



Escuela de Administración de Tecnologías de Información

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Trabajo Final de Graduación para optar al grado de Licenciatura en Administración de Tecnologías de Información

Modalidad Proyecto de Graduación

Elaborado por José Ignacio Porras Soto

Prof. Tutor: Máster Federico Torres

Cartago, Costa Rica

II semestre

Mayo, 2025

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios © 2025 by José Ignacio Porras Soto is licensed under CC BY-NC-SA 4.0. To view a copy of this license, visit

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Hoja de Aprobación

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN
GRADO ACADÉMICO: LICENCIATURA

Los miembros del Tribunal Examinador de la Escuela de Administración de Tecnologías de Información recomendamos que el siguiente informe del Trabajo Final de Graduación del estudiante José Ignacio Porras Soto sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de Licenciatura de Tecnologías de Información.

Federico Torres

Profesor tutor

Sofía Campos

Lectora externa

Firmado digitalmente por Juan Andrés Segreda

Juan Andrés Segreda

Lector académico

Yarima Sandoval

Coordinadora de Trabajo Final de Graduación

Dedicatoria

*A mis padres Juan Alberto y Evelyn,
Por haberme apoyado incondicionalmente en todas las etapas de mi vida.*

*A mis abuelos Jaime e Hilda,
Por ser ese pilar y apoyo extra cuando más lo necesitaba.*

*A mi pareja Melany,
Por brindarme motivación y foco en este ciclo.*

Al mi familia y amigos, por siempre inspirarme a ser mejor.

Resumen

Este trabajo propone una solución de inteligencia de negocios para fortalecer la trazabilidad de la muestra médica en una empresa farmacéutica multinacional. El proyecto se desarrolló en un periodo de 16 semanas y tuvo como objetivo principal diseñar *dashboards* interactivos que permitan visualizar información crítica del proceso en tiempo casi real, facilitando la toma de decisiones y reduciendo el retrabajo.

La investigación se enmarcó en una metodología de tipo aplicada, con enfoque cualitativo, alcance descriptivo y diseño investigación-acción. Se utilizaron técnicas como entrevistas, revisión documental, observación y cuestionarios para recolectar información relevante. Además, a partir del análisis de la calidad de los datos y los requerimientos de los usuarios, se diseñó un modelo dimensional y se implementaron procesos ETL automatizados que integran datos de múltiples fuentes.

Finalmente, la solución fue validada mediante un plan piloto y se obtiene una alta aceptación por parte de los usuarios clave. Se concluye que la propuesta mejora significativamente la visibilidad, eficiencia y control del proceso de trazabilidad de muestras médicas, aportando valor estratégico a la organización.

Palabras clave: inteligencia de negocios, Power BI, *dashboard*.

Abstract

This final graduation project proposes a business intelligence solution to improve the traceability of medical samples in a multinational pharmaceutical company. The project was developed over a 16-week period and aimed to design interactive dashboards that provide near real-time visibility of the process, facilitating decision-making and reducing rework.

The research followed an applied methodology with a qualitative approach, descriptive scope, and action-research design. Techniques such as interviews, document review, observation, and questionnaires were used to gather relevant information. Based on data quality analysis and user requirements, a dimensional model was designed and automated ETL processes were implemented to integrate data from multiple sources.

The solution was validated through a pilot plan and received strong acceptance from key users. The study concludes that the proposed solution significantly enhances the visibility, efficiency, and control of the medical sample traceability process, providing strategic value to the organization.

Keywords: Business intelligence, Power BI, dashboard.

Tabla de Contenidos

Contenido

1. Introducción	1
1.1. Descripción general	1
1.2. Antecedentes	1
1.2.1. Descripción de la organización.....	1
1.2.2. Misión.....	3
1.2.3. Visión	3
1.2.4. Valores.....	3
1.2.5. Equipo de trabajo.....	3
1.2.6. Trabajos similares realizados dentro y fuera de la organización	4
1.3. Planteamiento del problema.....	5
1.3.1. Situación problemática	5
1.3.2. Justificación del proyecto	6
1.3.3. Beneficios esperados o aportes del Trabajo Final de Graduación	8
1.3.3.1. Beneficios directos	8
1.3.3.2. Beneficios indirectos	8
1.4. Objetivos del Trabajo Final de Graduación	8
1.4.1. Objetivo general	8
1.4.2. Objetivos específicos.....	9
1.5. Alcance	9
1.5.1. Análisis de calidad de la data	9
1.5.2. Recolección de requerimientos y definición de indicadores	10
1.5.3. Modelado y procesamiento de la data	10
1.5.4. Desarrollo del <i>dashboard</i>	10
1.5.5. Evaluación de la propuesta	10
1.6. Supuestos	10
1.7. Entregables.....	11
1.7.1. Entregables del producto	11
1.7.2. Entregables de gestión del proyecto	12
1.7.2.1. Minutas.....	12
1.7.2.2. Gestión del cambio.....	12
1.8. Limitaciones.....	12
2. Marco Conceptual	12

2.2.	Conceptos generales.....	13
2.2.1.	Datos.....	13
2.2.2.	Información	14
2.2.3.	Procesos de ETL.....	14
2.2.4.	Análisis costo-beneficio	15
2.3.	Metodologías de referencia.....	15
2.3.1.	Metodología de Hefesto.....	16
2.3.2.	Metodología de Inmon.....	17
2.3.3.	Metodología de Kimball.....	18
2.4.	Inteligencia de negocios.....	20
2.4.1.	Modelo dimensional	20
2.4.2.	Modelo de entidad relación	22
2.4.3.	Indicadores	24
2.4.4.	Requerimientos.....	24
2.5.	Visualización de datos	25
2.5.1.	Tipos de datos.....	25
2.5.2.	Tipos de gráficos	26
2.5.3.	Dashboards	31
3.	Marco Metodológico.....	33
3.1.	Tipo de investigación.....	33
3.2.	Enfoque y diseño de la investigación.....	34
3.2.1.	Enfoque de la investigación	34
3.3.	Fuentes de datos e información.....	36
3.4.	Sujetos de investigación.....	37
3.5.	Variables o categorías de la investigación	38
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.7.	Procedimiento metodológico de la investigación	41
3.7.1.	Análisis de la calidad de la data.....	43
3.7.1.1.	Completitud de la información.....	43
3.7.1.2.	Consistencia de datos	43
3.7.1.3.	Periodicidad de la información	43
3.7.2.	Recolección de requerimientos y definición de indicadores	43
3.7.2.1.	Entrevistas con los usuarios	43
3.7.2.2.	Definición de indicadores.....	44
3.7.3.	Modelado y procesamiento de la data	44

3.7.3.1.	Diagrama de solución.....	44
3.7.3.2.	Procesamiento de la data.....	44
3.7.4.	Desarrollo del <i>dashboard</i>	44
3.7.4.1.	Selección de visualizaciones.....	44
3.7.4.2.	Implementación de las visualizaciones.....	44
3.7.5.	Evaluación de la propuesta.....	44
3.8.	Operacionalización de las variables o categorías.....	45
3.9.	Tabla resumen del procedimiento metodológico de la investigación.....	47
4.	Análisis de Resultados.....	50
4.1.	Buenas prácticas.....	50
4.2.	Fase 1: Análisis de la calidad de la data.....	50
4.2.1.	Análisis de completitud de la información.....	51
4.2.2.	Análisis de consistencia de la información.....	52
4.2.3.	Análisis de periodicidad de la información.....	52
4.3.	Fase 2: Recolección de requerimientos y definición de indicadores.....	53
4.3.1.	Recolección de requerimientos.....	54
4.3.1.1.	Requerimientos según el Departamento de Excelencia de Negocios.....	54
4.3.1.2.	Requerimientos según el Departamento Cadena de Suministros.....	56
4.3.2.	Definición de los indicadores.....	57
4.4.	Fase 5: Evaluación de la propuesta.....	59
5.	Propuesta de Solución.....	63
5.1.	Fase 3: Modelado y procesamiento de la data.....	63
5.1.1.	Identificación de atributos de las dimensiones.....	63
5.1.2.	Modelo físico de BI.....	64
5.1.3.	Proceso ETL.....	65
5.2.	Fase 4: Desarrollo del dashboard.....	70
5.2.1.	Construcción de indicadores.....	70
5.2.2.	Selección de visualizaciones.....	72
6.	Conclusiones.....	77
6.1.	Objetivo específico uno.....	77
6.2.	Objetivo específico dos.....	77
6.3.	Objetivo específico tres.....	78
6.4.	Objetivo específico cuatro.....	78
6.5.	Conclusiones del objetivo general.....	79
7.	Recomendaciones.....	80

8. Referencias	81
9. Apéndices	83
10. Anexos	107
11. Glosario	113

Índice de Figuras

Figura Nro.	Descripción	Página
Figura 1.	Áreas de Negocio de la Compañía.....	2
Figura 2.	Organigrama de ANI Centroamérica y República Dominicana	2
Figura 3.	Organigrama del equipo de trabajo.....	4
Figura 4.	Diagrama de la situación problemática.....	6
Figura 5.	Etapas del proyecto.....	9
Figura 6.	Mapa de conceptos.....	13
Figura 7.	Proceso de ETL.....	14
Figura 8.	Pasos de HEFESTO	17
Figura 9.	Enfoque Inmon.....	18
Figura 10.	Fases de la metodología de Kimball	18
Figura 11.	Esquema de copo de nieve.....	20
Figura 12.	Esquema constelación.....	21
Figura 13.	Ejemplo diagrama ER.....	22
Figura 14.	Cardinalidades y ordinalidades diagrama ER	24
Figura 15.	Ejemplo gráfico de barras	26
Figura 16.	Ejemplo tarjeta visual de una línea	27
Figura 17.	Ejemplo de gráfico de líneas.....	27
Figura 18.	Ejemplo de gráfico de dona	28
Figura 19.	Ejemplo de mapa de árbol.....	29
Figura 20.	Ejemplo de una matriz	30
Figura 21.	Ejemplo de Slicer.....	31
Figura 22.	Ejemplo de Dashboard.....	32
Figura 23.	Proceso metodológico de la investigación	42
Figura 24.	Publicación de la herramienta	59
Figura 25.	Solución disponible en la Web.....	60
Figura 26.	Modelo Físico de BI.....	65
Figura 27.	Inicio de sesión Sales Force desde Excel.....	66
Figura 28.	Objetos de Sales Force.....	67
Figura 29.	Modelo y relaciones en Power BI.....	69
Figura 30.	Diseño del dashboard de trazabilidad de cantidades.....	73
Figura 31.	Diseño del dashboard de trazabilidad Cadena de Suministros.....	74
Figura 32.	Dashboard de trazabilidad de Cantidades	75
Figura 33.	Dashboard de trazabilidad Cadena de Suministros.....	76

Índice de Tablas

Tabla Nro.	Descripción	Página
Tabla 1.	Tipos de datos.....	26
Tabla 2.	Fuentes primarias de información	36
Tabla 3.	Fuentes secundarias de información.....	36
Tabla 4.	Sujetos de investigación del proyecto.	37
Tabla 5.	Variabes de investigación.....	39
Tabla 6.	Operacionalización de variables.....	47
Tabla 7.	Resumen del procedimiento metodológico de la Investigación	49
Tabla 8.	Revisión documental	51
Tabla 9.	Resultados de cuestionarios de completitud.....	52
Tabla 10.	Resultados de cuestionarios de completitud.....	52
Tabla 11.	Resultado de entrevista de periodicidad de la información.....	53
Tabla 12.	Resumen de toma de requerimientos.....	54
Tabla 13.	Entrevista requerimientos departamento Excelencia Comercial	55
Tabla 14.	Entrevista requerimientos departamento Excelencia Comercial	56
Tabla 15.	Definición de los indicadores	59
Tabla 16.	Entrevista para validar las expectativas de la propuesta para el Analista de Efectividad de la Fuerza de Venta.....	61
Tabla 17.	Entrevista para validar las expectativas de la propuesta para el Analista de Cadena de Suministros.....	61
Tabla 18.	Dimensiones identificadas.....	64
Tabla 19.	Transformación de Tablas	69
Tabla 20.	Selección de visualizaciones	72

1. Introducción

1.1. Descripción general

En el mercado actual, las herramientas de inteligencia de negocios (BI, por sus siglas en inglés) son esenciales para que las empresas tomen decisiones informadas, identifiquen tendencias, optimicen procesos y mejoren la eficiencia; lo que les brinda una ventaja competitiva significativa. Estas herramientas convierten datos en conocimiento accionable, fundamental para el éxito y la adaptabilidad en un entorno empresarial en constante cambio.

A partir de lo anterior, este proyecto se centra en la elaboración de una propuesta para un laboratorio farmacéutico, con el objetivo de desarrollar una herramienta de inteligencia de negocios que mejore la trazabilidad de las muestras médicas. La herramienta propuesta facilitará el análisis de datos de manera eficiente, centralizando la información y proporcionando visibilidad en tiempo casi real del proceso.

El laboratorio farmacéutico, referido en adelante como "la Compañía", enfrenta problemas de transparencia y visibilidad en el proceso de trazabilidad de las muestras médicas. Por lo que este proyecto busca abordar dichas problemáticas mediante el desarrollo de una solución de BI que permita a la Compañía mejorar la gestión y control de este proceso crítico.

1.2. Antecedentes

En esta sección, se describe la organización donde se desarrolla el proyecto, incluyendo los aspectos principales como la misión, visión, valores y el núcleo del equipo de trabajo involucrado.

1.2.1. Descripción de la organización

La Compañía es un laboratorio farmacéutico fundado en Estados Unidos. Se posiciona como una de las principales farmacéuticas líderes de la industria y es reconocida por su innovación. Actualmente, cuenta con más de 50 marcas en 150 países y ha estado en América Latina por más de 90 años (La Compañía, 2025).

Inició sus operaciones en Costa Rica hace aproximadamente 80 años y, en la actualidad, cuenta con más de 2000 colaboradores en el país. Se divide en seis áreas de negocio como se muestra en la [Figura 1](#).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios



Figura 1. Áreas de Negocio de la Compañía. Fuente: La Compañía (2025).

El presente trabajo se desarrolla específicamente en el área de negocio de Nutrición Centroamérica y República Dominicana (CADR por sus siglas en inglés). A continuación, en la [Figura 2](#), se muestra el organigrama general de dicha área de negocio.

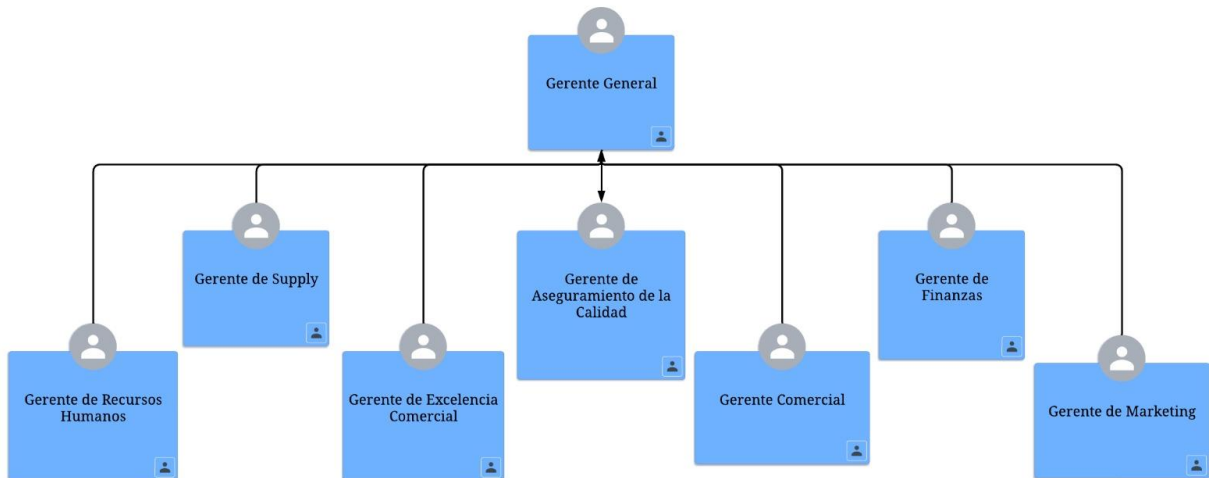


Figura 2. Organigrama de ANI Centroamérica y República Dominicana. Fuente: elaboración propia (2025) basado en la Compañía (2025).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

1.2.2. Misión

La razón de ser de la organización se refleja en su misión, la cual es lograr que cada paciente viva su vida al máximo.

1.2.3. Visión

La visión de la Compañía es lograr atender a todas las personas que buscan mejorar su vida.

1.2.4. Valores

Los valores principales identificados por la Compañía (2025) son:

- Responsabilidad
- Integridad
- Sostenibilidad
- Inclusividad
- Excelencia

1.2.5. Equipo de trabajo

El desarrollo del presente proyecto se lleva a cabo en el Departamento de Excelencia Comercial (Commex, por sus siglas en inglés), específicamente en la subárea de Efectividad de la Fuerza de Ventas (SFE, por sus siglas en inglés). Los principales involucrados del proyecto son el gerente de Excelencia Comercial y el analista de Efectividad de la Fuerza de Ventas. Sin embargo, también se tiene comunicación con el Departamento de Finanzas y de Cadena de Suministros (*Supply Chain*). A continuación, en la [Figura 3](#), se presenta el organigrama del equipo de trabajo para este proyecto.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

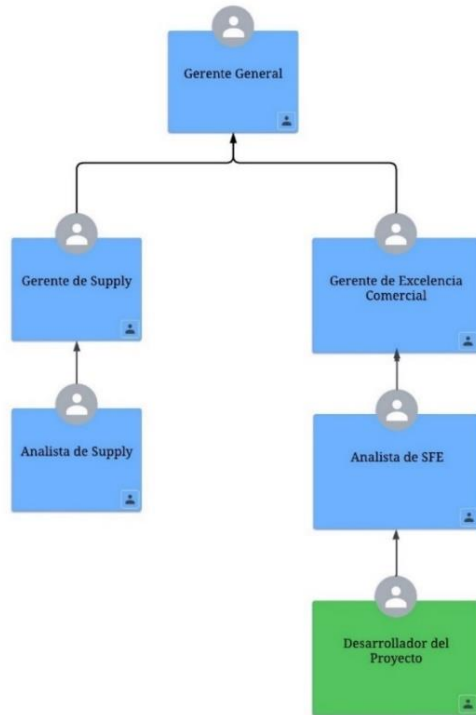


Figura 3. Organigrama del equipo de trabajo. Fuente: elaboración propia (2025) basado en la Compañía (2025).

1.2.6. Trabajos similares realizados dentro y fuera de la organización

A continuación, se describen dos proyectos similares dentro del tema de inteligencia de negocios. Cabe mencionar que han sido realizados en otras organizaciones, debido a que, a nivel interno de la Compañía, no se cuenta con registros de trabajos similares al tema de investigación.

- *Propuesta de Implementación de una Solución de Inteligencia de Negocios para el Sistema Financiero de una Empresa Comercializadora de Software:* este proyecto desarrolla una propuesta de inteligencia de negocios frente a una problemática presentada por la Municipalidad de El Guarco. Esta problemática abarca un análisis deficiente de la información, lo cual causa retrabajo, búsqueda en fuentes de información desorganizadas y atrasos en las labores cotidianas (Alfaro, 2023).
- *Propuesta de Implementación de una Solución de Inteligencia de Negocios para el Área de Gestión Tributaria de la Municipalidad de El Guarco:* este proyecto tiene como propósito la implementación de una solución de inteligencia de negocios para el ERP Business Pro, por medio de un “datamart” y tableros de control, que permitan apoyar el análisis y toma de decisiones a los clientes de la empresa (Camacho, 2021).
- *Desarrollo de una solución de inteligencia de negocios para el análisis y evaluación de indicadores de desempeño del departamento de Servicios y Soporte de MAPBU en VMware:* este proyecto tiene como propósito la implementación de una solución de inteligencia de negocios que capture las métricas relacionadas con los procesos de

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

servicio al cliente y soporte técnico de la Unidad de Negocio Aplicaciones y Plataformas Modernas de VMware. La solución centraliza los datos actualizados para los equipos de liderazgo, permitiendo tomar decisiones informadas para mejorar el rendimiento de estos (Leiva, 2022).

1.3.Planteamiento del problema

En esta sección, se describe la situación problemática hallada dentro del entorno de la organización, la cual motiva el desarrollo del proyecto. También se incluye la mención de los beneficios esperados del producto.

1.3.1. Situación problemática

La compañía enfrenta una falta de transparencia y visibilidad en el proceso de trazabilidad de las muestras médicas, lo que genera complejidades y áreas grises. Este proceso es una de las principales inversiones anuales en promoción, ya que posibilita dar a conocer los productos a los profesionales de la salud, incrementando la demanda y las ventas.

El proceso incluye varias etapas críticas, desde la creación del Forecast hasta la distribución de las muestras a los médicos. Sin embargo, los participantes del proceso pierden la trazabilidad de las cantidades de los productos y las cantidades aprobadas por Finanzas, a menudo, difieren de las entregadas a los representantes médicos, lo que genera una falta de control.

Actualmente, se genera un reporte en Excel al final de cada mes, pero la ausencia de una herramienta que brinde visibilidad en tiempo real ha resultado en contratiempos recurrentes. Por lo que un instrumento de inteligencia de negocios que proporcione apoyo visual con diferentes tipos de gráficos permitiría a los usuarios visualizar los resultados del proceso de manera más clara y medible, reduciendo los tiempos de análisis y evitando retrabajos. Esto aumentaría el valor de la gestión de las muestras médicas y facilitaría la toma de decisiones informadas y oportunas. A continuación, en la [Figura 4](#), se muestra el diagrama que refleja la situación problemática que el presente proyecto pretende abordar.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

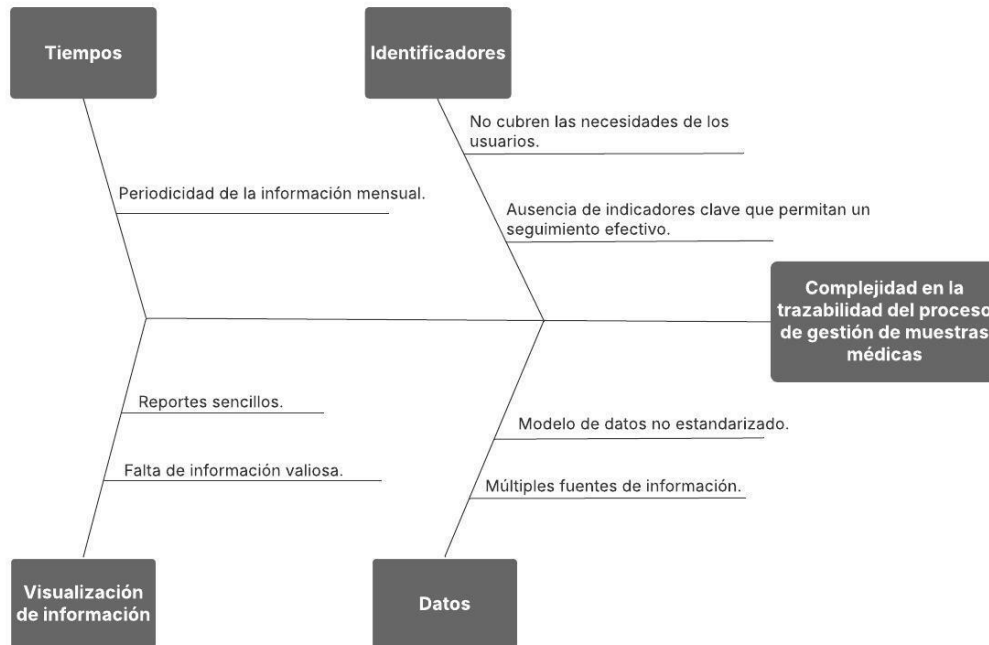


Figura 4. Diagrama de la situación problemática. Fuente: elaboración propia (2025).

1.3.2. Justificación del proyecto

La inteligencia de negocios (BI) es un campo que combina tecnología, herramientas y procesos para transformar datos almacenados en información útil. Esta información se convierte en conocimiento, el cual se utiliza para guiar planes o estrategias comerciales. BI: "ayuda a las organizaciones a convertirse en empresas basadas en datos, mejorar el rendimiento y obtener una ventaja competitiva" (IBM, 2025), mediante diversas actividades y procesos que facilitan la presentación de la información de manera visual y eficiente.

Para la Compañía, la eficiencia en la trazabilidad de la muestra médica es crucial para mantener su ventaja competitiva en la industria de la nutrición. Es fundamental que se cumplan los tiempos de entrega, a fin de que los representantes puedan lograr los objetivos de la empresa, asegurando así que las muestras médicas lleguen a los médicos y, en última instancia, estas sean entregadas a los pacientes de manera rápida y eficiente. Según lo expresado por el gerente de Excelencia Comercial, actualmente existe una necesidad de mejorar la disposición de la información en el proceso de trazabilidad, ya que no se cuenta con las herramientas adecuadas que respondan a las necesidades de control y supervisión del proceso.

A partir de lo anterior, este proyecto busca clarificar el estatus del proceso de gestión de la muestra médica en cada país, facilitando el acceso a información unificada. Esta solución proporciona una base sólida para la toma de decisiones, evitando la necesidad de análisis internos adicionales. Por lo tanto, para su desarrollo, se hace uso de herramientas de inteligencia de negocios, en este caso Power BI, siendo la utilizada por la empresa para el desarrollo de sus

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

proyectos. Mediante esta solución, se agiliza el seguimiento mensual de cada producto de muestra médica y produce una disminución sobre el retrabajo existente.

