Nota. Esta tabla muestra los estudios primarios seleccionados.

Elaboración de Estado de Arte

- **EP1 (Fernandes, Machado, Pinto, Araujo, & Pontes, 2016): A Quantitative Study to Assess a Program and Project Management Approach for Collaborative University-Industry R&D Funded Contracts**

Este artículo está enfocado al desarrollo de un nuevo método de gestión de proyectos y programas (PPM) especialmente para respaldar los contratos de investigación y desarrollo financiados por universidades e industrias. El nuevo método PPM añade dos capas: una que apoya la gestión del proyecto a nivel estratégico y otra para gestionar los programas que cuentan con una relación con la estrategia del proyecto. Se establecen un conjunto de fases de gestión para las dos capas que contiene varias actividades claves para los proyectos y programas. Este estudio presenta los resultados del método PPM en un caso que ya fue aplicado en el cual los involucrados percibieron que todas las actividades establecidas ayudan a mejorar el desempeño de la gestión de proyectos y programas (Fernandes, Machado, Pinto, Araujo, & Pontes, 2016).

- **EP2 (Silva, Fernandes, Lima, & Machado, 2018) : IT Project Management Tool Requirements to Support Collaborative University-Industry R&D**

Según (Silva, Fernandes, Lima, & Machado, 2018), la colaboración entre la universidad y la industria en I+D son fomentadas por los gobiernos como una forma para optimizar la creación de riqueza. Existen diversas herramientas de gestión de proyectos de TI, pero esta colaboración tiene necesidades específicas para ayudar eficazmente en las actividades de gestión tanto de la universidad como de la industria. Por lo tanto, este estudio recoge los requisitos y funcionalidades de una herramienta informática que busca apoyar la gestión de la I+D+i universidad-industria a través de una estrategia de investigación de casos prácticos. El caso de estudio se basó en un programa colaborativo I+D que fue financiado por fondos públicos que cubren proyectos denominados Innovative Car HMI, estos fueron llevados a cabo por la Universidad de Minho y Bosch Car Multimedia.

- **EP3 (Fernandes, y otros, 2018): A Conceptual Social Media Tool for Supporting Collaborative University-Industry R&D Programs**

Este estudio apoya a profesionales y estudiantes que se involucren en proyectos y programas de I + D cooperativos entre universidad e industria, a través de un instrumento en redes sociales, el cual se puede emplear para incrementar la colaboración y comunicación entre los involucrados y las partes interesadas. Este instrumento en redes sociales se realizó mediante una investigación de casos de estudio. Durante el caso de estudio se aplicaron tres diferentes métodos de investigación: grupos focales, observación de los involucrados y análisis de información (Fernandes, y otros, 2018).

- **EP4 (Kunev, Fleaca, Antonova, & Dráb, 2020): Fostering the innovative university student-centred learning by application of ICT tools together with stakeholders: a project methodology overview**

El artículo muestra una descripción y los resultados obtenidos al aplicar una metodología por medio de herramientas de TIC y la cooperación universidad-industria, que impulsan un aprendizaje centrado en el estudiante (SCL). Dentro del estudio se realizó un análisis empírico de cuatro países europeos (Polonia, Rumania, Eslovaquia, Bulgaria) para identificar su visión de los problemas del sector empresarial, desafíos, oportunidades para el desarrollo futuro, y evaluar los logros relevantes. Todo ese estudio es necesario para poder adaptar y mejorar los procesos de aprendizaje en los campos de la Educación Empresarial, Ingeniería y Emprendimiento (Kunev, Fleaca, Antonova, & Dráb, 2020).

- **EP5 (Hilorme & Honchar, 2019): Strategic Solutions for The Implementation of Innovation Projects**

El estudio habla de un procedimiento necesario para la aprobación y revisión de proyectos de inversión en base a la conservación de energía. Este procedimiento ayuda a determinar los criterios para la aprobación, revisión, análisis y establecer los plazos para aceptar un proyecto. Además, apoya la toma de decisiones gerenciales en un proyecto de ahorro de energía en base a 3 criterios de éxito: capacidad técnica, valor para el cliente y nivel de riesgo. El estudio asegura que la toma de decisiones para lograr una transferencia de producción industrial a recursos energéticos renovables de manera óptima y exitosa se basa en un análisis jerárquico que permitirá resolver problemas prácticos en cuanto a planificación (Hilorme & Honchar, 2019).

- **EP6 (Valavanidis, 2020): Universities as Innovation Drivers for Major Disruptive Technological Transformations and Economic Development**

Este artículo muestra a la educación superior en el siglo XXI, la cual sufre de una crisis por la falta de innovación, esto se debe a los grandes cambios que el mundo atraviesa como la globalización y el avance de la tecnología, lo cual genera dificultades al momento de difundir los nuevos conocimientos de manera que englobe el talento humano y nuevas economías. En este momento la educación superior requiere nuevos métodos de aprendizaje para que revolucione la posición con la cuenta se encuentra dentro de la economía global. En este estudio se muestran los cambios que han realizado varias universidades famosas del mundo en países avanzados, con el objetivo de generar nuevos proyectos de investigación, programas de innovación y promover nuevas tecnologías (Valavanidis, 2020).

Características del Estado del Arte

Respondiendo a las preguntas de investigación RQ3 y RQ4 correspondientes al objetivo específico 2, tenemos que existe una cantidad limitada de estudios relevantes con respecto a la innovación en las universidades y como fortalecer la misma. La mayoría proponen soluciones y metodologías orientadas a mejorar el enfoque de gestión de programas y proyectos, fortalecer la colaboración entre la universidad y la industria para respaldar la I+D+i, además de realizar un estudio de la industria para generar un nuevo enfoque en cuanto al aprendizaje y metodología de proyectos en las universidades.

Como se puede evidenciar la mayoría de estos estudios parten de una base de conocimiento sólida en cuanto a la información del estado y alcance de sus proyectos,

además de un análisis del sector industrial de cada país. En contraste con la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, vemos que esta base o fuente de conocimiento inicial se encuentra ausente, por lo cual dificultaría el aplicar un nuevo enfoque a los proyectos y a la gestión de los mismos.

Se considera que un buen primer acercamiento a fortalecer la innovación sería el contar con una fuente de información que indique el estado de los proyectos y determine indicadores de desempeño, por medio del cual los directivos podrán realizar su respectivo análisis y tomar nuevas decisiones que fortalezcan la innovación, ya sea en el enfoque de la gestión o alcance de los proyectos.

Metodología

La metodología que se aplicó para el desarrollo del presente proyecto es Design Science, que posee diferentes fases dentro de las cuales se empleó varias metodologías que apoyan y facilitan la investigación.

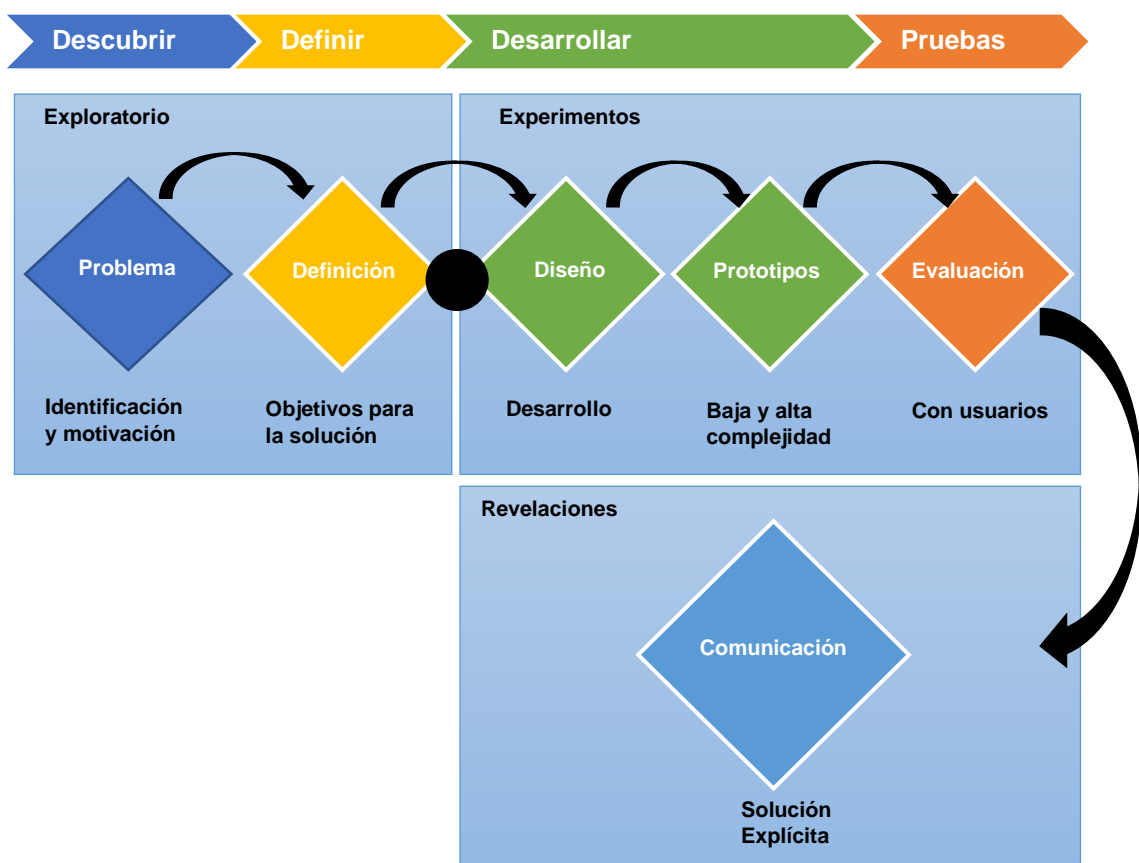
Metodología Design Science

Metodología que se centra en el diseño e investigación de artefactos nuevos e innovadores para la resolución de problemas, y que buscan extender los límites de las capacidades humanas y organizacionales. En esencia esta metodología busca solucionar problemas del mundo real por medio de innovaciones que definan las ideas, prácticas, capacidades técnicas y productos a través de los cuales el análisis, diseño, implementación, manejo y uso de los sistemas de información puedan ser alcanzados (García Flores & Jiménez Patiño, 2017).

La metodología Design Science propone todo un proceso de diseño e investigación compuesto por varias fases que se pueden observar en la Figura 2 que se muestra a continuación.

Figura 2

Metodología Design Science propuesta por Hevner



Nota. Proceso y fases de la metodología Design Science.

Fase N°1 – Identificación del Problema: La primera fase se relaciona con el objetivo específico 1, que consistió en realizar un estudio de la situación actual de los proyectos de investigación por medio de mecanismos de recopilación de datos e información.

- **Metodología de Entrevista No Estructurada:** se buscó hacer una entrevista que sea flexible y abierta, a manera de conversación, de modo que los entrevistados se sintieron libres de comentar acerca de la situación actual en cuanto a los proyectos de investigación.
- **Investigación exploratoria de método inductivo:** La investigación que se desarrolló fue exploratoria, pues fue la primera vez que se realizó este tipo de estudio dentro de la Universidad de las Fuerzas Armadas, por medio del cual se evidenció si es posible y factible desarrollar investigaciones futuras con mayor profundidad. Adicional, fue de método inductivo pues se partió de algo particular para llegar a lo general, en este caso se analizaron los datos específicos de cada proyecto de investigación dentro de la universidad, para así llegar a generalizaciones en cuanto a la toma de decisiones para la creación de innovación (Tipos de investigación, 2021).

Fase N°2 – Definición: Fase relacionada con el objetivo específico 2, para la definición del problema y los requerimientos, se empleó una revisión preliminar de literatura que permitió identificar artículos que se enfoquen en la problemática y que plateaban diferentes soluciones para contrarrestarla.

Fase N°3 – Desarrollo (Diseño y Prototipo): En esta fase se procedió a desarrollar el modelo, lo cual corresponde a los objetivos específicos 3 y 4 del proyecto. Para iniciar fue necesario aplicar un proceso ETL a la base de datos elaborada y posteriormente se desarrolló e implementó el modelo de Inteligencia de Negocios. Se aplicó la siguiente metodología:

- **Metodología de Ralph Kimball:** también conocida como ciclo de vida dimensional del negocio, esta metodología emplea un enfoque “Bottom-

up” o ascendente, en donde los almacenes de datos o Data Marts relacionados con un área específica del negocio se desarrollan en el menor tiempo posible, esto sin la necesidad de contar previamente con toda una infraestructura general (Flórez Salgado & Del Mar Tejada Cardona, 2015).

- La metodología Kimball se basa en 3 principios:
 - Generar valor para la organización y enfoque principal hacia las necesidades del negocio
 - Estructura de los datos de manera dimensional
 - Desarrollo iterativo por medio de incrementos graduales para desarrollar un Data Warehouse, en lugar de emplear una perspectiva global orientada a la integración de datos de toda la organización.

Fase N°4 – Evaluación (Pruebas): La última fase corresponde a la evaluación de modelo desarrollado, para ello se realizó la inyección de nueva información al modelo para verificar y evidenciar los resultados obtenidos.

Marco Teórico

Dentro de la hipótesis planteada en el capítulo uno (Introducción), se definen las variables, tanto la independiente como la dependiente, que se especifican a continuación:

Señalamiento de variables

- **Variables Independientes:** Modelo de Inteligencia de Negocios, Indicadores de desempeño en proyectos.
- **Variables Dependientes:** Toma de decisiones, transferencia tecnológica.

Se construyó una red de categorías para cada una de las variables identificadas, con el objetivo de establecer los temas que conforman el marco teórico. La red de categorías se detalla a continuación en la Figura 3.

Figura 3

Red de categorías



Nota. La figura muestra la red de categorías que conforma el marco teórico

Fundamentación de la Variable Independiente N°1: Modelo de Inteligencia de Negocios

Base de datos

Para los procesos de toma de decisiones de cualquier organización se requiere contar con información real y confiable. Esta información se encuentra almacenada en una base de datos, la cual conforma un sistema de proceso de datos que tiene como finalidad preservar la información y mantenerla a disposición en cualquier momento. Las bases de datos facilitan la integración de varios ficheros de datos centralizando los datos y controlando la redundancia que exista. Los datos pueden ser compartidos y accedidos por distintos usuarios, los cuales perciben de distinta manera la información, debido al diferente acceso e interés que tengan (LAUDON & LAUDON, 2012).

Las bases de datos son un medio de almacenamiento que alimentan a múltiples aplicaciones de forma eficiente, por lo cual la información debe estar disponible en todo momento, ya que se obtendrá datos útiles por medio de las distintas operaciones de consulta, que serán de interés potencial para las personas responsables de la toma de decisiones (LAUDON & LAUDON, 2012).

Algunas de las características que se debe tener en cuenta para las bases de datos que sirven de apoyo para la toma de decisiones son:

- Está diseñada según las necesidades de cada organización
- La base de datos tiende a ser sólo de lectura
- Las claves comúnmente contienen un componente temporal
- La base de datos tiende a ser grande y a estar muy indexada (Pérez, 2006).

Data Warehouse

El Data Warehouse es un almacén de datos destinado a un tema en específico, que facilite información integrada, limpia y consistente para el análisis

y la toma de decisiones en cualquier organización, debido a que frecuentemente provienen de distintas fuentes. Los data warehouses se originaron por la necesidad de proporcionar una fuente única de datos como apoyo a la toma de decisiones, sin alterar a los demás sistemas o bases de datos. Un data warehouse se caracteriza por ser:

- Integrado: Los datos deben integrarse en una estructura sólida
- Temático: Los datos deben estar separados y organizados adecuadamente por temas en cada una de las tablas
- Histórico: Es importante contar con varios datos a través del tiempo, para un análisis de tendencia
- No volátil: La información debe ser permanente y no debe ser modificada (Boza, Ortiz, & Vicéns, 2004).

Esquema relacional de un Data Warehouse

Este esquema relacional recopila los datos en tablas relacionales, también llamadas tablas de hechos y de dimensiones. Las tablas de hechos contienen los datos de los hechos que se van a estudiar, es decir el objeto del análisis. En las tablas de dimensiones se encuentran los metadatos, atributos sobre los hechos.

Esquema en estrella

Es un esquema de una base de datos relacional y está compuesta por una sola tabla de hechos central relacionada con otras tablas de dimensiones. En la tabla de hechos se encuentra las claves primarias de las dimensiones y en las tablas

dimensionales se tiene todas las características y detalles de las dimensiones que intervienen en los hechos (IBM, 2021).

Esquema en copo de nieve

Este modelo es una variación del esquema en estrella que consta igualmente de una tabla de hechos, la cual está relacionada con varias tablas de dimensiones, que a su vez pueden estar conectadas a otras tablas de dimensiones, por medio de una relación de muchos a uno (IBM, 2021).

Proceso ETL

El proceso de extracción, transformación y carga – ETL (Extraction, Transformation and Load) es una de las actividades más importantes en el desarrollo de soluciones de inteligencia de negocios, debido a que permite a las organizaciones la manipulación de los datos; es decir, extraerlos desde cualquier origen o desde múltiples fuentes, transformarlos a información depurada y cargarlos en una base destino, lo cual permite obtener análisis eficientes e información de calidad para la mejora en la toma de decisiones (Martínez Trujillo, 2018).

Este proceso se desarrolla en varias fases, las cuales son definidas de la siguiente manera:

- **Extracción:** En esta fase, se identifica las fuentes de datos y se procede con la extracción al convertir los datos a un formato general y consolidado.
- **Transformación:** Se realiza la transformación de los datos según las reglas de negocio, en esta fase se realizan varias actividades como

limpieza, cálculo de valores, conversión, entre otros.

- **Carga:** En esta fase se realiza la carga de información depurada y consistente en la base de datos destino, con el objetivo de analizarla y sea de utilidad para la toma de decisiones (Martínez Trujillo, 2018).

Modelo de Inteligencia de Negocios

Antiguamente las empresas tomaban las decisiones por intuición, ya que no contaban con equipos o herramientas tecnológicas que procesaran la información, con el tiempo fueron evolucionando hasta llegar al mencionado “modelo de inteligencia de negocios”, el cual combina análisis de negocio, minería de datos y visualización con el objetivo de ayudar a las organizaciones a tomar decisiones de una manera precisa, eliminando las ineficiencias para alcanzar el éxito y la sostenibilidad en el mercado.

La inteligencia de negocios recopila los datos, los transforma en información, y la información en conocimiento que nos permite tomar decisiones de manera oportuna para alcanzar los objetivos de la organización. Muestra datos históricos y actuales, lo cual facilita al analista proveer puntos de referencia de rendimiento, tendencias del mercado para que la organización se vuelva más competitiva y sostenible en el mercado (Vanegas Alba).

La arquitectura de un modelo de inteligencia de negocios consiste en la extracción de datos de varias fuentes (informes, bases de datos, archivos), un proceso ETL, la visualización de la información en un repositorio y finalmente el

análisis para la toma de decisiones con el objetivo de cumplir las metas corporativas planteadas (Vanegas Alba).

Fundamentación de la Variable Independiente N°2: Indicadores de Desempeño (KPI) en proyectos

Planificación Estratégica

La planificación estratégica es una práctica empresarial que tiene una visión más a futuro, lo cual nos permite visualizar nuevas oportunidades y amenazas, centrar la misión de la organización y encaminar las líneas de acción hasta los niveles más operativos. El desarrollo de un plan estratégico genera beneficios ligados a la capacidad de efectuar una gestión más eficiente, eficiencia productiva, y de esta manera generar una mejor calidad de vida para los integrantes de la organización (Pimentel, 1999).

Una buena planificación estratégica requiere conocer más a fondo sobre la organización, optimizar la comunicación entre los diferentes programas y perfeccionar las habilidades de administración con el objetivo de resolver la mayoría de los problemas críticos, generando un cambio significativo para las organizaciones, y haciendo que tomen el control sobre sí mismas (Pimentel, 1999).

Control de Gestión

El control de gestión es la función mediante la cual los administradores influyen en los miembros de la organización, para asegurarse que los recursos están encaminados de manera eficaz y eficiente para el beneficio de la organización y el cumplimiento de sus objetivos. El control de gestión no se encarga de verificar que las decisiones y las tareas hayan sido correctas, en

realidad se encarga de controlar el comportamiento del personal, lo cual va unido a un proceso de planificación y supervisión, para de esta manera tomar decisiones oportunas para el bien de la organización.

Para que la función de control tenga éxito, se debe tener en cuenta todo el entorno de la organización, tomando en cuenta los problemas estratégicos y operacionales, lo cual conlleva al control administrativo y al control operacional. El control administrativo, es el proceso de evolución de la organización, donde los directivos afirman que los recursos obtenidos son empleados de manera eficaz para el cumplimiento de las metas corporativas. El control operacional es donde se asegura que las labores específicas sean llevadas a cabo de manera eficiente (Salgado Castillo & Calderón Pinzón, 2014).

Indicadores de Desempeño en proyectos

Actualmente para hablar de gestión y desarrollo de proyectos, el análisis y uso de indicadores de desempeño (KPI) es fundamental, representan un factor clave que nos indican si los objetivos y metas planteadas por los proyectos han sido alcanzados.

Como tal los KPI son usados para medir el desempeño de los proyectos, tanto su aplicación como desarrollo, y a los investigadores o implicados en el desarrollo y ejecución del mismo. El objetivo principal de emplear indicadores de desempeño es apoyar y mejorar la toma de decisiones por medio de la recomendación de acciones futuras (Puentes Neira & Guevara Romero, 2015).

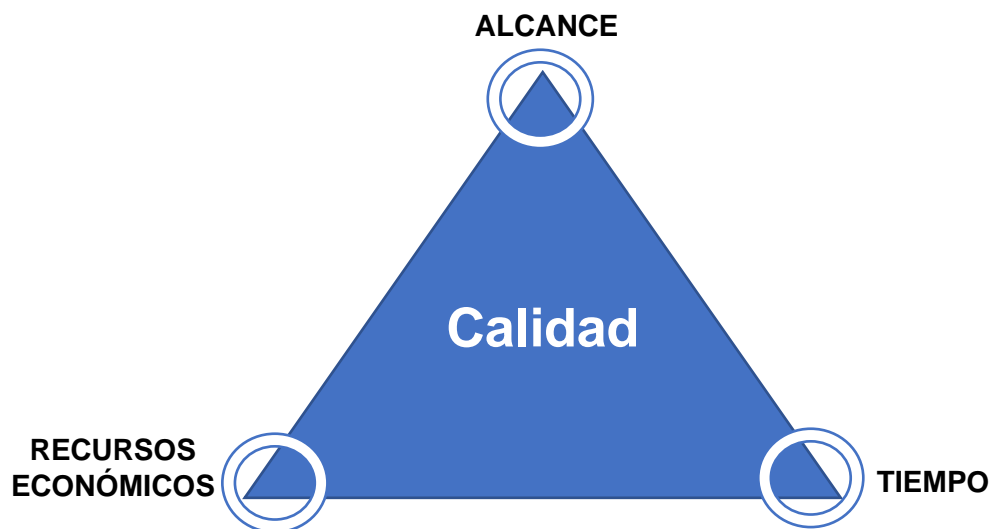
Actualmente los análisis que se realizan a los proyectos por medio de los KPI, deben prestar cada vez más atención al punto de vista académico e

industrial, buscando que los proyectos que se desarrollen logren crear un impacto en la sociedad y se empleen en el mundo real.

Teniendo en cuenta que cada proyecto es diferente, es necesario definir aspectos comunes y de mayor relevancia que necesiten ser controlados y medidos para garantizar el éxito de los proyectos. Los indicadores más importantes o demandados son aquellos relacionados con las áreas de conocimiento de la gestión de proyectos, es decir, KPI relacionados con los aspectos de: recursos económicos (costo), tiempo, alcance y calidad. Estas 4 áreas se conocen comúnmente como “El Triángulo de Hierro”, el cual se ha empleado para la medición del éxito de la gestión de proyectos por los últimos 50 años (Puentes Neira & Guevara Romero, 2015). A continuación, la Figura 4 muestra las diferentes áreas que lo conforman.

Figura 4

Triángulo de Hierro



Nota. La figura muestra las 4 áreas que forman parte del triángulo de hierro.

Si bien es cierto, actualmente otros aspectos o dimensiones de conocimiento están teniendo mayor relevancia dependiendo del área en la cual se enfoque el proyecto, por ejemplo, la seguridad, satisfacción de clientes, efectividad, eficacia, entre otras. Pero en cuanto a temas comunes o generales se puede tomar en cuenta el triángulo de hierro.

Tiempo

El tiempo de ejecución de un proyecto es un aspecto de gran importancia en la medición del éxito del mismo, pues es un factor clave para la satisfacción de los interesados o involucrados en el proyecto, además es de gran relevancia en términos de competitividad en el mercado. En la mayoría de los casos, por más organización y planificación que realicen los gerentes de proyectos, siempre surgen retrasos que pueden llegar a afectar el presupuesto total, flujo de desarrollo o, en algunos casos, el objetivo del proyecto (Puentes Neira & Guevara Romero, 2015).

Algunas métricas para el tiempo de ejecución en proyectos son:

- Variación en la programación (horas planificadas en comparación a las horas reales)
 - Tiempo de Ciclo
 - Finalización a tiempo
 - Logros perdidos
- (Savkin, 2020).

Recursos Económicos

Hablamos del costo del proyecto o presupuesto del mismo. Las métricas para el costo normalmente son fáciles de encontrar. Entre los KPIs más comunes en el área de recursos económicos son:

- Presupuesto real
- Presupuesto planificado
- Variación presupuestaria (diferencia entre presupuesto planificado y reales)

(Savkin, 2020).

Alcance

El alcance del proyecto tiene un impacto directo en el costo y tiempo de ejecución del mismo, pues se delimita los requisitos que debe cumplir para que se considere como terminado o finalizado el proyecto.