La propuesta identifica oportunidades de mejora, como la centralización de datos, la automatización de reportes y el uso de indicadores clave de desempeño (KPI), lo que le facilita a la organización priorizar las iniciativas más relevantes para maximizar el impacto operativo y estratégico. Por lo que se proyecta que este estudio apoya significativamente la toma de decisiones importantes basadas en información en casi tiempo real.

Mediante este proyecto, se busca mejorar la experiencia de los usuarios involucrados, quienes se ven beneficiados con reducciones en los tiempos de consulta e interpretación de los datos por medio de visualizaciones gráficas. Mientras tanto, la empresa obtiene beneficios al contar con una mejora en el despliegue de la información.

Es crucial que, en un proceso de toma de decisiones, el despliegue de la información se diseñe siguiendo patrones naturales de análisis de información del ser humano, ya que esto maximiza la capacidad de comprensión y toma de decisiones. Al alinear la presentación de los datos con la forma en que el cerebro procesa la información, se facilita la identificación de tendencias, patrones y relaciones relevantes en los datos. Esto fomenta una mayor adopción y participación por parte de los usuarios, potenciando el valor y el impacto del proceso de inteligencia de negocios en la organización.

Desde una perspectiva académica, este proyecto demuestra habilidades adquiridas en el programa de Administración de Tecnologías de Información (ATI), incluyendo el uso avanzado de herramientas de BI como Power BI. El desarrollo de esta propuesta no solo evidencia competencias técnicas, sino que también demuestra la capacidad de alinear soluciones tecnológicas con los objetivos estratégicos de una organización, una habilidad clave en el perfil profesional ATI.

Con estos beneficios, se espera una mayor transparencia en el proceso, ya que todas las áreas involucradas tendrán acceso a una herramienta centralizada que permite monitorear la ejecución de la muestra médica en tiempo casi real. La facilidad de acceso a los resultados del proceso eliminará la dependencia de procesos manuales, promoviendo una colaboración más eficiente entre áreas y asegurando que los datos sean consistentes y accesibles para la toma de decisiones. Además, la automatización de reportes reduce significativamente los tiempos de preparación de información y mejora la precisión de estos, posibilitando que los equipos se enfoquen en tareas estratégicas.

Si este proyecto no se lleva a cabo, la empresa continuará careciendo de una herramienta que facilite un seguimiento eficiente y transparente del proceso de trazabilidad de la muestra médica. Esta situación perpetua los problemas actuales, ralentizando el proceso y dificultando la detección oportuna de retrasos. Como resultado, la capacidad de los representantes para cumplir con los tiempos de entrega seguirá viéndose afectada, comprometiendo la implementación de la estrategia comercial y poniendo en riesgo la ventaja competitiva de la empresa en la región de Centroamérica y República Dominicana.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Por estas razones, este proyecto representa una oportunidad estratégica tanto para la empresa como para un estudiante de Administración de Tecnologías de Información (ATI). Su realización propicia aplicar las competencias adquiridas durante la formación profesional en un contexto real, mientras se contribuye a mejorar el desempeño organizacional de manera significativa y tangible.

1.3.3. Beneficios esperados o aportes del Trabajo Final de Graduación

A continuación, se explican los beneficios que la empresa puede obtener mediante el desarrollo del proyecto:

1.3.3.1. Beneficios directos

- A. Mayor rapidez en el acceso a la información de la trazabilidad de muestras médicas para los usuarios mediante el uso del *dashboard* interactivo, eliminando la espera de reportes mensuales y facilitando la toma de decisiones en tiempo casi real.
- B. Mayor facilidad de interpretación de datos con diferentes indicadores que ayuden a entender el proceso, proporcionando gráficos y tablas interactivas que permitan a los usuarios identificar patrones, tendencias y áreas de mejora de manera más sencilla y efectiva.

1.3.3.2. Beneficios indirectos

- A. La solución planteada facilita que todas las áreas involucradas tengan acceso a información centralizada, promoviendo la transparencia operativa.
- B. Una trazabilidad centralizada incrementa la responsabilidad de las áreas involucradas, asegurando un mejor desempeño en cada etapa.
- C. Facilitar la toma de decisiones mediante un despliegue de la información de manera más eficiente e intuitiva, orientada a las principales consultas que pueden tener los usuarios.
- D. La implementación del *dashboard* interactivo incrementa el valor del proceso de trazabilidad, al proporcionar una herramienta que permite visualizar información en casi tiempo real, mejorando la gestión y el control del proceso.

1.4. Objetivos del Trabajo Final de Graduación

En esta sección, se detallan los objetivos del proyecto tanto de manera general como los específicos.

1.4.1. Objetivo general

Proponer una solución de inteligencia de negocios para fortalecer la trazabilidad de muestras médicas en una empresa farmacéutica, mediante el diseño de *dashboards* interactivos que presenten información relevante, durante el primer semestre del 2025.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

1.4.2. Objetivos específicos

- A. Analizar la información existente en los procesos de trazabilidad de muestras médicas, considerando aspectos como completitud, consistencia y periodicidad de los datos, para garantizar que el modelado de datos que alimentará la solución de inteligencia de negocios cumpla con los estándares de calidad establecidos.
- B. Definir indicadores clave de desempeño, basados en las necesidades del negocio, incluyendo métricas como cobertura de entregas y volumen de muestras, para mejorar la visibilidad y el control sobre el estado del proceso de trazabilidad.
- C. Desarrollar una solución de inteligencia de negocios mediante la implementación de *dashboards* interactivos en Power BI, integrando los indicadores generados.
- D. Validar la solución propuesta a través de un plan piloto, utilizando encuestas dirigidas a usuarios clave y métricas de adopción, para medir su impacto inicial y verificar los ajustes necesarios antes de su implementación definitiva.

1.5. Alcance

Este proyecto abarca el proceso de diseño de una propuesta de implementación de una solución de inteligencia de negocios para la trazabilidad de la muestra médica en una farmacéutica. Para esto, se define el alcance dividido en las etapas propuestas, a continuación, en la [Figura 5](#).



Figura 5. Etapas del proyecto. Fuente: elaboración propia (2025).

Cada etapa cuenta con actividades pensadas para el desarrollo de una propuesta de inteligencia de negocios que permita el análisis de la información para usuarios de una manera intuitiva.

1.5.1. Análisis de calidad de la data

En esta etapa, se realiza una evaluación exhaustiva de la calidad de la información existente en los procesos de trazabilidad. Se identifican y corrigen errores, se eliminan duplicados y se asegura la integridad de los datos. Esto incluye la revisión de las fuentes de datos actuales y la validación de su completitud y consistencia. Además, se emplean herramientas de recolección de datos, como la revisión documental, para obtener una visión clara del estado actual de la información y garantizar que los datos sean fiables y adecuados para su uso en el *dashboard*.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

1.5.2. Recolección de requerimientos y definición de indicadores

Esta etapa consiste en la aplicación de herramientas, técnicas y análisis de múltiples fuentes que permitan identificar los puntos a desarrollar, los cuales atiendan las principales necesidades de los usuarios en la visualización de la información. Se da prioridad a los elementos más recomendados en la industria para el análisis de datos de trazabilidad de muestras médicas. Así mismo, se llevan a cabo reuniones con los usuarios clave para definir los indicadores que serán utilizados en el *dashboard*.

1.5.3. Modelado y procesamiento de la data

Para esta etapa, se desarrolla el diseño de los procesos de extracción, transformación y carga (ETL, por sus siglas en inglés) de los datos, a partir de las fuentes de información disponibles. Se crea un modelo de datos unificado que estructure la información de manera eficiente para su uso en el *dashboard*. Este modelo es diseñado para soportar los indicadores definidos en la etapa anterior, así como garantizar la calidad y consistencia de los datos procesados.

1.5.4. Desarrollo del *dashboard*

En esta etapa, se procede con el desarrollo del *dashboard* interactivo. Se utilizan herramientas de BI, como Power BI, para crear visualizaciones gráficas que permitan a los usuarios interpretar los datos de manera intuitiva y eficiente. El *dashboard* incluye gráficos, tablas y otros elementos visuales que faciliten la comprensión de los indicadores clave.

1.5.5. Evaluación de la propuesta

Finalmente, en esta etapa, se evalúa la propuesta de inteligencia de negocios desarrollada, con el fin de asegurar su utilidad para la empresa, de acuerdo con las expectativas definidas por los interesados dentro del proyecto. Se lleva a cabo una reunión de presentación final, donde se muestra el resultado del *dashboard* y se valida su utilidad mediante la ejecución de pruebas por parte de los usuarios. Finalmente, se recogen comentarios y se realizan ajustes necesarios para garantizar que la solución cumpla con los objetivos planteados.

1.6. Supuestos

A continuación, se detallan los supuestos bajo los que se trabaja el proyecto:

- La base de datos por utilizar cuenta con una cantidad apropiada de registros a emplear para desarrollar los indicadores del proyecto.
- La información necesaria para el desarrollo del proyecto será brindada.
- Existe disponibilidad alta por parte de la empresa para atender las consultas que sean necesarias para el desarrollo del proyecto.
- Existe interés por parte de la compañía.
- Se cuenta con los licenciamientos de las herramientas requeridas para el desarrollo del proyecto.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

- Se presupone que los datos necesarios para el desarrollo del proyecto son consistentes, completos y actualizados. En caso de identificar inconsistencias, estas deberán ser resueltas con el apoyo del equipo técnico de la organización antes de la carga en el modelo de BI.
- Se asume que los datos necesarios para el análisis estarán disponibles y serán accesibles durante todo el proyecto. Esto incluye datos históricos y actuales que son esenciales para el desarrollo del modelo de BI y los *dashboards*.
- Se espera que todas las partes interesadas colaboren activamente, además, proporcionen la información y retroalimentación necesarios en tiempo y forma. Esto incluye la participación en reuniones, entrevistas y revisiones de entregables.
- Se presupone que todas las herramientas y tecnologías necesarias para el desarrollo del proyecto estarán disponibles y funcionando correctamente. Esto incluye licencias de *software*, acceso a bases de datos y plataformas de BI como *Power BI*.
- Se asume que el personal clave estará disponible para participar en las actividades del proyecto, como reuniones, revisiones y pruebas.

1.7. Entregables

En esta sección, se describen los entregables del proyecto, tomando en cuenta los entregables académicos y los entregables del producto solicitados por la organización.

1.7.1. Entregables del producto

Para este proyecto, los entregables se dividen en dos categorías:

- Entregables académicos
 - Informes de avance: se refieren a los informes periódicos sobre el avance que tiene el desarrollo del proyecto.
 - Informe final: se refiere al documento final con los aspectos especificados en el reglamento del proyecto de graduación.
- Entregables de la empresa
 - Informe de indicadores: como resultado de la fase de recolección de indicadores, se debe dar a la empresa un informe con los resultados obtenidos de los indicadores a utilizar para la creación de los cuadros de control.
 - *Dashboards*: los *dashboards* son el producto esperado del proyecto, contando con varias visualizaciones para los indicadores.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

1.7.2. Entregables de gestión del proyecto

A continuación, se procede a definir los entregables asociados a la gestión del proyecto.

1.7.2.1.Minutas

Para el caso de las minutas, se crean al acabar cada sesión y tienen como fin capturar y documentar de manera clara y concisa los aspectos más importantes de una reunión, con el objetivo de mantener un registro preciso, comunicar los resultados y facilitar el seguimiento de las acciones acordadas. Estos campos se encuentran con más detalle en el [Apéndice A](#).

1.7.2.2.Gestión del cambio

En esta sección, se detalla la plantilla utilizada para la gestión de cambios del proyecto, esto con el fin de proporcionar una estructura y un formato estandarizados para recopilar y evaluar solicitudes de cambios. Para el detalle de la plantilla consultar el [Anexo A](#).

1.8.Limitaciones

El proyecto enfrenta varias limitaciones que pueden afectar la implementación y operación de la propuesta. A continuación, se mencionan los posibles factores que podrían influir en el desarrollo del proceso:

- Nivel de confidencialidad de los datos: la prioridad de la empresa es mantener la privacidad de sus clientes, por lo cual no se accederá a datos confidenciales o que pongan en peligro información sensible de dichos clientes, esto puede manifestarse en la necesidad de cambiar o eliminar nombres u otros datos.
- Disponibilidad de los colaboradores: el tiempo de los colaboradores de la empresa es muy valioso y limitado, por lo cual las reuniones o consultas deben ser agendadas con anticipación, respetando el tiempo de dichos colaboradores con sus jornadas laborales.
- Herramientas de trabajo: para la creación de los *dashboards* del proyecto, se utiliza el programa Power BI, por lo que el resultado de estos estará sujeto a las capacidades que tiene el programa y sus propias limitaciones.

2. Marco Conceptual

El presente capítulo tiene como objetivo explorar la literatura existente sobre los temas abarcados durante el proyecto para que sirvan como base conceptual y así, facilitar el

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

entendimiento del lector. Por lo tanto, se analizan conceptos teóricos y prácticos relevantes, así como metodologías y enfoques utilizados en estudios previos. Este análisis facilita construir un método propio de solución y establecer expectativas claras sobre los resultados que se pueden esperar.

2.1. Mapa de conceptos

Con el propósito de ofrecer una representación clara de los conceptos tratados en este mapa conceptual, se proporciona un apoyo visual detallado en la [Figura 6](#).

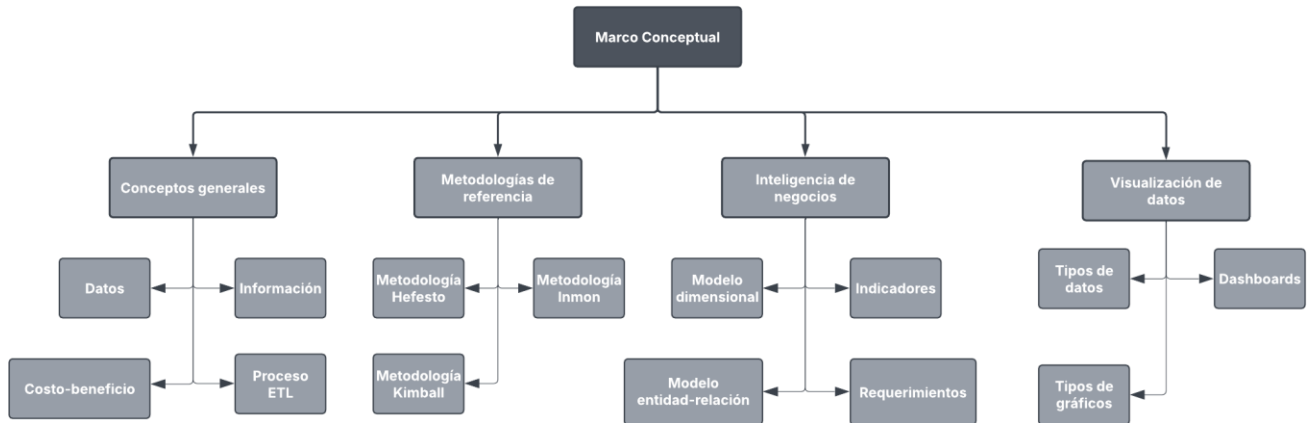


Figura 6. Mapa de conceptos. Fuente: elaboración propia (2025).

2.2. Conceptos generales

En esta parte, se aborda la definición de varios conceptos generales esenciales para entender el desarrollo de la investigación. A continuación, se detallan dichos términos.

2.2.1. Datos

Según Gordon (2013), los datos se pueden describir como "hechos, eventos, transacciones y similares que han sido documentados". En otras palabras, los datos son registros almacenados en un repositorio de acciones que han ocurrido. Por su parte, Davenport y Prusak (1998) definen los datos como "un conjunto de hechos sobre eventos específicos y objetivos". Por lo tanto, de ambas definiciones, se puede deducir que los datos son anotaciones de eventos registrados en relación con un acontecimiento. Al ser registros, estos pueden encontrarse en diversas fuentes, estructuras y formatos, dependiendo de cómo hayan sido recopilados por la persona o el sistema responsable de su registro.

2.2.2. Información

Para Guillén et al. (2015), el conocimiento se define como "información que ha sido comprendida y evaluada a través de la experiencia, y que se ha interiorizado en el entendimiento intelectual del experto en un tema". En otras palabras, estos autores consideran que el conocimiento es información que, dentro de un contexto organizacional y a través de la experiencia de quienes la gestionan, adquiere significado.

Por lo tanto, el conocimiento puede considerarse un concepto dinámico y contextual. Además, según Davenport y Prusak (1998), el conocimiento: "es más amplio, profundo y rico que los datos o la información. Se habla de una 'persona entendida' para referirse a alguien con un conocimiento profundo, informado y confiable sobre un tema (...)". En resumen, el conocimiento es la comprensión del entorno organizacional basada en la información obtenida.

2.2.3. Procesos de ETL

De acuerdo con Kimball y Ross (2013), los procesos de ETL implican: "recuperar los datos de su ubicación original, realizarles algún procesamiento y luego cargarlos en un conjunto final de tablas para que los usuarios puedan consultarlos". Así, los autores dividen este procedimiento en tres etapas: extracción, transformación y carga de datos, lo cual se ilustra gráficamente en la [Figura 7](#).

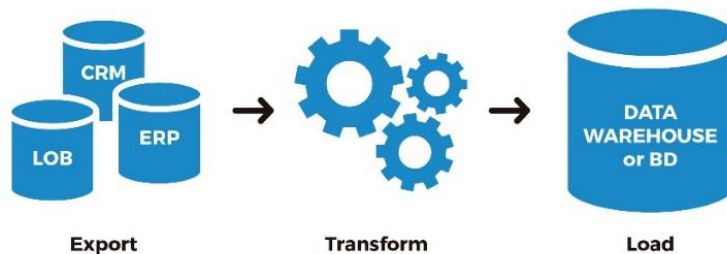


Figura 7. Proceso de ETL. Fuente: elaboración propia (2025).

2.2.3.1.Extracción

Según Kimball y Ross (2013), la extracción es la primera etapa en el proceso de obtención de datos. Esta se describe como "leer y comprender los datos de origen y copiar los datos necesarios en el sistema ETL para su posterior manipulación". Solo deben recopilarse los datos esenciales de las fuentes de información, conforme a los requisitos establecidos por las partes interesadas.

2.2.3.2.Transformación

En esta fase, se llevan a cabo diversos procesos sobre los datos extraídos previamente para refinarlos según su uso previsto. Según IBM (2025), es en esta etapa donde los datos se transforman y consolidan para cada caso de uso analítico. Las tareas que pueden incluirse en esta fase son:

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

- Filtrar, limpiar, unificar, validar y autenticar los datos.
- Realizar auditorías para asegurar la calidad y conformidad de los datos. Eliminar, cifrar o proteger los datos regulados por entidades gubernamentales o del sector.
- Realizar cálculos, traducciones o resúmenes basados en los datos sin procesar. Por ejemplo, modificar encabezados de filas y columnas para coherencia, convertir divisas u otras unidades de medida, editar series de texto, etc.
- Formatear los datos en tablas o tablas unidas para que coincidan con el esquema del depósito de datos de destino.

2.2.3.3. Carga

Kimball y Ross (2013) indican que el paso final del proceso ETL es la estructuración física y la carga de datos en las tablas que se han designado para la herramienta de generación de visualizaciones.

2.2.4. Análisis costo-beneficio

Según Ortega (2012), el análisis coste-beneficio (ACB) es una técnica que permite evaluar detalladamente los costes y beneficios de un proyecto para determinar su viabilidad económica y, en caso afirmativo, en qué grado. Para ello, es necesario cuantificar y expresar en términos monetarios tanto los costes como los beneficios, con el fin de calcular los beneficios netos del proyecto para la sociedad en general.

Además, esta metodología identifica quiénes son los beneficiados y perjudicados (y en qué medida) como resultado de la ejecución del proyecto. Así mismo, el ACB se utiliza como herramienta para seleccionar proyectos o decidir si la implementación de un proyecto específico es económicamente viable. También puede emplearse para cuantificar el valor neto de un proyecto ya ejecutado.

2.3. Metodologías de referencia

Según lo establecido por el Project Management Institute (2013), una metodología es un conjunto sistemático de enfoques, técnicas y reglas que guían la realización de una actividad o proceso específico. Adoptar una metodología proporciona una estructura organizada para abordar tareas complejas, facilitando la planificación, ejecución y control de proyectos.

Estas metodologías ofrecen un marco de trabajo que fomenta la eficiencia, calidad y consistencia en las actividades, siendo especialmente útiles en áreas como la gestión de proyectos, la ingeniería de *software* y la investigación. Por lo que seguir una metodología establecida permite a las organizaciones y a los individuos minimizar el riesgo de errores, aumentar la productividad y lograr resultados más eficientes, contribuyendo así al éxito de sus objetivos.

2.3.1. Metodología de Hefesto

Según Diario B. (2010), Hefesto es una metodología diseñada para guiar el modelado de *data warehouses* de manera sencilla, ordenada e intuitiva. La aplicación de esta metodología facilita alcanzar una comprensión completa del problema y del diseño del sistema en un corto período, proporcionando una base sólida para desarrollar una solución fundamentada. Diario B. (2010) también define varias características de Hefesto que se alinean con los objetivos de esta investigación:

- Los objetivos y resultados esperados en cada fase son fácilmente identificables y comprensibles.
- Se basa en los requisitos del usuario, lo que promueve una estructura adaptable y rápida ante cambios en el negocio.
- Reduce la resistencia al cambio al involucrar al usuario final en cada etapa, permitiéndole tomar decisiones sobre el comportamiento y las funciones del *data warehouse*.
- Utiliza modelos conceptuales y lógicos que son fáciles de interpretar y analizar.
- Es independiente del ciclo de vida utilizado para implementar la metodología.
- No depende de las herramientas empleadas en la implementación.
- Es independiente de la estructura física y la distribución del *data warehouse*.

Hefesto se estructura en una serie de pasos que facilitan el aseguramiento de la calidad del *software* y la mejora continua del proceso de desarrollo. Según Diario B. (2010), la metodología Hefesto se puede resumir mediante el gráfico mostrado en la [Figura 8](#).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios



Figura 8. Pasos de HEFESTO. Fuente: Diario B. (2010).

2.3.2. Metodología de Inmon

La metodología propuesta por Inmon y Netlibrary (2005) se centra en la normalización y estructuración de datos en un modelo de tres niveles. Este modelo incluye datos detallados en el nivel inferior, datos semánticos en el nivel intermedio y datos resumidos en el nivel superior. Además, Inmon enfatiza la importancia de la calidad y consistencia de los datos, lo cual facilita el análisis y la generación de informes a largo plazo.

La metodología de Inmon y Netlibrary (2005) se distingue por su enfoque "*Top-Down*", que comienza con una visión integral de la empresa y luego descompone esta visión en secciones de datos más específicas a nivel departamental, como se muestra en la [Figura 9](#).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

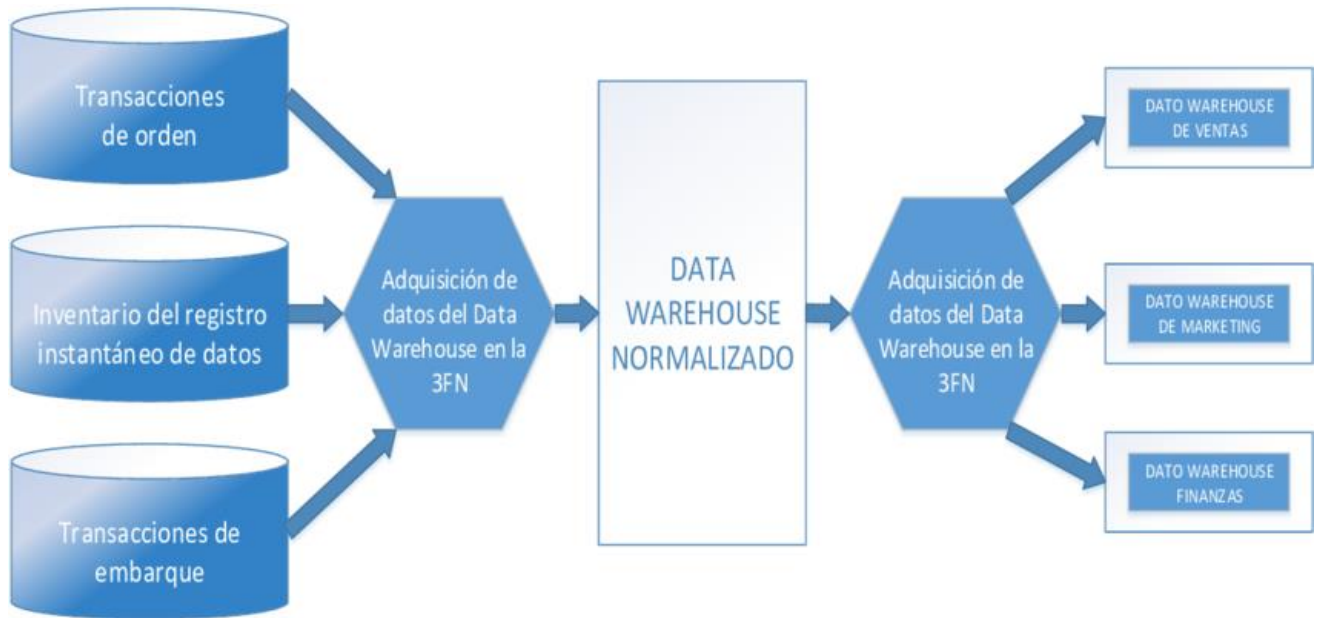


Figura 9. Enfoque Inmon. Fuente: elaboración propia (2025).

2.3.3. Metodología de Kimball

Otra metodología considerada en esta investigación es la propuesta por Kimball, la cual, según Kimball y Ross (2013), se basa en el Ciclo de Vida Dimensional del Negocio (*Business Dimensional Lifecycle*). Este ciclo divide el proyecto en fases claras y bien definidas, como se presenta en el modelo de la [Figura 10](#) y se desarrolla, a continuación.

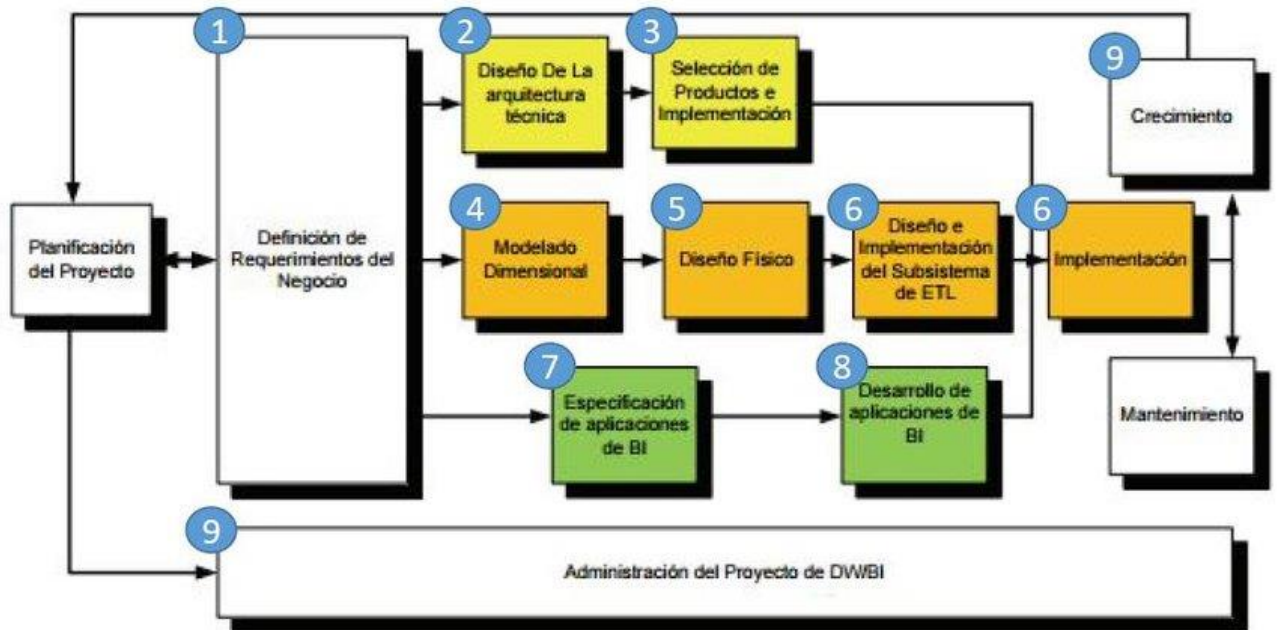


Figura 10. Fases de la metodología de Kimball. Fuente: adaptado de Kimball y Ross (2013).

2.3.3.1. Fases

A. Planificación del proyecto: se establece la ruta que seguirá el proyecto desde su inicio, identificando a los involucrados y los factores de éxito de los que depende la solución.

B. Definición de requerimientos: en esta etapa, se colabora estrechamente con los usuarios finales y los patrocinadores del proyecto para comprender sus necesidades y requisitos de informes y análisis. Se identifican los datos relevantes que deben incluirse en la solución y se definen los objetivos clave.

C. Modelado dimensional:

- Diseño físico: se crea el modelo dimensional que servirá como base de la solución. Se desarrollan modelos que permiten una fácil navegación y consulta de los datos. Además, se definen las tablas de hechos que contienen métricas y las tablas de dimensiones que describen los atributos.
- Diseño e implementación del subsistema de ETL: durante esta fase, se extraen datos de las fuentes de origen y se les aplican transformaciones para que sean coherentes y precisos en la solución. Esto implica limpiar los datos, realizar conversiones, aplicar reglas de negocio y cargar los datos en las tablas de hechos y dimensiones.

D. Especificación de aplicaciones de BI:

Desarrollo de aplicaciones de BI: se crean herramientas de inteligencia de negocios y apoyo visual que facilitan a los usuarios acceder y analizar los datos almacenados. Estos objetos se diseñan para cumplir con los requisitos de los usuarios y facilitar la toma de decisiones.

E. Diseño de arquitectura técnica:

Selección de productos e implementación: se define el *software* y *hardware* con los que se va a trabajar y cómo se integrarán.

F. Implementación: una vez desarrollados los informes y las aplicaciones, se despliegan para que los usuarios finales puedan acceder a ellos. Se recomienda realizar una capacitación adecuada para garantizar que los usuarios puedan utilizar eficazmente la solución de BI.

G. Mantenimiento y crecimiento: estas fases, al final del ciclo, involucran la gestión de cambios, la corrección de errores, la optimización de consultas y la adaptación a las necesidades cambiantes del negocio.

El ciclo de vida de Kimball se centra en las necesidades del usuario final y en la entrega de información relevante y útil para la toma de decisiones. Kimball aboga por un enfoque denominado "*Bottom-Up*", que es iterativo y evolutivo en el desarrollo de la solución. Esto permite una entrega temprana de valor y la capacidad de adaptarse a medida que los requisitos del negocio cambian con el tiempo.

2.4. Inteligencia de negocios

Según Gartner (2020), la inteligencia de negocios (*Business Intelligence*, BI) es el proceso que promueve diseñar, desarrollar e implementar procesos empresariales, así como integrar, respaldar y gestionar las aplicaciones y plataformas tecnológicas relacionadas. Estas abarcan aplicaciones empresariales, necesidades de análisis e infraestructura de almacenamiento de datos.

2.4.1. Modelo dimensional

Según Kimball y Ross (2013), un modelo dimensional tiene como objetivo integrar la información de manera que sea comprensible para los usuarios del negocio y permita una consulta eficiente de los datos. Estos modelos ayudan a definir la estructura lógica de una base de datos correspondiente a un *datamart*, facilitando a los usuarios la generación de consultas para su análisis.

El modelado dimensional está diseñado para construir esquemas de sistemas de almacenamiento de datos. El objetivo principal de estos esquemas es satisfacer las necesidades de bases de datos más grandes creadas con fines analíticos. Para este proyecto, se propone el uso de los esquemas estrella y copo de nieve.

2.4.1.1. Esquemas de copo de nieve

Según IBM (2025), el esquema de copo de nieve consiste en una tabla de hechos conectada a múltiples tablas de dimensiones, las cuales, a su vez, pueden estar vinculadas a otras tablas de dimensiones mediante relaciones de muchos a uno. Las tablas en un esquema de copo de nieve generalmente se normalizan en la tercera forma normal. Cada tabla de dimensiones representa exactamente un nivel en una jerarquía.

Un esquema de copo de nieve puede tener varias dimensiones y cada dimensión puede tener varios niveles. La [Figura 11](#) muestra un esquema de copo de nieve con dos dimensiones, cada una con tres niveles.

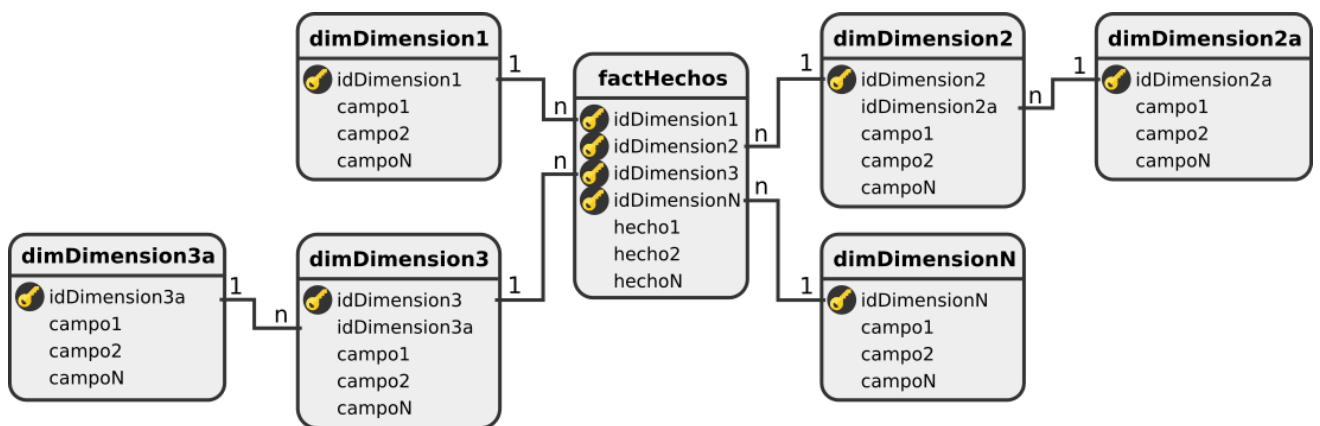


Figura 11. Esquema de copo de nieve. Fuente: IBM (2025).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

2.4.1.2. Esquemas de constelación

Según IBM (2025), un esquema de constelación combina características de los esquemas de estrella y de copo de nieve. En estos esquemas, solo algunas tablas de dimensiones están desnormalizadas. El propósito de los esquemas de constelación es aprovechar las ventajas de ambos tipos de esquemas: las jerarquías en los esquemas de estrella están desnormalizadas, mientras que en los esquemas de copo de nieve están normalizadas. Así mismo, los esquemas de constelación se normalizan para eliminar redundancias en las dimensiones.

Un ejemplo de este tipo de esquema se muestra en la [Figura 12](#).

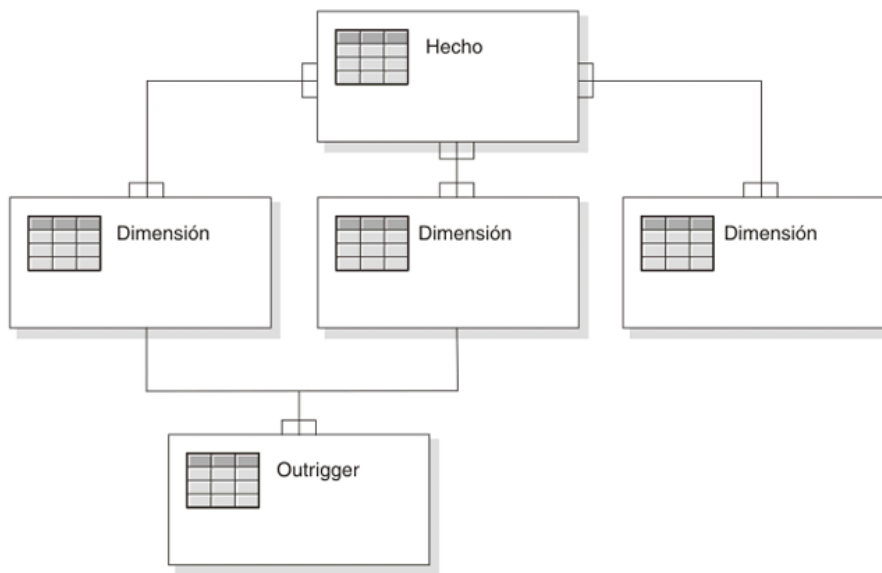


Figura 12. Esquema constelación. Fuente: IBM (2025).

2.4.2. Modelo de entidad relación

De acuerdo con Lucid Software Inc. (2025), un diagrama entidad-relación (ER) es un tipo de diagrama de flujo que muestra cómo las "entidades" (personas, objetos o conceptos) se relacionan dentro de un sistema. Estos diagramas se utilizan para modelar y diseñar bases de datos relacionales, tanto en términos de reglas de negocio y lógicas como en términos de la tecnología específica que se implementará (en un modelo de datos físicos).

El modelo de datos físicos, según Lucid Software Inc. (2025), es el nivel más detallado de los diagramas ER y representa el proceso de añadir información a la base de datos. Los modelos ER físicos detallan todas las estructuras de tablas, incluyendo nombres de columnas, tipos de datos, restricciones, claves primarias, claves foráneas y relaciones entre tablas.

Los diagramas entidad-relación pueden variar según su notación. Aunque la notación de pie de gallo es frecuentemente reconocida como la más intuitiva, algunas personas prefieren usar notaciones como OMT, IDEF, Bachman o UML. Sin embargo, la notación de pie de gallo es conocida por su formato gráfico intuitivo para el usuario. La [Figura 13](#) muestra un ejemplo de un diagrama basado en la notación de pie de gallo.

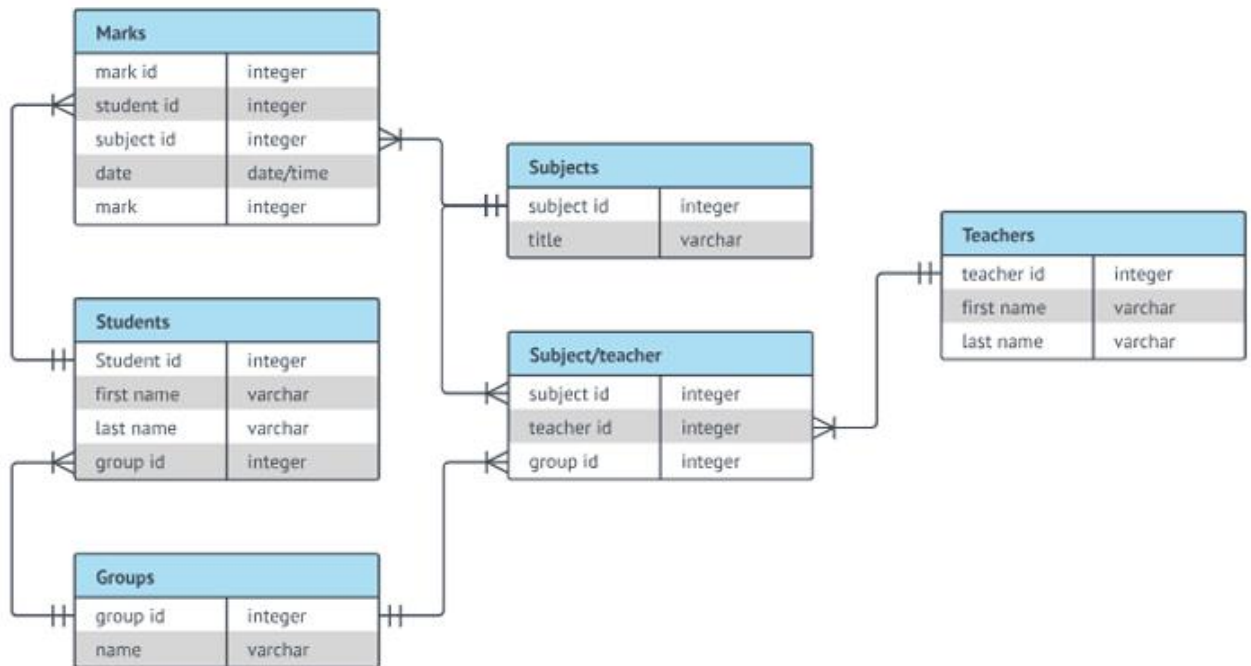


Figura 13. Ejemplo diagrama ER. Fuente: Lucid Software Inc. (2025).

2.4.2.1. Notación pie de gallo

Los diagramas ER con notación de pie de gallo incluyen entidades, relaciones y atributos; también representan la cardinalidad, que define las relaciones numéricas. Según Lucid Software Inc. (2025), estos componentes se definen de la siguiente manera:

- Entidad: representa algo definible, como una persona, objeto, concepto o evento, que puede tener datos almacenados. Se muestra generalmente como un rectángulo.
- Campos: son partes de una tabla que establecen los atributos de la entidad. En una base de datos, los atributos se ven como columnas que el diagrama ER modela.
- Claves: categoriza atributos y ayuda a modelar bases de datos mediante diversas tablas, asegurando organización, eficiencia y rapidez. Las claves vinculan tablas de manera eficiente:
 - Clave primaria: un atributo o combinación de atributos que identifica de manera única una instancia de una entidad.
 - Clave secundaria: se crean cuando un atributo se relaciona con otra entidad en una relación de uno a uno o de uno a muchos.
- Tipos: se refiere al tipo de datos en el campo correspondiente de una tabla.
- Cardinalidad y ordinalidad: cardinalidad se refiere al número máximo de veces que una instancia en una entidad se puede relacionar con instancias de otra entidad. Por otra parte, ordinalidad es el número mínimo de veces que una instancia en una entidad se puede asociar con una instancia en la entidad relacionada.

En la [Figura 14](#), se presentan los tipos de cardinalidad existentes.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

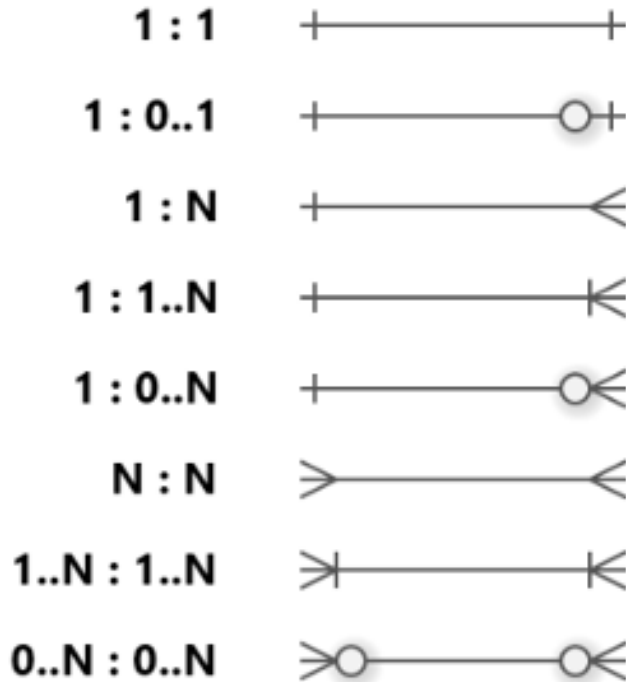


Figura 14. Cardinalidades y ordinalidades diagrama ER. Fuente: Lucid Software Inc. (2025).

2.4.3. Indicadores

Los indicadores de desempeño permiten medir el rendimiento organizacional y traducir la estrategia de la organización en objetivos, métricas, iniciativas y tareas para grupos o individuos. Las capacidades funcionales de estos indicadores incluyen el monitoreo, análisis y administración:

- **Monitoreo:** supervisa los procesos críticos de negocio y actividades mediante métricas que alertan sobre problemas potenciales o acciones necesarias.
- **Análisis:** identifica la raíz de los problemas explorando la información desde múltiples perspectivas y niveles de detalle.
- **Administración:** gestiona recursos y procesos para apoyar la toma de decisiones y optimizar el rendimiento, proporcionando una visión global de la empresa y orientando la organización hacia la dirección deseada.

2.4.4. Requerimientos

Según Kimball y Ross (2013), un proyecto de inteligencia de negocios necesita un análisis detallado de las necesidades de cada interesado en relación con la información que se debe procesar. Estas necesidades influyen en las decisiones a lo largo del ciclo de vida de una solución de inteligencia de negocios. Sin un análisis adecuado, se pueden cometer errores en la definición del alcance del proyecto, la selección de herramientas e incluso en el proceso de modelado y visualización de la información.

2.5. Visualización de datos

Tableau (2019) indica que la visualización de datos es la representación gráfica de información y datos. Utilizando elementos visuales como cuadros, gráficos y mapas, estas herramientas facilitan la comprensión de tendencias, valores atípicos y patrones en los datos. En el contexto tecnológico actual, las herramientas y plataformas de visualización de datos son cruciales para analizar grandes volúmenes de información y tomar decisiones basadas en estos.

El artículo de Tableau (2019) destaca que los ojos humanos son atraídos por colores y patrones, y explica que la visualización de datos es una forma de apoyo visual que capta el interés del lector y mantiene su atención en el mensaje transmitido. Esta visualización ayuda a los responsables a tomar decisiones importantes y a entender análisis complejos en un formato gráfico, permitiéndoles descubrir nuevas tendencias o comprender conceptos difíciles.

Entendiendo la importancia de la visualización de datos, es esencial que una buena visualización cuente una historia, eliminando el ruido de los datos y resaltando la información útil. No se trata solo de embellecer un gráfico, sino de presentar la información de manera clara y efectiva. Según Tableau (2019), dependiendo de las características de los "Tipos de datos", se propone un "Tipo de gráfico" que los represente de la mejor manera.

2.5.1. Tipos de datos

Según Kirk (2012), existen cuatro clasificaciones para los tipos de datos basadas en su naturaleza y nivel de medición, las cuales se presentan en la [Tabla 1](#). Sin embargo, es posible que existan otras clasificaciones adicionales.

Tipo de dato	Descripción	Ejemplo
Categorico ordinal	Estos datos también representan categorías, pero tienen un orden significativo.	Posiciones en medallas de una competencia.
Categorico nominal	Estos datos representan categorías sin un orden inherente.	Género, países.
Cuantitativa para intervalos	Estos datos son numéricos y representan cantidades medibles. Sin embargo, la diferencia entre los valores es significativa, pero no hay un punto de partida absoluto.	Fechas y temperaturas.
Cuantitativa para proporciones	Estos datos también son numéricos y representan cantidades medibles, pero tienen un punto de partida	Altura en centímetros, ingreso anual en dólares.

	absoluto y la relación entre los valores es significativa.	
--	------------------------------------------------------------	--

Tabla 1. Tipos de datos. Fuente: adaptado de Kirk (2012).

De acuerdo con las clasificaciones mencionadas, y considerando la naturaleza de los datos y el tipo de análisis requerido, se seleccionan los tipos de gráficos más adecuados para expresar y transmitir la información de manera efectiva. A continuación, se describen diversos tipos de gráficos que se pueden utilizar para visualizar la información gráficamente.

2.5.2. Tipos de gráficos

Según Kirk (2012), el proceso de identificar la solución más efectiva y adecuada para representar los datos es, sin duda, la característica más importante del diseño de visualización. Seguidamente, se detallan algunos de los posibles gráficos que se pueden utilizar:

2.5.2.1. Gráficos de barras

De acuerdo con Microsoft (2025), los gráficos de barras son el estándar para observar valores específicos en diferentes categorías. Estos gráficos utilizan elementos visuales como la altura o longitud y colores para representar datos. Su objetivo es comparar eficazmente valores entre categorías, ya sean números enteros o decimales. Además, pueden emplear colores para crear barras apiladas o resaltar características específicas de una categoría. La [Figura 15](#) muestra un ejemplo de un gráfico de barras.

Total R\$ por Gasto

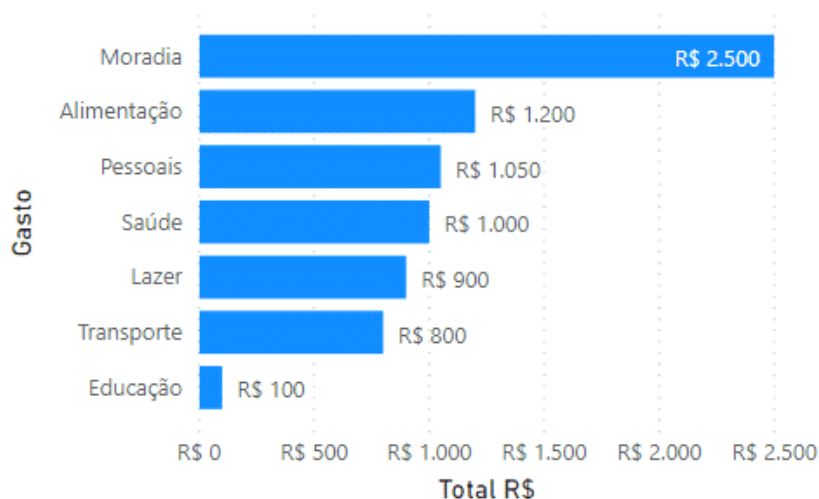


Figura 15. Ejemplo gráfico de barras. Fuente: Microsoft (2025).

2.5.2.2. Tarjeta visual

Microsoft (2025) menciona que las tarjetas con un solo número destacan un único dato o hecho. A veces, este número es el más importante para rastrear en un panel o informe de Power BI, como las ventas totales, la participación de mercado año tras año o el total de oportunidades. También se pueden utilizar tarjetas multilínea, que muestran uno o más puntos de datos, uno por fila. La [Figura 16](#) presenta un ejemplo de una tarjeta visual de una línea, mientras que la Figura 16 muestra una tarjeta visual multilínea.

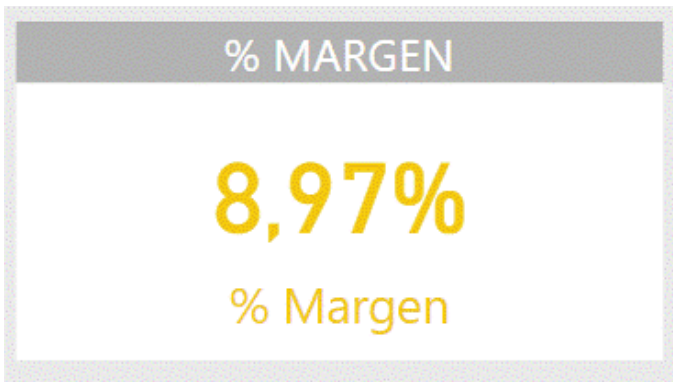


Figura 16. Ejemplo tarjeta visual de una línea. Fuente: Microsoft (2025).