Algunas métricas o criterios para el alcance en los proyectos son:

- Áreas de conocimiento que cubren
- Alcance territorial del proyecto
- No ambigüedad de los requisitos
- Cumplimiento de los entregables del proyecto

Calidad

La percepción de la calidad cambia dependiendo de las partes interesadas que estén involucradas en el proyecto. En sí, la calidad es el resultado de una aplicación correcta de los tres puntos anteriores, involucra un proceso que se encarga de controlar la ejecución del

proyecto asegurándose que el mismo cumpla con los tiempos, recursos establecidos y el alcance planificado (Savkin, 2020).

Fundamentación de la Variable Dependiente N°1: Toma de decisiones

Información Empresarial

El término “información”, palabra muy usada en nuestra cotidianidad y que forma parte de absolutamente todo lo que nos rodea, resulta indispensable cuando buscamos ampliar nuestro conocimiento acerca de algún tema en específico, o reducir la incertidumbre para lograr tomar una decisión acertada. Varios autores definen a la palabra información de distintas maneras.

Para Idalberto Chiavenato la información no es más que un conjunto de datos que tiene un valor o significado en un contexto determinado que ayuda a incrementar el conocimiento y disminuir la incertidumbre sobre un tema en específico, lo cual permite orientar de mejor manera nuestras acciones y decisiones (Chiavenato, 2006, pág. 110).

Por otro lado, en el libro “La Revolución de la Riqueza”, los autores Alvin Toffler y Heidi Toffler remarcan la diferencia que existe entre los datos y la información como tal, para estos autores ambos son conceptos separados pero complementarios. Aseguran que los datos normalmente carecen de contexto, son como elementos discretos, pero cuando los mismos son contextualizados se convierten en información, son datos con un valor añadido (Toffler & Toffler, 2006).

Al hablar de información empresarial, nos referimos a todos los datos que forman parte del contexto o entorno de una empresa, estos datos pueden

provenir de dos diferentes fuentes de información: dentro de la empresa (fuentes internas) y fuera de la empresa (fuentes externas).

En el interior de la empresa, se obtiene toda la información proveniente de las actividades, pedidos, ventas, facturas, operativa diaria de la empresa, entre otros. Por otro lado, tenemos la información que no forma parte del entorno operacional de la empresa, es decir que proviene de fuera de la organización, como por ejemplo, datos que se obtienen del estudio de mercado, listas externas, estudios sectoriales, información que responde y apoya a la toma de decisiones (Pacheco Ortiz, 2016).

Figura 5

Fuentes de Información Empresarial



Nota. En la figura se observa las diferentes fuentes empresariales. Tomado de (Pacheco Ortiz, 2016).

Análisis de Datos

Como tal el análisis de datos se encarga de examinar y estudiar un conjunto de datos, con el objetivo de obtener conclusiones sobre la información presentada y llegar a ampliar o profundizar el conocimiento sobre alguna

temática, además de poder apoyar a la toma de decisiones. Durante el análisis de datos la información es sometida a varias operaciones, con el objetivo de obtener conclusiones precisas que ayudarán a alcanzar los objetivos planteados, dichas operaciones no pueden ser definidas previamente a la recolección de datos, porque pueden presentarse varias dificultades a futuro (QuestionPro, s.f.).

Hoy en día, muchas industrias, empresas y organizaciones emplean el análisis de datos para obtener conclusiones y decidir cuales acciones son necesarias implementar para mejorar la situación actual. Es importante mencionar que la ciencia usa el análisis de datos para comprobar o descartar hipótesis, teorías, o modelos planteados.

Daniel Burrus, un reconocido autor de New York Times, asesor empresarial y orador público de estrategia empresarial, opina que el análisis de datos ayudará a las personas a trabajar de mejor manera, más rápido y de forma más inteligente, porque se tiene información y conocimiento sobre todo lo que está ocurriendo (QuestionPro, s.f.).

Visualización de datos

La visualización o presentación de los datos al usuario final es una herramienta muy significativa e importante para exponer y tratar de descifrar lo que los datos tratan de decirnos, y así poder comunicar y compartir dicha información al resto de personas de una empresa o equipo de trabajo. Dependiendo del ámbito en el que se lo aplique y de los tipos de datos que se exponen, la visualización de datos se puede emplear para informar de tendencias, relaciones, mostrar rendimiento, consecuencias o efectos de nuevas estrategias empleadas, entre muchas otras. Esta información es valiosa, ya que

genera valor adicional para la elaboración de informes, conocer la situación actual de una empresa y comunicar resultados (Microsoft power BI, s.f.).

Si bien la visualización de datos ayuda en diversos ámbitos como se ha mencionado anteriormente, su objetivo final o principal es el mejorar y apoyar la toma de decisiones, ya que permite:

- **Obtener un panorama General:** permite identificar un contexto más amplio de la empresa u organización al visualizar las tendencias, patrones y rendimiento que muestran los datos.
- **Identificar el significado:** identificar y entender lo que los datos muestran, lo que quieren comunicar y así saber qué es necesario mejorar o cambiar.
- **Tomar decisiones fundamentadas:** al tener los datos reales, cifras específicas e información concreta de la empresa u organización, se puede estar seguro de que las decisiones que se tomen estarán respaldadas por fuentes confiables.
- **Seguir las tendencias a lo largo del tiempo:** permite realizar un seguimiento de las tendencias que van surgiendo y su progreso a lo largo del tiempo, lo que dejará en evidencia si la empresa u organización está yendo por el camino correcto (Microsoft power BI, s.f.).

Toma de decisiones

La toma de decisiones es el proceso de realizar elecciones, por medio de la recolección de información relevante que apoyará y guiará la decisión, además de ayudar a realizar un análisis de varias alternativas que se puedan abordar en torno a una temática específica. Si se emplea un proceso de toma de decisiones paso a paso, se puede llegar a definir alternativas de manera más reflexiva y

organizada, y en consecuencia poder elegir la alternativa más satisfactoria posible (UMass Dartmouth, s.f.).

Se tienen en cuenta los siguientes pasos:

1. Identificar la decisión
2. Recopilar información relevante
3. Identificar alternativas
4. Valorar/Examinar alternativas
5. Seleccionar una alternativa
6. Poner en práctica la alternativa
7. Revisar consecuencias

(UMass Dartmouth, s.f.)

Fundamentación de la Variable Dependiente N°2: Transferencia tecnológica

I + D + i

La Investigación y Desarrollo (I+D) son actividades científicas y tecnológicas de gran importancia, debido a que involucra la creación de nuevo conocimiento, lo cual es primordial para el avance general de la sociedad. Si a estas actividades se le suma la Innovación, se obtiene un sistema de investigación completo: con distintos agentes como universidades, empresas, organizaciones, que cuentan con recursos ya sea humano, financiero o material con el objetivo de lograr resultados, como artículos científicos, tesis o patentes (Fuentes & Arguimbau, 2008).

La I+D+i en la sociedad es muy importante e indispensable para el progreso y crecimiento de cualquier organización, debido a incrementa el desarrollo económico y la competitividad empresarial en un entorno internacional. Actualmente casi ninguna empresa se opone a invertir por una correcta gestión de conocimiento, ya que resulta necesario contar con un sistema de I+D+i, con el objetivo de determinar su posición ante un mundo competitivo (Fuentes & Arguimbau, 2008).

Transferencia Tecnológica

La transferencia tecnológica es la meta final de la mayoría de los proyectos de investigación e innovación que se desarrollan en distintos ámbitos, porque buscan nuevas soluciones que puedan ser aplicadas en la vida real y ayuden a mejorar el desarrollo tecnológico, económico o social. Varias instituciones u organizaciones han definido a la transferencia tecnológica de diferentes maneras.

En la publicación “International Code on the Transfer of Technology” elaborada por la United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) se define a la Transferencia de Tecnología (TT) como la transferencia de conocimiento sistemático cuyo objetivo es generar un nuevo producto, proceso o servicio (Roffe, 1985, pág. 694).

Por otro lado, la Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica en España, amplía más la definición de transferencia tecnológica, ya no la limita únicamente a las transacciones que tienen como finalidad la venta de un producto, sino también al proceso que rige la elaboración de un producto o la

prestación de un servicio. COTEC considera a la transferencia tecnológica como la transmisión del know-how y capital intelectual entre organizaciones con el objetivo de emplearlos para el desarrollo de nuevos productos y servicios que sean comercialmente viables (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014, pág. 13).

Por último, la Addiction Technology Transfer Center (ATTC) considera que la transferencia tecnológica es todo un proceso que reúne varias estrategias que tienen la finalidad de promover y acelerar de manera continua las innovaciones. Toda transferencia tecnológica está sujeta a la protección de derechos de propiedad intelectual de la Organización Mundial del Comercio (Pineda Insuasti, Duarte Trujillo, Ponce Vásquez, Guzmán Torres, & Huaca Pinchao, 2016).

Capítulo III

Modelo propuesto

El capítulo tres del trabajo de titulación presenta los siguientes temas: análisis y selección de herramientas, metodología que se empleó para la elaboración de la solución y una explicación detallada de todo el desarrollo elaborado según las fases establecidas por la metodología.

Situación Actual de Proyectos de Investigación

Para responder a la pregunta de investigación RQ1 que corresponde al objetivo OE1 se realizó un análisis de la situación actual en cuanto al manejo y almacenamiento de la información relacionada con los proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, para ello se mantuvieron varias reuniones con funcionarios de la Unidad de Gestión de la Investigación (UGI), específicamente con: Ing. Edison Cabezas - Asistente Financiero, Ing. Tannia Mejía – Analista de Proyectos y Ing. Laura Cedamano - Asistente Administrativo, quienes son los encargados de gestionar y almacenar la información de los proyectos de investigación.

Actualmente, la universidad realiza diferentes convocatorias para la elaboración de proyectos de investigación de acuerdo a diferentes temas y tipos de financiamiento, se manejan específicamente 3 tipos: interno con financiamiento directo, interno con financiamiento indirecto y externo. Para el registro de los proyectos propuestos los directores de cada proyecto deben entregar una serie de documentos que respalden su plan de investigación, uno de los principales formatos consiste en un documento Word, que consta de un total de 10 apartados diferentes, que van desde los datos generales hasta la estrategia de ejecución, seguimiento y evaluación de los proyectos.

Para la evaluación de la calidad de la educación superior, la información de los proyectos de investigación es ingresada al sistema del CACES (Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior), para lo cual la UGI posee una hoja de cálculo de Google (Google Spreadsheets) con los campos específicos que necesita subir a dicho sistema. El ingreso de los datos de cada proyecto, tanto para el sistema CACES como para la hoja de cálculo de Google, se lo realiza de forma manual. El sistema CACES a pesar de almacenar los proyectos de investigación en una base digital, no proporcionan ningún tipo de estadística o resumen en base a categorías que pueda proporcionar una visión global sobre los proyectos que ha ido ejecutando la ESPE.

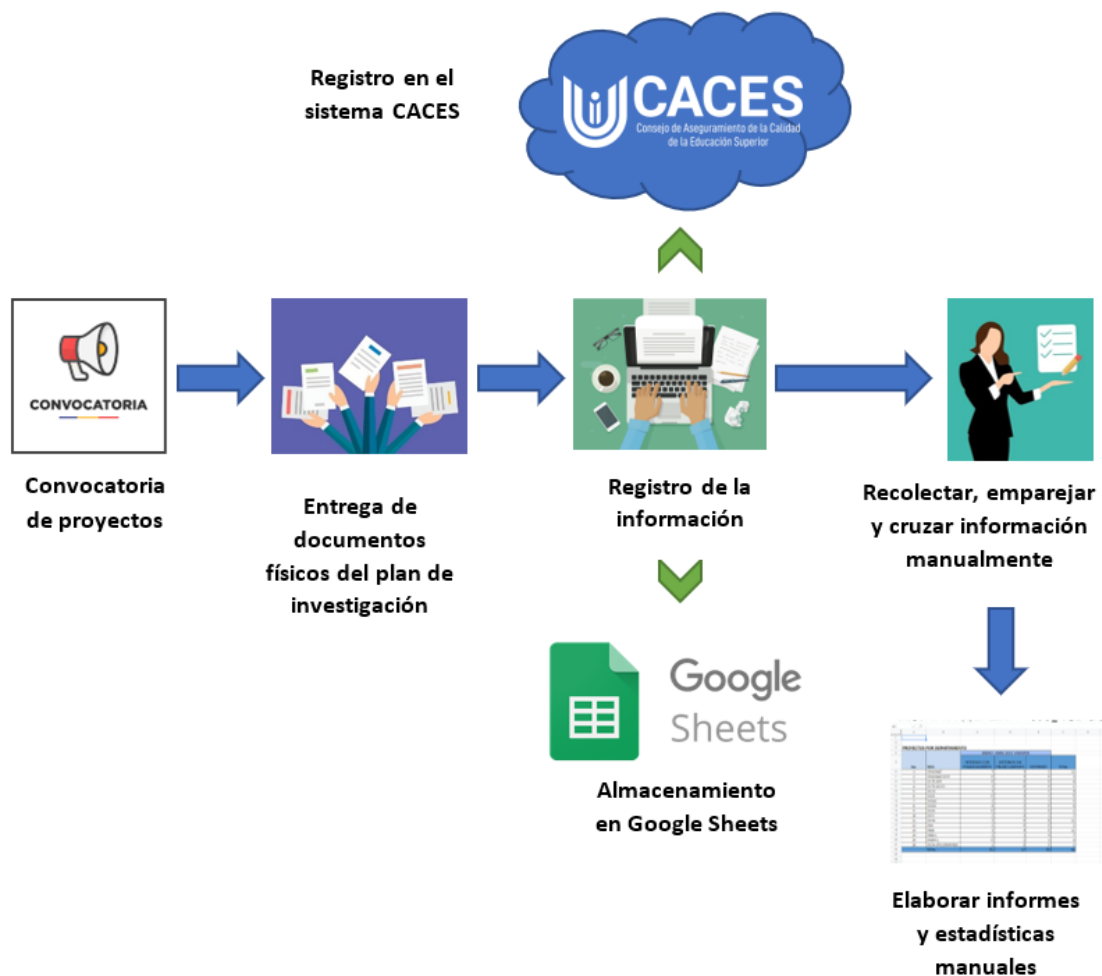
Los directivos de la Unidad de Investigación solicitan resúmenes estadísticos e informes anualmente sobre los proyectos que se han llevado a cabo, los cuales son realizados de manera manual, recolectando la información solicitada de los documentos entregados de cada proyecto y resumiéndolos en archivos Excel.

Se tiene conocimiento de que existe un software elaborado por tesisistas en conjunto con la Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicación (UTIC) denominado Sistema de Gestión de Proyectos de Investigación (GPI), pero por el momento se encuentra en la etapa de pruebas, arreglos y cambios antes de poder salir a producción.

A continuación, la Figura 6 muestra el flujo actual que sigue la Unidad de Gestión de la Investigación para el manejo y almacenamiento de la información relacionada con los proyectos de investigación.

Figura 6

Gestión de almacenamiento de proyectos de investigación



Nota. La figura muestra el flujo que sigue la Unidad de Gestión de la Investigación para almacenar y gestionar la información relacionada a los proyectos de investigación.

Análisis de herramientas

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizaron distintas herramientas, a continuación, se detalla cada una de ellas y la razón por la cual se escogieron.

Proceso ETL

Actualmente existen varias herramientas para realizar el proceso de ETL (Extracción, transformación y carga de datos), por lo cual fue necesario basarse en el Cuadrante Mágico de Gartner para poder tener una visión más amplia de cada uno de los proveedores de estas herramientas y el comportamiento del mercado en el cual se encuentran. A continuación, en la Figura 7 se muestra el Cuadrante Mágico de Gartner para “Data Integration Tools”:

Figura 7

Cuadrante Mágico de Gartner para Herramientas de Integración de Datos.



Nota. La figura muestra a las compañías o proveedores de herramientas para integración de datos. Tomado de Informatica, por (Gartner, Informatica, 2020).

Como se puede observar en la figura que antecede, las herramientas líderes para integración de datos según el Cuadrante Mágico de Gartner son: Informatica, IBM, Talend, SAP, Oracle, Denodo y SAS. Por otro lado, en el cuadrante de “Nich Players” o jugadores de nichos que se enfocan con éxito en un segmento de mercado pequeño tenemos a: Hitachi Vantara (Pentaho), Sale Software, Adepta, HVR, Actian, entre otros.

A continuación, se presenta una explicación general sobre las principales herramientas y sus características más importantes:

- **Informatica (PowerCenter):** considerado como líder según el cuadrante mágico de Gartner, ya que posee una de las soluciones más populares para la integración de datos. Informatica PowerCenter es una herramienta escalable y de alto rendimiento para realizar los procesos de integración de datos o proceso ETL, también incluye el análisis de datos, almacenamiento y migración de aplicaciones (Informatica, 2021). Entre los principales beneficios y características de esta herramienta tenemos:
 - Conectividad universal
 - Transformación de datos avanzada
 - No es una herramienta OpenSource, posee una prueba gratis de 15 días.
 - Herramientas basadas en roles y procesos ágiles
 - Reutilización y automatización
 - Escalabilidad y tiempo de inactividad cero
 - Creación rápida de prototipos y creación de perfiles(Informatica, 2021).

- **IBM (DataStage):** otro de los líderes según Gartner, IBM posee una suite de soluciones InfoSphere, en ella se encuentra la herramienta IBM DataStage para la integración de datos, es escalable para desarrollar, diseñar y ejecutar “Jobs” que mueven y transforman datos en las instalaciones y en la nube. Posee una arquitectura basada en contenedores Red Hat OpenShift, IBM DataStage para IBM Cloud Pak for Data combina esta herramienta para integración de datos con DataOps, análisis y gobernanza en una sola plataforma (IBM, s.f.). Entre las principales características de IBM DataStage tenemos:
 - Despliegue Multi-Cloud
 - Plataforma OpenSource
 - Automatización impulsada por IA(IBM, s.f.).

- **Hitachi Vantara (Pentaho Data Integration):** si bien esta empresa no se encuentra posicionada en el cuadrante de líderes, es muy reconocida por su suite de programas libres para desarrollar inteligencia de negocios, este conjunto de herramientas que ofrece se llama Pentaho BI Suite, dentro del cual se encuentra Pentaho Data Integration para la elaboración de los procesos ETL. La herramienta posee una interfaz gráfica intuitiva que consiste en arrastrar y soltar los componentes simplificando el desarrollo de procesamientos de datos, tiene una rápida curva de aprendizaje y un enfoque basado en metadatos (Team, 2018). Entre las principales características de Pentaho Data Integration tenemos:
 - Visualización paso a paso de los datos en el procesamiento

- Interfaz de arrastrar y soltar
- Diseño liviano
- Escalabilidad, contenedorización y seguridad.
- Conectividad a cualquier fuente de datos
- Procesamiento de BigData
- Soporte de carga masiva

(Hitachi Vantara Corporation, 2021).

La Tabla 4 muestra una matriz comparativa de las herramientas ETL en base a parámetros y métricas determinadas por la Unidad de Tecnología de la Información y Comunicación (UTIC) de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

Tabla 4

Comparación herramientas ETL

| Métricas/Herramientas | Informatica (PowerCenter) | IBM (DataStage) | Hitachi Vantara (Pentaho Data Integration) |
|---|---|------------------------------------|---|
| Categoría | ETL Enterprise | ETL Enterprise y Cloud | ETL Open source y Enterprise |
| Conectividad a fuente de datos | Cualquier fuente de datos | Cualquier conexión ODBC, DB2 | Cualquier fuente de datos |
| Interfaz | GUI fácil de utilizar, entrenamiento adicional para | GUI fácil de utilizar | GUI fácil de utilizar e intuitiva |

| Métricas/Herramientas | Informatica (PowerCenter) | IBM (DataStage) | Hitachi Vantara (Pentaho Data Integration) |
|---|--|--|--|
| | aprovecharla en su totalidad | | |
| Plataforma | Servidor Windows, HP-UX, IBM-UX, RedHat, Solaris | Servidor Windows, HP-UX, IBM-UX, RedHat, Solaris | Cualquiera compatible con Java |
| Soporte | Soporte mundial vía web y consultoría | Soporte mundial contratado en paquete | Comunidad activa de usuarios y documentación |
| RAM | 1GB | 1GB | 512 MB |
| CPU | 4+ Cores 2GHz | 2 Cores x 2GHz | 1 GHz |
| Herramienta utilizada por la ESPE (UTIC) | No | NO | La ESPE posee Pentaho Server CE, desde donde se pueden ejecutar archivos kettle. |

Nota. La tabla muestra una matriz de comparación y revisión de métricas entre las herramientas ETL.

De todas las herramientas evaluadas la que mejor cumple con parámetros y métricas es Hitachi Vantara con la herramienta Pentaho Data Integration, ya que además de ser open source presenta una conectividad a casi

cualquier fuente de datos, tiene una interfaz de usuario fácil de utilizar e intuitiva, puede ser utilizada en cualquier plataforma que sea compatible con java, no requiere de recursos de hardware muy altos para poder ser implementada, y lo más importante es que la herramienta nos permite almacenar los archivos kettle en Pentaho Server, servidor que posee la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, desde el cual se puede programar su ejecución automática cada cierto periodo de tiempo.

Herramienta para la administración de Data Warehouse

Es importante la selección de la plataforma de Data Warehouse debido a que en este almacenamiento de datos se concentra la información esencial para la toma de decisiones con el objetivo de mejorar la gestión de los proyectos de investigación, esto se logra a través de una base de datos eficiente. A continuación, se detallan algunas de las plataformas y sus características:

- **SQL Server:** Microsoft SQL Server es uno de los sistemas gestores de base de datos más conocido debido a su rápido rendimiento, fiabilidad y análisis predictivo. Su lenguaje principal de consulta de datos es Transact-SQL, el cual es utilizado por Microsoft y Sybase debido a las normas ANSI / ISO SQL. Este motor de base de datos es reconocido por su excelente plataforma para procesos transaccionales en línea (OLTP). (Rodas Orellana & Calle Cevallos, 2008)
- **Oracle:** Oracle WareHouse Builder 12c está diseñada para trabajar con base de datos Oracle y cuenta con la funcionalidad de elaborar esquemas y administrar un Data Warehouse, tanto de procesamientos analíticos relacionales y multidimensionales OnLine. Entre las principales características tenemos:

- Soporta de base de datos con una gran cantidad de datos.
 - Cuenta con similar interacción en todas las plataformas como Windows, Macintosh, Unix.
 - Cuenta con soporte SQL nativo para consultas Top-N
 - Admite la coincidencia de patrones lo cual es de gran utilidad en varias aplicaciones comerciales. (Oracle, 2021)
- **IBM Db2:** es una plataforma de gestión de datos, el cual se centra en el proceso ETL, proceso analítico online (OLAP), control de calidad de datos y creación de informes en línea impulsados. Gran parte de los productos Db2 se encuentra disponible en IBM Cloud Pak para datos, lo cual hace que todos sus datos permanezcan disponibles en entornos multinube o híbridos (IBM, 2021).

La Tabla 5 muestra una matriz comparativa de las herramientas para la administración de Data Warehouse en base a parámetros y métricas determinadas por la Unidad de Tecnología de la Información y Comunicación (UTIC) de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Tabla 5

Comparación herramientas para la administración de Data Warehouse

| Métricas/Herramientas | Microsoft SQL Server | Oracle | IBM Db2 |
|--|-----------------------------|---------------|----------------|
| Nivel de Seguridad y gobernanza | Medio | Alto | Medio |
| Nivel de Oferta de | Alto | Alto | Medio |

| Métricas/Herramientas | Microsoft SQL Server | Oracle | IBM Db2 |
|---|-----------------------------|--|----------------|
| Servicios Gestionados | | | |
| Nivel de Capacidades e integraciones de BI | Medio | Alto | Medio |
| Nivel de Optimizaciones para concurrencia | Medio | Medio | Alto |
| Herramienta utilizada por la ESPE (UTIC) | No | La ESPE utiliza este administrador de base de datos. | No |

Nota. La tabla muestra una matriz comparativa de las herramientas de administración de Data Warehouse

Al realizar la comparación de las principales herramientas para la administración de Data Warehouse, podemos concluir que Oracle cumple con la mayoría de las métricas establecidas, debido a que tiene un alto nivel de seguridad y gobernanza, un buen nivel de oferta de servicios gestionados y un excelente nivel de capacidades e integraciones de BI, en comparación a las otras herramientas. Además, la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE cuenta con la licencia y permisos necesarios para la utilización de esta herramienta, debido a que toda su información se encuentra almacenada en Oracle 12c, por lo cual esta herramienta es la adecuada para el desarrollo del presente proyecto.

Herramienta para Visualización de Datos

Para la elección y análisis de las herramientas de BI o herramientas para la visualización de datos, se recurrió nuevamente al Cuadrante Mágico de Gartner, como se muestra en la figura 8.

Figura 8

Cuadrante de Gartner para Plataformas de Análisis e Inteligencia de Negocios



Nota. La figura muestra a las compañías o proveedores de herramientas para BI. Tomado de Qlik, por (Gartner, Qlik, 2021).

Como herramientas líderes en el mercado tenemos a: Microsoft (Power BI), Tableau, y Qlik (QlikSense). A continuación, se presenta una descripción general de cada una de las herramientas líderes y sus características principales:

- **Power BI:** Es la plataforma de análisis de datos desarrollada por Microsoft, la cual ofrece la preparación de datos, paneles interactivos y la creación de reportes personalizados. Power BI interactúa de mejor manera con los demás productos Microsoft como Azure y Microsoft extrayendo el mayor valor de los datos y la tecnología. (Microsoft, 2021) Power BI tiene un precio reducido en comparación a sus competidores, pero esto no afecta de manera alguna su funcionalidad, el servicio en la nube con el que cuenta incluye análisis aumentados en forma de experiencias infundidas con inteligencia artificial y la capacidad de detectar anomalías en los elementos visuales. (Gartner, 2021)
- **Tableau:** es una plataforma de análisis visual que permite a sus usuarios gestionar y presentar cualquier hallazgo en los datos que se almacene, sin la necesidad de contar con conocimientos previos de código. Cuenta con un modelado de datos mejorado lo cual facilita el estudio de datos en diferentes tablas con varios niveles de detalle. Tableau se diferencia de las demás plataformas ya que cuenta con analítica intuitiva gracias a su motor VizQL y los usuarios los ubican como una de las mejores herramientas en cuanto a experiencias de uso. (Gartner, 2021)
- **Qlik (QlikSense):** plataforma de analítica de datos basada en su predecesora QlikView, posee un motor asociativo de análisis, arquitectura multicloud gobernada, eficacia analítica e inteligencia

artificial para la elaboración de tableros y diferentes gráficos que permiten visualizar datos (Qlik, s.f.). Entre las principales características de la herramienta tenemos:

- Analítica sofisticada y basada en IA
- Mejor rendimiento en la nube
- Qlik Sense es para todos: ejecutivos, directivos, analistas.