2.5.2.3. Gráfico de líneas

Según Microsoft (2025), los gráficos de líneas destacan la tendencia general de una serie completa de valores, generalmente a lo largo del tiempo. Se utilizan para contrastar variables continuas en el eje vertical con valores numéricos en el eje horizontal, representando una línea que corresponde a la cantidad respectiva. La [Figura 17](#) muestra un ejemplo de un gráfico de líneas.

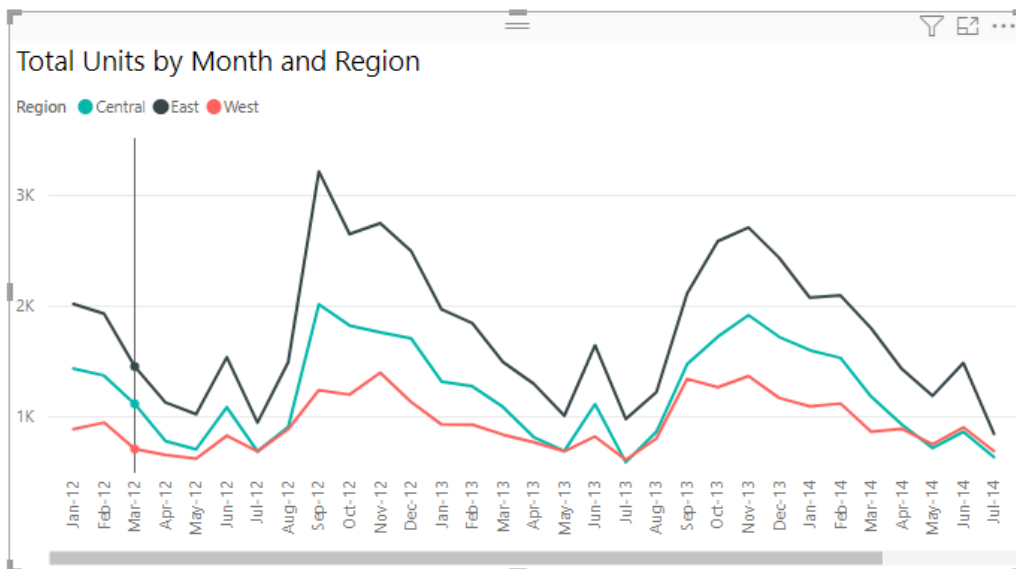


Figura 17. Ejemplo de gráfico de líneas. Fuente: Microsoft (2025).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

2.5.2.4. Gráfico de dona

De acuerdo con Microsoft (2025), los gráficos de anillos son similares a los gráficos circulares y muestran la relación de las partes con el todo. La diferencia principal es que el centro está en blanco, lo que deja espacio para una etiqueta o ícono. La [Figura 18](#) presenta un ejemplo de un gráfico de dona.

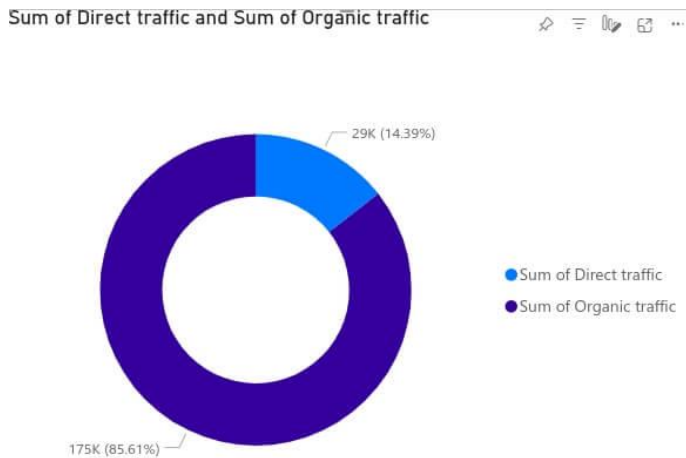


Figura 18. Ejemplo de gráfico de dona. Fuente: Microsoft (2025).

2.5.2.5. Mapa de árbol

Microsoft (2025) afirma que los mapas de árbol son gráficos compuestos por rectángulos de colores, donde el tamaño de cada rectángulo representa un valor. Estos gráficos pueden ser jerárquicos, con rectángulos anidados dentro de otros más grandes. El espacio dentro de cada rectángulo se asigna según el valor medido y los rectángulos se ordenan en tamaño desde la parte superior izquierda (más grande) hasta la parte inferior derecha (más pequeña). La [Figura 19](#) muestra un ejemplo de un gráfico de mapa de árbol.

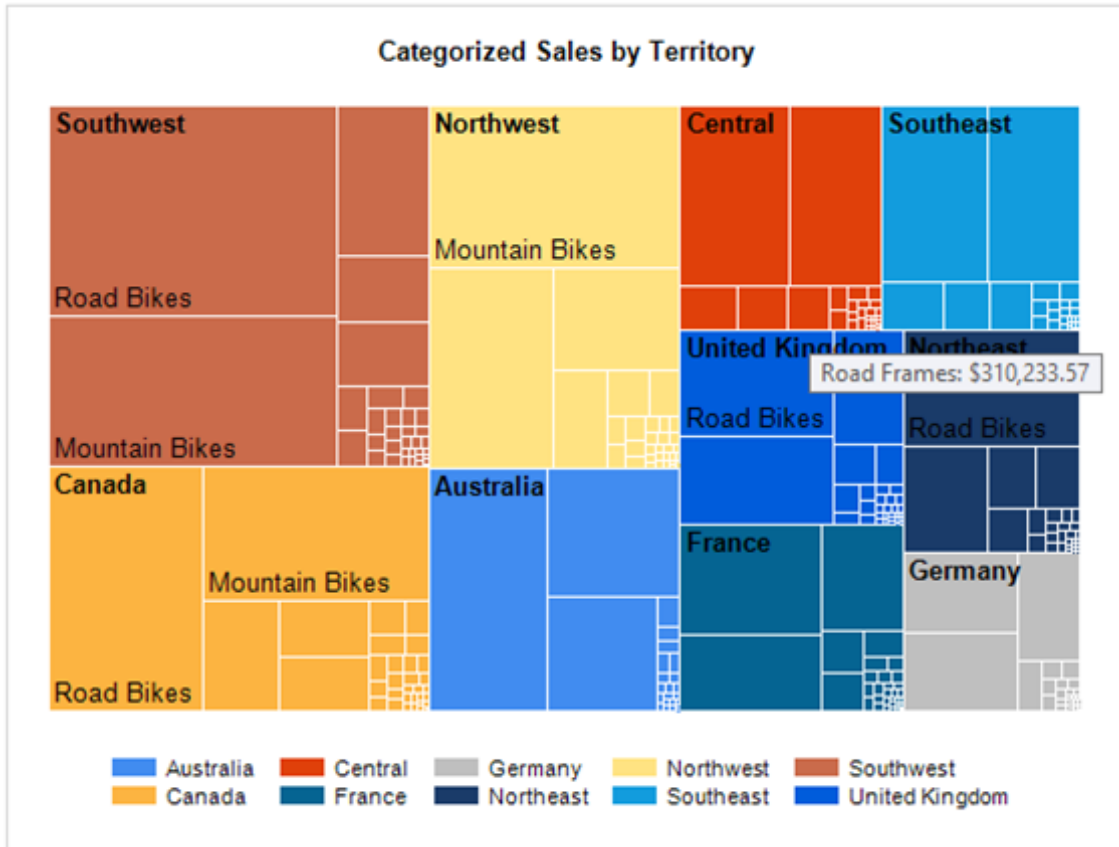


Figura 19. Ejemplo de mapa de árbol. Fuente: Microsoft (2025).

2.5.2.6. Matrices

Según Microsoft (2025), el objeto visual de matriz es un tipo de visualización tabular que admite un diseño escalonado. Mientras que una tabla admite dos dimensiones, una matriz propicia una visualización significativa de datos en múltiples dimensiones. Los diseñadores de informes suelen incluir matrices en informes y paneles para que los usuarios puedan seleccionar uno o más elementos (filas, columnas, celdas) y resaltar otros elementos visuales en una página de informe. La [Figura 20](#) muestra un ejemplo de una matriz.

DETALLE DEL WASTE

Linea Waste ▲ BU	Bad Good Allowances		Bad Good Expences		Donations		Problemas Calidad	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
⊕ C&B	\$5.90 mill.	(\$3.77 mill.)	\$3.13 mill.	\$1.63 mill.	\$3.52 mill.	\$0.64 mill.	\$8.77 mill.	\$2.28 mill.
⊕ Confectionery	\$4.98 mill.	(\$7.37 mill.)	\$5.33 mill.	\$1.10 mill.	\$3.21 mill.	\$0.47 mill.	\$1.74 mill.	\$0.31 mill.
⊕ CPW	\$1.48 mill.	\$2.91 mill.	\$2.34 mill.	\$1.93 mill.	\$1.08 mill.	\$0.90 mill.	\$1.28 mill.	\$0.04 mill.
⊕ CPW Exports	\$0.00 mill.	\$0.00 mill.	\$0.04 mill.	\$0.01 mill.	\$0.00 mill.	\$0.00 mill.	\$0.04 mill.	\$0.02 mill.
⊕ Culinary	\$0.72 mill.	\$0.62 mill.	\$0.85 mill.	\$0.26 mill.	\$0.03 mill.	\$1.23 mill.	\$0.80 mill.	\$0.22 mill.
⊕ Dairy	\$4.17 mill.	\$1.42 mill.	\$5.92 mill.	\$5.81 mill.	\$2.79 mill.	\$3.46 mill.	\$8.09 mill.	\$2.71 mill.
⊕ Dolce Gusto	\$0.29 mill.	\$0.25 mill.	\$0.79 mill.	\$0.29 mill.	\$0.10 mill.	\$0.00 mill.	\$0.08 mill.	\$0.00 mill.
⊕ F&B Exports	\$0.00 mill.	\$0.00 mill.	\$0.00 mill.	(\$0.00 mill.)	\$0.00 mill.	\$0.00 mill.	\$0.00 mill.	\$0.00 mill.
⊕ NHS	\$0.00 mill.	\$0.00 mill.	\$1.91 mill.	\$0.35 mill.	\$2.87 mill.	\$0.01 mill.	\$1.02 mill.	\$0.04 mill.
⊕ NP	\$1.00 mill.	(\$2.67 mill.)	\$0.97 mill.	\$0.55 mill.	\$0.28 mill.	\$0.56 mill.	\$1.74 mill.	\$1.03 mill.
⊕ Nutricion	\$0.75 mill.	\$13.77 mill.	\$11.57 mill.	\$7.23 mill.	\$2.32 mill.	\$0.40 mill.	\$18.60 mill.	\$3.95 mill.
⊕ Nutricion Exports		\$0.00 mill.		(\$0.00 mill.)		\$0.00 mill.		\$0.00 mill.
⊕ Petcare	\$5.36 mill.	\$5.04 mill.	\$3.23 mill.	\$8.83 mill.	\$2.16 mill.	\$0.63 mill.	\$21.19 mill.	\$8.13 mill.
⊕ SBUX by NDG		(\$0.12 mill.)		\$0.06 mill.		(\$0.00 mill.)		\$0.00 mill.
⊕ Starbucks Nespresso	\$0.08 mill.	\$0.10 mill.	(\$0.07 mill.)	\$0.46 mill.	\$0.01 mill.	(\$0.00 mill.)	\$0.01 mill.	\$0.00 mill.
Total	\$24.81 mill.	\$10.20 mill.	\$36.70 mill.	\$28.62 mill.	\$18.20 mill.	\$8.30 mill.	\$63.42 mill.	\$18.72 mill.

Figura 20. Ejemplo de una matriz. Fuente: Microsoft (2025).

2.5.2.7. Slicer

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

De acuerdo con Microsoft (2025), un *slicer* es un gráfico independiente que se utiliza para filtrar otros elementos visuales en una página. Los *slicers* vienen en diversos formatos (categoría, rango, fecha, etc.) y se pueden configurar para permitir la selección de uno, varios o todos los valores disponibles. La [Figura 21](#) muestra un ejemplo de un *slicer*.

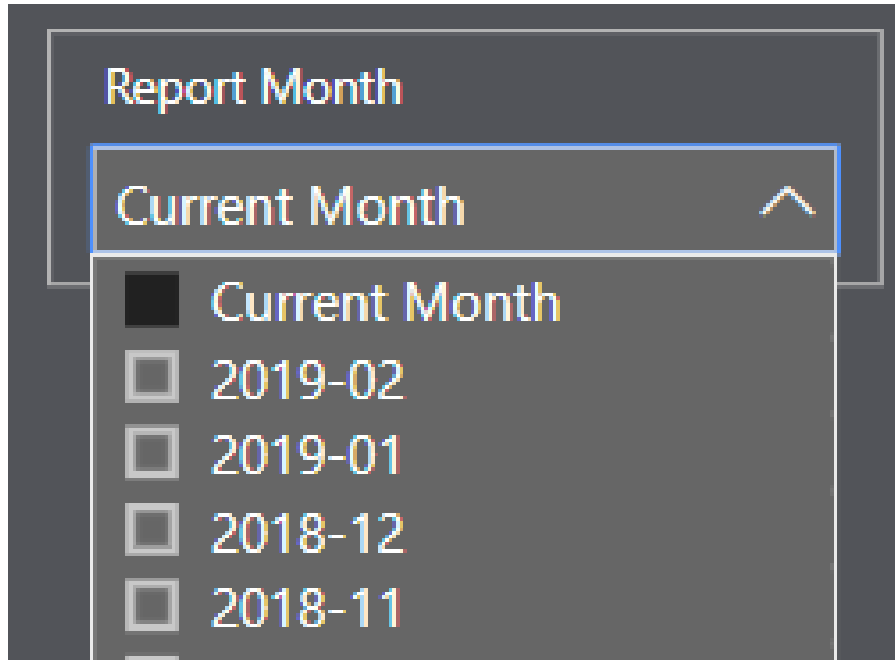


Figura 21. Ejemplo de Slicer. Fuente: Microsoft (2025).

2.5.3. Dashboards

Microsoft (2025) menciona que un *dashboard* es una página única, también conocida como lienzo, que utiliza visualizaciones para contar una historia. Esto es crucial porque facilita la comunicación efectiva de datos clave, haciendo la información más comprensible. Además, Microsoft (2025) afirma que los *dashboards* conectan diversas métricas, fuentes de datos, API y servicios, ayudando a las empresas a extraer información relevante y presentarla de manera fácil de usar. Estos organizan y muestran información importante de un vistazo, permitiendo comprender los datos más valiosos de la empresa y encontrar respuestas a preguntas cruciales. La [Figura 22](#) muestra un ejemplo de un *dashboard*.

Algunas ventajas destacadas por Microsoft (2025) incluyen:

- Medición del desempeño: visualizan indicadores que muestran el rendimiento de áreas clave para la organización.
- Transparencia y accesibilidad de los datos: los datos se extraen y visualizan sin intervención humana directa.
- Previsión: permiten anticiparse a las circunstancias mediante el análisis de datos históricos.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

- Agilidad: son dinámicos, lo que propicia cambios rápidos entre los indicadores de interés para la organización.

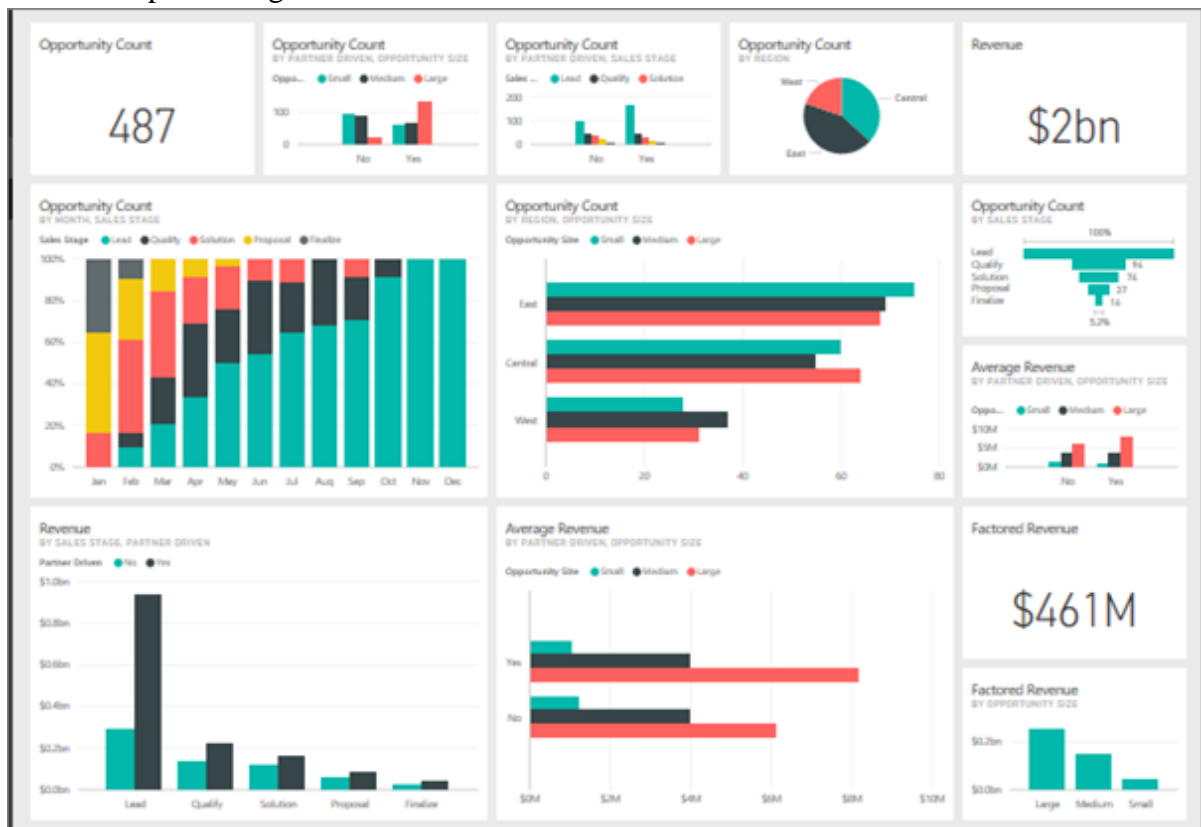


Figura 22. Ejemplo de Dashboard. Fuente: Microsoft (2025).

3. Marco Metodológico

Teniendo en cuenta que, según Hernández Sampieri et al. (2014), la investigación se define como “Un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema”; en esta sección, se diseñan las estrategias y herramientas que guían la recopilación y el análisis de los datos, que permiten alcanzar resultados confiables y válidos.

Para esto se determinan los apartados con los que cuenta el capítulo, los cuales apoyan la labor de comprender tanto la naturaleza como los objetivos del proyecto. Estas secciones son el tipo, enfoque, alcance y diseño de la investigación. Seguidamente, se contemplan las fuentes de información empleadas, los sujetos de la investigación, las variables consideradas, los instrumentos que se emplearon, así como el procedimiento metodológico de las respectivas fases del proyecto; la operacionalización de las variables planteadas anteriormente y la respectiva matriz de trazabilidad.

3.1. Tipo de investigación

Las investigaciones se pueden clasificar, según Barrantes (2002), de acuerdo con su finalidad. Baena (2014) delimita esta clasificación de tipología de investigación en dos grandes apartados, siendo estas la investigación denominada como básica o pura y la investigación aplicada.

- Investigación pura: es el estudio de un problema, destinado exclusivamente a la búsqueda de conocimiento. La investigación pura desarrolla la disciplina en términos abstractos y principios generales (Baena, 2014).

Para este tipo de investigación, el principal objetivo que se busca es adquirir conocimiento por el simple hecho de explorar y entender mejor un fenómeno o una teoría. Esta clasificación se centra en la ampliación del conocimiento teórico y la comprensión de conceptos fundamentales, sin un objetivo inmediato de aplicabilidad práctica, sino que busca descubrir principios generales y leyes que puedan implicar otros campos de estudio, así como sentar las bases para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas.

- Investigación aplicada: tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción, se plantea problemas concretos que requieren soluciones inmediatas e iguales de específicas (Baena, 2014).

La investigación aplicada se centra en la resolución de problemas prácticos y la aplicación del conocimiento teórico en situaciones del mundo real mediante el uso de esta información, para desarrollar soluciones concretas y abordar desafíos específicos en diversos campos. Este enfoque se orienta hacia la generación de resultados que tengan un impacto directo en la mejora de procesos, productos o situaciones problemáticas en un contexto práctico.

Tomando en consideración estas definiciones y lo que implican, se determinó que este proyecto sigue una investigación del tipo aplicada. Esto debido a su finalidad, la cual es proponer una

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

solución a un problema dentro de una empresa farmacéutica, por lo que cuenta con las características necesarias para ser considerado como sujeto de esta investigación.

3.2. Enfoque y diseño de la investigación

3.2.1. Enfoque de la investigación

Según Hernández Sampieri et al. (2014), las investigaciones pueden ser clasificadas según su enfoque en tres categorías, siendo estas: “Los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto los cuales constituyen las posibles elecciones para enfrentar problemas de investigación y resultan igualmente valiosos. Son, hasta ahora, las mejores formas diseñadas por la humanidad para investigar y generar conocimientos”.

- **Enfoque cuantitativo:** es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se puede eludir pasos. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (Hernández Sampieri et al., 2014)

Para este enfoque, los autores mencionan que: “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías”. Además, se caracteriza por ser lo más objetiva posible y seguir un patrón predecible, secuencial y estructurado.

- **Enfoque cualitativo:** se guía también por áreas o temas significativos de investigación. No obstante, pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación. (Hernández Sampieri et al., 2014)

Para este enfoque, los autores mencionan que: “Utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación”. Se caracteriza porque el proceso es más flexible al no tener un orden fijo, además de mantener un carácter sujeto a una perspectiva interpretativa.

- **Mixto:** representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (Hernández Sampieri et al., 2014)

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Para este caso, los autores mencionan que estos métodos, a diferencia de los anteriores denominados “Mono-metódicos”, se clasifican como “Multi-metódicos”. Debido a que regularmente los métodos mixtos implican el uso de una mayor cantidad de recursos juntos que al emplear los métodos por separado, solo se considerara apropiado utilizar la metodología mixta cuando se agrega valor al estudio en comparación con utilizar un único enfoque.

Tomando en consideración estas definiciones y lo que implican, se determinó que este proyecto sigue un enfoque de tipo cualitativo. Teniendo en consideración que, para el desarrollo de este proyecto fue necesario tomar en cuenta las necesidades de los involucrados, no necesariamente desde una sola perspectiva, sino también basándose en sus experiencias y percepciones, se establece que el enfoque que más se ajusta a esto es el denominado cualitativo.

3.2.2. Diseño de la investigación

Hernández Sampieri et al. (2014) definen el diseño como el: “Plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento”. Y para una investigación, este diseño se puede dividir en cinco clasificaciones, a partir de las actividades que se van a realizar en ella.

- Teoría fundamentada: genera información sobre categorías del proceso o fenómeno llegando a generar teoría que lo explica.
- Diseño etnográfico: busca investigar características, estructura y funcionamiento de un sistema social.
- Diseño narrativo: relacionado con preguntas de investigación orientadas a comprender una sucesión de eventos, a través de las historias de testigos.
- Diseño fenomenológico: estudia preguntas sobre lo que varias personas experimentan en común respecto a un fenómeno o proceso.
- Diseño de investigación/acción: contempla un diagnóstico de la problemática, para generar información sobre las causas y consecuencias de la problemática y sus soluciones.

Para esta investigación, se sigue un diseño investigación-acción, este enfoque combina la investigación con la acción práctica. En este diseño, los investigadores trabajan en colaboración con los involucrados en la situación que se está estudiando.

Debido a que este proyecto se encuentra estrechamente relacionado con las necesidades del negocio y las expectativas de la compañía farmacéutica, se puede afirmar que el diseño investigación-acción cubre de mejor manera la finalidad de los objetivos del proyecto.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

3.3. Fuentes de datos e información

Las fuentes son los medios de los que se extrae información para el análisis, de acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), las fuentes de información abarcan los recursos que se utilizan para obtener datos relevantes para una investigación.

Es importante destacar que las fuentes de información se dividen en dos tipos:

3.3.1. Fuentes primarias

Las fuentes primarias son aquellas que contienen información original que ha sido publicada por primera vez y están basadas en propias investigaciones y resultados de sus autores. Durante este proyecto, se utilizan las fuentes de información mostradas en la [Tabla 2](#):

Fuente	Descripción
Bases de datos de la empresa	Se refiere a una base de datos que utiliza la empresa. Consta de los archivos, los cuales manejan la información del proceso de muestra médica.
Documentos oficiales de la empresa	Proporcionan información detallada y específica sobre los procesos actuales de la empresa, incluyendo datos históricos, procedimientos internos y políticas.
Consultas a los involucrados del proceso.	Proporcionan perspectivas valiosas y detalladas sobre los desafíos y puntos de dolor actuales.

Tabla 2. Fuentes primarias de información. Fuente: elaboración propia (2025).

3.3.2. Fuentes secundarias

Para Hernández Sampieri et al. (2014), las fuentes secundarias son aquellos recursos que se basan en la interpretación y estudio de datos previamente recolectados. Son interpretaciones, análisis o resúmenes de fuentes primarias. Estas proporcionan un contexto o perspectiva acerca de la información de primera mano. Para esta selección, se muestran las fuentes obtenidas en la [Tabla 3](#).

Fuente	Descripción
Trabajos de graduación relacionados con los temas de inteligencia de negocios.	Contienen estudios de caso, análisis detallados y resultados de investigaciones previas que pueden ofrecer una base sólida para el proyecto.
Artículos científicos.	Artículos científicos web referentes a trabajos del campo de inteligencia de negocios.
Libros de investigación.	Aportan los lineamientos sobre cómo desarrollar de manera correcta una investigación.

Tabla 3. Fuentes secundarias de información. Fuente: elaboración propia (2025).

3.4. Sujetos de investigación

En el desarrollo de este proyecto de investigación cualitativa, resulta esencial establecer la identidad de los sujetos de investigación, quienes constituyen los individuos involucrados o contribuyentes primarios de datos, desempeñando un papel fundamental en la adquisición de información para una comprensión integral del problema en análisis y la formulación de una solución de inteligencia de negocios óptima para las necesidades de los involucrados. A continuación, en la [Tabla 4](#), se identifican los sujetos de investigación de este proyecto, su rol en la Compañía y la importancia.

Rol del sujeto	Años de experiencia	Caracterización del sujeto	Importancia
Gerente del Departament o Excelencia Comercial	Más de 10 años de experiencia.	Interactúa regularmente con todos los departamentos involucrados en la trazabilidad y tiene una visión estratégica del impacto del proceso en los objetivos organizacionales. Es responsable de reportar resultados clave a la Gerencia General y validar cualquier cambio propuesto.	Su retroalimentación es de suma importancia para obtener una perspectiva gerencial.
Analista de Eficiencia de la Fuerza de Ventas	Más de 7 años de experiencia.	Es la responsable de dar trazabilidad y gestión a la muestra médica.	Es el dueño del proceso, su perspectiva es crucial para identificar puntos clave de mejora.
Analista de Cadena de Suministros	Más de 5 años de experiencia.	Colabora con otros departamentos, como Finanzas y Excelencia Comercial, para coordinar el flujo de inventario y resolver cualquier contratiempo logístico.	Aportar datos y observaciones sobre los tiempos de distribución y el impacto de los retrasos en las operaciones comerciales.

Tabla 4. Sujetos de investigación del proyecto. Fuente: elaboración propia (2025), con información tomada de Hernández-Sampieri et al. (2014).

3.5. Variables o categorías de la investigación

Las variables de investigación “son propiedades medidas y que formar parte de la hipótesis o se pretenden describir” (Hernández, 2014). En la [Tabla 5](#), se presentan las variables de investigación asignadas a cada objetivo, sus indicadores e instrumentos.

Objetivo específico	Variable de investigación	Concepto
Analizar la información existente en los procesos de trazabilidad de muestras médicas, considerando aspectos como completitud, consistencia y periodicidad de los datos, para garantizar que el modelado de datos que alimentará la solución de inteligencia de negocios cumpla con los estándares de calidad establecidos.	Completitud de la información	Análisis que determine la completitud de la información a partir del grado en que los datos necesarios están presentes y disponibles para alimentar el sistema de trazabilidad.
	Consistencia de datos	Análisis que determine la consistencia de los datos a partir de la uniformidad y coherencia de los datos.
	Periodicidad de la información	Análisis que determine la frecuencia con la que se recibe la información necesaria para alimentar el sistema de trazabilidad.
Definir indicadores clave de desempeño, basados en las necesidades del negocio, incluyendo métricas como cobertura de entregas y volumen de muestras, para mejorar la visibilidad y el control sobre el estado del proceso de trazabilidad.	Indicadores generados	Se refiere al conjunto de atributos catalogados necesarios para brindar valor a la propuesta como solución a las necesidades prioritarias de los usuarios.
	Satisfacción de los usuarios.	Es el grado de aceptación a los indicadores generados por parte de los usuarios a raíz de sus necesidades y expectativas.
Desarrollar una solución de inteligencia de negocios mediante	Modelo de datos.	Diseño del proceso de ETL que integra y estandariza la

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

la implementación de <i>dashboards</i> interactivos en Power BI, integrando los indicadores generados.		información de diversas áreas relacionadas con la trazabilidad de la muestra médica.
	Procesos ETL.	Proceso mediante el cual se extrae información de una o varias fuentes, se le realizan procesos de transformación para asegurar su coherencia y utilidad, y luego se carga en un sistema destino.
	<i>Dashboard,</i>	Herramienta de control que permite la visualización de información a través de elementos visuales, además, facilita la monitorización y seguimiento.
Validar la solución propuesta a través de un plan piloto, utilizando encuestas dirigidas a usuarios clave y métricas de adopción, para medir su impacto inicial y verificar los ajustes necesarios antes de su implementación definitiva.	Satisfacción de la propuesta.	Análisis que facilita determinar el nivel de satisfacción de los usuarios con la propuesta realizada teniendo en cuenta el cumplimiento de sus expectativas.

Tabla 5. Variables de investigación. Fuente: elaboración propia (2025).

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández Sampieri et al. (2014), la recolección de datos significa aplicar uno o varios instrumentos de medición para recabar la información pertinente de las variables del estudio en el proyecto. Además, indican que, durante una investigación cualitativa, el recolector de datos principal es el investigador, el cual se apoya en diversas técnicas que se desarrollan durante el estudio. A continuación, se detallan los instrumentos a utilizar en la recolección de datos necesaria para el desarrollo del proyecto.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

3.6.1. Observación

De acuerdo con Ulate y Vargas (2016): “La observación se utiliza con el objetivo de obtener información de la realidad, mediante la percepción intencionada y selectiva de un objeto o fenómeno determinado”. Esta técnica resulta necesaria debido a la naturaleza práctica de la situación problemática actual de la investigación.

Ahora bien, para clasificar el tipo de observación, Hernández Sampieri et al. (2014) definen cinco papeles de participación que puede tener un observador, estos son:

- No participación: por ejemplo, cuando se observan videos.
- Participación pasiva: está presente el observador, pero no interactúa.
- Participación moderada: el observador participa en algunas actividades, pero no en todas.
- Participación activa: el observador participa en la mayoría de las actividades, pero no se integra completamente con los demás participantes.
- Participación completa: el observador se integra totalmente y es considerado un participante más.

En el desarrollo de este proyecto, se utilizó esta herramienta cambiando el papel del observador según lo requirió la situación. Así mismo, para el uso de este instrumento, se utilizó la plantilla que se encuentra en el [Apéndice B](#).

3.6.2. Entrevista

Se define como una reunión para conversar e intercambiar información entre el entrevistador y el entrevistado (Hernández Sampieri et al., 2014). Estas pueden contar con varias clasificaciones según su nivel de estructuración.

- Entrevista estructurada: el entrevistador realiza su labor siguiendo una guía de preguntas específicas y se sujeta exclusivamente a esta.
- Semiestructurada: se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener más información.
- No estructurada: se fundamentan en una guía general de contenido y el entrevistador posee toda la flexibilidad para manejarla.

En el desarrollo de esta investigación, se aplicó únicamente el tipo de entrevista semiestructurada. Para esto se elaboró una plantilla que se encuentra en el [Apéndice C](#).

3.6.3. Revisión documental

De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), la revisión documental implica: “Detectar, consultar y obtener la bibliografía y otros materiales útiles para los propósitos del estudio, de los cuales se extrae y recopila información relevante y necesaria para el problema de investigación”.

Durante el desarrollo de este proyecto, se utilizó esta técnica como mecanismo de recolección de información desde artículos científicos, académicos, sitios web y documentación interna de la Compañía. Para la implementación de esta herramienta, se utilizó la plantilla que se encuentra en el [Apéndice E](#).

3.6.4. Cuestionarios

Hernández Sampieri et al. (2014) mencionan que el cuestionario es una técnica de investigación cualitativa que permite la recolección de datos estructurados mediante la formulación de preguntas a un grupo de personas. Esta técnica es especialmente útil para obtener información sobre conocimientos, actitudes y comportamientos de los participantes.

Para el desarrollo de esta investigación, se diseñaron dos cuestionarios específicos, los cuales se encuentran en el [Apéndice F](#) y [Apéndice G](#), y tienen los siguientes objetivos:

- Cuestionario de completitud: este cuestionario se enfocó en registrar los hallazgos relacionados con la completitud de los datos, asegurando que toda la información necesaria estuviera presente y completa.
- Cuestionario de consistencia: este cuestionario se utilizó para evaluar la consistencia de la información, verificando la consistencia y uniformidad de la información recolectada a lo largo del tiempo.

3.7. Procedimiento metodológico de la investigación

En esta sección, se detallan las fases del proceso metodológico que se desarrolló para alcanzar los objetivos del proyecto y encontrar una solución a la problemática identificada. El procedimiento cuenta en total con siete fases, las cuales se muestran en la [Figura 23](#).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

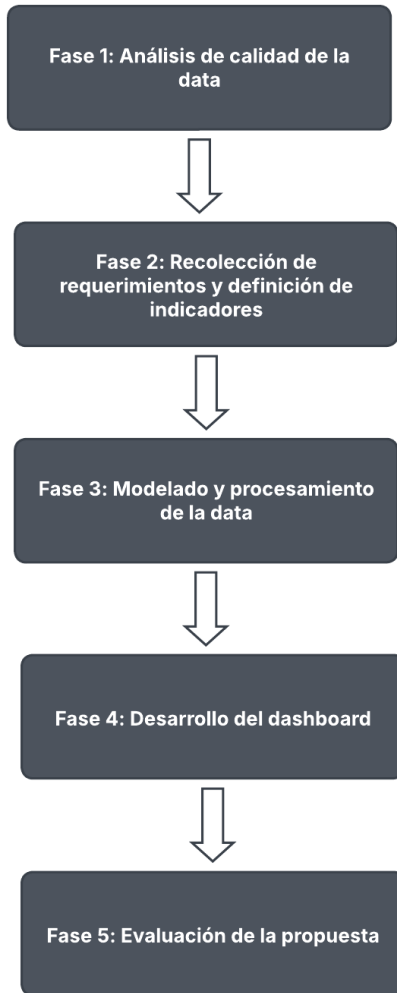


Figura 23. Proceso metodológico de la investigación. Fuente: elaboración propia (2025).

Estas etapas se definieron tomando como referencia las fases y rutas establecidas en el ciclo de vida de Kimball, según el diagrama de la Metodología de Kimball mostrado en la [Figura 10](#). Esta herramienta ofrece un enfoque estructurado, centrado en el negocio y orientado al usuario final, lo que facilita la entrega exitosa de una solución que satisface las necesidades de la organización y mejora la toma de decisiones.

Finalmente, es importante destacar que la metodología de Kimball es más adecuada para esta investigación en comparación con la metodología de Hefesto, debido a la naturaleza específica del proyecto. Kimball se distingue por su enfoque en las necesidades del usuario final, lo cual se alinea perfectamente con la creación de modelos de datos efectivos para una solución de inteligencia de negocios.

En cuanto a Hefesto o Inmon, se considera que pueden ser valiosos y se tomarán elementos de estas metodologías en algunos contextos de esta investigación. Sin embargo, Kimball proporciona

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

una estructura más adecuada y especializada para este proyecto, asegurando un resultado óptimo y alineado con los objetivos del negocio.

3.7.1. Análisis de la calidad de la data

En primer lugar, se realizó un análisis exhaustivo de la calidad de la data disponible. Este proceso se centró en la revisión de la completitud, consistencia y periodicidad de la data. Para registrar los cuestionarios realizados, se utilizó la plantilla presentada en [Apéndice F](#) y [Apéndice G](#).

3.7.1.1. Completitud de la información

Para esto, se llevó a cabo un análisis de las fuentes de datos, registrando los hallazgos en cuestionarios. Se evaluaron los tipos de datos, su integridad, consistencia y las relaciones entre las diferentes tablas de la base de datos. Además, se identificaron posibles errores y anomalías en los datos. Por lo que se utilizó la plantilla presentada en el [Apéndice F](#). Cuestionario de Consistencia de datos.

3.7.1.2. Consistencia de datos

Se evaluaron los tipos de datos, su integridad, consistencia y las relaciones entre las diferentes tablas de la base de datos. Además, se identificaron posibles errores y anomalías en los datos. Se utilizó la plantilla presentada en el [Apéndice G](#). Cuestionario de consistencia de datos.

3.7.1.3. Periodicidad de la información

Se revisó la frecuencia con la que se actualizan los datos y se evaluó si esta periodicidad es adecuada para las necesidades del análisis. También se identificaron posibles retrasos o inconsistencias en las actualizaciones de la información. Por lo que se utilizó la plantilla presentada en el [Apéndice C](#). Cuestionario de entrevista.

3.7.2. Recolección de requerimientos y definición de indicadores

Una vez comprendida la calidad de la data, se procede a recolectar los requerimientos de los usuarios y definir los indicadores clave. Para este proceso, se definió la guía de entrevista que se presenta en el [Apéndice C](#). Esta guía permite recopilar los requerimientos que debe tener la solución de inteligencia de negocios y documentar aquellas características que los usuarios como el negocio consideran que debe tener la solución. Este proceso se dividió en dos partes desarrolladas, a continuación.

3.7.2.1. Entrevistas con los usuarios

Se aplicaron entrevistas con los usuarios clave para entender sus necesidades y expectativas. Para este proceso, se utilizó la guía de entrevista presentada en el [Apéndice D](#). Mediante las entrevistas, se recopilan los requerimientos específicos que debe tener la solución de inteligencia de negocios.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

3.7.2.2. Definición de indicadores

A partir de los requerimientos recolectados y el juicio de expertos, se definieron los indicadores clave para los *dashboards*. Este proceso se realizó en conjunto con el analista de Efectividad de la fuerza de ventas. Además, los indicadores fueron validados con los usuarios mediante una segunda ronda de entrevistas.

3.7.3. Modelado y procesamiento de la data

En esta fase, se llevó a cabo el modelado y procesamiento de la data a fin de preparar los datos para su visualización en los *dashboards*. Este proceso se dividió en dos partes desarrolladas, a continuación.

3.7.3.1. Diagrama de solución

En esta etapa se diseña y desarrolla el modelo de datos que permiten la integración y transformación de la data. Se utilizaron técnicas de modelado multidimensional para estructurar los datos de manera que faciliten su análisis.

3.7.3.2. Procesamiento de la data

Se implementaron procesos de extracción, transformación y carga (ETL) para preparar los datos. Además, se utilizaron herramientas específicas a fin de automatizar estos procesos y asegurar la calidad de los datos procesados.

3.7.4. Desarrollo del *dashboard*

Para esta fase, se lleva a cabo la selección e implementación de las visualizaciones en los *dashboards*. Dichas visualizaciones representan los indicadores generados en las fases anteriores a partir de las necesidades de los usuarios.

3.7.4.1. Selección de visualizaciones

Una vez que se ha definido con claridad qué atributos, medidas e indicadores se necesitan para desarrollar la solución diagramada de la problemática definida, se procede a elegir los tipos de representaciones visuales adecuados para cada uno de ellos.

3.7.4.2. Implementación de las visualizaciones

Finalmente, en esta etapa se juntan todos los pasos desarrollados anteriormente para culminar la implementación de las visualizaciones en cada uno de los *dashboards*, y así se genera la solución propuesta para el sistema sujeto de esta investigación.

3.7.5. Evaluación de la propuesta

Por último, en esta fase se presenta a los principales sujetos involucrados la solución de inteligencia de negocios propuesta para su respectiva validación. En esta presentación, se obtiene

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

la retroalimentación final sobre las visualizaciones generadas y, mediante una encuesta definida en el [Apéndice AA](#), se establece si se cumplieron las expectativas de dichos miembros involucrados.

3.8.Operacionalización de las variables o categorías.

Para esta sección, en la [Tabla 6](#) se describe en detalle cómo se lleva a cabo la operacionalización de las variables en medidas concretas, al mismo tiempo que se vinculan los elementos metodológicos fundamentales del proyecto.

Fase	Objetivo específico	Variable	Indicadores	Instrumentos
Fase 1. Análisis de la calidad de la data	Analizar la información existente en los procesos de trazabilidad de muestras médicas, considerando aspectos como completitud, consistencia y periodicidad de los datos, para garantizar que el modelado de datos que alimentará la solución de inteligencia de negocios cumpla con los estándares de calidad establecidos.	Completitud de la información	Porcentaje de completitud de la información actual.	Cuestionario de completitud de información Revisión documental
		Consistencia de datos	Porcentaje de consistencia de la información actual.	Cuestionario de consistencia de información Revisión documental
		Periodicidad de la información	Frecuencia de actualización	Entrevista de periodicidad de información
Fase 2. Recolección de requerimientos y definición de indicadores	Definir indicadores clave de desempeño, basados en las necesidades del negocio, incluyendo métricas como cobertura de	Indicadores generados	Cantidad de indicadores generados	Revisión documental

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

	entregas y volumen de muestras, para mejorar la visibilidad y el control sobre el estado del proceso de trazabilidad.	Satisfacción de los usuarios.	Nivel de satisfacción de los usuarios con los indicadores generados.	Entrevista
Fase 3. Modelado y procesamiento de la data	Desarrollar una solución de inteligencia de negocios mediante la implementación de <i>dashboards</i> interactivos en Power BI, integrando los indicadores generados.	Modelo de datos.	Creación de tablas. Asignación de relaciones entre tablas.	Herramienta de modelado.
		Procesos ETL.	Extracción de datos seleccionados. Flujo de transformaciones de datos. Carga de los datos en la herramienta de visualización.	Herramienta de visualización de datos / Power BI Base de datos del sistema.
Fase 4. Desarrollo del <i>dashboard</i>		<i>Dashboard</i>	Gráficos que representan los indicadores desarrollados. Filtros dinámicos para el análisis de información.	Herramienta de visualización de datos / Power BI
Fase 5. Evaluación de la propuesta	Validar la solución propuesta a través de un plan piloto, utilizando encuestas	Satisfacción de la propuesta.	Nivel de satisfacción de los usuarios con	Entrevista Revisión documental

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

	dirigidas a usuarios clave y métricas de adopción, para medir su impacto inicial y verificar los ajustes necesarios antes de su implementación definitiva.		la propuesta hecha.	
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------------------	--

Tabla 6. Operacionalización de variables. Fuente: elaboración propia (2025).

3.9. Tabla resumen del procedimiento metodológico de la investigación

En este apartado, se detallan las secciones correspondientes a cada uno de los objetivos específicos de esta investigación. Esta matriz muestra la forma en que los objetivos específicos fueron abordados en cada sección, según lo indicado, a continuación, en la [Tabla 7](#).

Objetivo específico	Marco conceptual	Marco metodológico	Análisis de resultados	Conclusiones	Recomendaciones
Analizar la información existente en los procesos de trazabilidad de muestras médicas, considerando aspectos como completitud, consistencia y periodicidad de los datos, para garantizar que el modelado de datos que alimentará la solución de inteligencia de negocios cumpla con los estándares de calidad establecidos.	Capítulo 2 Secciones 2.2 2.3	Capítulo 3 Secciones 3.7.1	Capítulo 4 Secciones 4.1 4.2	Capítulo 6 Secciones 6.1	Capítulo 7 7

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Definir indicadores clave de desempeño, basados en las necesidades del negocio, incluyendo métricas como tiempos de proceso, cobertura de entregas y volumen de muestras, para mejorar la visibilidad y el control sobre el estado del proceso de trazabilidad.	Capítulo 2 Secciones 2.4	Capítulo 3 Secciones 3.7.2	Capítulo 4 Secciones 4.3	Capítulo 6 Secciones 6.2	Capítulo 7 7
Desarrollar una solución de inteligencia de negocios mediante la implementación de <i>dashboards</i> interactivos en Power BI, integrando los indicadores generados.	Capítulo 2 Secciones 2.4 2.5	Capítulo 3 Secciones 3.7.3 3.7.4	Capítulo 4 Secciones 5.1 5.2	Capítulo 6 Secciones 6.3	Capítulo 7 7
Validar la solución propuesta a través de un plan piloto, utilizando encuestas dirigidas a usuarios clave y métricas de adopción, para	Capítulo 2 Secciones 2.5.3 2.1	Capítulo 3 Secciones 3.7.5	Capítulo 4 Secciones 4.4	Capítulo 6 Secciones 6.4	Capítulo 7 7

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

medir su impacto inicial y verificar los ajustes necesarios antes de su implementación definitiva.					
----------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--

Tabla 7. Resumen del procedimiento metodológico de la investigación. Fuente: elaboración propia (2025).

4. Análisis de Resultados

En este capítulo, se presenta un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos mediante la implementación de los instrumentos y técnicas delineados en el Procedimiento metodológico de la investigación, así como de las fuentes de información previamente descritas. Por consiguiente, se determina que este capítulo se encuentra conformado por las fases expuestas, a continuación:

- Fase 1: Análisis de la calidad de la data
- Fase 2: Recolección de requerimientos y definición de indicadores
- Fase 5: Evaluación de la propuesta

En las primeras dos fases de este análisis, se aborda la implementación de instrumentos, técnicas y procesos de recolección de datos, los cuales se emplearon como insumos para desarrollar la solución propuesta por este proyecto. Posteriormente, en la última fase, se comprenden análisis destinados a evaluar el éxito del proyecto, tanto desde una perspectiva económica como en términos de aceptación de la propuesta por parte de los sujetos involucrados.

4.1. Buenas prácticas

En esta sección, se describen las buenas prácticas implementadas durante el desarrollo de la solución y los resultados obtenidos. Este análisis ha permitido dotar al producto final de características que facilitan su interpretación. Esta sección se basa en lo indicado en el [Apéndice H](#).

- Colores de la marca: se seleccionaron colores para las visualizaciones que reflejan la paleta utilizada por la empresa en sus productos y sistemas ofrecidos al público.
- Logo: se acordó colocar el logo de la empresa en la esquina superior derecha de cada página de la solución propuesta.
- Fondo: se decidió utilizar un fondo gris claro para que las visualizaciones destaquen naturalmente en contraste con el fondo blanco, sin llamar la atención de manera innecesaria.
- Optimización del espacio: se optó por un manejo del espacio que respete los tamaños necesarios para la correcta visualización de los datos, siempre considerando las dimensiones de la pantalla.
- Carga de datos: se decidió cargar únicamente las tablas y columnas estrictamente necesarias para la formulación de la solución del proyecto.

4.2. Fase 1: Análisis de la calidad de la data

Según lo indican Kimball y Ross (2013) en su ciclo de vida, esta metodología comienza con una fase de planificación. En esta fase, es crucial establecer un marco para el análisis de la calidad de la data. Este se lleva a cabo mediante métricas como completitud y consistencia de datos, con el objetivo de asegurar que el modelado de datos que alimentará la solución de inteligencia de negocios cumpla con los estándares de calidad necesarios.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

4.2.1. Análisis de completitud de la información

En esta etapa, se aplicaron dos técnicas de recolección de datos, en primer lugar, se aplicó un proceso de revisión documental de los documentos oficiales de la empresa, esto con el fin de capacitar al estudiante en comprender la información contenida en cada uno de estos archivos. Esta revisión documental se realizó según lo establecido en la [Tabla 8](#).

Revisión documental	
Fecha: 04/03/2025	
Persona que revisa: Ignacio Porras	
Documentos:	10 PEP In Mkt (Spotlight) 2024 11 PEP In Mkt (Spotlight) 2024 12 PEP In Mkt (Spotlight) 2024 01 PEP In Mkt (Spotlight) 2025 02 PEP In Mkt (Spotlight) 2025 03 PEP In Mkt (Spotlight) 2025
Datos de la revisión	
Contenido revisado	Cantidades de muestra médica por producto y país. Información de cantidad entregada de muestra médica del sistema.
Notas	Se analiza la información contenida y el formato del archivo.

Tabla 8. Revisión documental. Fuente: elaboración propia (2025).

En la segunda etapa, se llevó a cabo un proceso de revisión de la completitud de información utilizando un *script* de Python, ubicado en el [Apéndice LL](#), el cual evaluó cada columna de cada tabla de información contenida en los archivos. Este *script* proporcionó un porcentaje de completitud para cada columna de cada archivo y detalló los valores atípicos encontrados. Seguidamente, se promediaron los valores de cada columna para obtener el porcentaje de completitud de cada archivo. Los resultados obtenidos del *script* de Python fueron documentados en cada cuestionario detallado en la [Tabla 9](#).

Cuestionarios completitud		
Fecha: 06/03/2025		
Documento	Porcentaje de Completitud	Cuestionario
10 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	100%	Apéndice I
11 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	100%	Apéndice J
12 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	100%	Apéndice K
01 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	99,82%	Apéndice L

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

02 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	85,65%	Apéndice M
03 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	87,50%	Apéndice N
04 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	87,50%	Apéndice O

Tabla 9. Resultados de cuestionarios de completitud. Fuente: elaboración propia (2025).

4.2.2. Análisis de consistencia de la información

En esta etapa, se llevó a cabo un proceso de revisión de la consistencia de información utilizando un *script* de Python, ubicado en el [Apéndice II](#), el cual evaluó cada columna de cada tabla de información contenida en los archivos, verificando que se utilice el mismo tipo de datos en cada columna. Este *script* proporcionó un porcentaje de consistencia de datos, para cada columna de cada archivo y detalla las variaciones encontradas; seguidamente, se promediaron los valores de cada columna para obtener el porcentaje de consistencia de cada archivo. Los resultados obtenidos del *script* de Python fueron documentados en cada cuestionario detallado en la [Tabla 10](#).

Cuestionarios consistencia		
Fecha: 07/03/2025		
Documento	Porcentaje de Consistencia	Cuestionario
10 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	100%	Apéndice P
11 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	100%	Apéndice Q
12 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	100%	Apéndice R
01 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	75%	Apéndice S
02 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	75%	Apéndice T
03 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	100%	Apéndice U
04 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	100%	Apéndice V

Tabla 10. Resultados de cuestionarios de completitud. Fuente: elaboración propia (2025).