Analítica moderna al alcance de todos

(Qlik, 2021).

La Tabla 6 muestra una matriz comparativa de las herramientas para la visualización de datos en base a parámetros y métricas determinadas por la Unidad de Tecnología de la Información y Comunicación (UTIC) de la Universidad de las Fuerzas Armadas

Tabla 6

Comparación herramientas para la visualización de datos

| Métricas/Herramientas | Power BI | Tableau | Qlik |
|--|-----------------|----------------|-------------|
| Pre-procesamiento de datos | Bueno | Bueno | Bueno |
| Apertura pública de datos en la web | Si | Si | No |
| Almacenamiento gratuito en la nube | Si | Si | Si |
| Tipos de Visualización | Media | Buena | Media |
| Filtros dinámicos | Si | Si | Si |

| Métricas/Herramientas | Power BI | Tableau | Qlik |
|---|-----------------|---|-------------|
| Herramienta utilizada por la ESPE (UTIC) | No | La ESPE cuenta con la licencia de Tableau Server. | No |

Nota. La tabla muestra una matriz comparativa de las herramientas de visualización de datos.

La herramienta para la visualización de datos utilizado en este proyecto es Tableau debido a que es una de las mejores plataformas en exploración visual, lo cual permite a los usuarios realizar un análisis profundo sin ninguna dificultad. Cuenta con un excelente pre-procesamiento de datos, con apertura pública de datos en la web, almacenamiento gratuito en la nube y una visualización muy variada con filtros dinámicos, lo que permite tener una visión exacta de la situación de los proyectos. Además, la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE cuenta con la implementación y licencia de Tableau Server, su propio servidor de BI, en donde se almacenan varios tableros ya elaborados sobre otros departamentos y procesos del negocio, posee además varios perfiles de usuario que pueden acceder a visualizar los tableros o a su vez desarrollar nuevos.

Metodología de Ralph Kimball

El prototipo de modelo de inteligencia de negocios para identificar indicadores de desempeño se desarrolló empleando la metodología de Kimball o también conocida como ciclo de vida dimensional del negocio. Se decidió aplicar esta metodología ya que emplea un enfoque “Bottom-up” o ascendente, en donde los almacenes de datos o Data Marts relacionados con un área específica del negocio se desarrollan en el menor tiempo posible, esto sin la necesidad de contar previamente con toda una infraestructura general que abarque a la empresa u organización por completo. Sin embargo, esto no quiere decir que una integración global no vaya a ser construida e implementada, sino que la misma va a desarrollarse de manera incremental e iterativa, a partir de la consolidación de los Data Marts (Flórez Salgado & Del Mar Tejada Cardona, 2015).

La metodología Kimball se basa en 3 principios:

- Generar valor para la organización y enfoque principal hacia las necesidades del negocio
- Estructura de los datos de manera dimensional
- Desarrollo iterativo por medio de incrementos graduales para desarrollar un Data Warehouse, en lugar de emplear una perspectiva global orientada a la integración de datos de toda la organización.

(Flórez Salgado & Del Mar Tejada Cardona, 2015).

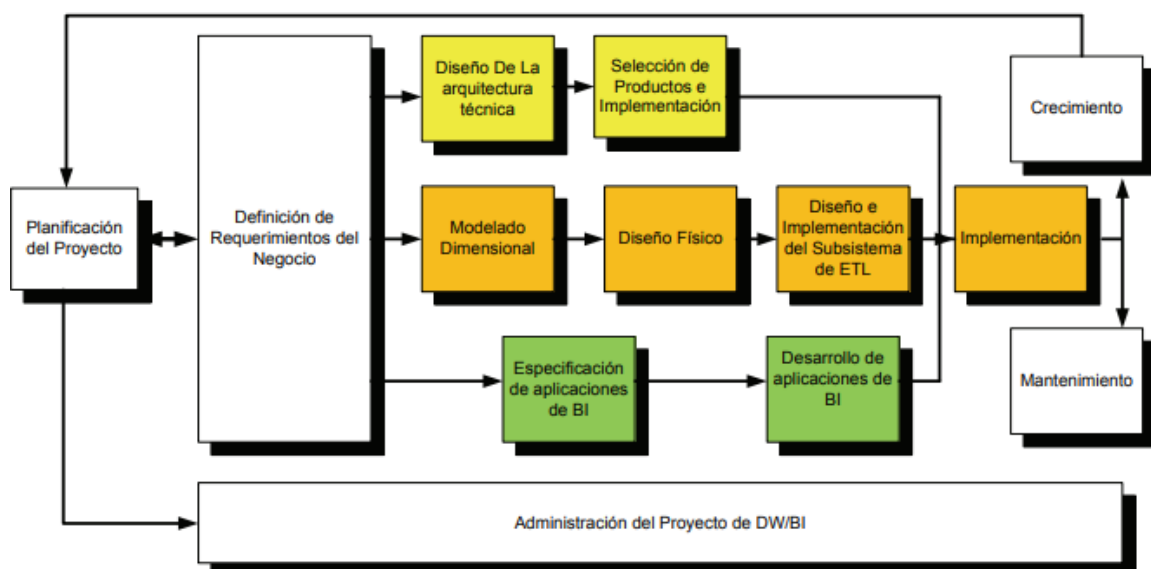
El presente proyecto se centró únicamente en la Unidad de Gestión de la Investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, específicamente en el registro de los proyectos de investigación, por ello la metodología Kimball representa la mejor opción, ya que es un desarrollo nuevo dentro de la universidad que se centra en un área específica, por lo tanto no es indispensable contar con una infraestructura general

de todo el negocio, sino que se puede empezar por el desarrollo de un almacén de datos específico, limitado a un área o proceso, dejando las puertas abiertas para futuras integraciones y crecimiento de la infraestructura.

A continuación, la Figura 9 muestra el proceso y actividades que se emplean en el ciclo de vida propuesto por Kimball.

Figura 9

Ciclo de vida de Kimball.



Nota. La figura muestra las diferentes etapas y actividades que conforman el proceso de ciclo de vida de Kimball (Kimball, Reeves, Ross, & Thornthwaite, 2008).

Planificación del Proyecto

La planificación del proyecto constituye la primera fase de la metodología Kimball, en ella se define el alcance del proyecto, justificación y objetivos, se identifican las tareas que se realizarán y se elabora un cronograma en base a la secuencia de actividades y el tiempo establecido para cada una de ellas.

Definición del proyecto

El desarrollo de un prototipo de modelo de inteligencia de negocios que identifique indicadores de desempeño, surge de la necesidad de tener una fuente de información resumida, centralizada y actualizada que permita la toma de decisiones enfocadas en fortalecer la transferencia tecnológica por parte de la Unidad de Gestión de la Investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, logrando así tener una visión global del estado de los proyectos de investigación ejecutados.

Justificación y objetivos

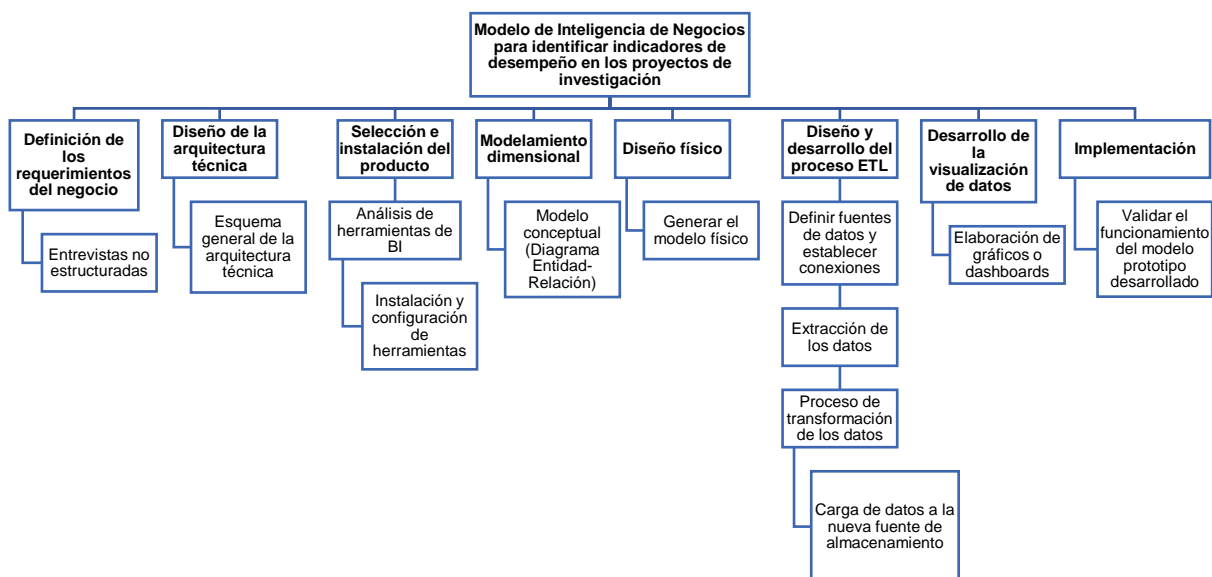
El presente proyecto tiene como objetivo determinar indicadores de desempeño en los proyectos de investigación propuestos en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por medio de un modelo de Inteligencia de Negocios que muestre de manera resumida los aspectos importantes y relevantes que ayudan a conocer el estado actual de los proyectos, y permitir así la toma de decisiones enfocadas en fortalecer la transferencia tecnológica, además de tener un almacenamiento centralizado digital de la información de los proyectos.

Alcance

Esta investigación comprende el desarrollo e implementación de un prototipo de modelo de inteligencia de negocios para la Unidad de Gestión de la Investigación, el alcance se detalla en la Figura 10 que muestra un desglose de las tareas.

Figura 10

Esquema de desglose de tareas



Nota. El esquema muestra un desglose de tareas que se realizaron en el presente proyecto.

Identificación de Tareas

Para el desarrollo del presente proyecto de tesis se estableció una lista de tareas, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7 7*Identificación de tareas*

| Tarea | Descripción |
|---|---|
| Realizar entrevistas no estructuradas | Llevar a cabo una entrevista que sea flexible y abierta, a manera de conversación, de modo que los entrevistados puedan sentirse libres de comentar acerca de la situación actual de los proyectos de investigación y se puedan definir requerimientos del negocio. |
| Esquema general de la arquitectura técnica | Definir la arquitectura técnica global que se empleará en el desarrollo del proyecto, elaborar un esquema que muestre la estructura del prototipo. |
| Análisis de herramientas de BI | Buscar y analizar la información sobre las diferentes herramientas que son más usadas para el desarrollo de BI, y seleccionar las que se emplearán para el desarrollo del proyecto. |
| Instalación y configuración de herramientas | Realizar las instalaciones y configuraciones necesarias de las herramientas seleccionadas. |
| Modelo conceptual (Diagrama Entidad-Relación) | Definir las entidades que formarán parte del proyecto, al igual que las relaciones que comparten para poder formar el modelo conceptual. |
| Generar el modelo físico | Generar el modelo físico de la base de datos que surge a partir del modelo conceptual desarrollado. |

| Tarea | Descripción |
|---|--|
| Definir fuentes de datos y establecer conexiones | Definir las fuentes de donde se extraerá la información necesaria para poblar la nueva base de datos y establecer las cadenas de conexiones. |
| Extracción de los datos | Extraer todos los datos de las fuentes seleccionadas que contienen la información de los proyectos de investigación. |
| Proceso de transformación de los datos | Desarrollar el proceso de transformación que van a seguir los datos extraídos para poder ser insertados en la base de datos. |
| Carga de datos a la nueva fuente de almacenamiento | Almacenar los datos que pasan por el proceso de transformación en la nueva base de datos. |
| Elaboración de gráficos o dashboards | Desarrollar los gráficos en la herramienta de BI seleccionada para la visualización de los datos almacenados. |
| Validar el funcionamiento del modelo prototipo desarrollado | Realizar la inyección de nueva información al prototipo desarrollado para verificar y evidenciar los resultados obtenidos. |

Nota. Esta tabla muestra las diferentes tareas planteadas para el proyecto de tesis con su respectiva descripción.

Secuencia de Tareas

Las actividades planteadas anteriormente se van a realizar de la siguiente manera, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8 8*Secuencia de Tareas*

| Modelo de Inteligencia de Negocios para identificar indicadores de desempeño en los proyectos de investigación | | | |
|---|--|---|--|
| Actividad | Predecesora | Actividad | Predecesora |
| Definición de los requerimientos del negocio | - | Realizar entrevistas no estructuradas | - |
| Diseño de la arquitectura técnica | Definición de los requerimientos del negocio | Esquema general de la arquitectura técnica | Realizar entrevistas no estructuradas |
| Selección e instalación del producto | Diseño de la arquitectura técnica | Análisis de herramientas de BI Instalación y configuración de herramientas | Esquema general de la arquitectura técnica Análisis de herramientas de BI |
| Modelamiento dimensional | Selección e instalación del producto | Modelo conceptual (Diagrama Entidad-Relación) | Instalación y configuración de herramientas |
| Diseño físico | Modelamiento dimensional | Generar el modelo físico | Modelo conceptual (Diagrama Entidad-Relación) |

**Modelo de Inteligencia de Negocios para identificar indicadores de
desempeño en los proyectos de investigación**

| | | | |
|---|---|---|--|
| | | Definir fuentes de datos y establecer conexiones | Generar el modelo físico |
| Diseño y desarrollo del proceso ETL | Diseño físico | Extracción de los datos | Definir fuentes de datos y establecer conexiones |
| | | Proceso de transformación de los datos | Extracción de los datos |
| | | Carga de datos a la nueva fuente de almacenamiento | Proceso de transformación de los datos |
| Desarrollo de la visualización de datos | Diseño y desarrollo del proceso ETL | Elaboración de gráficos o dashboards | Carga de datos a la nueva fuente de almacenamiento |
| Implementación | Desarrollo de la visualización de datos | Validar el funcionamiento del modelo prototipo desarrollado | Elaboración de gráficos o dashboards |

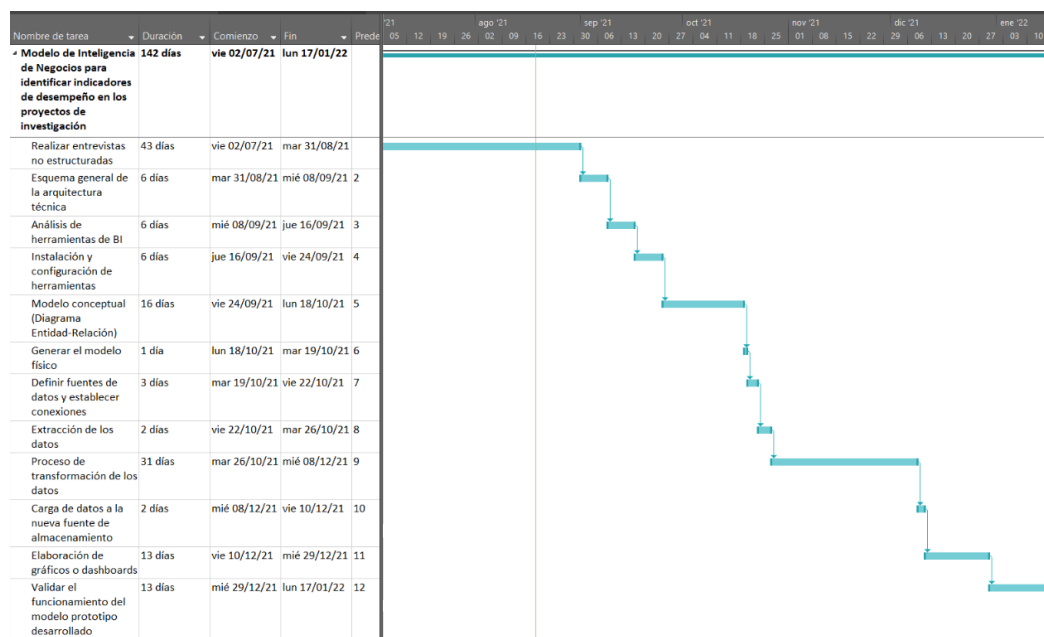
Nota. Esta tabla muestra la secuencia de las actividades para el desarrollo del proyecto de tesis

Cronograma

En base a la metodología Kimball se determinó un cronograma que contiene las diferentes tareas o actividades establecidas, como se muestra en la Figura 11.

Figura 11

Cronograma



Nota. La Figura muestra el cronograma con las fechas establecidas para cada actividad

Definición de Requerimientos del Negocio

Se mantuvieron reuniones periódicas con varios funcionarios de la Unidad de Gestión de la Investigación, en donde se llegaron a los siguientes acuerdos:

1. Recolectar la información o datos que son ingresados al CACES sobre los proyectos de investigación, centrándose en la información necesaria para registro de los proyectos, el presupuesto anual asignado y los participantes.
2. El prototipo de modelo de inteligencia de negocios se centra en la información general de los proyectos más no en publicaciones, artículos y tesis resultantes de los mismos.
3. Elaborar nuevos formatos en Excel o Google Spreadsheets que contengan los datos de los proyectos de investigación que son ingresados al sistema CACES, estos formatos funcionan como un estándar para el ingreso de la nueva información al prototipo de modelo de inteligencia de negocios.
4. A manera de muestra inicial trabajar con los proyectos del año 2020, dos de cada tipo según su financiamiento (proyectos externos, proyectos internos con y sin financiamiento), para poder empezar la construcción del proceso ETL y posteriormente la inyección de dicha información en la base de datos desarrollada.

Durante las reuniones llevadas a cabo se pudo identificar los temas analíticos y procesos de negocio en los cuales se centrará el prototipo, con lo cual fue posible agrupar requerimientos comunes que se detallan en la tabla 9 que se muestra a continuación:

Tabla 9 9*Temas Analíticos y proceso de negocio*

| Tema | Análisis o requerimiento | Proceso de | Comentarios |
|--|---|----------------------------|---|
| Analíticos | inferido o pedido | negocio de soporte | |
| | Obtener proyectos según el alcance territorial | Proyectos de Investigación | |
| | Obtener número de participantes según su tipo (docentes, estudiantes, pre grado, posgrado, externos e internos) | Proyectos de Investigación | Por año Por departamento Por tipo de |
| Alcance de los proyectos de investigación | Obtener proyectos según la sede | Proyectos de Investigación | financiamiento Por estado Por participantes |
| | Obtener proyectos según la carrera | Proyectos de Investigación | Por alcance territorial |
| | Obtener proyectos por el campo amplio | Proyectos de Investigación | |
| | Obtener proyectos por el | Proyectos de | |

| Tema | Análisis o requerimiento | Proceso de | Comentarios |
|----------------------------|--|----------------------------|--|
| Analíticos | inferido o pedido | negocio de soporte | |
| | campo específico | Investigación | |
| | Obtener proyectos por el campo detallado | Proyectos de Investigación | |
| | Obtener proyectos que ejecutan el total del presupuesto planificado en un año específico | Proyectos de Investigación | |
| | Obtener proyectos según el tipo de financiamiento | Proyectos de Investigación | Por año Por departamento Por tipo de financiamiento |
| Recursos | | | |
| Económicos | Obtener proyectos según los parámetros de cumplimiento | Proyectos de Investigación | Por estado Por participantes Por alcance territorial |
| | Obtener proyectos según las fuentes de financiamiento | Proyectos de Investigación | |
| Tiempo de ejecución | Obtener proyectos que hayan finalizado en la fecha | Proyectos de Investigación | Por año Por departamento |

| Tema | Análisis o requerimiento | Proceso de | Comentarios |
|--|--|----------------------------|--|
| Analíticos | inferido o pedido | negocio de soporte | |
| | planificada | | Por tipo de financiamiento |
| | Obtener proyectos iniciados en un año específico | Proyectos de Investigación | Por estado Por participantes Por alcance territorial |
| | Obtener proyectos según el estado en el que se encuentran | Proyectos de Investigación | |
| | Obtener proyectos por departamento | Proyectos de Investigación | Por año Por departamento |
| Calidad de los proyectos de investigación | Obtener total de proyectos que cuenten con investigadores acreditados por la SENECYT | Proyectos de Investigación | Por tipo de financiamiento Por estado Por participantes Por alcance territorial |
| | Obtener proyectos por dominio académico | Proyectos de Investigación | |
| | Obtener proyectos por grupos de investigación | Proyectos de Investigación | |

| Tema | Análisis o requerimiento | Proceso de | Comentarios |
|-------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|
| Analíticos | inferido o pedido | negocio de | |
| | | soporte | |
| | Obtener proyectos por | Proyectos de | |
| | líneas de investigación | Investigación | |

Nota. Esta tabla muestra los temas analíticos en los que se centrará el proyecto de tesis.

Una vez establecidos los requerimientos y temas analíticos que se van a abordar en el proyecto de tesis, se construye la matriz de dimensiones / procesos que se puede observar a continuación en la tabla 10:

Tabla 10 10

Matriz de dimensiones / procesos

| Procesos de Negocio | | | | |
|----------------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------|
| Dimensiones | Alcance | Recursos Económicos | Tiempo de ejecución | Calidad |
| Dominio Académico | | | | X |
| Línea de investigación | | | | X |
| Tiempo | X | X | X | X |
| Fuente de Financiamiento | | X | | |
| Parámetro de cumplimiento | | X | | |

| Procesos de Negocio | | | | |
|--------------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------|
| Dimensiones | Alcance | Recursos Económicos | Tiempo de ejecución | Calidad |
| Estado | X | X | X | X |
| Alcance territorial | X | | | |
| Presupuesto | | X | | |
| Tipo de financiamiento | X | X | X | X |
| Campo Amplio | X | | | |
| Campo Detallado | X | | | |
| Campo Específico | X | | | |
| Departamento | X | X | X | X |
| Carrera | X | | | X |
| Sede | X | | | X |
| Participantes | X | | | X |
| Grupos de Investigación | | | | X |
| Participantes | X | | | |

Nota. La tabla muestra una matriz que relaciona cada dimensión con el proceso de negocio.

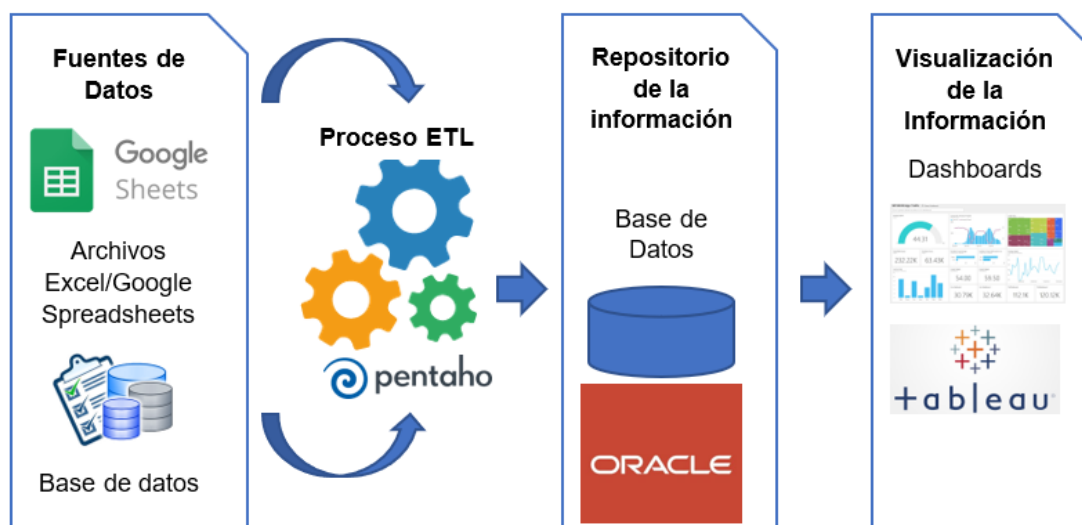
Diseño de la arquitectura técnica

Un modelo de inteligencia de negocios requiere una integración de diferentes tecnologías y herramientas, por ello el diseño de la arquitectura se dividió en 4 áreas fundamentales que se pueden observar en la Figura 12.

Primeramente, la fuente de datos de donde se extrajo la información, luego el proceso ETL que se encargó de la transformación, depuración y carga de datos, los cuales se almacenaron en un nuevo repositorio de información o base de datos que cuenta con una estructura y diseño específico que facilita y agiliza la consulta de la información, y por último la visualización de los datos.

Figura 12

Diseño de la Arquitectura



Nota. La figura muestra el diseño de la arquitectura del prototipo de modelo de inteligencia de negocios desarrollado.

Selección e instalación del producto

La selección de los productos se llevó a cabo tomando en cuenta las herramientas que posee la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, como se describe en la Tabla 11.

Tabla 11 11

Productos seleccionados.

| Producto | Descripción | Software Licenciado | Observación |
|-----------------------------|---|--------------------------------|--|
| Google Spreadsheets | Aplicación de hojas de cálculo gratuito en la nube | No | La Unidad de Gestión de la Investigación tiene los formatos en esta aplicación |
| Oracle12c | Sistema de gestión de bases de datos relacional | Si | La Universidad cuenta con licenciamiento |
| Pentaho Data Integration | Herramienta de la suite de Pentaho para la elaboración de los procesos ETL | No | Se empleó la herramienta para vincularla con el Pentaho server ESPE |

| Producto | Descripción | Software Licenciado | Observación |
|----------------------|---|--------------------------------|---|
| Pentaho Server CE | Pentaho Server CE es el núcleo de Pentaho BI, el cual se divide en dos versiones: Enterprise y Community Edition. | No | La Universidad cuenta con un servidor Pentaho en uso para reportería. |
| Tableau | Plataforma de análisis visual que permite a sus usuarios gestionar y presentar cualquier hallazgo en los datos que se almacene. | Si | La Universidad cuenta con licenciamiento |

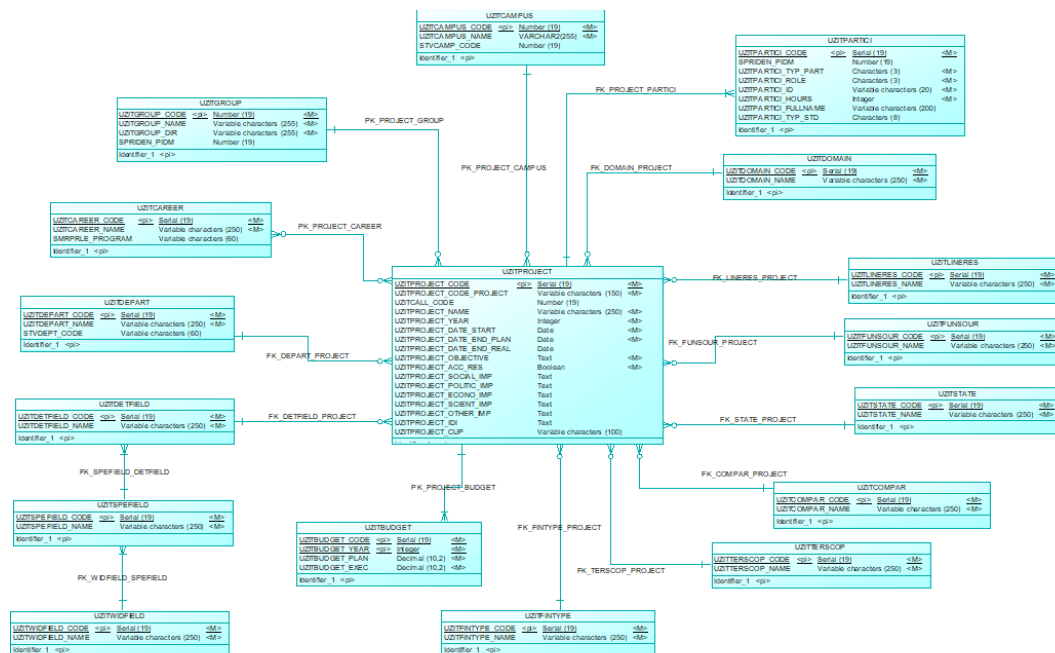
Nota. En la tabla se muestran los productos seleccionados para el desarrollo del proyecto de tesis.

Modelamiento Dimensional

El modelo dimensional propuesto es un esquema en estrella, como se muestra en la Figura 13; el cual está compuesto por una tabla de hechos (UZITPROJECT) dentro de la cual se encuentran las claves primarias de las diferentes tablas dimensionales.

Figura 13

Modelo Dimensional



Nota. La figura muestra el modelo dimensional elaborado después de un análisis de requerimientos.

Una vez identificados los requerimientos se procedió a elaborar el análisis dimensional de los proyectos de investigación, como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12 12

Análisis dimensional

| TABLA DE HECHOS | | DIMENSIONES | |
|-----------------|--|-------------|------------|
| UZITPROJECT | | | |
| X | | | UZITBUDGET |
| X | | | UZITCAMPUS |
| X | | | UZITCAREER |
| X | | | UZITCOMPAR |
| X | | | UZITDEPART |

| TABLA DE HECHOS | DIMENSIONES |
|------------------------|--------------------|
| UZITPROJECT | |
| X | UZITDETFIELD |
| X | UZITDOMAIN |
| X | UZITFINTYPE |
| X | UZITFUNSOUR |
| X | UZITGROUP |
| X | UZITLINERES |
| X | UZITPARTICI |
| X | UZITPROCARR |
| X | UZITSPEFIELD |
| X | UZITSTATE |
| X | UZITTERSCOP |
| X | UZITWIDFIELD |

Nota. Esta tabla muestra las diferentes dimensiones con las que cuenta la tabla de hechos de la base de datos.

Dimensiones

A continuación, se muestra detalladamente las distintas dimensiones que se relacionan con la tabla de hechos en el modelo dimensional.

Tabla 13 13

UZITBUDGET

| Nombre de la Tabla: UZITBUDGET | | |
|--|------------------|---------------------|
| Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código Secuencial del presupuesto anual | UZITBUDGET_CODE | NUMBER |
| Año del presupuesto asignado al proyecto | UZITBUDGET_YEAR | NUMBER |
| Código secuencial | UZITPROJECT_CODE | NUMBER |
| Presupuesto planificado | UZITBUDGET_PLAN | NUMBER |
| Presupuesto ejecutado | UZITBUDGET_EXEC | NUMBER |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITBUDGET

Tabla 14 14*UZITCAMPUS*

Nombre de la Tabla: UZITCAMPUS

Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones

| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
|------------------------------|-----------------|---------------------|
| Código secuencial de la sede | UZITCAMPUS_CODE | NUMBER |
| Nombre de la sede | UZITCAMPUS_NAME | VARCHAR2 |
| Código de la sede en banner | STVCAMP_CODE | NUMBER |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITCAMPUS

Tabla 15 15*UZITCAREER*

Nombre de la Tabla: UZITCAREER

Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones

| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
|---------------------------------|-----------------|---------------------|
| Código Secuencial de la carrera | UZITCAREER_CODE | NUMBER |
| Nombre de la carrera | UZITCAREER_NAME | VARCHAR2 |
| Código de programa carreras | SMRPRLE_PROGRAM | VARCHAR2 |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITCAREER

Tabla 16 16*UZITCOMPAR*

Nombre de la Tabla: UZITCOMPAR

Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones

| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
|---|-----------------|---------------------|
| Código secuencial del parámetro de cumplimiento | UZITCOMPAR_CODE | NUMBER |
| Nombre del parámetro de cumplimiento | UZITCOMPAR_NAME | VARCHAR2 |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITCOMPAR

Tabla 17 17*UZITDEPART*

Nombre de la Tabla: UZITDEPART

Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones

| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
|--|-----------------|--------------|
| Código secuencial del departamento o centro de investigación | UZITDEPART_CODE | NUMBER |
| Nombre del departamento o centro de investigación | UZITDEPART_NAME | VARCHAR2 |
| Código de programa de departamentos | STVDEPT_CODE | VARCHAR2 |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITDEPART

Tabla 18 18*UZITDETFIELD*

Nombre de la Tabla: UZITDETFIELD

Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones

| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
|---------------------------------------|-------------------|--------------|
| Código Secuencial del campo detallado | UZITDETFIELD_CODE | NUMBER |
| Código del Campo Específico | UZITSPEFIELD_CODE | NUMBER |
| Nombre del campo detallado | UZITDETFIELD_NAME | VARCHAR2 |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITDETFIELD

Tabla 19 19*UZITDOMAIN*

Nombre de la Tabla: UZITDOMAIN

Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones

| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
|---|-----------------|--------------|
| Código secuencial del dominio académico | UZITDOMAIN_CODE | NUMBER |
| Nombre del dominio académico | UZITDOMAIN_NAME | VARCHAR2 |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITDOMAIN

Tabla 20 20*UZITFINTYPE*

| | | |
|---|------------------|---------------------|
| Nombre de la Tabla: UZITFINTYPE | | |
| Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código Secuencial del tipo de financiamiento | UZITFINTYPE_CODE | NUMBER |
| Nombre del tipo de financiamiento | UZITFINTYPE_NAME | VARCHAR2 |
| <i>Nota.</i> La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITFINTYPE | | |

Tabla 21 21*UZITFUNSOUR*

| | | |
|---|------------------|---------------------|
| Nombre de la Tabla: UZITFUNSOUR | | |
| Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código secuencial de la fuente de financiamiento | UZITFUNSOUR_CODE | NUMBER |
| Nombre de la Fuente de Financiamiento | UZITFUNSOUR_NAME | VARCHAR2 |
| <i>Nota.</i> La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITFUNSOUR | | |

Tabla 22 22*UZITGROUP*

| | | |
|---|----------------|---------------------|
| Nombre de la Tabla: UZITGROUP | | |
| Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código secuencial grupos investigación | UZITGROUP_CODE | NUMBER |
| Nombre del proyecto de Investigación | UZITGROUP_NAME | VARCHAR2 |
| Nombre del coordinador del grupo de investigación. | UZITGROUP_DIR | VARCHAR2 |
| Código de la persona en la base de la ESPE | SPRIDEN_PIDM | NUMBER |
| <i>Nota.</i> La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITGROUP | | |

Tabla 23 23*UZITLINERES*

| | | |
|--|------------------|---------------------|
| Nombre de la Tabla: UZITLINERES | | |
| Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código secuencial de la línea de investigación | UZITLINERES_CODE | NUMBER |
| Nombre de la línea de investigación | UZITLINERES_NAME | VARCHAR2 |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITLINER

Tabla 24 24*UZITPARTICI*

| | | |
|---|----------------------|---------------------|
| Nombre de la Tabla: UZITPARTICI | | |
| Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código secuencial de los participantes | UZITPARTICI_CODE | NUMBER |
| Código proyecto | UZITPROJECT_CODE | NUMBER |
| Código del estudiante en la base de la ESPE | SPRIDEN_PIDM | NUMBER |
| Tipo de participante | UZITPARTICI_TYP_PART | CHAR |
| Función del participante | UZITPARTICI_ROLE | CHAR |
| Documento de Identificación | UZITPARTICI_ID | VARCHAR2 |
| Horas de vinculación | UZITPARTICI_HOURS | NUMBER |
| Nombre completo del participante | UZITPARTICI_FULLNAME | VARCHAR2 |
| Tipo de estudiante: Pregrado, Posgrado, ninguno | UZITPARTICI_TYP_STD | CHAR |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITPARTICI

Tabla 25 25*UZITPROCARR*

| | | |
|--|------------------|---------------------|
| Nombre de la Tabla: UZITPROCARR | | |
| Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código Secuencial de UZITCAREER (Carrera) | UZITCAREER_CODE | NUMBER |
| Código secuencial de UZITPROJECT (proyecto) | UZITPROJECT_CODE | NUMBER |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITPROCARR

Tabla 26 26*UZITSPEFIELD*

| | | |
|--|-------------------|---------------------|
| Nombre de la Tabla: UZITSPEFIELD | | |
| Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código Secuencial del campo específico | UZITSPEFIELD_CODE | NUMBER |
| Código Secuencial del campo amplio | UZITWIDFIELD_CODE | NUMBER |
| Nombre del campo específico | UZITSPEFIELD_NAME | VARCHAR2 |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITSPEFIELD

Tabla 27 27*UZITSTATE*

| | | |
|--|----------------|---------------------|
| Nombre de la Tabla: UZITSTATE | | |
| Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código secuencial del estado | UZITSTATE_CODE | NUMBER |
| Nombre del estado del proyecto de investigación | UZITSTATE_NAME | VARCHAR2 |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITSTATE

Tabla 28 28

UZITTERSCOP

| | | |
|--|------------------|---------------------|
| Nombre de la Tabla: UZITTERSCOP | | |
| Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código secuencial del alcance territorial | UZITTERSCOP_CODE | NUMBER |
| Nombre del alcance territorial | UZITTERSCOP_NAME | VARCHAR2 |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITTERSCOP

Tabla 29 29

UZITWIDFIELD

| | | |
|--|-------------------|---------------------|
| Nombre de la Tabla: UZITWIDFIELD | | |
| Tipo de Tabla: Tabla de dimensiones | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código Secuencial del campo amplio | UZITWIDFIELD_CODE | NUMBER |
| Nombre del campo amplio | UZITWIDFIELD_NAME | VARCHAR2 |

Nota. La tabla muestra los atributos de la dimensión UZITWIDFIELD.

Tabla de hechos

La tabla de hechos se encuentra detallada en la Tabla 30, con sus respectivos atributos y descripción.

Tabla 30 30

UZITPROJECT

| | | |
|---|-------------------|---------------------|
| Nombre de la Tabla: UZITPROJECT | | |
| Tipo de Tabla: Tabla de hechos | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código secuencial del departamento o centro | UZITDEPART_CODE | NUMBER |
| Código Secuencial del campo detallado | UZITDETFIELD_CODE | NUMBER |

| Nombre de la Tabla: UZITPROJECT | | |
|--|-------------------------------|---------------------|
| Tipo de Tabla: Tabla de hechos | | |
| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
| Código secuencial del parámetro de cumplimiento | UZITCOMPAR_CODE | NUMBER |
| Código secuencial de la fuente de financiamiento | UZITFUNSOUR_CODE | NUMBER |
| Código secuencial del alcance territorial | UZITTERSCOP_CODE | NUMBER |
| Código secuencial del estado del proyecto | UZITSTATE_CODE | NUMBER |
| Código Secuencial del tipo de financiamiento | UZITFINTYPE_CODE | NUMBER |
| Código secuencial del dominio académico (Programa de posgrado) | UZITDOMAIN_CODE | NUMBER |
| Código de convocatoria | UZITCALL_CODE | NUMBER |
| Nombre del proyecto de investigación | UZITPROJECT_NAME | VARCHAR2 |
| Año de creación del proyecto | UZITPROJECT_YEAR | NUMBER |
| Fecha de inicio del proyecto | UZITPROJECT_DATE_ST ART | DATE |
| Fecha de fin planificado del proyecto | UZITPROJECT_DATE_E ND_PLAN | DATE |
| Fecha de fin real del proyecto | UZITPROJECT_DATE_E ND_REAL | DATE |
| Objetivo general del proyecto | UZITPROJECT_OBJECTI VE | CLOB |
| Existencia de Investigadores acreditados en el proyecto | UZITPROJECT_ACC_RE S | NUMBER |
| Impacto social | UZITPROJECT_SOCIAL_I MP | CLOB |
| Impacto político | UZITPROJECT_POLITIC_ IMP | CLOB |
| Impacto económico | UZITPROJECT_ECONO_I MP | CLOB |

Nombre de la Tabla: UZITPROJECT

Tipo de Tabla: Tabla de hechos

| Descripción Campo | Campo | Tipo de dato |
|---|----------------------------|---------------------|
| Impacto científico | UZITPROJECT_SCIENT_I MP | CLOB |
| Otro impacto | UZITPROJECT_OTHER_I MP | CLOB |
| Descripción de I + D + I | UZITPROJECT_IDI | CLOB |
| Código secuencial del grupo de investigación | UZITGROUP_CODE | NUMBER |
| Código secuencial del campus | UZITCAMPUS_CODE | NUMBER |
| Código CUP del proyecto | UZITPROJECT_CUP | VARCHAR2 |
| Código secuencial del departamento o centro | UZITDEPART_CODE | NUMBER |
| Código Secuencial del campo detallado | UZITDETFIELD_CODE | NUMBER |
| Código secuencial del parámetro de cumplimiento | UZITCOMPAR_CODE | VARCHAR2 |

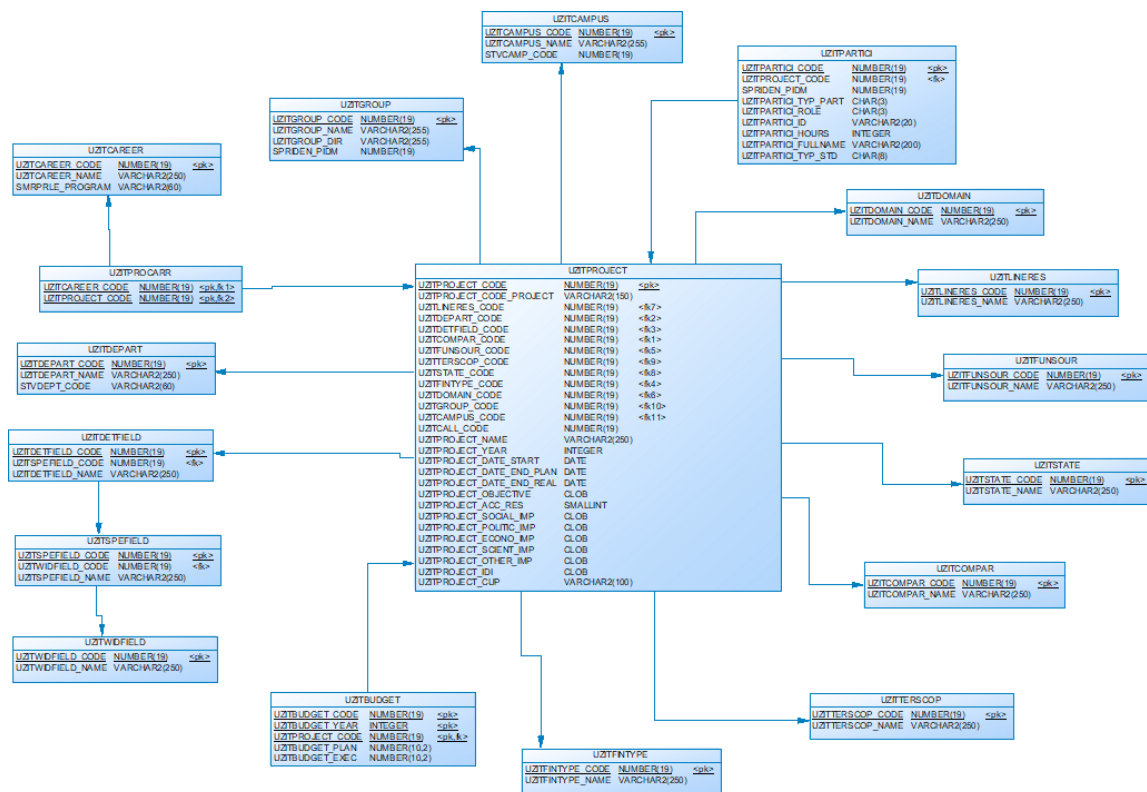
Nota. La tabla muestra los atributos de la tabla de hechos UZITPROJECT.

Diseño físico

El diseño físico de la base de datos donde se asegura la integridad de los datos fue generado del modelo dimensional elaborado anteriormente, como se muestra en la Figura 14.

Figura 14

Modelo físico



Nota. La figura muestra el modelo físico de la base de datos.

Diseño y Desarrollo del proceso ETL

Elaboración de formatos en Google Spreadsheets

Se decidió desarrollar nuevos formatos en Google Sheets que sigan un mismo estándar y posean opciones con términos bien definidos por medio de

dropdowns, evitando así inconsistencias u errores al momento de ingresar la información de los proyectos de investigación.

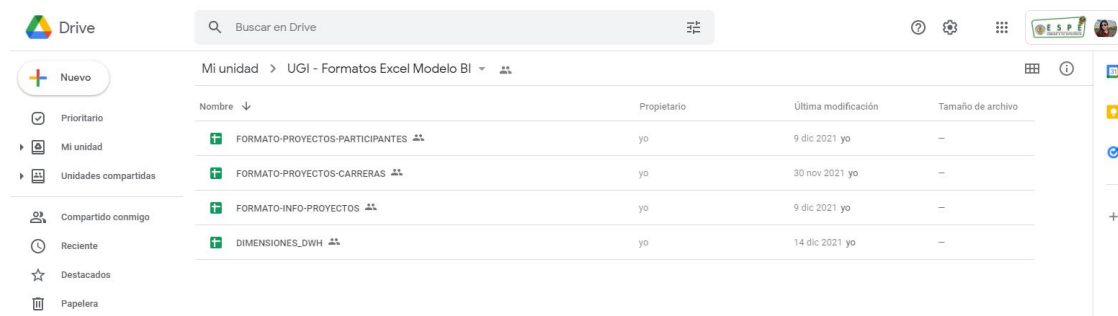
Se elaboraron un total de 4 formatos en Google Sheets, los cuales fueron evaluados y revisados por el personal de la UGI. Los formatos fueron los siguientes:

1. **DIMENSIONES_DWH:** hoja de cálculo de Google que contenía los diferentes registros para las tablas dimensionales de la base de datos.
2. **FORMATO-INFO-PROYECTOS:** hoja de cálculo de Google que contiene los diferentes campos obligatorios para el registro de los proyectos de investigación en el sistema CACES.
3. **FORMATO-PROYECTOS-CARRERAS:** hoja de cálculo de Google que contiene el nombre de las carreras o programas relacionados a cada proyecto de investigación.
4. **FORMATO-PROYECTOS-PARTICIPANTES:** hoja de cálculo de Google que contiene los diferentes campos obligatorios para el registro de los diferentes participantes que trabajan en los proyectos de investigación.

A continuación, en la Figura 15 se muestra la carpeta de Google Drive que contiene los diferentes formatos elaborados en Google Sheets:

Figura 15

Carpeta compartida de Google Drive “UGI - Formatos Excel Modelo BI”



Nota. La figura muestra los diferentes formatos elaborados en Google Sheets para el ingreso de información de los proyectos de investigación.

Configuraciones iniciales de Pentaho Data Integration

Para el desarrollo del proceso ETL (extracción, transformación y carga de datos) se empleó la herramienta Pentaho Data Integration versión 8.3. Antes de empezar con el desarrollo fue necesario realizar algunas configuraciones para asegurar el correcto funcionamiento y elaboración de las transformaciones.

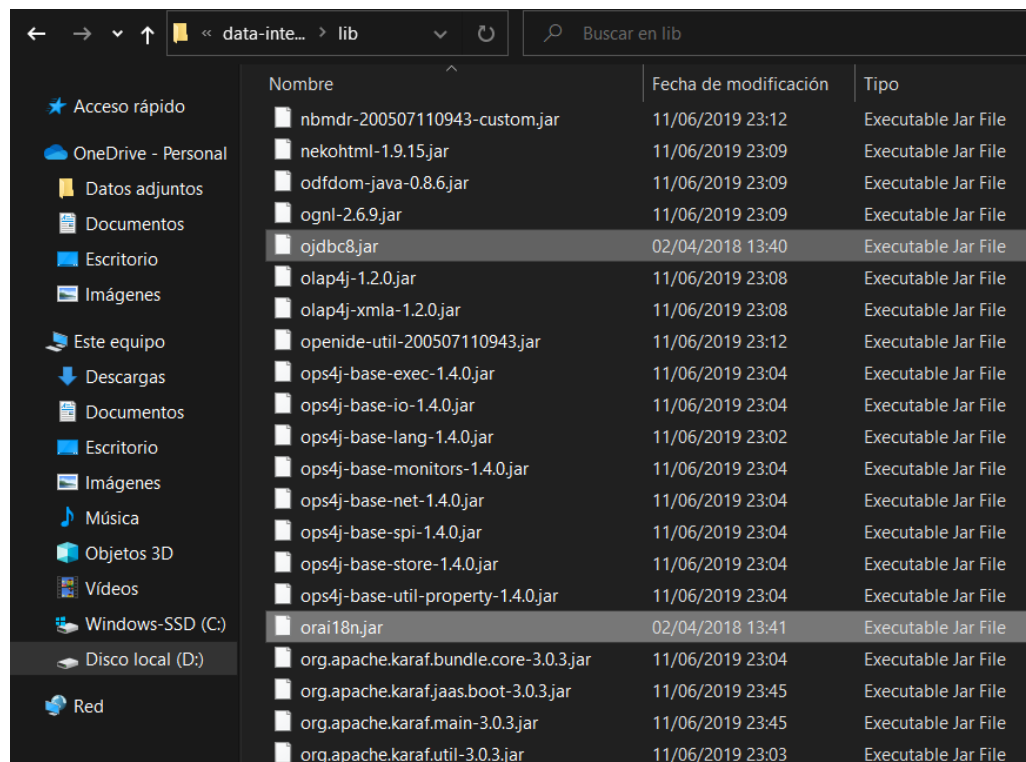
Primeramente, para la conexión con la base de datos elaborada en Oracle 12c, fue necesario descargar el archivo comprimido de Oracle Database 12.2.0.1 JDBC Driver del siguiente enlace:

<https://www.oracle.com/database/technologies/jdbc-ucp-122-downloads.html>.

Una vez descargado y descomprimido se agregó los archivos: ojdbc8.jar y orai18n.jar, en la siguiente ruta o directorio de Pentaho Data Integration: `.../data-integration/lib`. La Figura 16 muestra la ubicación de los dos archivos .jar antes mencionados que deben ser agregados a la herramienta.

Figura 16

Drivers de Oracle 12c en Pentaho Data Integration

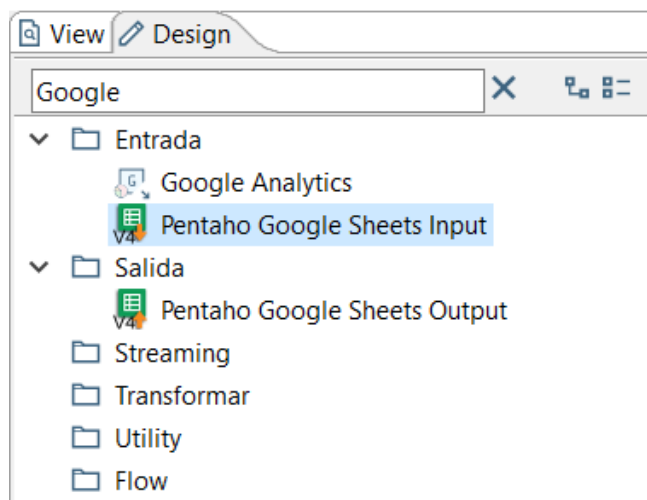


Nota. Carpeta lib de la herramienta Pentaho data Integration con los archivos ojdbc8.jar y orai18n.jar.