4.2.3. Análisis de periodicidad de la información

En esta etapa, se evaluó la periodicidad con la que se actualizan los datos. Para ello, se realizó una entrevista, siguiendo el formato del [Apéndice D](#), con el analista de Efectividad de la Fuerza de Ventas. La información obtenida de esta entrevista permite analizar la frecuencia de actualización que se puede aplicar al visualizador de información, asegurando que los datos reflejen la realidad del proceso de trazabilidad de muestras médicas. En la [Tabla 11](#) se presentan los resultados de dicha entrevista, la cual se encuentra en el [Apéndice W](#).

Guía de entrevista	
Fecha	28/03/2025
Objetivo	Tabla resumen de la toma de requerimientos
Entrevistador	Ignacio Porras
Entrevistado(s)	
Nombre	Rol
David Madrigal	Analista de Efectividad de la Fuerza de Ventas
Preguntas/Respuestas	
Pregunta	Respuesta
¿Con qué frecuencia se envía la información que necesitamos?	La información se envía una vez al mes, todos los meses.
¿Hay un calendario establecido para el envío de esta información?	No, no existe un calendario formalmente establecido. Sin embargo, la información se recibe consistentemente a finales de cada mes o a principios del mes siguiente.
¿Qué canales se utilizan para enviar la información?	La información se envía principalmente a través de correo electrónico.
Observaciones	
La información depende del equipo de Cadena de Suministros, por lo que, si la información no llega en las fechas esperadas, se debe contactar al analista de este departamento.	

Tabla 11. Resultado de entrevista de periodicidad de la información. Fuente: elaboración propia (2025).

4.3.Fase 2: Recolección de requerimientos y definición de indicadores

Esta fase se divide en dos etapas, las cuales conllevan la aplicación de dos tipos de herramientas. Primero, se realizan entrevistas con los sujetos de investigación definidos para recopilar los requerimientos funcionales de la solución. Estas necesidades se utilizan como base para generar los indicadores correspondientes en la siguiente etapa.

Según Kimball y Ross (2013), omitir este paso puede llevar a errores en la definición del alcance del proyecto, la selección de visualizaciones e incluso en el proceso de modelado y visualización de la información. En la [Tabla 12](#), se detallan los resultados obtenidos de la aplicación de las herramientas en los sujetos de investigación.

Tabla resumen de toma de requerimientos	
Objetivo	Obtener una comprensión clara y detallada sobre la periodicidad con la que se recibe la información
Entrevistador	Ignacio Porras
Entrevistado(s)	
Nombre	Rol

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Felipe Cubides	Gerente del Departamento de Excelencia Comercial
David Madrigal	Analista de Efectividad de la Fuerza de Ventas
Analista	Analista de Cadena de Suministros
Temas por observar	
Abarca la toma de requerimientos para el visual de trazabilidad de muestra médica, para cada sujeto de investigación	
Observaciones	
Entrevista a los sujetos del Departamento de Excelencia Comercial	Se detalla en la Tabla 13 Apéndice X
Analista de Cadena de Suministros	Se detalla en la Tabla 14 Apéndice Y

Tabla 12. Resumen de toma de requerimientos. Fuente: elaboración propia.

4.3.1. Recolección de requerimientos

En esta sección, se detallan las entrevistas aplicadas a cada uno de los departamentos, junto a los sujetos involucrados. En esta entrevista, se obtiene puntualmente las necesidades de una manera personalizada a departamento y en la siguiente fase se crean los indicadores a detalle con la interpretación de dichas necesidades.

4.3.1.1. Requerimientos según el Departamento de Excelencia de Negocios

En la [Tabla 13](#) se detallan los datos obtenidos en la aplicación de la entrevista a los sujetos del Departamento de Excelencia de Negocios.

Guía de entrevista	
Fecha	01/04/2025
Objetivo	Determinar requerimientos según el Departamento de Excelencia Comercial
Entrevistador	Ignacio Porras
Entrevistado(s)	
Nombre	Rol
Luis Felipe Cubides	Gerente del Departamento de Excelencia Comercial
David Madrigal	Analista de Efectividad de la Fuerza de Ventas
Preguntas/Respuestas	
Pregunta	Respuesta
¿Qué frecuencia de uso tienen los reportes?	Mensualmente
¿Qué filtros le gustaría que tuviera la solución?	<ul style="list-style-type: none"> • Mes

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

	<ul style="list-style-type: none"> • Año • Ciclo • País • Clúster • Tipo de producto (Polvo/Líquido) • Representante
¿Qué elementos puntuales le gustaría poder visualizar en el <i>dashboard</i> ?	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad total de muestra médica • Cantidad de muestra médica entregada • Cantidad de muestra médica no entregada • Porcentaje de entregado de muestra médica • Porcentaje de no entregado de muestra médica • Cantidad de muestra médica de requisiciones adicionales • Unidades del Forecast • Unidades aprobadas por finanzas
¿Qué implicaciones de tiempo considera que puede tener visualizar más rápido la información?	Una disminución del tiempo de generación del reporte de hasta un 80%.
¿Debería estar el Dashboard en una página web?	Definitivamente sí.
Observaciones	
NA	

Tabla 13. Entrevista requerimientos Departamento Excelencia Comercial. Fuente: elaboración propia.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

4.3.1.2. Requerimientos según el Departamento Cadena de Suministros

En la [Tabla 14](#), se detallan los datos obtenidos en la aplicación de la entrevista al sujeto del Departamento Cadena de Suministros.

Guía de entrevista	
Fecha	01/04/2025
Objetivo	Determinar requerimientos según el Departamento de Excelencia Comercial
Entrevistador	Ignacio Porras
Entrevistado(s)	
Nombre	Rol
Analista	Analista de Cadena de Suministros
Preguntas/Respuestas	
Pregunta	Respuesta
¿Qué frecuencia de uso tienen los reportes?	Semanal
¿Qué filtros le gustaría que tuviera la solución? ¿Qué filtros tienen valores fijos?	<ul style="list-style-type: none"> • Mes • Año • País • Marca del producto • Tipo de tránsito
¿Qué elementos puntuales le gustaría poder visualizar en el <i>dashboard</i> ?	<ul style="list-style-type: none"> • Estatus de la muestra médica en tránsito • Unidades de muestra médica en tránsito • Unidades de muestra médica en <i>backorder</i> • Valor de la muestra médica en <i>backorder</i> • Comentarios del Departamento de Cadena de Suministros
¿Qué implicaciones de tiempo considera que puede tener visualizar más rápido la información?	Se podrá determinar con mayor exactitud los productos que no llegarán para la entrega del mes.
¿Debería estar el <i>dashboard</i> en una página web?	Sí.
Observaciones	
NA	

Tabla 14. Entrevista requerimientos Departamento Excelencia Comercial. Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Definición de los indicadores

En esta sección, tomando en cuenta las necesidades y comentarios de cada uno de los sujetos a investigar, los cuales fueron detallados durante la etapa anterior, se procede con la definición de los indicadores. Estos indicadores se definen según las necesidades compartidas de los sujetos en la [Tabla 15](#).

Adicionalmente, los indicadores se clasificaron en dos categorías: indicadores de desempeño, a los cuales se les asignó el código “ID”, e indicadores de Cadena de Suministros, a los cuales se les asignó el código “IS”.

Indicadores		
Fecha	04/04/2025	
Fecha aprobación	08/04/2025	
Código	Indicador	Descripción
ID01	Cantidad de muestra médica planificada en el Forecast	Este indicador refleja la suma total de unidades de muestra médica que se han planificado en el Forecast.
ID02	Cantidad de muestra médica aprobada por finanzas	Este indicador refleja la suma total de unidades de muestra médica que han sido aprobadas por el departamento de finanzas.
ID03	Cantidad de muestra médica entregada	Este indicador refleja la suma total de unidades de muestra médica que han sido entregadas por los visitantes médicos.
ID04	Cantidad de muestra médica no entregada	Este indicador refleja la suma total de unidades de muestra médica que no se han entregado a los visitantes médicos.
ID05	Porcentaje de muestra médica aprobada por finanzas	Este indicador refleja el porcentaje de unidades de muestra médica planificadas en el Forecast que han sido aprobadas por finanzas.
ID06	Porcentaje de muestra médica entregada	Este indicador refleja el porcentaje de unidades de muestra médica aprobadas por finanzas que han sido entregadas a los visitantes médicos.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

ID07	Porcentaje de muestra médica no entregada	Este indicador refleja el porcentaje de unidades de muestra médica aprobadas por finanzas que no se han entregado a los visitantes médicos.
IS01	Unidades de la muestra médica en tránsito	Este indicador refleja la cantidad de unidades de muestra médica que están en tránsito para el siguiente mes.
IS02	Unidades de la muestra médica en <i>backorder</i>	Este indicador refleja la cantidad de unidades de muestra médica que han sido aprobadas por finanzas, pero que no llegarán debido a problemas de <i>backorder</i> .
IS03	Valor monetario de la muestra médica	Este indicador refleja el valor económico total, en dólares, de las unidades de muestra médica que no llegarán debido a problemas de <i>backorder</i> .
IS04	Comentarios de Cadena de Suministros	Este indicador recoge los comentarios del equipo de Cadena de Suministros sobre el estatus del tránsito de la muestra médica para el siguiente mes.
ID07	Mes	Este filtro indica el mes del año en el que se ha planificado la muestra médica.
ID08	Año	Este filtro indica el año en el que se ha planificado la muestra médica.
ID09	Marca del producto	Este filtro indica a qué marca de la compañía pertenece cada producto de la muestra médica.
IS05	Tipo de tránsito	Este filtro indica el tipo de estatus de tránsito que tiene la muestra médica para el próximo mes.
IS06	País	Este filtro indica el país a detallar.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

IS07	Presentación	Este filtro indica el tipo de presentación de la muestra médica, puede ser en polvo o líquido.
------	--------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 15. Definición de los indicadores. Fuente: elaboración propia.

4.4. Fase 5: Evaluación de la propuesta

En esta sección, se lleva a cabo la validación de la propuesta de la solución de inteligencia de negocios, por medio de un plan piloto. Este proceso incluye la publicación, prueba y presentación de la solución a los sujetos involucrados de la Compañía para su revisión y aprobación.

La evaluación se divide en dos etapas complementarias. En la primera, se realiza una presentación de la solución desarrollada, detallando sus principales funcionalidades, los contenidos abarcados y la verificación de la precisión de los datos desplegados, asegurando que estos correspondieran con los resultados esperados. En la segunda etapa, se aplica una entrevista a los involucrados del proyecto, con el propósito de valorar el desempeño de la herramienta en relación con las expectativas definidas durante la planificación de este. Esta evaluación se detalla en la Tabla 16

4.4.1. Publicación de la herramienta

La herramienta fue publicada en el repositorio web de Power BI. En la [Figura 24](#) se muestra el mensaje de confirmación que aparece una vez completado el proceso de publicación, lo cual evidencia que la solución quedó disponible en línea.

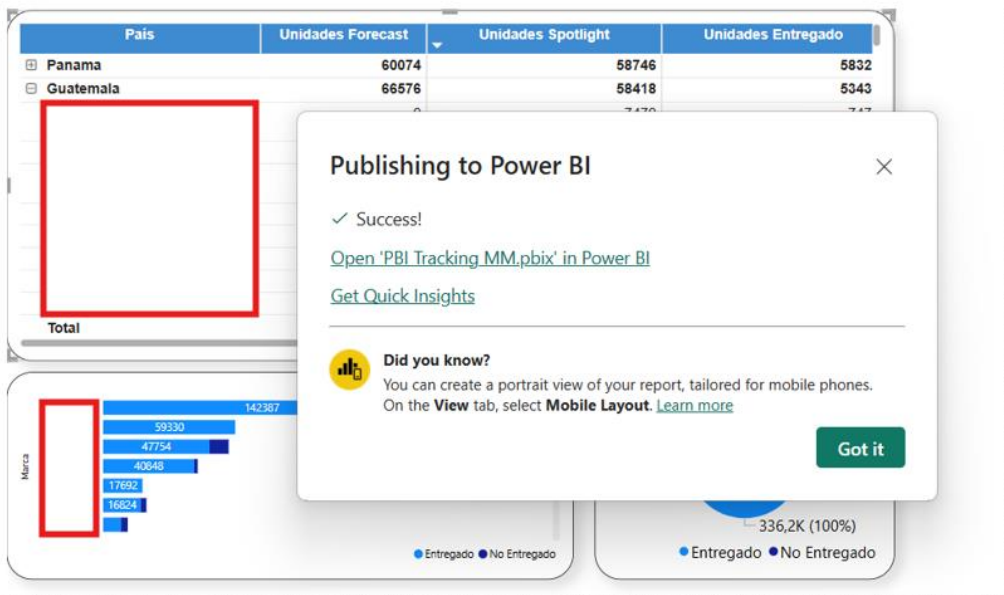


Figura 24. Publicación de la herramienta. Fuente: elaboración propia (2025).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Y, seguidamente, en la [Figura 25](#) se observa la solución disponible en la web de Power BI.

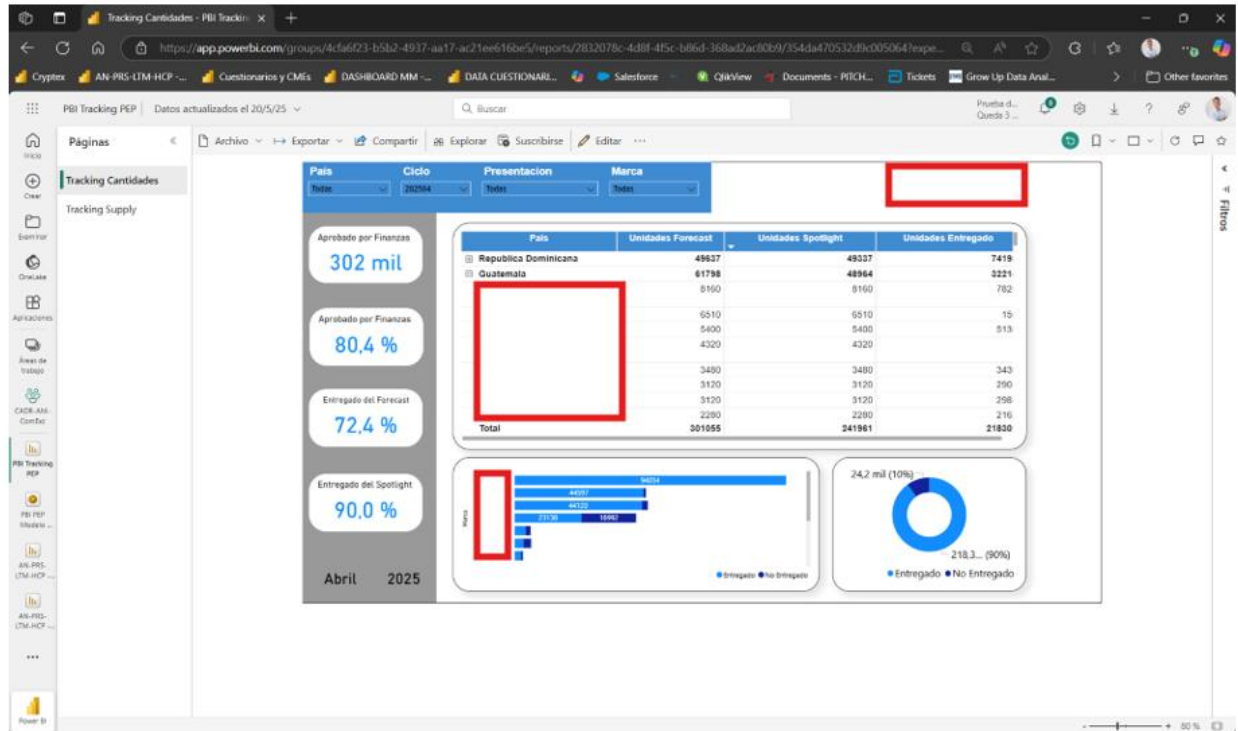


Figura 25. Solución disponible en la Web. Fuente: elaboración propia (2025).

4.4.2. Entrevistas a los involucrados

En esta etapa del proceso de evaluación, se llevaron a cabo entrevistas con los actores clave involucrados en el desarrollo y uso de la herramienta. El propósito principal de estas entrevistas fue validar la efectividad de la solución implementada, así como recoger impresiones cualitativas sobre su desempeño en relación con las expectativas iniciales del proyecto.

Guía de entrevista	
Fecha	20/05/2025
Objetivo	Validación de expectativas
Entrevistador	Ignacio Porras Soto
Entrevistado(s)	
Nombre	Rol
David Madrigal	Analista de Efectividad de la Fuerza de Ventas
Preguntas/Respuestas	
Pregunta	Respuesta
1. ¿Considera que el proyecto desarrolla la totalidad de las características definidas?	Sí, cuenta con las características que se definieron.
2. ¿Satisface el proyecto necesidades planteadas?	Correcto. El proyecto cumple con la problemática planteada por la empresa. Ahora

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

	hay mucha más claridad sobre la trazabilidad de cantidades a lo largo del proceso.
3. ¿Cumple el proyecto con las expectativas?	Siempre hay oportunidad de mejora, de hecho, hay un par de funcionalidades que me gustaría que se implementaran en el futuro.
4. ¿Qué valor agregado ofrecen los <i>dashboards</i> ?	Permiten tener información a tiempo casi real, además de un análisis mucho más rápido y poseer elementos que el reporte actual no explota.
Observaciones	

Tabla 16. Entrevista para validar las expectativas de la propuesta para el Analista de Efectividad de la Fuerza de Ventas. Fuente: elaboración propia.

Guía de entrevista	
Fecha	21/05/2025
Objetivo	Validación de expectativas
Entrevistador	Ignacio Porras Soto
Entrevistado(s)	
Nombre	Rol
Analista	Analista de Cadena de Suministros
Preguntas/Respuestas	
Pregunta	Respuesta
1. ¿Considera que el proyecto desarrolla la totalidad de las características definidas?	Correcto, el visual cuenta con la información esperada.
2. ¿Satisface el proyecto necesidades planteadas?	Sí, brinda esa visibilidad que antes no se tenía, por lo que será de gran ayuda.
3. ¿Cumple el proyecto con las expectativas?	Sí, cumple con lo esperado.
4. ¿Qué valor agregado ofrecen los <i>dashboards</i> ?	Esto permite llevar un control de la trazabilidad y el estatus de los productos en tiempo casi real. Lo que requería entre 1 y 2 días de consultas, ahora se centraliza en un informe automatizado. Además de contener los comentarios del equipo de Cadena de Suministros, lo que explica el porqué de los retrasos a la hora de las entregas de la muestra médica.
Observaciones	

Tabla 17. Entrevista para validar las expectativas de la propuesta para el Analista de Cadena de Suministros. Fuente: elaboración propia.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

A partir de los resultados obtenidos en la [Tabla 16](#) y [Tabla 17](#), se concluye que la propuesta aborda los temas relacionados con la problemática de la empresa.

Como se indica en la [Figura 4](#), los usuarios enfrentan una alta complejidad en el proceso de visualización de su información. Esta propuesta proporciona las herramientas necesarias para visualizar la información de manera rápida, ágil y dinámica.

5. Propuesta de Solución

En este capítulo, siguiendo el enfoque de la metodología de Kimball conocido como "*Bottom-Up*", se presenta la solución propuesta para abordar el problema identificado. Esta solución se ha desarrollado a partir de la información recopilada según lo establecido en el Marco Metodológico y, posteriormente, analizada en el capítulo de Análisis de Resultados.

El capítulo se divide en dos secciones principales. En primer lugar, se describen los procesos necesarios para la obtención de los datos, así como su procesamiento para crear la solución. En segundo lugar, se detallan los componentes que conforman la solución propuesta por esta investigación.

5.1. Fase 3: Modelado y procesamiento de la data

Para esta sección, de acuerdo con lo establecido en la metodología de Kimball, se procede a detallar el modelado de la solución, esta se comprende de dos procesos, siendo el diseño físico y el diseño e implementación del subsistema de ETL. A continuación, se describe la aplicación de estos elementos en la propuesta.

5.1.1. Identificación de atributos de las dimensiones

A continuación, en la [Tabla 16](#) se presenta y describen las dimensiones identificadas para el cumplimiento de los requerimientos.

Dimensión	Atributo	Descripción
Country	País	Esta dimensión contiene todo lo relacionado al país
	Cod_País	
	Moneda	
	Clúster	
Representante	Representante	En esta dimensión se almacena todo lo relacionado al visitador médico.
	Cod_País	
	Cod_Rep	
	Cod_GerenteDistrito	
Gerente de Distrito	Gerente_Distrito	En esta dimensión se almacena toda la información relacionada al visitador médico.
	Cod_GD	
D56	Brand	En esta dimensión se encuentra lo relativo a cada una de las marcas y especificaciones de los productos de muestra médica.
	Cod_Fuente	
	Cod_Producto	
	Descripción	
	Formato	
	D56	
	Meq	

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

	Sabor	
	SKU_Concatenado	
	Sub_Brand	
	Tamaño	
Productos	Cod_Producto	En esta dimensión se define lo relacionado a cada producto por individual.
	Sku_Concatenado	
Fuente	Fuente	En esta información se definen las fuentes de información.
	Cod_Fuente	
Calendario	Ciclo	En esta dimensión se almacena todo lo relacionado a las fechas y tiempo.
	Año	
	Mes	
	Número_Mes	
Presentación	Presentación	En esta dimensión se almacena el tipo de presentación que tiene cada producto de muestra médica.
	Cod_Presentación	
Tipo de Tránsito	Cod_Tránsito	En esta dimensión se almacenan los tipos de tránsito de los productos de muestra médica que se encuentran por llegar para el próximo mes.
	Tránsito	

Tabla 18. Dimensiones identificadas. Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Modelo físico de BI

A partir de los requerimientos identificados, se procede a crear el modelo dimensional de los datos de la trazabilidad de la muestra médica; en la [Figura 26](#), se muestra el nombre de cada una de las tablas y atributos. Se utiliza el símbolo “PK” para las claves primarias y el símbolo “FK” para las llaves secundarias.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

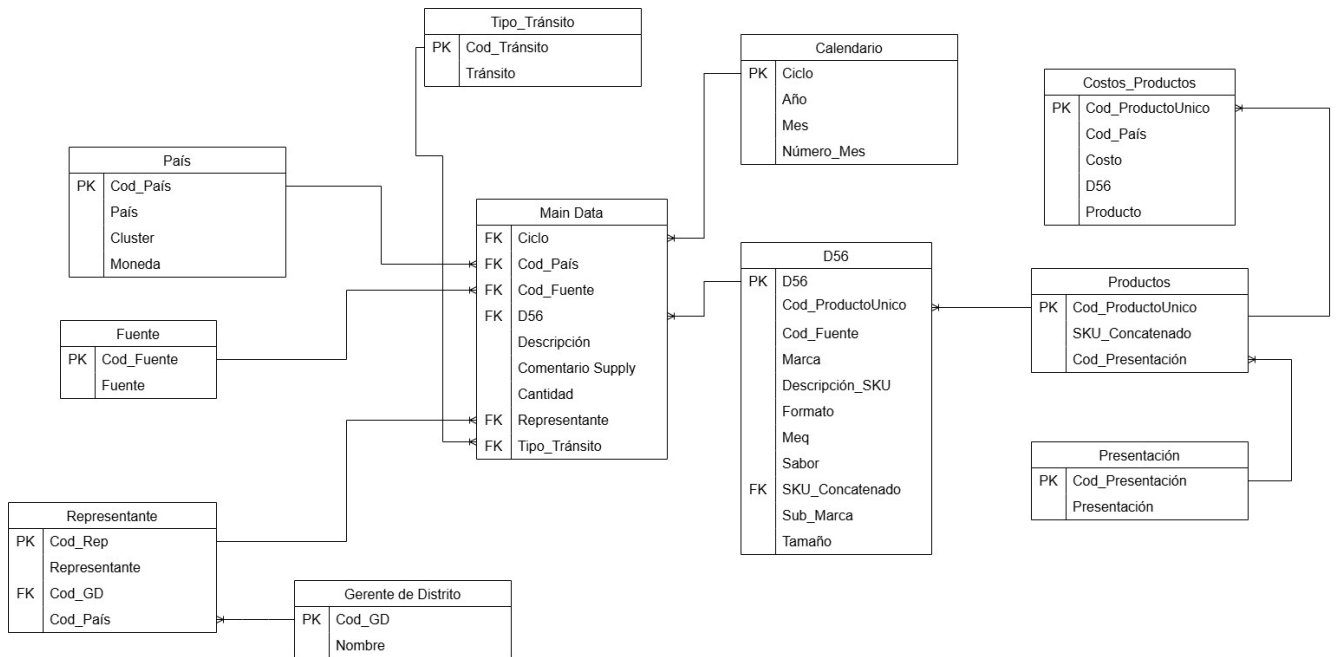


Figura 26. Modelo Físico de BI. Fuente: elaboración propia (2025).

5.1.3. Proceso ETL

En esta sección, se describen los procesos de planificación de ETL propuestos para el desarrollo de la solución. Posteriormente, se presenta el diseño de la fuente de datos que facilitó la creación de las diversas representaciones visuales.

5.1.3.1. Extracción

Como se mencionó anteriormente, parte de la información se recibe por correo electrónico al inicio de cada mes. Estos datos corresponden a los archivos denominados PEP In Mkt (Spotlight). Una vez recibidos por parte de Finanzas, estos archivos se almacenan en una carpeta denominada Spotlight Nuevos.

Para automatizar la extracción de estos archivos, se ha desarrollado un *script* de Python, el cual está adjunto en el [Apéndice MM](#). Este *script* está diseñado para detectar la presencia de nuevos archivos en la carpeta destino y realizar una serie de operaciones sobre estos mismos.