Al tener como entrada o fuente de datos las diferentes hojas de cálculo de Google, fue necesario agregar un plugin específico para poder conectarse y extraer la información de los formatos. El plugin “Pentaho-Google-Sheet-Plugin” fue descargado del siguiente enlace de Github:

<https://github.com/jfmonteil/Pentaho-Google-Sheet-Plugin>. Una vez descargado

y descomprimido, la carpeta del plugin fue agregada en la siguiente ruta o directorio de Pentaho Data Integration: `.../data-integration/plugins`. Al finalizar estas configuraciones fue necesario reiniciar la herramienta para poder hacer uso del plugin.

Figura 17*Plugin Pentaho Google Sheets Input*

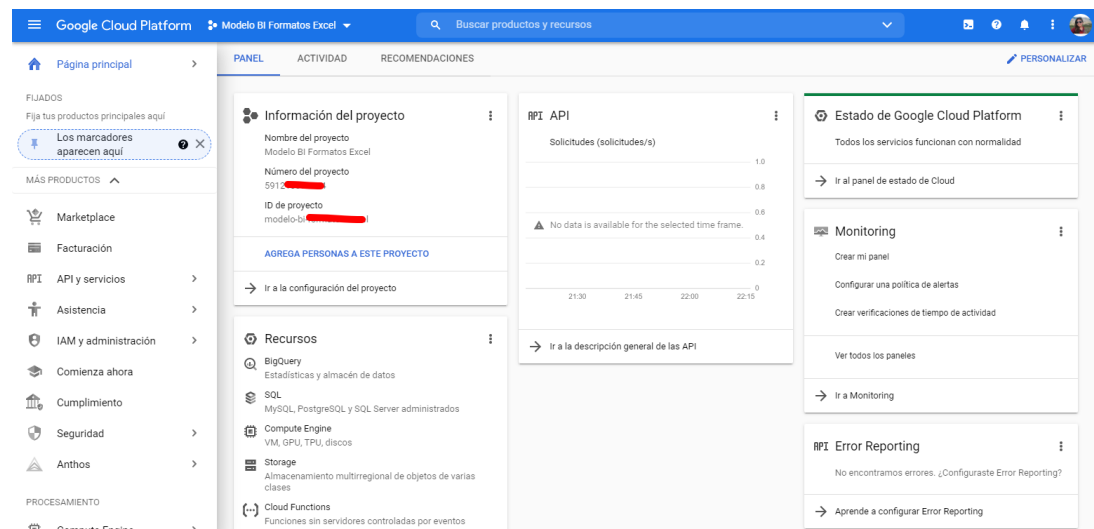
Nota. La figura muestra el plugin Pentaho Google Sheets para entrada y salida de datos.

Vinculación con cuenta de desarrollador de Google

Para poder conectarse a las hojas de cálculo de Google y hacer uso de la entrada Pentaho Google Sheets Input v4, fue necesario obtener una cuenta de desarrollador de Google y usar la consola de Google Cloud Platform, cabe recalcar que cualquier persona con una cuenta de Google puede acceder a los servicios que ofrece la cuenta de desarrollador, se tiene una prueba gratuita con un crédito de \$300 para servicios de pago. Una vez dentro de la consola se creó un nuevo proyecto de nombre “Modelo BI Formatos Excel” como se muestra en la Figura 18.

Figura 18

Consola de Google Cloud Platform



Nota. La figura muestra la página principal del proyecto “Modelo BI Formatos Excel” en la consola de Google Cloud Platform.

Posteriormente en la sección de API y servicios, se habilitaron 2 APIs: Google Drive API (para poder acceder a archivos de Google Drive) y Google Sheets API (permite leer y escribir en hojas de cálculo de Google).

Figura 19

APIs y Servicios de Google Cloud Platform

The screenshot shows the 'API y servicios' section of the Google Cloud Platform console. A '+ HABILITAR API Y SERVICIOS' button is visible. Below it, a table lists the enabled APIs:

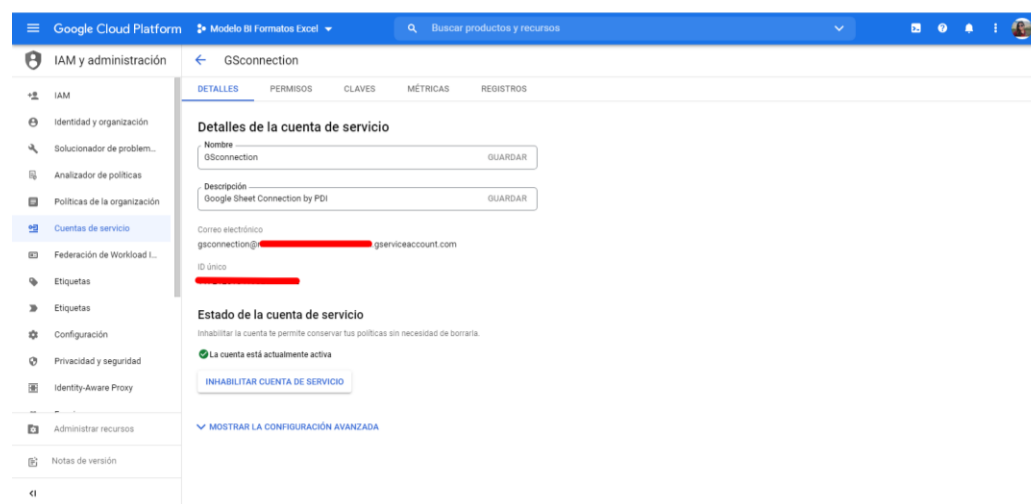
| Nombre | Solicitudes | Errores (%) | Latencia mediana (ms) | 95% de latencia (ms) |
|----------------------|-------------|-------------|-----------------------|----------------------|
| Google Drive API | 1,154 | 0 | | |
| Google Sheets API | 887 | 0 | 125 | 952 |
| BigQuery API | | | | |
| BigQuery Storage API | | | | |

Nota. La figura muestra las APIs habilitadas de Google Drive y Google Sheets.

Una vez habilitadas las dos APIs, se creó una cuenta de servicio de nombre “GSconnection”, la cual tiene vinculada un correo electrónico que se genera al crear la cuenta, así como se muestra en la Figura 20. Al finalizar el proceso de creación se generó una clave privada en formato JSON para la autenticación y seguridad de la cuenta, la cual se almacenó en una carpeta de Google drive llamada “PDI – Credentials and Keys”.

Figura 20

Cuenta de Servicio "GSconnection"

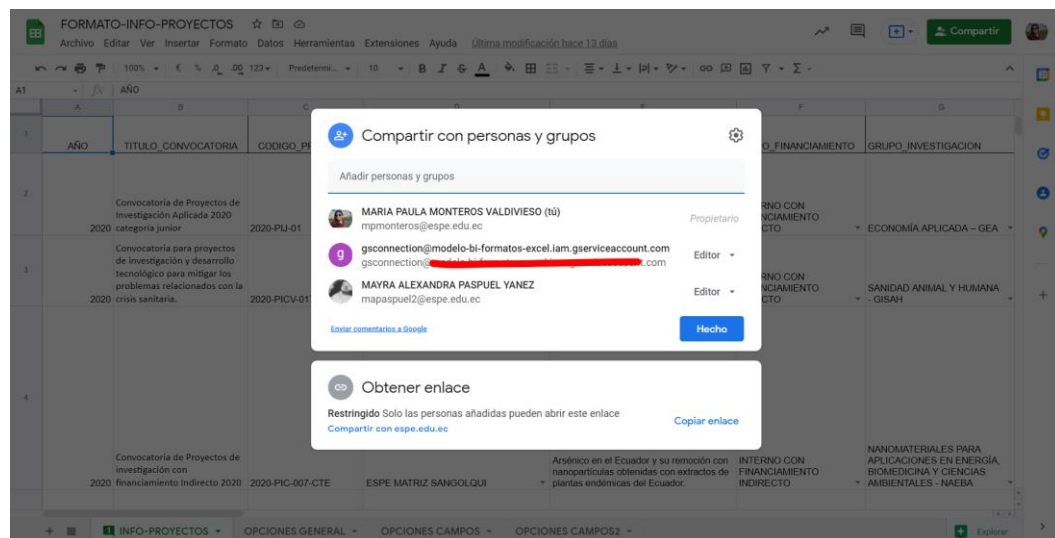


Nota. La figura muestra los detalles de cuenta de servicio “GSconnection”.

Al terminar la creación de la cuenta de servicio y descarga de la clave primaria, se accedió a cada uno de los formatos elaborados en Google Sheets y se agregó en personas o grupos compartidos a la cuenta de servicio, añadiendo el correo electrónico de la misma como se muestra en la Figura 21.

Figura 21

Cuenta de servicio añadida al archivo de Google Spreadsheets



Nota. La figura muestra a la cuenta de servicio “GSconnection” añadida en personas y grupos compartidos del archivo Google Spreadsheets.

Adicionalmente se creó un ID de cliente OAuth 2.0 para poder acceder a los archivos y carpetas de Google drive por medio del “Virtual File System Browser” (VFS) de Pentaho Data Integration. Al cliente OAuth 2.0 se le asignó el nombre de PDI, posteriormente se descargó el archivo JSON (client_secret.json) y se lo renombró a “credentials.json”, el cual fue agregado a la siguiente ruta o directorio de Pentaho Data Integration: `../data-integration/plugins/pentaho-googledrive-vfs/credentials`, al finalizar fue necesario reiniciar la herramienta nuevamente.

A continuación, la Figura 21 muestra los detalles del cliente OAuth 2.0 que fue creado para dar acceso a los recursos almacenados en Google Drive.

Figura 22

Detalles del cliente OAuth 2.0



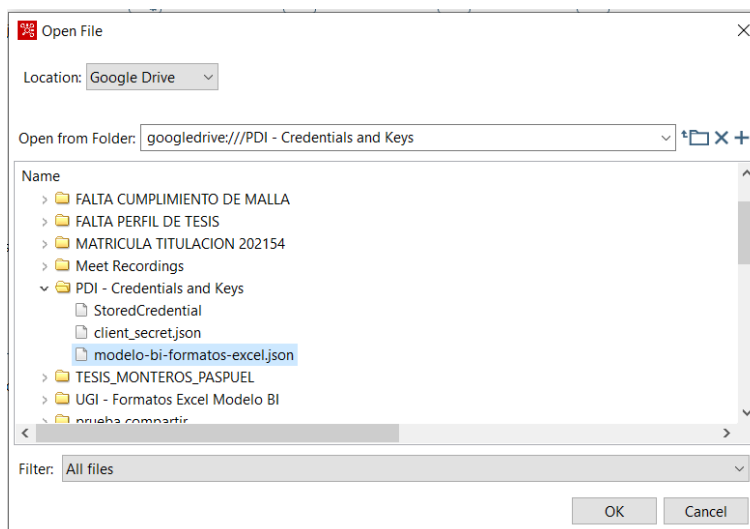
Nota. La figura muestra los detalles del ID de cliente para Escritorio.

Navegador de Sistema Virtual de Archivos (VFS)

Una vez finalizada toda la configuración inicial de la herramienta y vinculación con la cuenta de desarrollador de Google se inició la elaboración del proceso ETL. Primeramente, fue necesario conectarse al “Virtual File System Browser” (VFS) de Pentaho Data Integration para poder acceder a la carpeta de Google Drive que contiene la clave privada en formato JSON para la autenticación y seguridad de la cuenta de servicio “GSconnection” que fue creada anteriormente. Dentro de la herramienta en la pestaña “*Fichero*” se seleccionó la opción “*Abrir URL*” para mostrar el navegador de VFS, donde se seleccionó como ubicación “Google Drive” y se inició sesión, dando permisos para acceder a los recursos almacenados en la cuenta de Google Drive. La Figura 23 muestra el resultado final de todo este proceso realizado.

Figura 23

Navegador VFS con acceso a Google Drive.



Nota. La figura muestra el navegador VFS con acceso a todos archivos y carpetas de Google Drive.

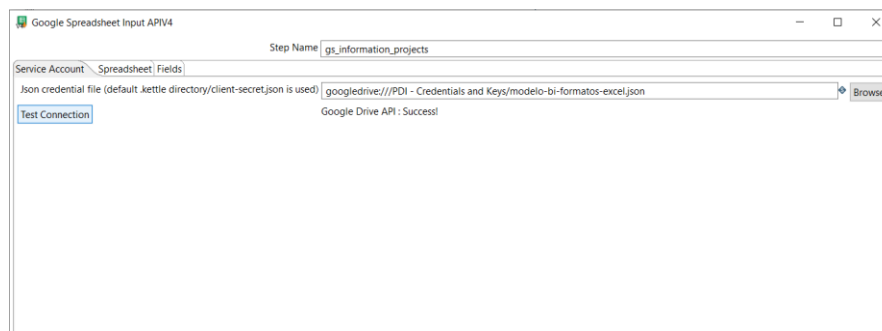
Al realizar todos estos pasos Pentaho genera un token de seguridad que se almacena en la siguiente ruta dentro de la herramienta: `.../data-integration/plugins/pentaho-googledrive-vfs/credentials`. Por medio de este token se puede acceder a los recursos almacenados en Google Drive sin necesidad de volver a iniciar sesión.

Definición de fuentes de datos

A continuación, se definieron las fuentes de datos de las cuales se va a obtener la información, que en este caso fueron los 4 diferentes formatos elaborados en Google Sheets. Para ello se utilizó la entrada de “Pentaho Google Sheet Input” en donde se colocó la ruta de Google Drive al archivo json que contiene la clave privada de la cuenta de servicio: `googledrive//PDI – Credentials and Keys/modelo-bi-formatos-excel.json`, y se comprobó la conexión como se muestra en la Figura 24.

Figura 24

Prueba de conexión a la cuenta de servicio de Google

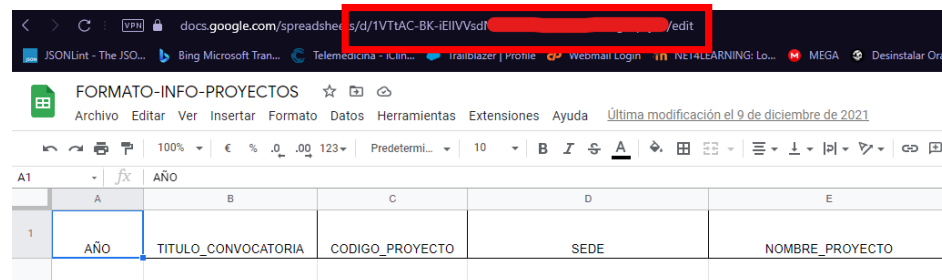


Nota. La figura muestra la prueba de conexión a la cuenta de servicio de Google que se realiza dentro del plugin Google Spreadsheet Input.

Al asegurarse que la conexión con la cuenta de servicio de Google fue exitosa, se procede a obtener las diferentes “Spreadsheets Keys” de cada uno de los formatos de Google Sheet a los que queremos acceder y extraer la información. Las “Spreadsheets Keys” no son más que claves privadas únicas que se encuentran en la URL de cualquier hoja de cálculo de Google como se muestra en la Figura 25.

Figura 25

Google Spreadsheet Key

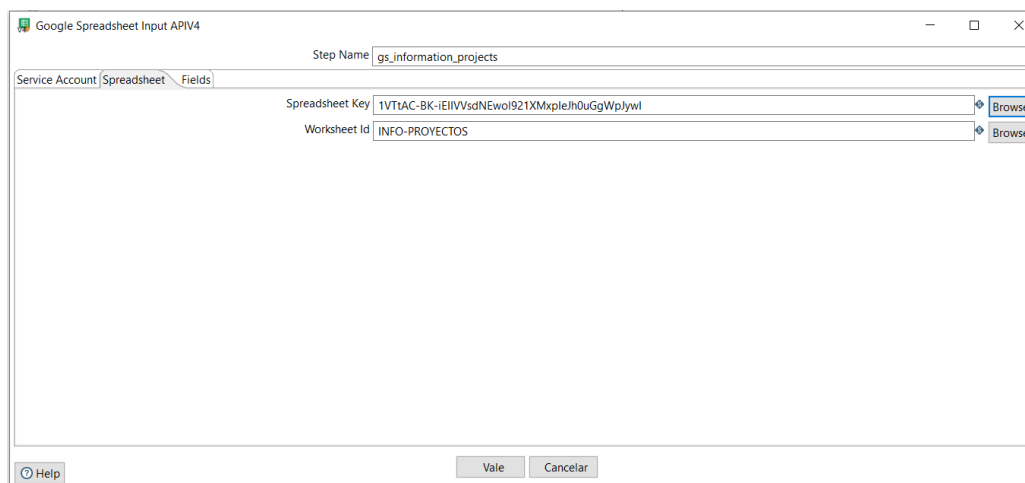


Nota. La figura muestra la ubicación de la Spreadsheet key de una hoja de cálculo de Google.

Continuando con la extracción de datos, en la pestaña de “Spreadsheets” se coloca la clave privada dependiendo del archivo al cual queremos acceder, y se selecciona el nombre de la hoja de la cual queremos extraer la información, así como se muestra en la Figura 26. En la pestaña de “Fields”, se obtiene el nombre de las columnas y el tipo de dato que contienen, además de brindar la posibilidad de establecer un formato específico para cada columna.

Figura 26

Especificación del archivo Google Spreadsheet



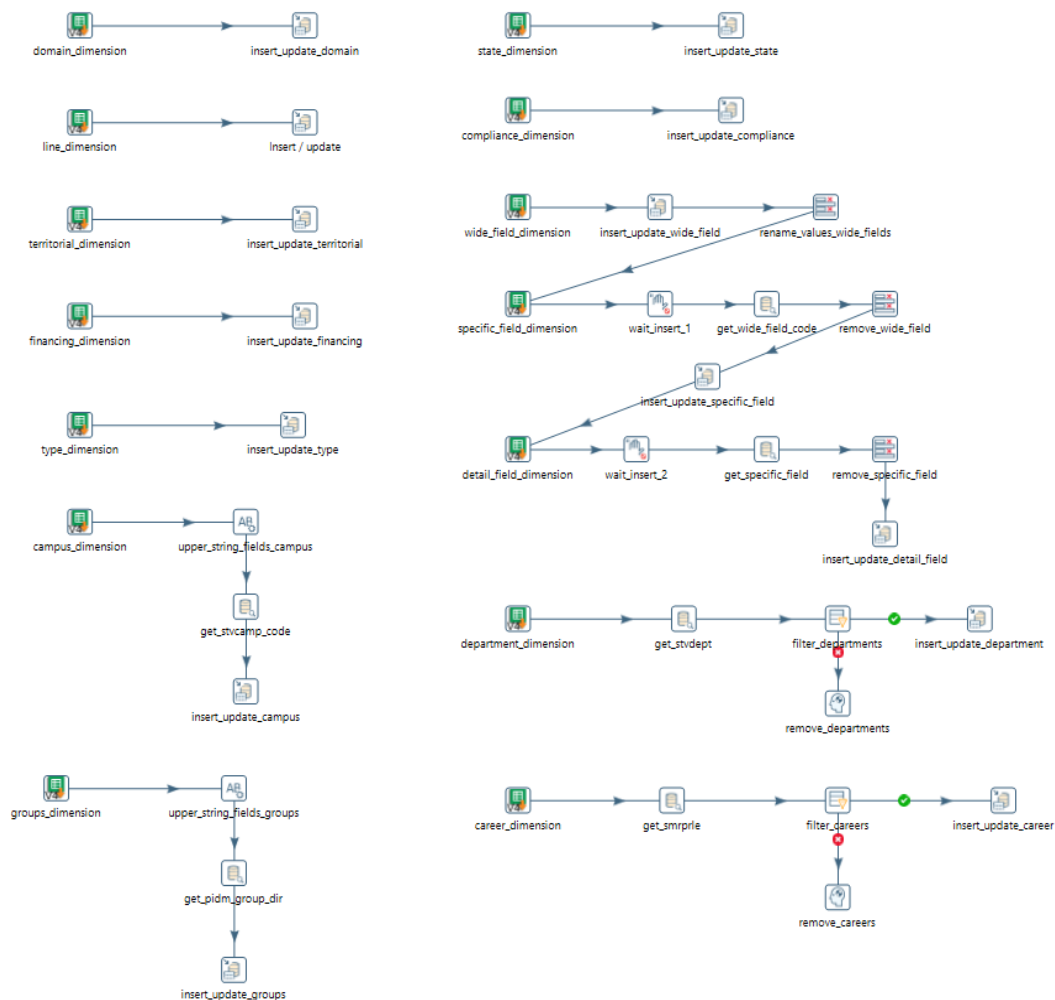
Nota. La figura muestra la sección donde se especifica la Spreadsheet key y el nombre de la hoja del archivo del que queremos extraer la información.

Proceso de transformación y carga de datos

Para el proceso ETL se generaron un total de 4 transformaciones y un Job encapsulador para poder ejecutar las transformaciones en conjunto. La primera transformación se denominó “TRANSFORMATION_DIMENSIONS_GS”, en ella se extraen y transforman los diferentes registros para guardar o actualizar las tablas de dimensiones del modelo BI. La Figura 27 muestra todo el proceso ETL elaborado en esta primera transformación.

Figura 27

Proceso ETL de las dimensiones



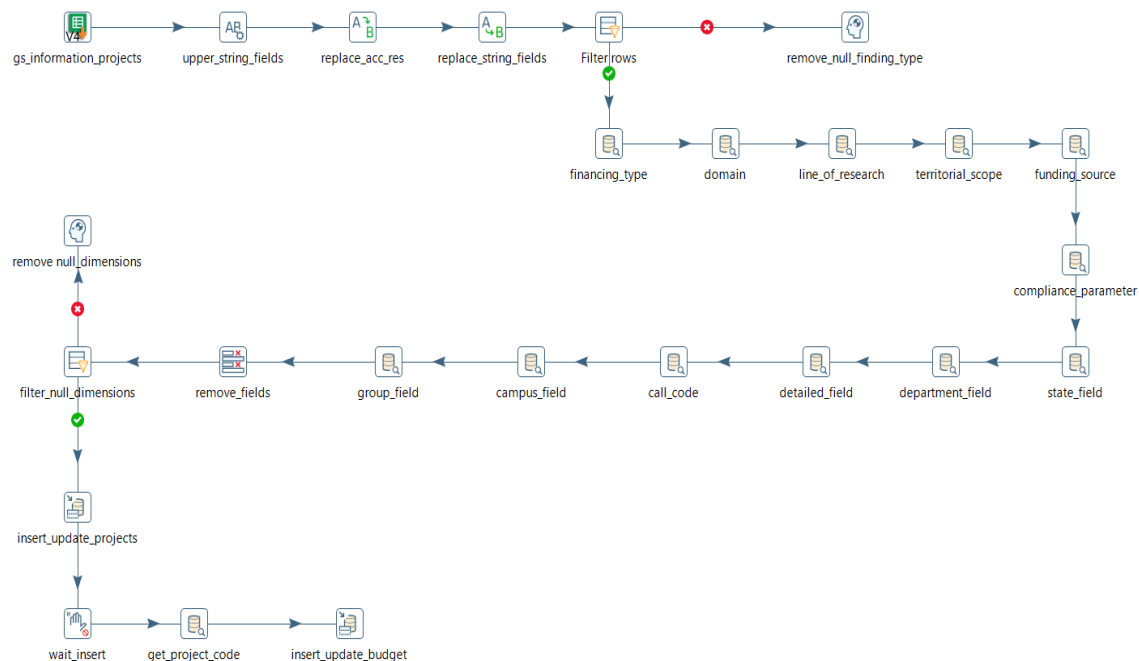
Nota. La figura muestra todo el proceso ETL que se realizó para insertar y actualizar los registros de las tablas dimensionales.

A continuación, se detalla de manera general los pasos realizados para esta primera transformación de datos:

- Se extrajeron los datos del formato en Google Sheet denominado “DIMENSIONES_DWH”. Este archivo contiene diferentes hojas con los diferentes registros para cada tabla dimensional.

- Se realizó una limpieza o depuración de los datos, asegurándose que no existan espacios en blanco al inicio y final de un registro, que un campo contenga solo números o letras, convirtiendo a mayúsculas los campos de tipo Sting y descartando registros nulos.
- Para los registros de las dimensiones de sede, grupos de investigación, departamentos y carreras, se realizó una búsqueda por un campo específico (nombre de sede, departamento, carrera, etc.) para obtener un código único que los vincula con el Banner de la ESPE, creando así una relación lógica entre las tablas dimensionales del modelo BI y las tablas que se encuentran en la base de datos de la Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Para los registros del campo amplio, específico y detallado, se manejó una secuencia en orden para poder insertar y vincular con las respectivas claves primarias los datos en la base, logrando así tener una relación jerárquica entre estas 3 tablas.
- Por último, se realizó la carga de los datos a las respectivas tablas dimensionales.

La segunda transformación que se desarrolló se denominó “TRANSFORMATION_PROJECTS_UGI_GS”, en la cual se extraen y transforman los registros correspondientes a la tabla de hechos del modelo BI, en la cual se almacenan los datos correspondientes a los proyectos de investigación. La Figura 28 muestra todo el proceso ETL elaborado en esta segunda transformación.

Figura 28*Proceso ETL de los datos de proyectos de investigación*

Nota. La figura muestra todo el proceso ETL que se realizó para insertar y actualizar los registros de proyectos de investigación.

A continuación, se detalla de manera general los pasos realizados para esta segunda transformación de datos:

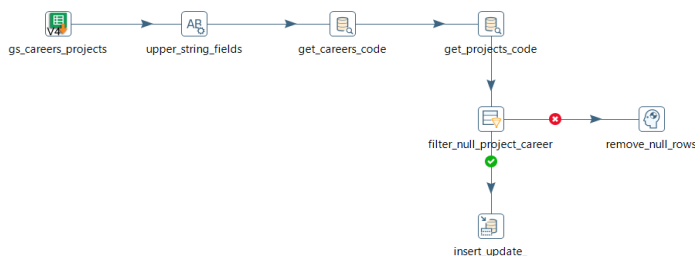
- Se extrajeron los datos del formato en Google Sheet denominado “FORMATO-INFO-PROYECTOS”. Este archivo contiene información sobre el registro de los diferentes proyectos de investigación.
- Se realizó una depuración y limpieza de los datos, eliminando los espacios en blanco al inicio y al final de los datos, eliminar caracteres especiales, convirtiendo las letras a mayúsculas, y asegurándose que un campo contenga solo números o letras.