El *script* añade automáticamente el archivo al consolidado de PEP In Mkt (Spotlight), que contiene todos los archivos enviados cada mes. Este consolidado permite tener una visión integral y actualizada de la información recibida. Finalmente, el *script* mueve el archivo procesado a una carpeta de repositorio, donde se almacenan todos los archivos anteriores, asegurando que se mantenga un historial completo y organizado de los datos. Este consolidado PEP In Mkt (Spotlight) añade al archivo Main Data, el cual contiene toda la información de los registros de las diferentes fuentes de datos; este archivo se ubica en la carpeta, la cual alimenta la solución de Power BI.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Por otro lado, la información sobre la entrega de las muestras médicas a los representantes se extrae desde la base de datos de Sales Force mediante una consulta en Excel conectada a los objetos de Sales Force. Para establecer esta conexión, es imprescindible acceder utilizando el perfil de administrador de Sales Force, como se muestra en la [Figura 27](#). Cabe destacar que este acceso solo es necesario la primera vez, ya que el sistema guarda las credenciales para futuras conexiones.

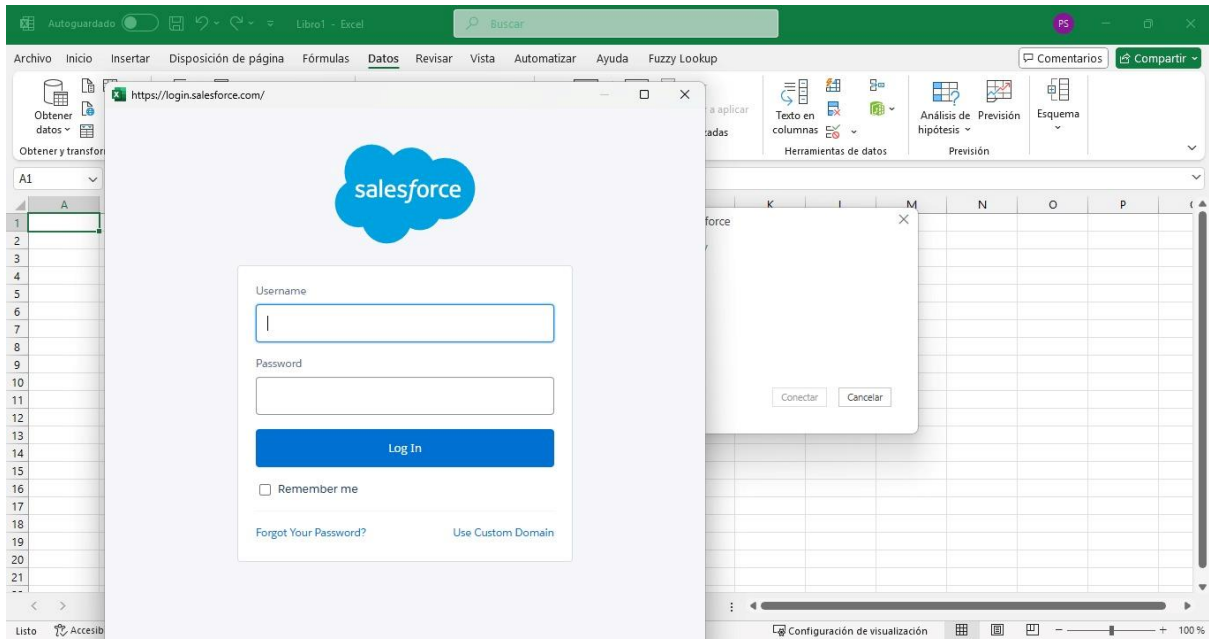


Figura 27. Inicio de sesión Sales Force desde Excel. Fuente: elaboración propia (2025).

Una vez establecida la conexión, se selecciona el objeto correspondiente para realizar la consulta, tal como se ilustra en la [Figura 28](#).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

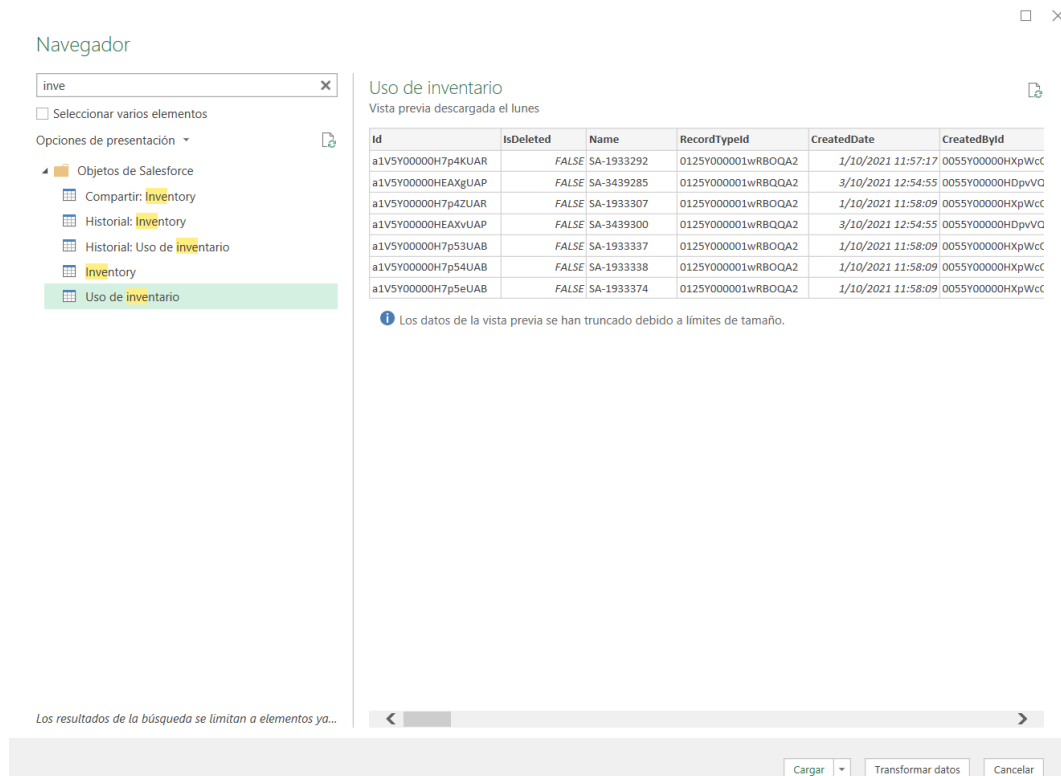


Figura 28. Objetos de Sales Force. Fuente: elaboración propia (2025).

Posteriormente, se cargan los datos en Excel y se agrega a la tabla Main Data, junto al consolidado PEP In Mkt (Spotlight).

5.1.3.2. Transformación

En esta sección, se describe la siguiente fase del proceso de ETL, enfocada en las transformaciones aplicadas a los datos una vez que estos han sido recopilados o extraídos de la base de datos. Estas transformaciones se realizaron de manera individual para cada tabla, asegurando que los datos sean refinados y adecuados para su uso en el análisis y la visualización.

A continuación, se detallan las transformaciones específicas realizadas a las tablas y las modificaciones aplicadas a sus componentes. En la [Tabla 20](#), se presenta un resumen exhaustivo de las transformaciones efectuadas y las partes que fueron modificadas.

Tabla	Descripción	Justificación
PEP In Mkt (Spotlight).	Se crea una dinamización de las columnas “Forecast” y” Spotlight”.	Es necesario para identificar la información en filas y no en columnas.
PEP In Mkt	Se crea una columna personalizada llamada “Representante”.	Esto es necesario para que la información se adapte al formato de Main Data.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

PEP In Mkt	Se cambia el tipo de columna “D56” de texto a número.	Esto es necesario para preservar el formato de la columna.
PEP In Mkt	Se crea la columna personalizada “Ciclo”.	Esto es necesario para filtrar por ciclo.
PEP In Mkt	Se crea la columna “Año”, la cual se extrae después del segundo carácter hasta el quinto carácter de los valores de la columna “Ciclo”.	Se necesita para especificar el año al cual pertenece cada producto.
PEP In Mkt	Se crea una columna personalizada para asignar el Cod_País a cada uno de los Países.	Permite crear la relación entre tablas con la tabla País.
Sales Force	Se eliminan columnas que no aportan valor al análisis, estas son: “Name”, “Sample_Usage_Date”, “Sample_r”, “Sample_r_Product_R” y “Sample_KGA”.	Optimiza la tabla al reducir la cantidad de datos, lo que acelera el procesamiento y mejora la eficiencia.
Sales Force	La columna “Estatus” se filtra para incluir únicamente los valores “Accepted”.	Permite determinar la cantidad de muestra médica que ha sido aceptada en el sistema por el visitador médico.
Sales Force	Se crea la columna “Ciclo”, la cual se extrae de los primeros 6 valores de la columna “Producto”.	Se necesita para conocer el ciclo al cual pertenece cada producto.
Sales Force	La columna “Año” se filtra para incluir únicamente los valores del 2024 en adelante.	Ya que la información descargada es histórica, se filtra solo la información que es de valor.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Sales Force	Se crea la columna personalizada “Cod_País” por medio del visitador médico.	Permite conocer el país de cada visitador médico.
Sales Force	Se crea la columna “D56” por medio de la función combinar consultas, utilizando la columna ID_Producto y la tabla Maestro Maestro D56.	Se necesita para poder crear la relación con la tabla PEP In Mkt.

Tabla 19. Transformación de Tablas. Fuente: elaboración propia (2025).

5.1.3.3.Carga

Una vez se han realizado y aplicado las transformaciones, el proceso de ETL indica que se pasa a realizar la carga de los datos, esto dentro de la herramienta Power BI, se puede visualizar por medio de la pestaña del modelo, el cual se representa en la [Figura 29](#).

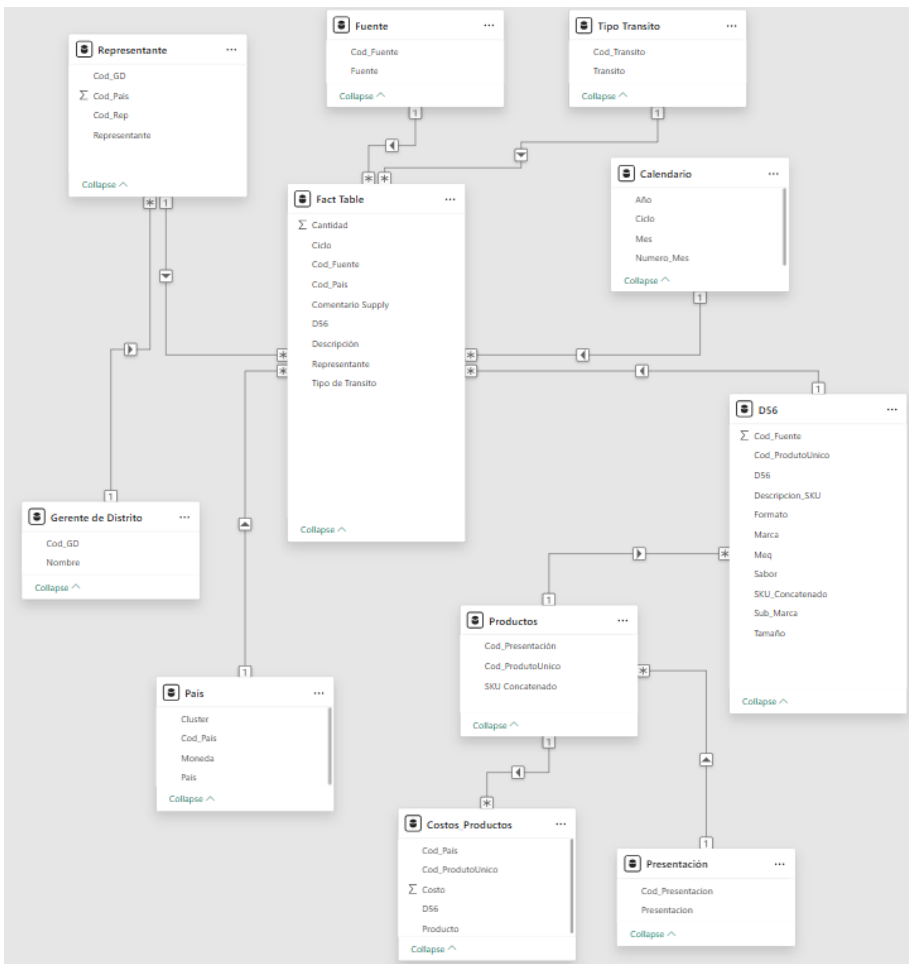


Figura 29. Modelo y relaciones en Power BI. Fuente: elaboración propia (2025).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

5.2. Fase 4: Desarrollo del dashboard

Según la metodología de Kimball, esta fase se centra en la creación de informes y aplicaciones accesibles para los usuarios finales. En esta etapa, se desarrollan los componentes necesarios para implementar los indicadores que satisfacen los requisitos establecidos. La fase se divide en dos partes: una dedicada a la configuración de indicadores y otra a la selección e implementación de las visualizaciones.

5.2.1. Construcción de indicadores

Esta etapa se enfoca en la identificar y configurar las métricas y datos necesarios para implementar las visualizaciones de manera efectiva, asegurando que los gráficos reflejen adecuadamente la que se desean presentar. A continuación, se detalla la configuración hecha para cada indicador:

- Suma de muestra médica planificada del Forecast:

```
1 Forecast = CALCULATE(  
2 |   SUM('Fact Table'[Cantidad]),  
3 |   'Fuente'[Cod_Fuente] = 1  
4 )
```

- Suma de muestra médica aprobada por finanzas (Spotlight)

```
1 Spotlight = CALCULATE(  
2 |   SUM('Fact Table'[Cantidad]),  
3 |   'Fuente'[Cod_Fuente] = 2  
4 )  
5
```

- Suma de muestra médica entregada a representantes (Sales Force):

```
1 Entregado = CALCULATE(  
2 |   SUM('Fact Table'[Cantidad]),  
3 |   'Fuente'[Cod_Fuente] = 3  
4 )
```

- Unidades no entregadas:

```
1 No entregado =  
2 IF([Entregado] < [Spotlight],  
3 [Spotlight] - [Entregado],  
4 BLANK())  
5 )
```

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

- Porcentaje de muestra médica entregada de las cantidades aprobadas por finanzas (Spotlight)

```
1 Porcentaje_Entregado_Spotlight =  
2 DIVIDE([Entregado],[Spotlight],0  
3 )
```

- Porcentaje de muestra médica entregada de las cantidades de Forecast:

```
1 Porcentaje_Entregado_Forecast =  
2 DIVIDE([Entregado],[Forecast],0  
3 )  
4
```

- Porcentaje de la muestra médica no entregada

```
1 Porcentaje_No_Entregado =  
2 IF([Entregado] < [Spotlight],  
3 [Spotlight] - [Entregado],  
4 BLANK()  
5 )  
6
```

- Porcentaje de la cantidad de muestra médica del Forecast, entregada:

```
1 Porcentaje_Entregado_Forecast =  
2 DIVIDE([Entregado],[Forecast],0  
3 )  
4
```

- Unidades de muestra médica en *backorder*

```
1 Cantidad BackOrder =  
2 CALCULATE(  
3 | SUM('Fact Table'[Cantidad]),  
4 | 'Fact Table'[Tipo de Transito] = 1  
5 )
```

- Valor monetario de la muestra médica

```
1 Valor BackOrder =  
2 [Cantidad BackOrder] * SELECTEDVALUE(Costos_Productos[Costo])
```

5.2.2. Selección de visualizaciones

En esta sección, se definen los objetos visuales que se implementarán para cada indicador y se muestra la estructura que contiene cada una de las pestañas del *dashboard*. A continuación, se detallan las visualizaciones que se utilizarán para cada indicador:

Código	Indicador	Gráfico seleccionado
ID01	Cantidad de muestra médica planificada en el Forecast	Matriz
ID02	Cantidad de muestra médica aprobada por finanzas	Matriz
ID03	Cantidad de muestra médica entregada	Matriz
ID04	Cantidad de muestra médica no entregada	Gráfico circular
ID05	Porcentaje de muestra médica aprobada por finanzas	Tarjeta visual
ID06	Porcentaje de muestra médica entregada	Tarjeta visual
ID07	Porcentaje de muestra médica no entregada	Tarjeta visual
IS01	Unidades de la muestra médica en tránsito	Gráfico de barras (vertical)
IS02	Unidades de la muestra médica en <i>backorder</i>	Gráfico de barras (vertical)
IS03	Valor monetario de la muestra médica	Gráfico de barras (vertical)
IS04	Comentarios de Cadena de Suministros	Matriz
ID07	Mes	Slicer
ID08	Año	Slicer
ID09	Marca del producto	Slicer
IS05	Tipo de tránsito	Slicer
IS06	País	Slicer
IS07	Presentación	Slicer

Tabla 20. Selección de visualizaciones. Fuente: elaboración propia.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

5.2.2.1. *Dashboard* de trazabilidad de cantidades

En la [Figura 30](#), se presenta el *dashboard* de trazabilidad de cantidades de la muestra médica. En esta sección, se visualiza toda la información relacionada con las cantidades y porcentajes de entrega de las muestras médicas planificadas para el ciclo. Mediante gráficos y tarjetas visuales, se muestran los porcentajes de entrega de las cantidades para dicho ciclo, con el objetivo de comparar las cantidades realmente recibidas con las planificadas.



Figura 30. Diseño del *dashboard* de trazabilidad de cantidades. Fuente: elaboración propia (2025).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

5.2.2.2. *Dashboard* de trazabilidad Cadena de Suministros

En la [Figura 31](#), se presenta el *dashboard* correspondiente a la trazabilidad gestionada por el equipo de Cadena de Suministros. Esta sección permite visualizar información específica relacionada con dicho departamento, incluyendo comentarios proporcionados por el equipo, así como datos sobre las cantidades y el estatus de las muestras médicas en tránsito. A través de gráficos, se representan las cantidades de muestra médica en tránsito hacia los distintos países, así como aquellas que no serán entregadas debido a situaciones de *backorder*, junto con su respectivo impacto económico.

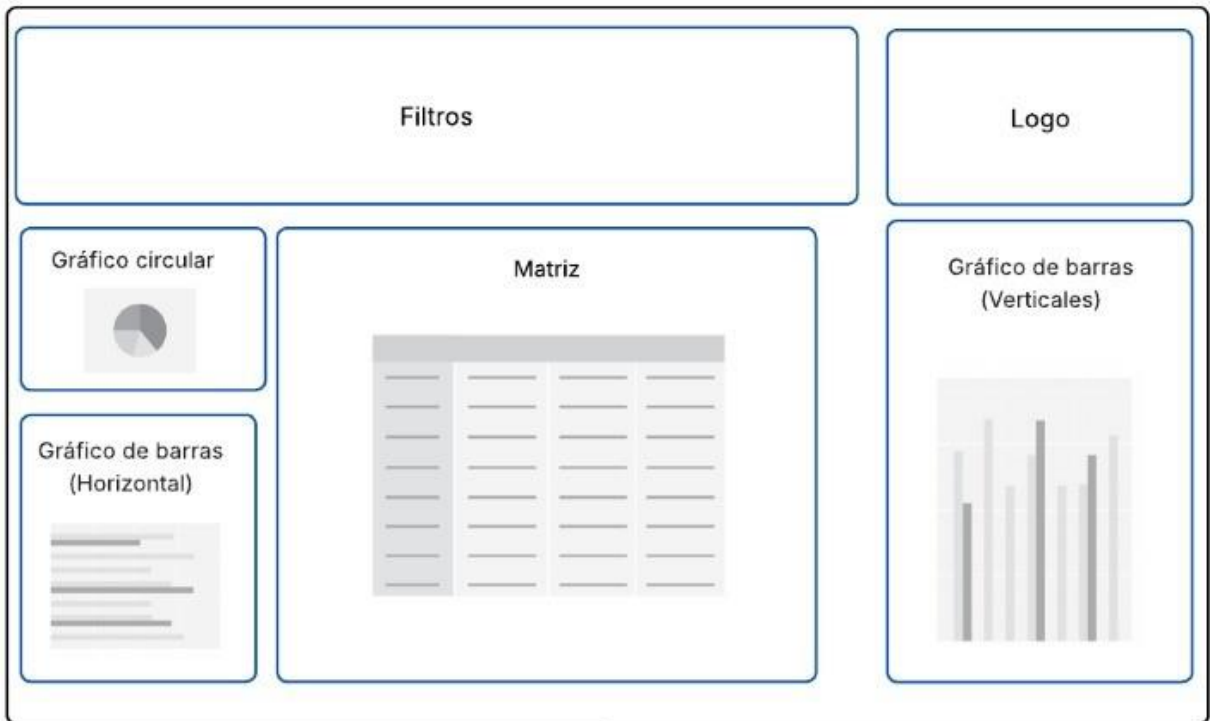


Figura 31. Diseño del *dashboard* de trazabilidad Cadena de Suministros. Fuente: elaboración propia (2025).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

5.2.3. Implementación de las visualizaciones

Siguiendo la metodología de Kimball, en la etapa de especificación de aplicaciones de BI, se crean herramientas de inteligencia de negocios y apoyo visual que facilitan a los usuarios acceder y analizar los datos almacenados. Para continuar con dicha metodología, en esta sección se detallan los *dashboards* conformados a partir de las visualizaciones desarrolladas con los indicadores y tipos de gráficos propuestos. Para efectos de esta investigación y por temas de confidencialidad, se retiró de la esquina superior derecha el logo de la empresa.

5.2.3.1. *Dashboard* de trazabilidad de cantidades

En la [Figura 32](#), se muestra el *dashboard* correspondiente a la vista general de trazabilidad de cantidades de muestra médica. Se observan diferentes gráficos que permiten visualizar los porcentajes de entrega, así como una matriz para comparar las cantidades.



Figura 32. Dashboard de trazabilidad de cantidades. Fuente: elaboración propia (2025).

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

5.2.3.2. Dashboard de trazabilidad Cadena de Suministros

En la [Figura 33](#), se presenta el *dashboard* correspondiente a la visualización de la Cadena de Suministro relacionada con la muestra médica. Este panel integra diversos tipos de representaciones gráficas que permiten analizar en detalle tanto las cantidades involucradas como el estado del tránsito de la muestra médica a lo largo del ciclo correspondiente.

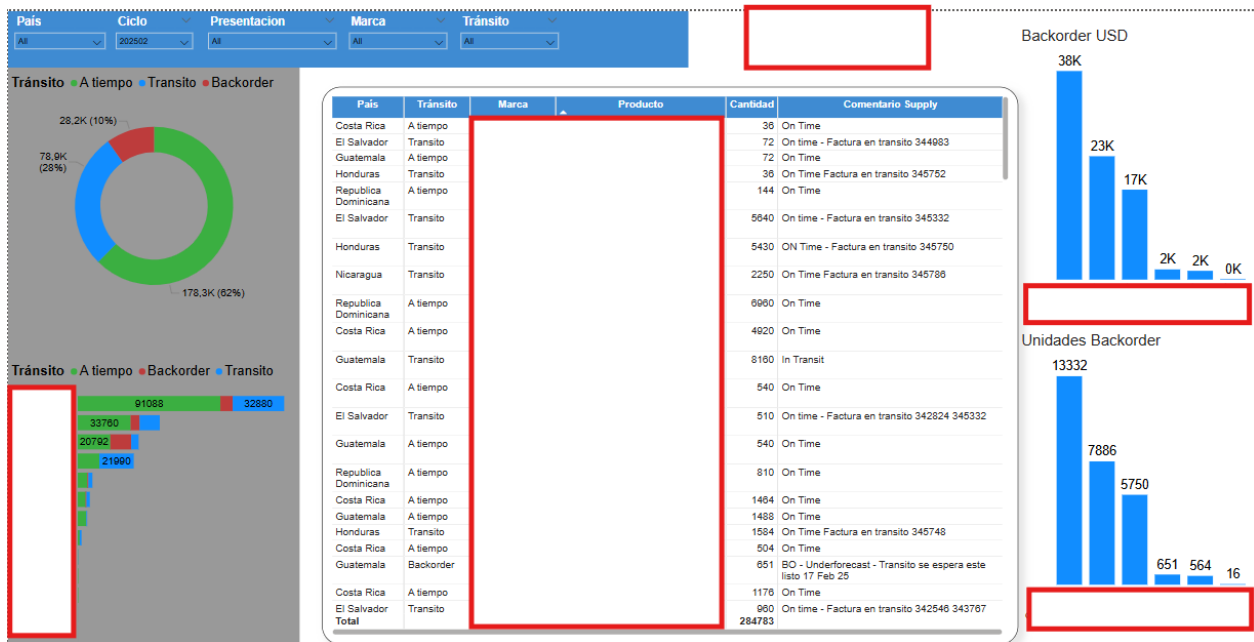


Figura 33. Dashboard de trazabilidad Cadena de Suministros. Fuente: elaboración propia (2025).

6. Conclusiones

En este capítulo, se exponen las conclusiones derivadas de la ejecución del proyecto, con la finalidad de evidenciar el logro de las metas establecidas al inicio de la investigación. A continuación, se detallan las conclusiones formuladas en correspondencia con los objetivos del proyecto. Adicionalmente, se añade un apartado de conclusiones del objetivo general de la investigación.