- Se realizó un reemplazo de valores, en este caso se cambiaron las palabras “SI” y “NO” de una columna por el valor de 1 y 0 respectivamente, para estar acorde al diseño de la base de datos.
- Se descartaron registros que contengan campos obligatorios nulos que sirven para vincular el proyecto de investigación con sus dimensiones.
- Para vincular el registro de los proyectos con las tablas dimensionales, se realizó una búsqueda por campos específicos (nombre de dominio, línea de investigación, sede, etc.) en donde se extrajo las claves primarias correspondientes.
- Se realizó la carga de datos de los proyectos de investigación a la tabla de hechos. Una vez culminado este paso, se extrajo las claves primarias generadas de cada registro almacenado para poder vincular el presupuesto a su respectivo proyecto.
- Por último, se realizó la carga de los datos del presupuesto de cada proyecto.

La tercera transformación que se desarrolló se denominó “TRANSFORMATION_CAREERS_PROJECTS_GS”, en la cual se extraen y transforman los registros correspondientes a las carreras y programas vinculados a cada proyecto de investigación. La Figura 29 muestra todo el proceso ETL elaborado en esta tercera transformación.

Figura 29

Proceso ETL de los datos de carreras vinculadas a cada proyecto



Nota. La figura muestra todo el proceso ETL que se realizó para insertar y actualizar los registros de carreras y programas.

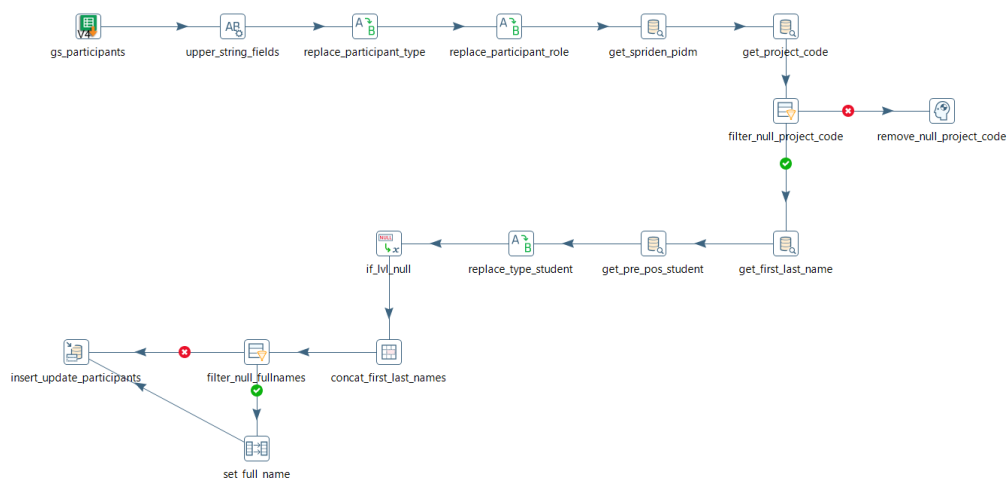
A continuación, se detalla de manera general los pasos realizados para esta tercera transformación de datos:

- Se extrajeron los datos del formato en Google Sheet denominado “FORMATO-PROYECTOS-CARRERAS”. Este archivo contiene información sobre el registro de las carreras y programas vinculados a cada proyecto de investigación.
- Se realizó una limpieza y depuración de los datos, eliminando los espacios en blanco tanto la inicio como al final de cada dato, y convirtiendo cada campo de tipo String a letras mayúsculas.
- Para vincular la carrera con el proyecto se realizó una búsqueda por campos específicos. Primeramente, por nombre de la carrera o programa, y segundo por el código de proyecto. Así se obtuvo la clave primaria tanto de la carrera como del proyecto.
- Se retiraron los registros que tenían campos nulos obligatorios.
- Por último, se cargaron los datos de las carreras y programas a la tabla correspondiente.

La cuarta transformación que se desarrolló se denominó “TRANSFORMATION_PARTICIPANTS_GS”, en la cual se extraen y transforman los registros correspondientes a los participantes de cada proyecto de investigación. La Figura 30 muestra todo el proceso ETL elaborado en esta cuarta transformación.

Figura 30

Proceso ETL de los datos de participantes.



Nota. La figura muestra todo el proceso ETL que se realizó para insertar y actualizar los registros de los participantes.

A continuación, se detalla de manera general los pasos realizados para esta cuarta y última transformación de datos:

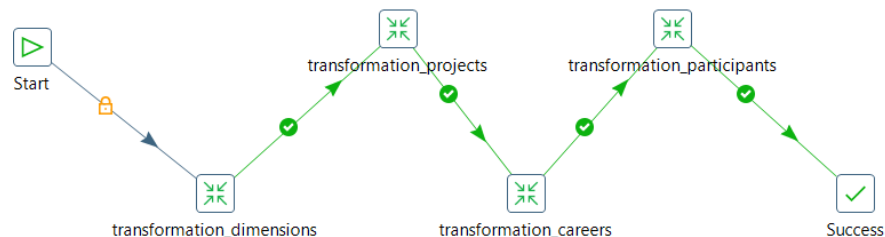
- Se extrajeron los datos del formato en Google Sheet denominado “FORMATO-PROYECTOS-PARTICIPANTES”. Este archivo contiene información sobre los participantes vinculados a cada proyecto de investigación.
- Se realizó una limpieza y depuración de los datos como en las transformaciones anteriores.

- Se realizó un reemplazo de valores de las columnas “Tipo Participante” y “Rol del Participante” para estar acorde al diseño de la base de datos y a los valores definidos en los atributos “UZITPARTICI_TYP_PART” y “UZITPARTICI_ROLE”.
- Para vincular los participantes con su registro en la base de datos de la Universidad de las Fuerzas Armadas, se realizó una búsqueda por número de identificación y se extrajo un código denominado “SPRIDEN_PIDM”, creando una relación lógica con la tabla “SPRIDEN”.
- Para vincular los participantes con el proyecto se realizó una búsqueda por el código de proyecto para poder obtener la clave primaria de la tabla de hechos.
- Se realizó una búsqueda por número de identificación para extraer el nombre completo y el nivel de educación en el que se encuentran cursando o ejerciendo (en caso de ser docentes).
- Se descartaron registros que contengan campos obligatorios nulos que sirven para vincular los participantes con su respectivo proyecto.
- Por último, se cargaron los datos de los participantes a la tabla correspondiente.

Al finalizar la elaboración de las 4 transformaciones, se procedió con el desarrollo del “Job”, el cual es un contenedor de acciones y transformaciones que tiene un solo paso de inicio y no es multihilo. Este Job fue el encapsulador de las 4 transformaciones desarrolladas que facilitó la ejecución en orden de todo el proceso ETL como se muestra en la Figura 31.

Figura 31

Job encapsulador de las 4 transformaciones



Nota. La figura muestra el Job que contiene las 4 transformaciones y las ejecuta de manera secuencial.

Conexión y configuración de Pentaho Server

Para poder realizar la ejecución del proceso ETL de manera automática y programada fue necesario almacenar cada una de las transformaciones y el Job en un servidor. La Universidad de las Fuerzas Armadas cuenta con “Pentaho Server Community Edition” versión 8.3, la cual brindaba la posibilidad de guardar los archivos kettle y establecer un “Schedule” que ejecute el proceso ETL cada cierto tiempo.

Por medio de la herramienta MobaXterm se realizó la conexión y configuración del servidor. Se siguieron los siguientes pasos:

1. Se agregó el archivo ojdbc8.jar en la siguiente ruta del servidor:

.../opt/pentaho-server/tomcat/lib.

2. El token de seguridad “StoredCredentials” generado en la herramienta Pentaho Data Integration y el archivo “client_secret.json” para la conexión con Google Drive se agregaron en la siguiente ruta: *.../opt/pentaho-server/pentaho-solutions/system/kettle/plugins/pentaho-google-drive-creds/credentials.*

3. Se agregó el plugin de Google Sheets en la ruta: `.../opt/pentaho-server/pentaho-solutions/system/kettle/plugins`.

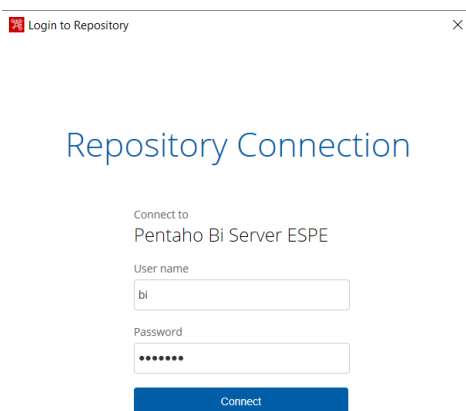
Al finalizar las configuraciones fue necesario reiniciar el servidor para que todos los cambios realizados puedan reflejarse.

Una vez finalizadas las configuraciones en el servidor, se procedió a realizar la conexión con el mismo desde la herramienta de Pentaho Data Integration para poder almacenar los kettle en el repositorio del servidor. Para ello, se creó una nueva conexión desde Spoon en el desplegable “Connect” que se encuentra en la esquina superior derecha, se seleccionó la opción “Repository Manager” y se agregó una nueva conexión especificando la URL del repositorio de Pentaho.

Al finalizar la creación la herramienta solicita el ingreso de un usuario y contraseña para poder autenticarse e ingresar al repositorio como se muestra en la Figura 32.

Figura 32

Conexión al repositorio de Pentaho desde Spoon



Login to Repository

Repository Connection

Connect to
Pentaho Bi Server ESPE

User name

Password

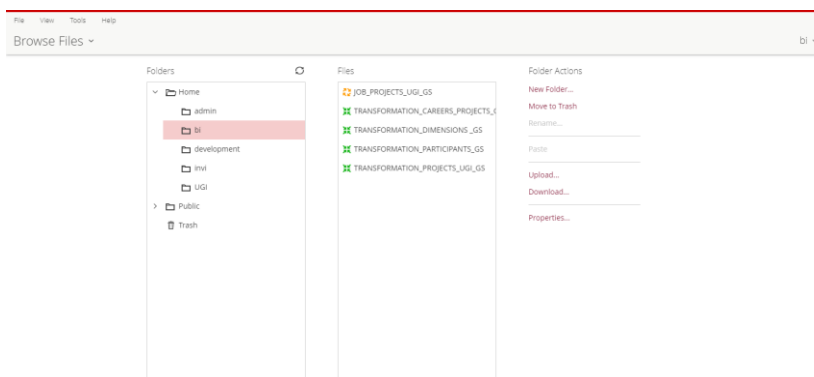
Connect

Nota. La figura muestra el ingreso de usuario y contraseña para la conexión con un repositorio de Pentaho.

Cuando se conecta con un repositorio de Pentaho desde Spoon, cualquier transformación o Job que se encuentre abierto en la herramienta nos permite guardarlos dentro del repositorio, seleccionando un directorio o carpeta. Se almacenaron las 4 transformaciones y el Job en la ruta “/home/bi” que corresponde a la carpeta de archivos del usuario “bi”, ahora los archivos se pueden visualizar en el repositorio por medio de la consola de usuario de Pentaho en la sección “Browser Files” como se muestra en la Figura 33.

Figura 33

Job y transformaciones almacenados en Pentaho Server



Nota. La figura muestra los archivos .ktr y .kjb almacenados en el repositorio Pentaho de la ESPE.

Pentaho Server cuenta con una consola de usuario, que no es más que un entorno web para facilitar el manejo de archivos del repositorio, instalación de plugins, elaboración de reportes o dashboards, entre muchas otras funciones. Por medio de esta consola de usuario se creó un schedule del Job, ingresando al navegador de archivos y seleccionando el Job, en el lado derecho se encuentra la opción de “Schedule” o ejecución programada en donde se especificó que el servidor ejecute el proceso ETL de manera diaria a las 12:00pm.

Todas las ejecuciones programadas del servidor se pueden observar en la sección de “Schedules” como se muestra en la Figura 34, también se tiene la opción de detener, ejecutar, filtrar, editar y eliminar cualquier Schedule que se encuentre en la lista.

Figura 34

Schedule del Job

| Schedule Name | Repeats | Source File | Output Location | Last Run | Next Run | Created By | Status |
|---------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|------------|--------|
| PentahoSystemVersionCheck | Every day at 10:11:25 AM | PentahoSystemVersionCheck | - | Jan 2, 2022 10:11:25 AM | Jan 3, 2022 10:11:25 AM | admin | Normal |
| JOB_PROJECTS_UGI_GS | Every day at 12:00:00 AM | /home/bi/JOB_PROJECTS_UGI_GS | /home/bi | Jan 2, 2022 12:00:00 AM | Jan 3, 2022 12:00:00 AM | bi | Normal |

Blockout Times
No blockout times for scheduling have been created.
[Create Blockout Time](#)

Nota. La figura muestra el Schedule del Job desde la consola de usuario de Pentaho Server.

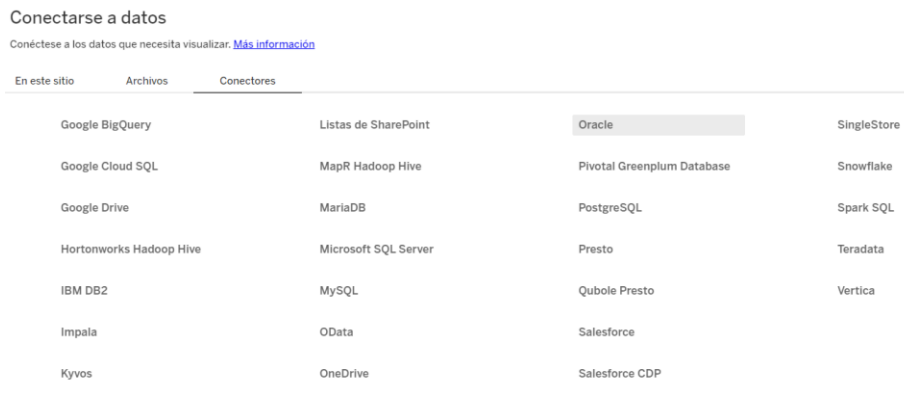
Desarrollo de la Visualización de Datos

Para elaborar la visualización de datos en la plataforma de análisis visual Tableau, primero se realizó la conexión a la base de datos Oracle, lo cual permite acceder a la tabla de hechos y a las tablas de dimensiones.

- Seleccionamos el gestor de base de datos donde se encuentran el data warehouse.

Figura 35

Selección del gestor de base de datos



Nota. La figura muestra la selección del gestor de base de datos Oracle.

- Se configura la dirección del servidor, puerto, nombre del servicio, usuario y contraseña para la conexión a de la base de datos origen.

Figura 36

Conexión a la base de datos

Oracle

General SQL inicial

Servidor
10.1.0.40

Servicio
PRODM1

Puerto
1521

Autenticación
Usar un nombre de usuario y una contraseña específicos

Nombre de usuario
USERDWHS

Contraseña
.....

Requiere SSL

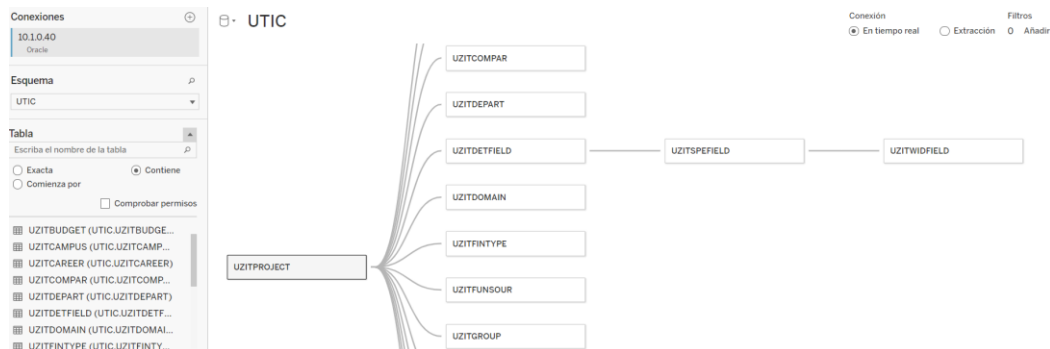
Iniciar sesión

Nota. La figura muestra la configuración para la conexión de la base de datos.

- Se selecciona la tabla de hechos y tablas dimensionales donde se establece las relaciones entre ellas.

Figura 37

Selección de tabla de hechos y tablas dimensionales



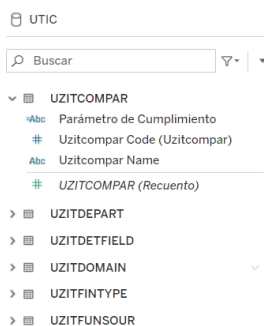
Nota. La figura muestra las tablas con las que se va a elaborar el análisis.

Modelo de diseño de BI

Una vez que la conexión de base de datos se encuentra establecida, se observa en el panel de datos todas las tablas seleccionadas con las cuales se va a trabajar.

Figura 38

Panel de datos



Nota. La figura muestra el panel de datos en el cual están todas las tablas seleccionadas.

El panel “mostrarme” contiene diferentes tipos de vista como histogramas, matrices, pasteles entre otros; que se adaptan según los campos seleccionados para el análisis y los datos que se encuentren en la base.

Figura 39

Opción Mostrarme

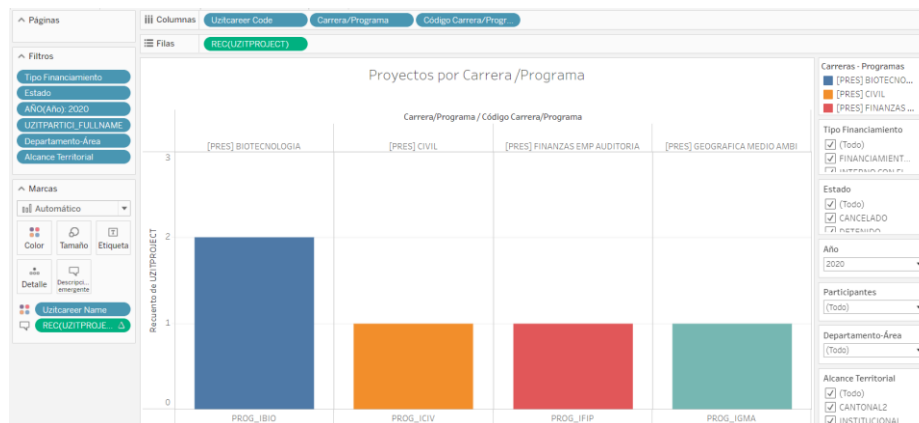


Nota. La figura muestra los tipos de vista que contiene la opción “mostrarme”.

Para finalizar la elaboración del análisis individual, se incluye los distintos filtros, se selecciona la paleta de colores y la información con la que va a contar la leyenda de cada gráfico.

Figura 40

Diseño del gráfico de proyectos por carrera



Nota. La figura muestra el diseño del gráfico con filtros y leyenda.

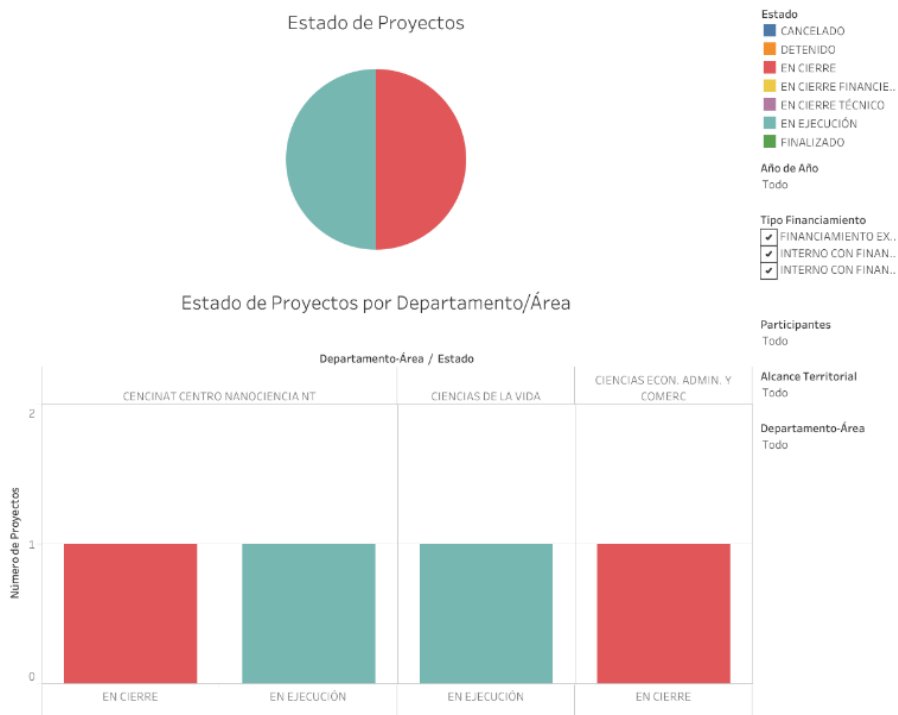
Despliegue

El presente trabajo de titulación tiene como producto final un modelo de inteligencia de negocios, que determine indicadores de desempeño, para permitir la toma de decisiones por parte de los directivos.

A continuación, se muestran los diferentes dashboards elaborados con algunos indicadores de los proyectos de investigación.

Figura 41

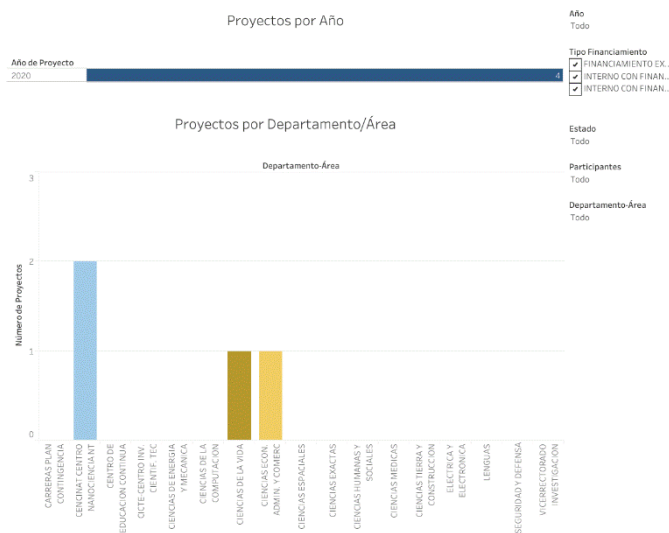
Estado de Proyectos



Nota. La figura muestra los proyectos según el estado en el que se encuentran de manera global y por departamento.

Figura 42

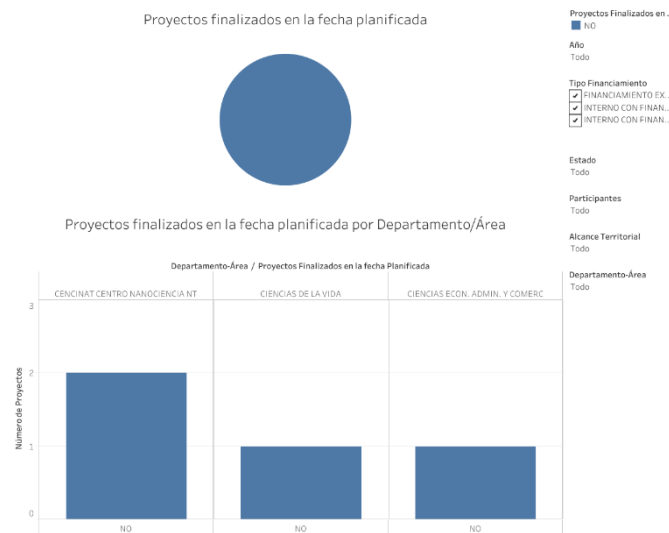
Proyectos por Año



Nota. La figura muestra el número de proyectos por año de manera global y por departamento.

Figura 43

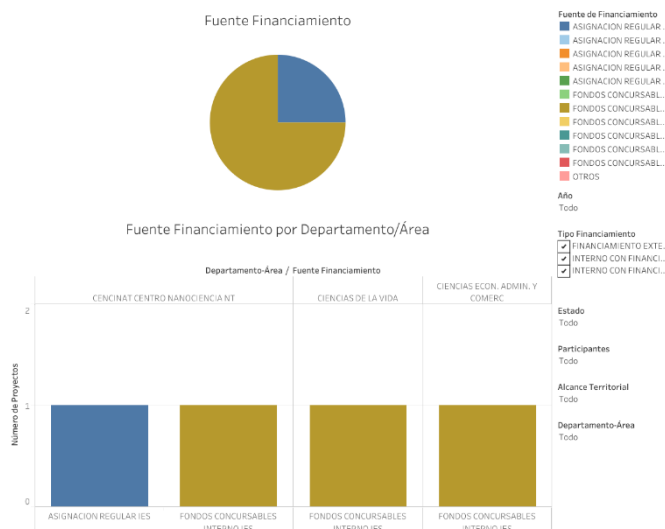
Proyectos finalizados en la fecha planificada



Nota. La figura muestra el número de proyectos que finalizaron o no, en la fecha planificada de manera global y por departamento.

Figura 44

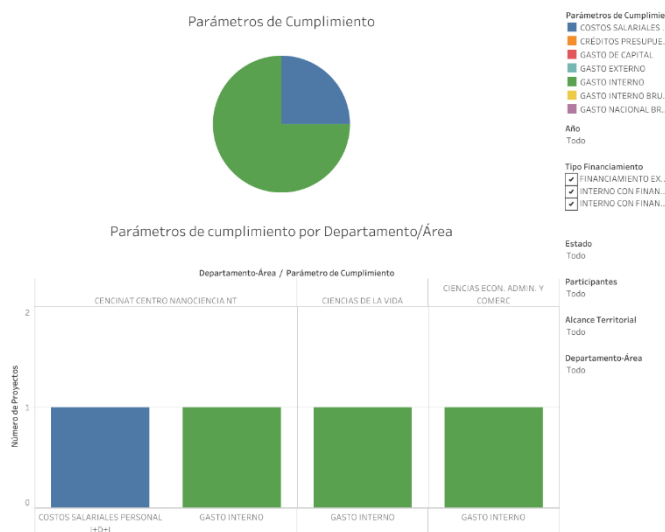
Proyectos según la Fuente Financiamiento



Nota. La figura muestra los proyectos clasificados según la fuente de financiamiento de manera global y por departamento.

Figura 45

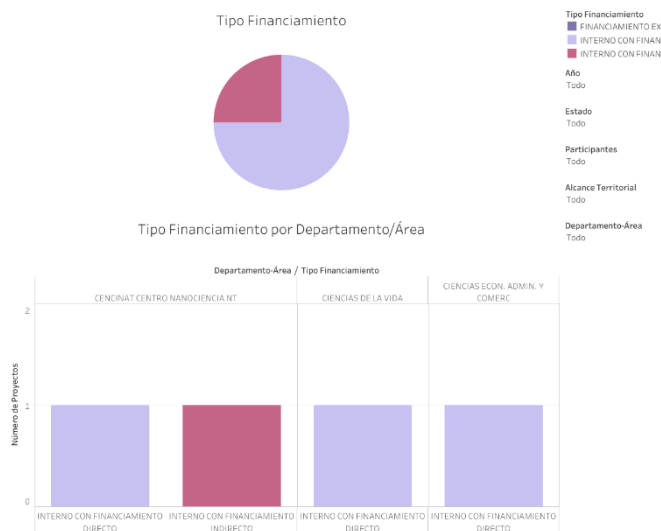
Proyectos según parámetros de cumplimiento



Nota. La figura muestra el número de proyectos según los parámetros de cumplimiento de manera global y por departamento.

Figura 46

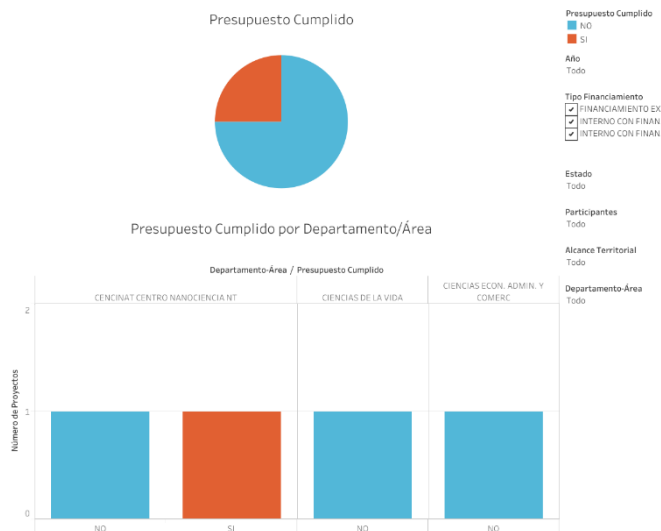
Proyectos según Tipo Financiamiento



Nota. La figura muestra los proyectos según el tipo de financiamiento de manera global y por departamento.

Figura 47

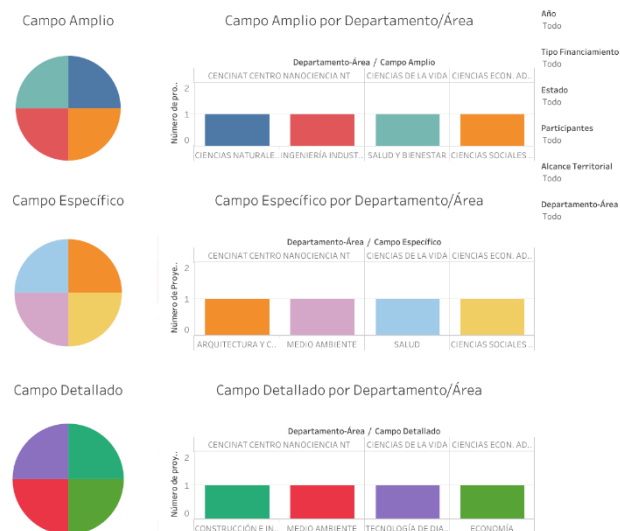
Proyectos según el cumplimiento de presupuesto



Nota. La figura muestra los proyectos según el cumplimiento de presupuesto de manera global y por departamento.

Figura 48

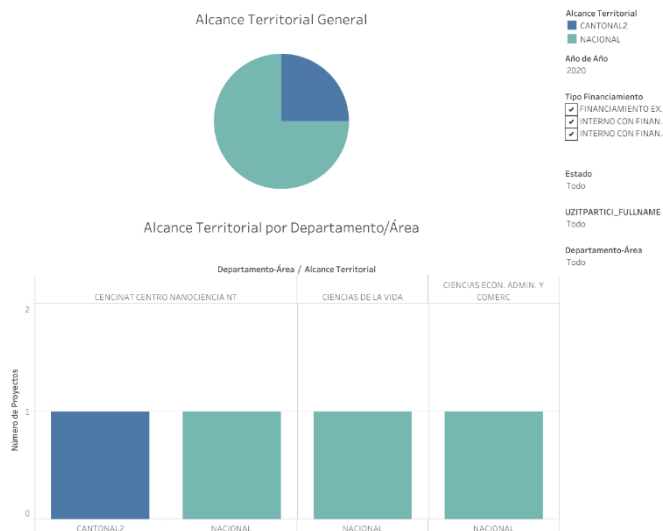
Proyectos según los campos



Nota. La figura muestra los proyectos según el campo amplio, específico y detallado de manera global y por departamento.

Figura 49

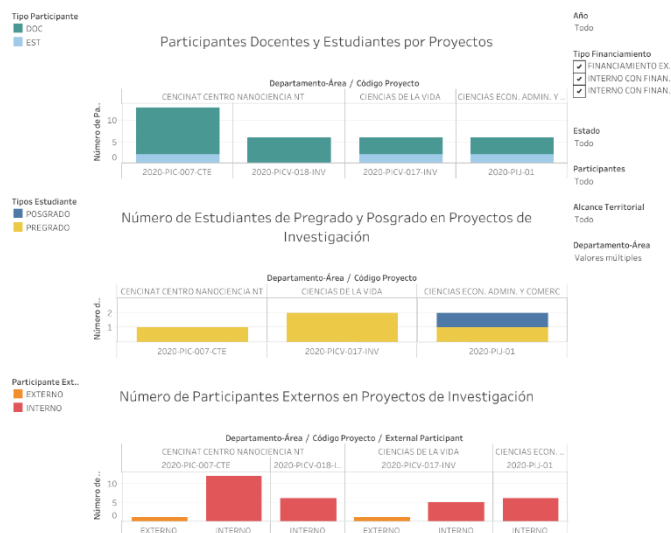
Proyectos según el alcance territorial



Nota. La figura muestra los proyectos según el alcance territorial de manera global y por departamento.

Figura 50

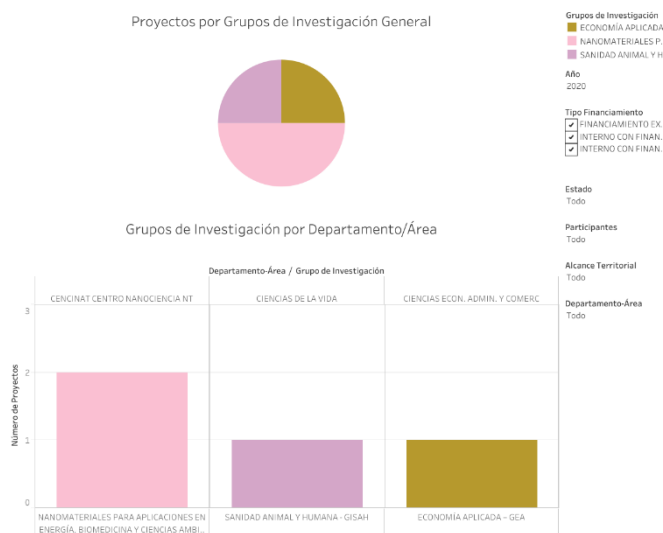
Participantes por Proyectos



Nota. La figura muestra el número de participantes por proyecto.

Figura 51

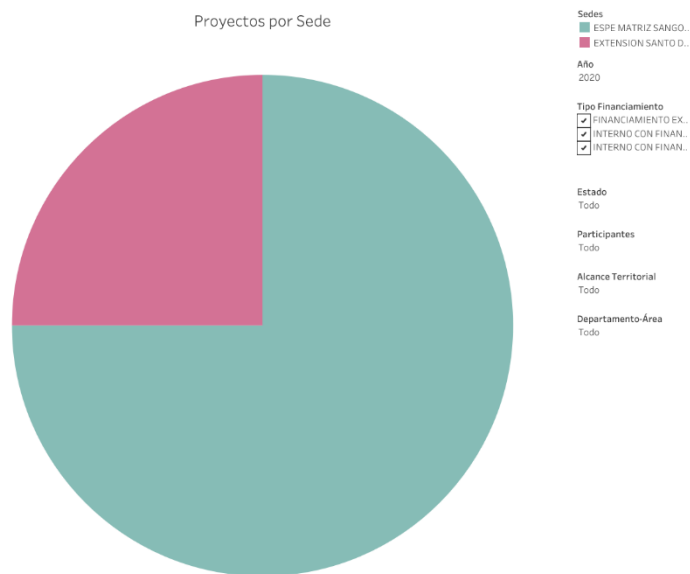
Proyectos por Grupos de Investigación



Nota. La figura muestra los proyectos según los grupos de investigación de manera global y por departamento.

Figura 52

Proyectos por sede



Nota. La figura muestra el número de proyectos por sede.

Figura 53

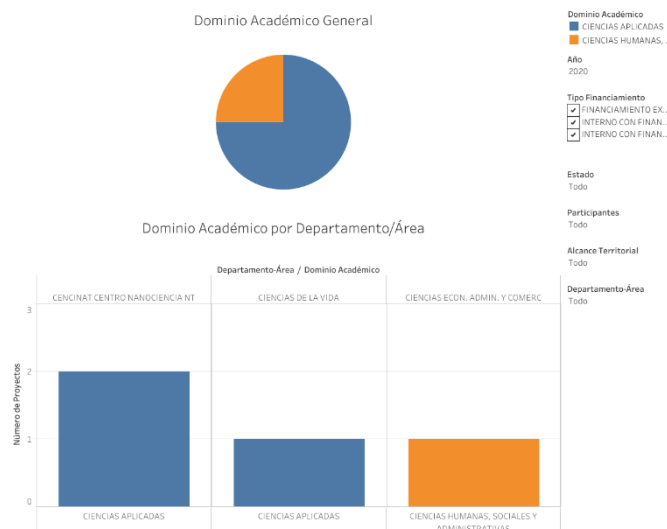
Proyectos según la línea de investigación



Nota. La figura muestra el número de proyectos según la línea de investigación.

Figura 54

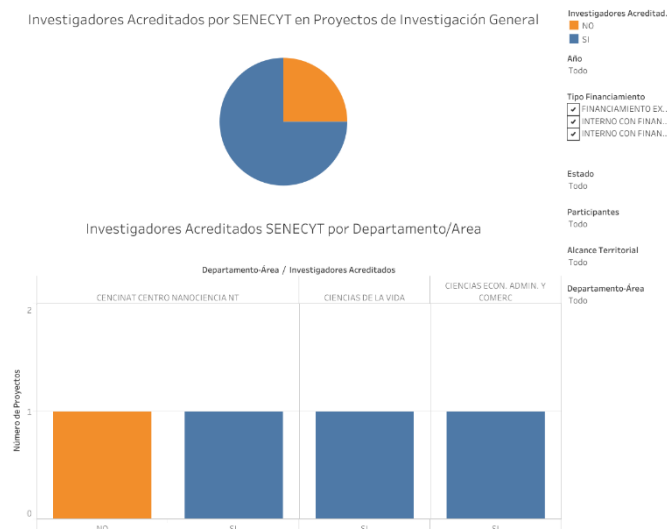
Proyectos según el dominio académico



Nota. La figura muestra los proyectos según el dominio académico de manera global y por departamento.

Figura 55

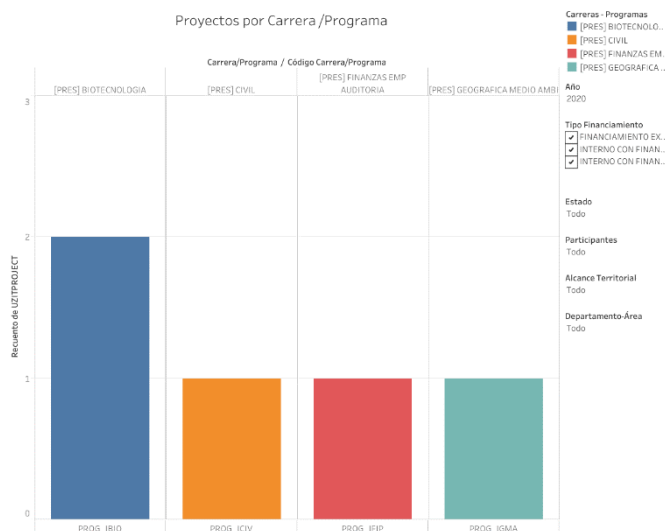
Proyectos que cuentan con investigadores acreditados por SENECYT



Nota. La figura muestra los proyectos que cuentan con investigadores acreditados por SENECYT de manera global y por departamento.

Figura 56

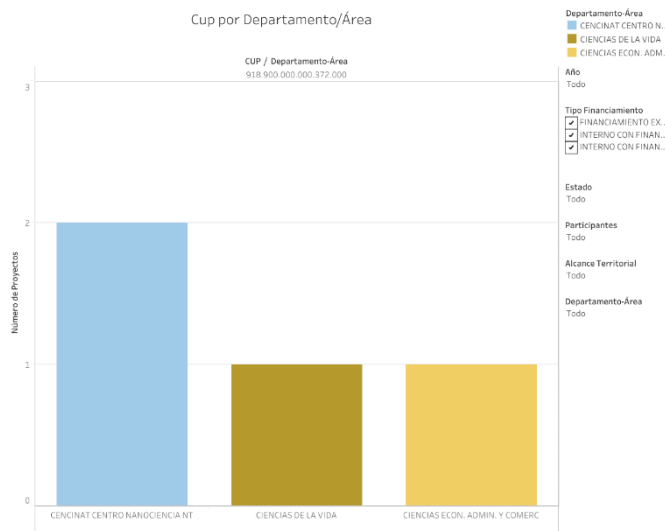
Proyectos por Carrera / Programa



Nota. La figura muestra el número de proyectos por carrera o programa.

Figura 57

Cup por Departamento o área



Nota. La figura muestra el número de proyectos por el cup utilizado según el departamento o área.

Capítulo IV

Validación

En esta sección se busca validar el modelo de inteligencia de negocios, mediante la inyección de nueva información y verificación de la eficiencia del mismo.

Inyección de nueva información al Modelo de Inteligencia de Negocios

El propósito de un modelo de inteligencia de negocios es recibir nueva información y continuar alimentando su base de datos conforme pasa el tiempo, reflejando su actualización y crecimiento en los gráficos o dashboards. Es por ello que la validación de la solución desarrollada se realizó por medio de la inyección o carga de nueva información para verificar y evidenciar los resultados obtenidos en los gráficos. Primeramente, se agregó nuevos registros a los formatos elaborados en Google Spreadsheets como se muestra en la Figura 58, teniendo un total de:

- 12 proyectos de investigación
- 15 carreras vinculadas a proyectos
- 91 participantes en proyectos

Figura 58

Nueva Información en los formatos de Google Spreadsheets

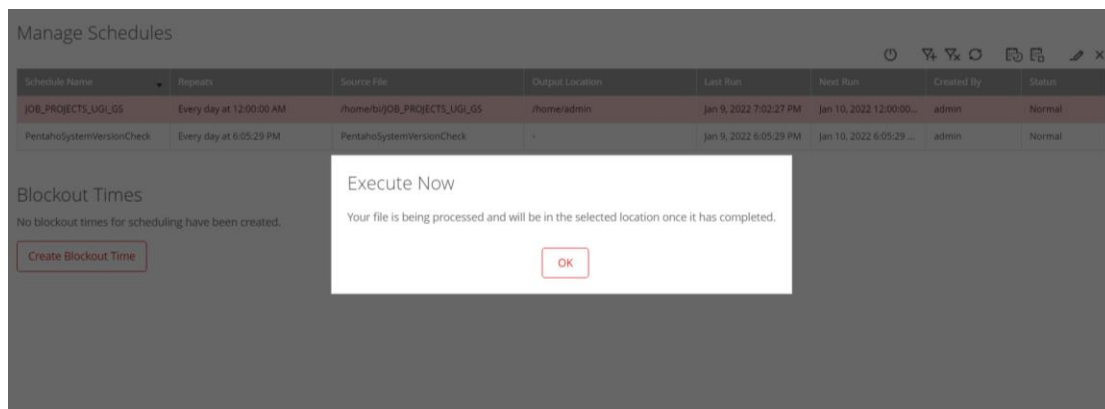
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|------|---|-----------------|---------------------|-------------|--|------------------------------------|------------------------|---|--|--------------|------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| 1 | 2 | TITULO CONVENIO | ASIGNO PROYECTO | SECTOR | NOMBRE PROYECTO | TIPO FINANCIAMIENTO | PAISY MUNICIPIO | ORGANISMO ACREDITADO POR EL PODERADO | LINEA INVESTIGACION | FECHA INICIO | FECHA FIN PLANEO | PROY. FIN. PAIS | CARRERA ASPIRO | CARRERA ENPROYECTO | CARRERA DETALLADA |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-01 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | ANÁLISIS DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-02 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIO Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-03 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIO Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-04 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIO Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-05 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIO Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-06 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIO Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-07 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIO Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-08 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIO Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-09 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIO Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-10 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIO Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-11 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIO Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |
| 2022 | CONVENIO DE FOMENTO DE INVESTIGACION TECNICA 2022 | 2022-PAJ-12 | EPRE MONTES MARQUEZ | AGRICULTURA | DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIO Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION TECNICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS | RETORNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO | ECUADOR, VALENCIA, IBA | CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS | CIENCIAS HUMANAS SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | 01/08/2022 | 01/08/2022 | | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | CARRERA SOCIALES Y COMPORTAMIENTO | SOCIAS |

Nota. La figura muestra los nuevos registros que se encuentran en los formatos.

Posteriormente, por medio de la consola de usuario de Pentaho se ejecutó el Schedule del job como se muestra en la Figura 59. Para verificar la correcta ejecución del proceso ETL se ingresó al servidor por medio de MobaXterm para visualizar los logs del sistema, específicamente el archivo “catalina.out” por medio del comando: `“tail -f /opt/pentaho-server/tomcat/logs/catalina.out”`. Los logs mostraron que el Job inició su ejecución a las 19:02:28 y finalizó de manera exitosa a las 19:02:47 como se muestra en la Figura 59, demorando en su ejecución un total de 19s.

Figura 59

Ejecución de Schedule



Nota. La figura muestra la ejecución del schedule desde la consola de usuario de Pentaho Server.

Figura 60

Logs de Pentaho Server

```

2022/01/09 19:02:47 - JOB_PROJECTS_UGI_GS - Finished job entry [Success] (result=[true])
2022/01/09 19:02:47 - JOB_PROJECTS_UGI_GS - Finished job entry [transformation_participants] (result=[true])
2022/01/09 19:02:47 - JOB_PROJECTS_UGI_GS - Finished job entry [transformation_careers] (result=[true])
2022/01/09 19:02:47 - JOB_PROJECTS_UGI_GS - Finished job entry [transformation_projects] (result=[true])
2022/01/09 19:02:47 - JOB_PROJECTS_UGI_GS - Finished job entry [transformation_dimensions] (result=[true])
2022/01/09 19:02:47 - JOB_PROJECTS_UGI_GS - Job execution finished
2022/01/09 19:02:47 - PurRepository - Creating repository meta store interface
2022/01/09 19:02:47 - PurRepository - Connected to the enterprise repository

```

Nota. La figura muestra los logs de Pentaho server que indican la ejecución correcta del job.

Adicionalmente, se ingresó a la base de datos de la ESPE, a la tabla de hechos UZITPROJECT para asegurarse de que exista un total de 12 nuevos registros como se muestra en la Figura 61.

Figura 61

Tabla de hechos UZITPROJECT actualizada

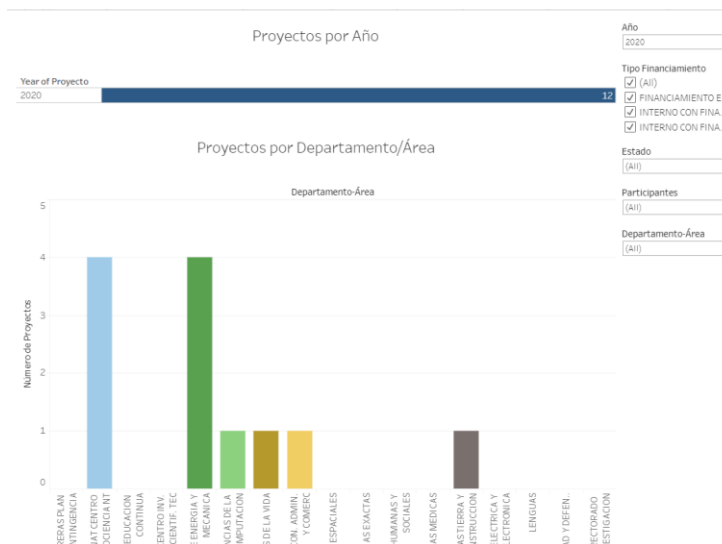
| | UZITPROJECT_CODE | UZITPROJECT_CODE_PROJECT | UZITLINES_CODE | UZITDEPART_CODE | UZITDETFIELD_CODE | UZITCOMPAR_CODE | UZITFUNSOUR_CODE | UZITTERSOP_CODE | UZITSTATE_CODE | UZITFINNYPE_CODE | UZITDOMAB |
|----|----------------------|--------------------------|----------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------|
| 1 | 9.2020-PI2-01 | | 89 | 70 | 317 | 33 | 44 | 31 | 43 | 34 | |
| 2 | 10.2020-PICT-011-INV | | 85 | 64 | 362 | 33 | 44 | 31 | 44 | 34 | |
| 3 | 11.2020-PI2-007-CIE | | 77 | 60 | 312 | 27 | 43 | 31 | 44 | 35 | |
| 4 | 12.2020-PICT-018-INV | | 79 | 60 | 366 | 33 | 44 | 28 | 43 | 34 | |
| 5 | 13.2020-PI2-17 | | 72 | 63 | 334 | 33 | 44 | 31 | 44 | 34 | |
| 6 | 14.2020-PI2-009-CIE | | 77 | 60 | 312 | 33 | 44 | 34 | 42 | 34 | |
| 7 | 15.2020-PICT-020-INV | | 78 | 69 | 339 | 33 | 44 | 30 | 44 | 34 | |
| 8 | 16.2020-PICT-014-CIE | | 76 | 69 | 366 | 27 | 43 | 31 | 44 | 35 | |
| 9 | 17.2020-PICT-005-CIE | | 81 | 65 | 323 | 27 | 43 | 31 | 44 | 35 | |
| 10 | 18.2020-PICT-012-CIE | | 79 | 69 | 337 | 27 | 43 | 31 | 42 | 35 | |
| 11 | 19.2020-PICT-018-CIE | | 76 | 69 | 343 | 27 | 43 | 34 | 44 | 35 | |
| 12 | 20.2020-PICT-019-INV | | 74 | 60 | 362 | 33 | 44 | 30 | 42 | 34 | |

Nota. La figura muestra la tabla UZITPROJECT con nuevos registros.

Por último, para verificar la actualización de los gráficos se ingresó a Tableau Server, al dashboard que muestra el total de proyectos por año y por departamento o área. Los gráficos se actualizaron de manera inmediata indicando un total de 12 proyectos en el año 2020 como se muestra en la Figura 62.

Figura 62

Dashboard total de proyectos por año actualizado.



Nota. La figura muestra el dashboard de total de proyectos por año con los datos actualizados.

Eficiencia del Modelo de Inteligencia de Negocios

Para validar la eficiencia del modelo de inteligencia de negocios se plantearon las siguientes tareas, con el objetivo de medir el tiempo que tarda en actualizarse los dashboards según los parámetros de filtración y su comparación con los informes o estadísticas con las que anteriormente contaba la Unidad de Gestión de la Investigación (UGI).

1. Total de proyectos con financiamiento directo en el 2020.
2. Total de estudiantes de pregrado y posgrado en proyectos de investigación con financiamiento indirecto según el departamento / área en el año 2020.
3. Total de proyectos elaborados por el CENCINAT en estado de ejecución según los grupos de investigación que se encuentran en el año 2020.

El tiempo que tarda el modelo en realizar una consulta y visualizarla fue medido mediante el análisis de rendimiento de Tableau, arrojando los resultados que se muestran en la tabla 31.

Tabla 31 31

Tiempos de ejecución de consultas

| Número de tarea | Tiempo de compilación de consulta | Tiempo de diseño de la visualización |
|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 0.02s | 0.03s |
| 2 | 0.03s | 0.05s |
| 3 | 0.03s | 0.04s |

Nota. La tabla muestra los tiempos que demora el modelo en consulta y visualización de los datos.

Las figuras 63, 64 y 65 muestran la forma en la que se realizaba las estadísticas de las tareas mediante Google Sheets, lo cual no permite una buena visualización del estado de los proyectos y la toma de decisiones.

Figura 63

Estadísticas de la Tarea 1 con Google Sheets

| PROYECTOS POR DEPARTAMENTO | | ENERO-ABRIL 2021 VIGENTES | | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|-------|
| No. | TIPO | INTERNOS CON FINANCIAMIENTO | INTERNOS SIN FINANCIAMIENTO | EXTERNOS | TOTAL |
| 1 | CENCI/NAT | 7 | 3 | 2 | 12 |
| 2 | CENCI/NAT/OCTIC | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 3 | CICTE-DEE | 6 | 0 | 0 | 6 |
| 4 | CICTE-DCCO | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | DCCO | 3 | 1 | 5 | 9 |
| 6 | DCEK | 0 | 3 | 2 | 5 |
| 7 | DCEAC | 2 | 2 | 1 | 5 |
| 8 | DCEM | 4 | 2 | 0 | 6 |
| 9 | DCHS | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 10 | DCTC | 2 | 4 | 1 | 7 |
| 11 | DQVA | 3 | 0 | 8 | 11 |
| 12 | DSD | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 13 | DEEE | 1 | 4 | 6 | 11 |
| 14 | DREE-L | 2 | 1 | 4 | 7 |
| 15 | DCEM-L | 0 | 2 | 1 | 3 |
| 16 | DQVA/STDOMINGO | 2 | 0 | 0 | 2 |
| TOTAL | | 35 | 27 | 30 | 92 |

Nota. La figura muestra la estadística de la Tarea 1 elaborada manualmente

Figura 64

Estadísticas de la Tarea 2 con Google Sheets

| VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------------------|------------------------|--------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|------------|------------------------------------|------------------------------|--|
| Estudiantes de Posgrado en Proyectos de Investigación | | | | | | | | | | | |
| N° | Departamento/ Centro | Programa de Maestría | Línea de Investigación | Código de Proyecto | Título de Proyecto | Nombre del Responsable del Proyecto | Apellidos y Nombres de Estudiantes | No. Cédula | Fecha de participación | Proyecto de graduación SI/NO | Tipo de Proyecto: Interno Con Financiamiento |
| 5 | Centro de Nanociencia y Nanotecnología | Sistemas de Gestión Ambiental | Ambiente | 2019-PIIC-094-NV | Determinación de concentraciones de contaminantes emergentes en los ríos San Pedro, Guaylabamba, Esmeraldas y Daulé, y análisis de alternativas para tratamiento con... | Dario Bolaños, Ph.D. | Ibarra Raquel | 1003493200 | Noviembre 2020 - Actual | SI | PROYECTO INTERNO CON FINANCIAMIENTO |
| 6 | Departamento Ciencias de la Vida y Agricultura | Sistemas de Gestión Ambiental | Ambiente | 2020-PII-02 | Determinación de la carga contaminante de las aguas residuales descargadas a cuerpo hídrico en la ESPE Sede Santo Domingo, diseño de planta de tratamiento, generación del Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental. | Dra. Sandra Narango | Mariela Valdivieso | 172178502 | Octubre 2020 | SI | INTERNO CON FINANCIAMIENTO DIRECTO |
| 7 | Centro de Nanociencia y Nanotecnología | MSc Nanotecnología | Nanotecnología | 2020-PII-01 | Desarrollo de un prototipo de sistema de iluminación en base a células híbridas para seguridad energética | Yolanda Angulo, Ph.D. | Escorza Jonathan | 171642973 | 02/06/2020 hasta la presente fecha | SI | Proyecto interno con financiamiento |

Nota. La figura muestra la estadística de la Tarea 2 realizada manualmente

Figura 65

Estadísticas de la Tarea 3 con Google Sheets

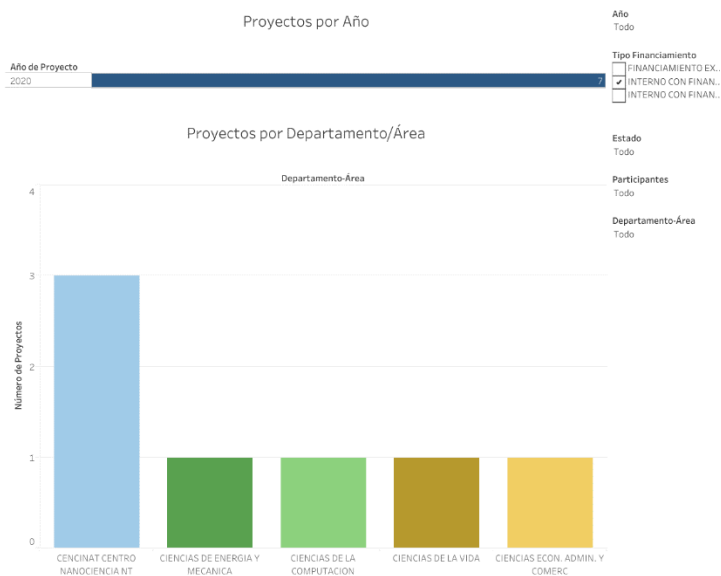
| AÑO | No. | PROYECTO | Departamento | Fecha aprobación Consejo Académico | NOMBRE DEL PROGRAMA | LÍNEA DE INVESTIGACIÓN | GRUPO DE INVESTIGACIÓN | CAMPO AMPLIO | CAMPO ESPECÍFICO | CAMPO DETALLADO | ALCANCE TERRITORIAL | FUENTE DE FINANCIAMIENTO |
|------|-------------|--|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------------|---------------------|--------------------------|
| 2016 | 2016-MIL-03 | Optimización de recursos y efectos militares a través de una plataforma web y dispositivos móviles que permita determinar su ubicación, monitoreo y... | DEE-ESPE MATRIZ | | N/A | Tecnologías de | WICOM ENERGY | INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (ITC) | SOFTWARE Y DESARROLLO Y ANÁLISIS DE APLICATIVOS | | Nacional | OTROS |
| 2016 | 2016-MIL-04 | | | | | | | | | | | |
| 2016 | 2016-MIL-05 | Desarrollo de curvas de daño por impacto con cargas explosivas en columnas de hormigón armado a través de simulación computacional y pruebas experimentales. | DCTC - ESPE MATRIZ | | N/A | Seguridad y Defensa | | INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN | ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN | CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA CIVIL | Nacional | OTROS |
| 2016 | 2016-MIL-07 | Análisis del estado límite de resistencia de componentes de estructuras de concreto. | DCEM - ESPE MATRIZ | | Manufactura y Diseño asistido | Seguridad y Defensa | | INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN | INGENIERÍA Y PROFESIONES | MECÁNICA Y... | | |

Nota. La figura muestra la estadística de la Tarea 3 realizada manualmente

Por el contrario, las figuras 66, 65 y 67 muestran el despliegue de la información de cada una de las tareas de forma clara, mediante diferentes tipos de vista, lo cual ayuda a la toma de decisiones, ya que se tiene una visión global del estado en el que se encuentra cada uno de los proyectos de investigación.

Figura 66

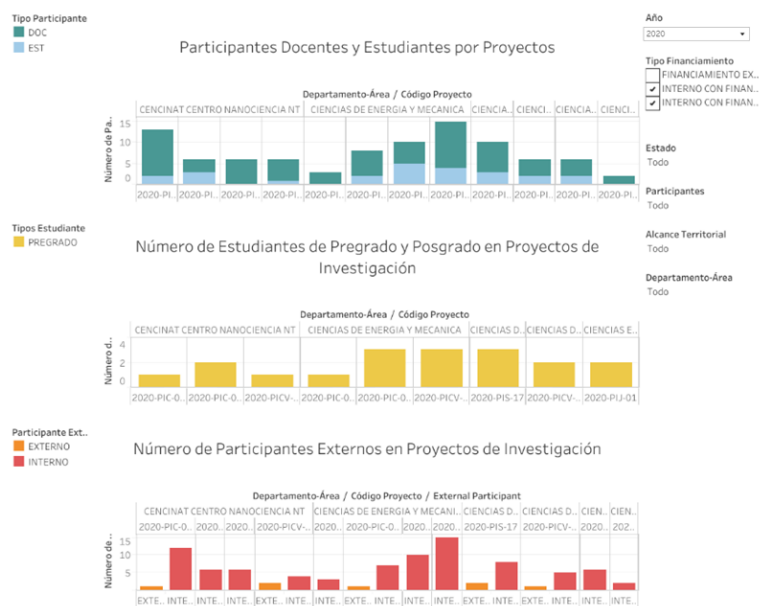
Dashboard de la Tarea 1 con el Modelo BI



Nota. La figura muestra el despliegue de información de la Tarea 1 con el modelo BI.

Figura 67

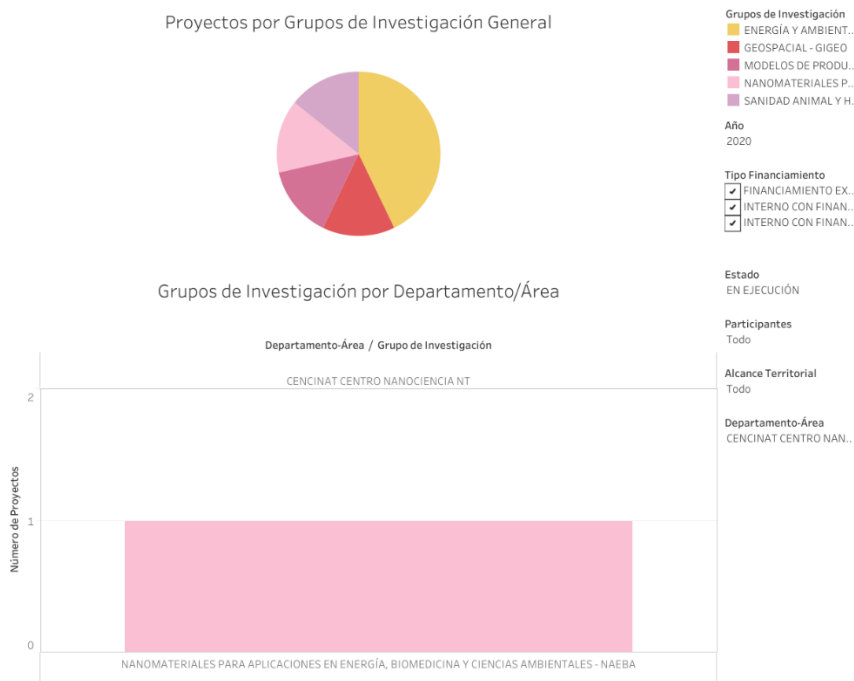
Dashboard de la Tarea 2 con el Modelo BI



Nota. La figura muestra el despliegue de información de la Tarea 2 con el modelo BI.

Figura 68

Dashboard de la Tarea 3 con el Modelo BI



Nota. La figura muestra el despliegue de información de la Tarea 3 con el modelo BI

Se puede evidenciar un gran cambio con respecto al tiempo de ejecución, pues el proceso manual demora aproximadamente de 1 a 3 días, ya que se coteja la información de los proyectos con cada uno de los perfiles y se realiza el cruce de datos para la obtención de información de los estudiantes que participaron en los proyectos de investigación, existiendo la posibilidad de cometer algún error humano, lo cual no permite visualizar la situación real de los proyectos impidiendo la correcta toma de decisiones. Por otro lado, el modelo de inteligencia de negocios desarrollado realizó las tareas propuestas con un tiempo de consulta y diseño de visualización de 0.026s y 0.04s respectivamente, permitiéndonos tener una visión global más rápida y precisa del estado de los proyectos, lo que permite tomar decisiones apropiadas enfocadas en fortalecer la transferencia tecnológica

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Posterior al estudio de la situación actual de la gestión de almacenamiento de proyectos de investigación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, se observó que la Unidad de Gestión de la Investigación (UGI) no cuenta con un sistema en producción para la automatización del registro y seguimiento de proyectos, por lo cual se maneja archivos Excel en los que se ingresa manualmente la información, lo que dificulta tener una visión global del estado de los proyectos de investigación.

Mediante la revisión de literatura preliminar se concluye que la innovación y transferencia tecnológica en los proyectos universitarios parte de un sistema de seguimiento eficiente, medible y comprobable, que facilite la extracción y visualización de datos en tiempo real. El resultado del modelo propuesto puede dar pauta al mejoramiento de la designación de recursos en futuros proyectos de investigación.

Por medio de la revisión bibliográfica se determinó que los principales indicadores de desempeño de los proyectos pertenecen a las áreas de: alcance, recursos económicos, tiempo de ejecución y calidad de los proyectos de investigación. Mediante el proceso ETL fue posible la extracción, depuración, transformación y carga de datos pertinentes para la obtención de indicadores de desempeño y el correcto almacenamiento en la tabla de hecho y tablas dimensionales, para garantizar consultas ágiles de información.

La presentación visual de los datos por medio de dashboards se desarrolló en la herramienta de Tableau Server de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, en donde se aplicaron diferentes medidas, cálculos, etiquetas y filtros que facilitan la

consulta de información y su correcta visualización. Se concluye que contar con información resumida, centralizada y actualizada de los proyectos de investigación permite tener una visión global del estado de los mismos.

A través de la inyección de nueva información al modelo de inteligencia de negocios se pudo validar el correcto funcionamiento de la solución, su ejecución y actualización de los datos en un tiempo de 19s. La eficiencia del modelo se validó mediante el análisis de rendimiento de Tableau Server, el cual arrojó resultados favorables en cuanto al tiempo de consulta y diseño de la visualización, obteniéndose un promedio de 0.026s y 0.04s respectivamente, lo que representa una gran diferencia y mejora en comparación con el tiempo invertido en la elaboración de los informes y estadísticas manuales que tomaba de 1 a 3 días dependiendo de la cantidad de información.

Recomendaciones

Automatizar el registro de los proyectos de investigación, al igual que su seguimiento respectivo, para contar con una nueva fuente de datos limpia que provenga de un sistema o software que disminuya los errores de usuario al almacenar la información, para dejar de depender de archivos Excel y utilizar una base de datos digital.

Analizar y revisar estudios que incentivan la colaboración entre la universidad y la industria buscando respaldar la I+D+i, para poder aplicar este enfoque en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y lograr que los proyectos generen productos que sean implementados en el sector industrial.

Una vez que el modelo de inteligencia de negocios cuente con mayor información sobre los proyectos de investigación, se recomienda diversificar el tipo de

gráficos en los dashboards agregando líneas de tendencias que muestren el cambio conforme el paso del tiempo, gráficos de correlación entre variables y gráficos de distribución.

Realizar pruebas con una inyección de información proveniente de dos fuentes de datos distintas, agregando como nueva fuente una base digital, para poder validar el funcionamiento del modelo a mayor escala e identificar el porcentaje de aumento en cuanto al tiempo de carga de datos, consulta y diseño de la visualización.

Trabajos Futuros

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y las recomendaciones, surgen como trabajos futuros:

- Incorporar Data Mining para poder obtener “insights” o patrones y comportamientos repetitivos en los datos de los proyectos de investigación, por medio de la construcción de algoritmos que logren reconocer la correlación entre datos y patrones que puedan presentar.
- Añadir analítica predictiva dedicada al modelo de BI, a través de modelos estadísticos aplicados a los patrones y comportamientos identificados en los proyectos de investigación, para poder predecir eventos futuros y aplicar nuevas estrategias.

Bibliografía

- Alonso Martinez, M. (s.f.). *CONOCIMIENTO Y BASES DE DATOS: UNA PROPUESTA DE INTEGRACIÓN INTELIGENTE*. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, Cantabria.
- Boza, A., Ortiz, A., & Vicéns, E. (2004). Data Warehouse para la gestión por procesos en el sistema productivo. *Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference*, (págs. 4-5). Cancún.
- Chiavenato, I. (2006). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. Tlalnepantla: McGraw-Hill Interamericana.
- Crespi, G., Navarro, J. C., & Zuñiga, P. (2009). *Ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe: Un compendio estadístico de indicadores*.
- Fernandes, G., Machado, R. J., Pinto, E. B., Araujo, M., & Pontes, A. (2016). A Quantitative Study to Assess a Program and Project Management Approach for Collaborative University-Industry R&D Funded Contracts. *2016 International Conference on Engineering, Technology and Innovation/IEEE International Technology Management Conference (ICE/ITMC)* (págs. 1-10). Trondheim: IEEE.
- Fernandes, G., Pessoa, C., Martins, A. R., Pinto, E. B., Ruão, T., Araújo, M., . . . Machado, R. J. (2018). A Conceptual Social Media Tool for Supporting Collaborative University-Industry R&D Programs. *2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)* (págs. 1-9). Stuttgart: IEEE. doi:10.1109/ICE.2018.8436297
- Flórez Salgado, D. F., & Del Mar Tejada Cardona, L. M. (2015). Guía para la implementación de una solución de inteligencia de negocios para pequeñas y

medianas empresas. (*Trabajo de Grado*). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira.

Fuentes, E., & Arguimbau, L. (2008). I+D+I: UNA PERSPECTIVA DOCUMENTAL.

Anales de Documentación, 11, 43-56. doi:10.6018/24801

García Flores, J. P., & Jiménez Patiño, J. E. (2017). *Tutoría Asistida por Computadora para la redacción de artículos científicos mediante el procesamiento de lenguaje natural*. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13570/1/T-ESPE-057440.pdf>: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13570/1/T-ESPE-057440.pdf>

García, E. G., López, R. J., Moreno, J. J., Abad, A. S., Blasco, B. C., & Pol, A. P. (2009).

La metodología del Data Mining. Una aplicación al consumo de alcohol en adolescentes. *ADICCIONES*, págs. 65-80.

doi:<https://doi.org/10.20882/adicciones.253>

Gartner. (2020). *Informatica*. Obtenido de <https://www.informatica.com/pe/data-integration-magic-quadrant.html>

Gartner. (15 de Febrero de 2021). *Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms*. Obtenido de Gartner.

Gartner. (2021). *Qlik*. Obtenido de <https://www.qlik.com/es-es/gartner-magic-quadrant-business-intelligence>

Hilorme, T., & Honchar, O. (2019). Strategic Solutions for The Implementation of Innovation Projects. *Academy of Strategic Management Journal*, 18, 1-6.

Hitachi Vantara Corporation. (2021). *Integración de datos de Pentaho*. Obtenido de Hitachi Vantara: <https://www.hitachivantara.com/content/hitachi->

insight/es_la/products/data-management-analytics/pentaho-platform/pentaho-data-integration.html

IBM. (2021). *IBM Db2*. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/analytics/db2>

IBM. (6 de Diciembre de 2021). *InfoSphere Data Architect*. Obtenido de Snowflake schemas: <https://www.ibm.com/docs/es/ida/9.1.2?topic=schemas-snowflake>

IBM. (06 de Diciembre de 2021). *InfoSphere Data Architect*. Obtenido de Star schemas: <https://www.ibm.com/docs/es/ida/9.1.2?topic=schemas-star>

IBM. (s.f.). *Data integration*. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/analytics/data-integration>

Información Tecnológica. (2011). *Investigación en América Latina*. Obtenido de Scielo: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000300001>

Informatica. (2021). *PowerCenter: Enterprise-strength data integration*. Obtenido de Informatica: <https://www.informatica.com/products/data-integration/powercenter.html>

Kaloudis, A., Aspelund, A., Koch, P. M., Lauvås, T. A., Mathisen, M. T., Strand, Ø., . . . Aadland, T. (2019). *How Universities Contribute to Innovation: A Literature Review-based Analysis*. marzo: NTNU.

Kimball, R., Reeves, L., Ross, M., & Thornthwaite, W. (2008). *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit*. Wiley and Sons.

Kunev, S., Fleaca, B., Antonova, D., & Dráb, R. (2020). "Fostering the innovative university student-centred learning by application of ICT tools together with stakeholders: a project methodology overview. *2020 7th International Conference*

on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE) (págs. 1-4). Ruse: IEEE.

LAUDON, K., & LAUDON, J. (2012). *Sistema de información gerencial*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Loor Econ, M. F., & Carriel Econ, V. (2015). *Investigación y Desarrollo en Ecuador: Un Análisis Comparativo entre América Latina y el Caribe (2000 - 2012)*. *Compendium: Cuadernos De Economía Y Administración*, 28-46.

Martínez Trujillo, T. (2018). *Gestión de datos empresariales utilizando procesos ETL*. Universidad Autónoma del Estado de México, Zumpango.

Mendez, A., Mártire, A., Britos, P., & Garcia-Martinez, R. (s.f.). *Fundamentos de Data Warehouse*.

Microsoft. (2021). *¿Qué es Power BI?* Obtenido de Microsoft: <https://powerbi.microsoft.com/es-es/what-is-power-bi/>

Microsoft power BI. (s.f.). *¿Qué es la visualización de datos?* Obtenido de Powerbi.microsoft: <https://powerbi.microsoft.com/es-es/data-visualization/#:~:text=La%20visualización%20de%20datos%20es,para%20comp artir%20y%20comunicar%20información.>

National Research Council. (2013). *Best Practices in State and Regional Innovation Initiatives: Competing in the 21st Century*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:<https://doi.org/10.17226/18364>

Oracle. (2021). *Database Data Warehousing Guide*. Obtenido de Oracle.

Pacheco Ortiz, J. (17 de octubre de 2016). *Fuentes de Información Empresarial [Figura]*.

Obtenido de Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/informacion-empresarial-e-informacion-difusa/>

Pacheco Ortiz, J. (17 de octubre de 2016). *Información empresarial e información*

difusa. Obtenido de Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/informacion-empresarial-e-informacion-difusa/>

Pérez, S. (2006). Apoyo para la toma de decisiones. *Introducción a las Bases de datos*.

Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires.

Pimentel, L. (1999). *Introducción al concepto de planificación estratégica*. Obtenido de

Planificación Estratégica:

https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_4/mod_virtuales/modulo5/5.2.pdf

Pineda Insuasti, J. A., Duarte Trujillo, A. S., Ponce Vásquez, C. A., Guzmán Torres, R.

D., & Huaca Pinchao, J. M. (2016). Modelo de transferencia de tecnología ecuatoriano: una revisión. *XIV Congreso Internacional de Información* (págs. 1-24). La Habana: INFO.

Puentes Neira, A., & Guevara Romero, C. (2015). Indicadores de Desempeño en la

Gestión de Proyectos, un análisis del estado del arte basado en las publicaciones científicas actuales. (*Proyecto Curricular de Ingeniería Industrial*). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.

Qlik. (2021). *Qlik Sense® | Plataforma de analítica de datos*. Obtenido de Qlik:

<https://www.qlik.com/es-es/products/qlik-sense>

Qlik. (s.f.). *QlikView*. Obtenido de Qlik: <https://www.qlik.com/es-es/products/qlikview>

QuestionPro. (s.f.). *¿Qué es el análisis de datos?* Obtenido de QuestionPro:

<https://www.questionpro.com/es/analisis-de-datos.html>

Rodas Orellana, V., & Calle Cevallos, C. (2008). Creación de un data warehouse para la empresa fibro acero. *Tesis previa a la obtención del título de Ingenieros de sistemas*. Universidad del Azuay, Cuenca.

Roffe, P. (1985). Transfer of Technology: UNCTAD's Draft International Code of Conduct. *International Code on the Transfer of Technology*, (pág. 694).

Salgado Castillo, J., & Calderón Pinzón, L. (2014). SISTEMAS DE CONTROL DE GESTIÓN Y DESEMPEÑO ORGANIZACIONAL: UNA REVISIÓN CONCEPTUAL. *XIX Congreso Internacional de Contaduría Administración e Informática*, (pág. 5). México.

Savkin, A. (3 de agosto de 2020). *KPIs de Gestión de Proyectos*. Obtenido de BSC Designer: <https://bscdesigner.com/es/kpis-de-gestion-de-proyectos.htm>

Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. (18 de julio de 2019). *Acuerdo para la innovación, clave del desarrollo económico de Ecuador*.

Obtenido de Educación Superior:

<https://www.educacionsuperior.gob.ec/acuerdo-para-la-innovacion-clave-del-desarrollo-economico-de-ecuador/>

Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. (s.f.). *Programas y proyectos*. Obtenido de Educación Superior:

<https://www.educacionsuperior.gob.ec/programas-y-proyectos/>

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2014). *Modelo Macro de*

Transferencia de Tecnología para el Ecuador. Quito: Senplades. Obtenido de

<https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/11/Modelo-Macro-de-Transferencia-de-Tecnología-para-el-Ecuador.pdf>

Silva, S., Fernandes, G., Lima, A., & Machado, R. J. (2018). IT Project Management Tool Requirements to Support Collaborative University-Industry R&D. *2018 International Conference on Intelligent Systems (IS)* (págs. 917-925). Funchal: IEEE.

Simons, R. (2003). ¿Qué nivel tiene la rentabilidad de su gestión? *Harvard Business Review*.

Team, A. (10 de febrero de 2018). *What is Pentaho Data Integration (Kettle)?* Obtenido de Alooka: <https://www.alooma.com/answers/what-is-pentaho-data-integration>

Tierney, W. G., & Lanford, M. (13 de abril de 2016). *Conceptualizing Innovation in Higher Education*. Obtenido de SpringerLink: https://doi.org/10.1007/978-3-319-26829-3_1

Tipos de investigación. (6 de enero de 2021). Obtenido de Significados.com: <https://www.significados.com/tipos-de-investigacion/>

Toffler, A., & Toffler, H. (2006). *La Revolución de la Riqueza*. Random House Mondadori.

UMass Dartmouth. (s.f.). *Decision-making process*. Obtenido de UMassD: <https://www.umassd.edu/fycm/decision-making/process/#:~:text=Decision%20making%20is%20the%20process,relevant%20information%20and%20defining%20alternatives.>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. (2019). *Descripción*. Obtenido de investigacion.espe: <https://investigacion.espe.edu.ec/descripcion/>

Valavanidis, A. (2020). Universities as Innovation Drivers for Major Disruptive Technological Transformations and Economic Development.

Vanegas Alba, D. (s.f.). *INTELIGENCIA DE NEGOCIOS: MODELO PARA LA TOMA DE DECISIONES, BASADO EN LA INTERACCIÓN DE LOS CRITERIOS Y LAS ETAPAS DEL CICLO DE VENTAS EN EL SUBSISTEMA COMERCIAL DE SERVICIOS EN UNA EMPRESA DE IT EN LATINOAMÉRICA*. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, Bogotá.