6.1. Objetivo específico uno

Teniendo como referente el objetivo específico uno: “Analizar la información existente en los procesos de trazabilidad de muestras médicas, considerando aspectos como completitud, consistencia y periodicidad de los datos, para garantizar que el modelado de datos que alimentará la solución de inteligencia de negocios cumpla con los estándares de calidad establecidos”; se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se identificó que los archivos correspondientes al año 2024 presentan un 100% de completitud y consistencia, mientras que los archivos del 2025 presentan variaciones, con niveles de completitud entre 85.65% y 99.82%, y consistencia entre 75% y 100%, según lo detallado en la sección 4.2.1 y 4.2.2.
- La columna “Comentario Supply” fue la que presentó mayor cantidad de valores nulos, con un promedio de 35 valores nulos por *file*, lo cual afecta la claridad de la trazabilidad desde el área de Cadena de Suministros.
- La periodicidad de la información es mensual, sin un calendario formal establecido, lo que puede generar retrasos en la actualización de los *dashboards*. Esta situación fue confirmada mediante entrevistas con los usuarios clave, como se muestra en la sección 4.2.3.

6.2. Objetivo específico dos

Teniendo como referente el objetivo específico dos: “Definir indicadores clave de desempeño, basados en las necesidades del negocio, incluyendo métricas como tiempos de proceso, cobertura de entregas y volumen de muestras, para mejorar la visibilidad y el control sobre el estado del proceso de trazabilidad”, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se definieron un total de 17 indicadores, clasificados en dos categorías: indicadores de desempeño (ID) e indicadores de Cadena de Suministros (IS), según lo indicado en la sección 4.3.1.
- Los indicadores fueron validados por los usuarios clave mediante entrevistas y se confirmó que satisfacen las necesidades de visualización y análisis de información de los Departamentos de Excelencia Comercial y Cadena de Suministros, como se detalla en la sección 4.4.2.
- La implementación de estos indicadores permite reducir significativamente el tiempo de análisis de datos, estimándose una disminución de hasta un 80% en comparación con

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

el proceso manual anterior, como se detalla en la entrevista al Departamento de Excelencia Comercial, en la sección 4.3.1.1.

6.3. Objetivo específico tres

Teniendo como referente el objetivo específico tres: “Desarrollar una solución de inteligencia de negocios mediante la implementación de *dashboards* interactivos en Power BI, integrando los indicadores generados”, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se diseñó un modelo dimensional de tipo constelación en Power BI que integra 3 fuentes de datos diferentes, el cual permitió establecer relaciones entre 9 dimensiones, como se describe en la sección 5.1.2.
- La automatización de los procesos ETL no solo redujo errores humanos, sino que también mejoró la frecuencia y confiabilidad de la actualización de datos, lo cual fue clave para lograr una visualización en tiempo casi real, según lo detallado en la sección 5.1.3.
- Se desarrollaron dos *dashboards* principales: uno enfocado en la trazabilidad de cantidades y otro en la trazabilidad desde la perspectiva de Cadena de Suministros. Ambos *dashboards* incorporan un total de 12 visualizaciones como matrices, tarjetas visuales, gráficos de barras y *slicers*, lo que permitió representar de forma clara los 17 indicadores definidos, como se muestra en la sección 5.2.2.

6.4. Objetivo específico cuatro

Teniendo como referente el objetivo específico cuatro: “Validar la solución propuesta a través de un plan piloto, utilizando encuestas dirigidas a usuarios clave y métricas de adopción, para medir su impacto inicial y verificar los ajustes necesarios antes de su implementación definitiva”, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se aplicaron 2 entrevistas con los principales departamentos, en las cuales participaron 3 actores involucrados en el proceso, quienes confirmaron que la herramienta desarrollada cumple con las características definidas y responde adecuadamente a las necesidades planteadas, según lo detallado en la sección 4.4.2.
- Los usuarios destacaron como valor agregado la centralización de la información, la reducción significativa del tiempo de análisis y la mejora en la visibilidad del proceso de trazabilidad, pasando de procesos de reportes manuales que tomaban entre 1 y 2 días en consultas que ahora se resuelven en minutos mediante el *dashboard*.
- La retroalimentación obtenida reveló una alta aceptación de la herramienta, así como interés en su evolución futura, lo que sugiere un potencial de escalabilidad y sostenibilidad de la solución dentro de la organización.

6.5. Conclusiones del objetivo general

Teniendo en cuenta el objetivo general de la investigación: “Proponer una solución de inteligencia de negocios para fortalecer la trazabilidad de muestras médicas en una empresa farmacéutica, mediante el diseño de *dashboards* interactivos que presenten información relevante, durante el primer semestre del 2025”, se definen las siguientes conclusiones a partir del desarrollo del presente proyecto:

- Se propone un total de 12 visualizaciones, cada una diseñada a partir de los requerimientos específicos asociados a los indicadores seleccionados. Estos indicadores, a su vez, reflejan necesidades concretas de los usuarios finales, esto según lo visto en la sección 4.3.1.1 y 4.3.1.2.
- Se proponen dos vistas que abarquen los requerimientos de los dos departamentos que están relacionados al proceso de trazabilidad de cantidades y del equipo de Cadena de Suministros, implementando 17 indicadores, esto se detalla en la sección 5.2.2.1 y 5.2.2.2.
- La automatización de procesos y la reducción del retrabajo no solo mejoraron la eficiencia operativa, sino que también liberaron tiempo para tareas estratégicas, esto según lo visto en la sección 4.4.2.
- Se aumenta la agilidad del proceso de análisis de datos, reduciendo consultas y esperas de algunas actividades que duraban 1 o 2 días a horas, esto según las entrevistas 4.4.2.
- Se aumenta la visibilidad de las cantidades en las 3 diferentes etapas de la muestra médica, lo que responde a la falta de transparencia que tenía este proceso anteriormente. Esto se detalla en la sección 1.3.1.

7. Recomendaciones

En este capítulo, considerando los deseos y necesidades de la organización fuera del alcance de esta investigación, se detallan las recomendaciones desarrolladas a partir de los resultados y la presentación de la propuesta de solución brindada a la organización. A continuación, se detallan las recomendaciones adicionales a los objetivos de la solución.

- Se recomienda la migración del almacenamiento de los datos de los archivos de tipo Excel a una base de datos como Access, con el fin de integrar y centralizar la información del departamento.
- Se sugiere dar mantenimiento y actualización a la herramienta de manera semanal.
- Se sugiere dar capacitaciones al personal e impulsar el uso de la herramienta para lograr una mejor adaptación de todos los usuarios involucrados.
- Se recomienda crear un manual de usuario que documente el funcionamiento y uso de la herramienta, con el fin de facilitar su mantenimiento y continuidad operativa en el futuro.
- Se sugiere evaluar la herramienta y visualizaciones periódicamente, para realizar cambios necesarios que puedan surgir según las necesidades del negocio.
- Se recomienda que, al momento de realizar la carga de productos en el sistema, se cree cada producto conforme al código D56 especificado en los archivos de origen.
- Se sugiere formalizar un calendario de actualización de datos.
- Se recomienda registrar los cambios en las asignaciones de Muestra Médica, debido a que esto puede generar inconsistencias en los resultados del reporte.
- Se recomienda implementar Power Automate para automatizar tareas manuales restantes, reduciendo la dependencia de los usuarios y asegurando mayor consistencia en la actualización de datos.
- Se recomienda, en futuras fases, que la solución se alimente directamente desde las bases de datos de Access que tiene el departamento, aplicando un enfoque tipo Data Lake. Lo que permitiría integrar los datos de manera escalable y reduciendo la dependencia de archivos intermedios.
- Se recomienda realizar un análisis entre los tiempos del proceso de reporte manual previo y la solución actual, con el fin de cuantificar los beneficios obtenidos y respaldar futuras decisiones de mejora o expansión de la solución.

8. Referencias

- Alfaro Campos, F. (2023). Propuesta de Implementación de una Solución de Inteligencia de Negocios para el sistema financiero de una empresa comercializadora de software.
- Ávila Chaves, G. A. (2021). Diseño de un dashboard de control de la operación del equipo de respaldos.
- Baena, G. (2014). Metodología de la investigación. Grupo Editorial Patria.
- Barrantes, R. (2002). Investigación: Un camino al conocimiento. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Camacho, O. (2021). Propuesta de Implementación de una Solución de Inteligencia de Negocios para el Área de Gestión Tributaria de la Municipalidad de El Guarco.
- Cifuentes Linares, I. C. (2023). Desarrollo de dashboard para la gestión de operaciones de la dirección de calidad de Postobón S.A (Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Industrial). Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/33326/2/CifuentesIvan_2023_DashboardCalidadPostobon.pdf
- Diario, B. R. (2010). HEFESTO. Córdoba, <http://www.businessintelligence.info/docs/hefesto-v2.pdf>
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). Working knowledge: How organizations manage what they know. Boston: Harvard Business School Press.
- Fagbuyiro, D. (2022). File handling in Python – how to create, read, and write to a file. Freecodecamp.org. <https://www.freecodecamp.org/news/file-handling-in-python/>
- Gartner. (2020). Business Intelligence (bi) Services. Obtenido de Gartner Glossary: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/business-intelligence-bi-services>
- Gordon, K. (2013). Principles of Data Management: Facilitating information sharing. BCS Learning and Development, Ltd: Swindon.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill.
- IBM (2023). Tipos de gráficos. Recuperado el 18 de octubre del 2024 de <https://www.ibm.com/docs/es/cognos-analytics/11.1.0?topic=charts-chart-types>
- Inmon, W. H., & Netlibrary, I. (2005). Building the data warehouse. Wiley Pub.
- Kimball, R. (2008). The Data Warehouse Lifecycle Toolkit Second Edition. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Kirk, A. (2012). Data Visualization: a successful design process. Packt Publishing.

Lucid Software Inc. (2025). Qué es un diagrama entidad-relación. Lucidchart.
<https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-entidad-relacion>

Madison, D. (2005). Process mapping, process improvement, and process management: a practical guide for enhancing work and information flow. Paton Professional.

Martins, J. (agosto de 2022). Qué es un KPI, para qué sirve y cómo utilizarlo en tu proyecto. Asana.
<https://asana.com/es/resources/key-performance-indicator-kpi>

Microsoft. (2025). Visualization types in Power BI - Power BI. Learn.microsoft.com.
<https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/visuals/power-bi-visualization-types-for-reports-and-q-and-a>

Mihiranga, N. (2022). Power BI Data Modeling: Build Interactive Visualizations, Learn DAX, Power Query, and Develop BI Models (English Edition). BPB Publications

Ortega, B. (2012). Extoikos N° 5 - Análisis Coste-Beneficio. Extoikos, 147–149.
<http://www.extoikos.es/>

Project Management Institute. (2013). A guide to the project management body of knowledge: PMBOK guide (5th ed.). Project Management Institute.

Tableau. (2019). Guía de visualización de datos para principiantes: definición, ejemplos y recursos de aprendizaje. Tableau Software. https://www.tableau.com/es_mx/learn/articles/data-visualization

Vargas Morúa, E. y Ulate Soto, I. (2016). Metodología para elaborar una tesis. MONTES DE OCA, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia

9. Apéndices

Apéndice A. Plantilla de la minuta

Minuta de la Reunión

# de Reunión		Fecha	
Lugar / Plataforma		Hora de Inicio	
Objetivo de la reunión		Hora de Finalización	

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios

Participantes	
Nombre	Firma

Apéndice B. Plantilla de observaciones

Observación	
Fecha	
Fenómeno por observar	
Observador	
Participantes	
Nombre	Rol
Temas por observar	
Observaciones	

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Apéndice C. Plantilla de entrevista

Guía de entrevista	
Fecha	
Objetivo	
Entrevistador	
Entrevistado(s)	
Nombre	Rol
Preguntas/Respuestas	
Pregunta	Respuesta
Observaciones	

Apéndice D. Entrevista necesidades usuarios

Guía de entrevista	
Fecha	
Objetivo	
Entrevistador	
Entrevistado(s)	
Nombre	Rol
Preguntas/Respuestas	
Pregunta	Respuesta
¿Qué frecuencia de uso tienen los reportes?	
¿Qué filtros le gustaría que tuviera la solución?	
¿Qué elementos puntuales le gustaría poder visualizar en el <i>dashboard</i> ?	
¿Qué implicaciones de tiempo considera que puede tener visualizar más rápido la información?	
¿Debería estar el <i>dashboard</i> en una página web?	

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Apéndice E. Plantilla de revisión documental

Revisión documental		
Documento:		Fecha: dd/mm/aaaa
Datos de la revisión		
Justificación		
Contenido revisado		
Notas		

Apéndice F. Plantilla cuestionario de completitud de la información

Cuestionario de Completitud	
Dataframe:	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	
Hallazgos	
Comentarios	

Apéndice G. Plantilla cuestionario de consistencia de la información

Cuestionario de Consistencia	
Dataframe:	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	
Hallazgos	
Comentarios	

Apéndice H. Minuta inicio de proyecto

Minuta de Reunión			
Reunión R1	Fecha: 03/03/2025	Hora Inicio: 9:00 am	Hora finalización: 11:00 am
Participantes			
Nombre		Puesto	
David Madrigal		Analista de Efectividad de Fuerza de Ventas	
Ignacio Porras		Estudiante	
Temas tratados			
#	Tema		
1	Objetivos del proyecto		

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

2	Fuentes de datos
3	Buenas practicas
Acuerdos	
Se define cuales son los objetivos esperados por la Compañía y la problemática.	
Se definieron cuales son las fuentes de datos que van a alimentar el visual	
Se establecieron reuniones periódicas cada semana para revisar el seguimiento del proyecto. Las cuales son los miércoles de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.	
El estudiante deberá investigar buenas prácticas para el desarrollo de soluciones de inteligencia de negocio, con el fin de apoyar las visualizaciones de una manera natural para el usuario.	

Apéndice I. Cuestionario de completitud de la información #1

Cuestionario de Completitud	
Dataframe: 10 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	100.00%
Hallazgos	No se encontraros valores atípicos.
Comentarios	N/A

Apéndice J. Cuestionario de completitud de la información #2

Cuestionario de Completitud	
Dataframe: 11 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	100.00%
Hallazgos	No se encontraros valores atípicos.
Comentarios	N/A

Apéndice K. Cuestionario de completitud de la información #3

Cuestionario de Completitud	
Dataframe: 12 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	100.00%
Hallazgos	No se encontraros valores atípicos.
Comentarios	N/A

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Apéndice L. Cuestionario de completitud de la información #4

Cuestionario de Completitud	
Dataframe: 01 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	99.82%
Hallazgos	No se encontraros valores atípicos.
Comentarios	N/A

Apéndice M. Cuestionario de completitud de la información #5

Cuestionario de Completitud	
Dataframe: 02 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	85.65%
Hallazgos	Columna 'Comentario Supply': 37
Comentarios	N/A

Apéndice N. Cuestionario de completitud de la información #6

Cuestionario de Completitud	
Dataframe: 03 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	87.50%
Hallazgos	Columna 'Comentario Supply': 32
Comentarios	N/A

Apéndice O. Cuestionario de completitud de la información #7

Cuestionario de Completitud	
Dataframe: 04 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	87.50%
Hallazgos	Columna 'Comentario Supply': 32
Comentarios	N/A

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Apéndice P. Cuestionario de consistencia de la información #1

Cuestionario de Consistencia	
Dataframe: 10 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	100.00%
Hallazgos	N/A
Comentarios	N/A

Apéndice Q. Cuestionario de consistencia de la información #2

Cuestionario de Consistencia	
Dataframe: 11 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	100.00%
Hallazgos	N/A
Comentarios	N/A

Apéndice R. Cuestionario de consistencia de la información #3

Cuestionario de Consistencia	
Dataframe: 12 PEP In Mkt (Spotlight) 2024	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	100.00%
Hallazgos	N/A
Comentarios	N/A

Apéndice S. Cuestionario de consistencia de la información #4

Cuestionario de Consistencia	
Dataframe: 01 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	75.00%
Hallazgos	Columna 'Forecast': Tipos de datos encontrados: [int, float], Columna 'Comentario Supply': Tipos de datos encontrados: [str, int]
Comentarios	N/A

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Apéndice T. Cuestionario de consistencia de la información #5

Cuestionario de Consistencia	
Dataframe: 02 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	75.00%
Hallazgos	Columna 'Forecast': Tipos de datos encontrados: [int, float], Columna 'Comentario Supply': Tipos de datos encontrados: [float, str]
Comentarios	N/A

Apéndice U. Cuestionario de consistencia de la información #6

Cuestionario de Consistencia	
Dataframe: 03 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	100.00%
Hallazgos	N/A
Comentarios	N/A

Apéndice V. Cuestionario de consistencia de la información #7

Cuestionario de Consistencia	
Dataframe: 04 PEP In Mkt (Spotlight) 2025	
Pregunta	Resultado
Porcentaje de completitud	100.00%
Hallazgos	N/A
Comentarios	N/A

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Apéndice W. Entrevista de periodicidad de información

Guía de entrevista	
Fecha	24/03/2025
Objetivo	Obtener una comprensión clara y detallada sobre la periodicidad con la que se recibe la información
Entrevistador	Ignacio Porras
Entrevistado(s)	
Nombre	Rol
David Madrigal	Analista de Efectividad de la Fuerza de Ventas
Preguntas/Respuestas	
Pregunta	Respuesta
¿Con qué frecuencia se envía la información que necesitamos?	La información se envía una vez al mes, todos los meses.
¿Hay un calendario establecido para el envío de esta información?	No, no existe un calendario formalmente establecido. Sin embargo, la información se recibe consistentemente a finales de cada mes o a principios del mes siguiente.
¿Qué canales se utilizan para enviar la información?	La información se envía principalmente a través de correo electrónico.
Observaciones	
La información depende del equipo de Cadena de Suministros, por lo que, si la información no llega en las fechas esperadas, se debe contactar al analista de este departamento	

Apéndice X. Minuta R2. Requerimientos del Departamento Excelencia Comercial

Minuta de Reunión			
Reunión R2	Fecha: 01/04/2025	Hora Inicio: 9:00 a.m.	Hora finalización: 11:00 a.m.
Participantes			
Nombre		Puesto	
Luis Felipe Cubides		Gerente del Departamento de Excelencia Comercial	
David Madrigal		Analista de Efectividad de la Fuerza de Ventas	
Ignacio Porras		Estudiante	
Temas tratados			
#	Tema		

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

1	Requerimientos para el Departamento de Excelencia Comercial
Acuerdos	
Se realizó una entrevista con el objetivo de identificar las necesidades de visualización de datos, según el Departamento de Excelencia Comercial. Se acordó que la próxima semana el estudiante presentará los indicadores definidos, los cuales serán aceptados o se les aplicarán los cambios necesarios.	
Aspectos pendientes	
Aprobación de los requerimientos por parte del sujeto.	
Notas	
Ver entrevista en la Tabla 13	

Apéndice Y. R3. Minuta R3. Requerimientos del Departamento de Cadena de Suministros

Minuta de Reunión			
Reunión R3	Fecha: 01/04/2025	Hora Inicio: 3:00 p.m.	Hora finalización: 4:00 p.m.
Participantes			
Nombre		Puesto	
Analista		Analista de Cadena de Suministros	
Ignacio Porras		Estudiante	
Temas tratados			
#	Tema		
1	Requerimientos para el Departamento de Cadena de Suministros		
2	Formato de la información brindada por el departamento		
Acuerdos			
Se realizó una entrevista con el objetivo de identificar las necesidades de visualización de datos, según el Departamento de Cadena de Suministros. Se acordó que las próximas semanas el estudiante presentará los indicadores definidos, los cuales serán aceptados o se les aplicarán los cambios necesarios.			
Aspectos pendientes			
Aprobación de los requerimientos por parte del sujeto.			
Notas			
Ver entrevista en la Tabla 14			

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Apéndice Z. R4. Minuta R4. Aprobación de indicadores

Minuta de Reunión			
Reunión R3	Fecha: 08/04/2025	Hora Inicio: 1:00 p.m.	Hora finalización: 1:25 p.m.
Participantes			
Nombre		Puesto	
David Madrigal		Analista de Efectividad de la Fuerza de Ventas	
Ignacio Porras		Estudiante	
Temas tratados			
#	Tema		
1	Revisión de los indicadores establecidos		
Acuerdos			
Se llevó a cabo una entrevista con el propósito de verificar si los indicadores establecidos cumplen satisfactoriamente con los requerimientos de los sujetos, los cuales fueron aprobados.			

Apéndice AA. Entrevista de validación de expectativas

Guía de entrevista	
Fecha	
Objetivo	
Entrevistador	
Entrevistado(s)	
Nombre	Rol
Preguntas/Respuestas	
Pregunta	Respuesta
1. ¿Considera que el proyecto desarrolla la totalidad de las características definidas?	
2. ¿Satisface el proyecto necesidades planteadas?	
3. ¿Cumple el proyecto con las expectativas?	
4. ¿Qué valor agregado ofrecen los <i>dashboards</i> ?	
Observaciones	

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Apéndice BB. Minuta de la reunión #1: Primera sesión con tutor

# de Reunión	R-01	Fecha	28/02/2025
Lugar / Plataforma	Zoom	Hora de Inicio	11:00 a.m.
Objetivo de la reunión	Sesión introductoria para dar inicio al proceso del TFG.	Hora de Finalización	12:10 p.m.

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Instrucciones para el desarrollo del TFG	Se acuerda que se harán entregas semanales de avances y revisiones en el horario más conveniente (viernes por la mañana)
2	Revisión de objetivos	Se hará un replanteamiento de los objetivos.
3	Discusión del contexto de la empresa	Discusión extensa sobre el contexto actual de la empresa y el proyecto a desarrollar.

Participantes	
Nombre	Firma
Federico Torres	
Ignacio Porras	

Apéndice CC. Minuta de la reunión #2: Primera sesión con tutor - contraparte

# de Reunión	R-02	Fecha	07/03/2025
Lugar / Plataforma	Google Meets	Hora de Inicio	12:00 a.m.
Objetivo de la reunión	Sesión introductoria para dar inicio al proceso del TFG.	Hora de Finalización	01:00 p.m.

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Presentación formal	Presentación entre el representante de la empresa y el profesor tutor.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

2	Explicación del papel del representante de la empresa en el proceso del TFG	Se hará un replanteamiento de los objetivos.
3	Discusión del contexto de la empresa	Se explica a David cuál será su papel como representante de la empresa y supervisor de la estudiante.

Participantes	
Nombre	Firma
Federico Torres	
Ignacio Porras	
David Madrigal	

Apéndice DD. Minuta de la reunión #2: Segunda sesión con tutor

# de Reunión	R-03	Fecha	14/03/2025
Lugar / Plataforma	Google Meets	Hora de Inicio	12:00 a.m.
Objetivo de la reunión	Revisión del marco metodológico del proyecto.	Hora de Finalización	12:40 p.m.

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de apartados del marco metodológico	
2	Dudas puntuales	Se atendieron dudas con respecto a las variables de la investigación.

Participantes	
Nombre	Firma
Federico Torres	
Ignacio Porras	

Apéndice DD. Minuta de la reunión #3: Tercera sesión con tutor

# de Reunión	R-04	Fecha	21/03/2025
Lugar / Plataforma	Google Meets	Hora de Inicio	11:30 a.m.
Objetivo de la reunión	Revisión del marco conceptual del proyecto.	Hora de Finalización	12:00 p.m.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de apartados del marco conceptual	
2	Dudas puntuales	Se atendieron dudas con respecto a los instrumentos de recolección de datos.

Participantes	
Nombre	Firma
Federico Torres	
Ignacio Porras	

Apéndice EE. Minuta de la reunión #4: Cuarta sesión con tutor

# de Reunión	R-05	Fecha	21/03/2025
Lugar / Plataforma	Google Meets	Hora de Inicio	11:30 a.m.
Objetivo de la reunión	Revisión del marco conceptual del proyecto.	Hora de Finalización	12:00 p.m.

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de apartados del marco conceptual	
2	Dudas puntuales	Se atendieron dudas con respecto a los instrumentos de recolección de datos.

Participantes	
Nombre	Firma
Federico Torres	
Ignacio Porras	

Apéndice FF. Minuta de la reunión #5: Quinta sesión con tutor

# de Reunión	R-06	Fecha	28/03/2025
Lugar / Plataforma	Google Meets	Hora de Inicio	11:10 a.m.
Objetivo de la reunión	Revisión y retroalimentación del documento	Hora de Finalización	11:30 p.m.

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión general del documento	Se detallaron en cuáles apartados se deben realizar ajustes
2	Dudas puntuales	

Participantes	
Nombre	Firma
Federico Torres	
Ignacio Porras	

Apéndice GG. Minuta de la reunión #6: Sexta sesión con tutor

# de Reunión	R-07	Fecha	04/04/2025
Lugar / Plataforma	Google Meets	Hora de Inicio	11:00 a.m.
Objetivo de la reunión	Consultas puntuales sobre análisis de resultados	Hora de Finalización	11:20 a.m.

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de la primera fase en el Análisis de resultados	Se aclararon dudas acerca la fase 1
2		

Participantes	
Nombre	Firma
Federico Torres	
Ignacio Porras	

Apéndice HH. Minuta de la reunión #7: Séptima sesión con tutor

# de Reunión	R-08	Fecha	14/04/2025
Lugar / Plataforma	Google Meets	Hora de Inicio	11:00 a.m.
Objetivo de la reunión	Revisión de avance del análisis de resultados, para la fase 1 y 2.	Hora de Finalización	11:20 a.m.

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de la primera fase y segunda fase en el Análisis de resultados	
2		

Participantes	
Nombre	Firma
Federico Torres	
Ignacio Porras	

Apéndice II. Minuta de la reunión #8: Octava sesión con tutor

# de Reunión	R-09	Fecha	25/04/2025
Lugar / Plataforma	Google Meets	Hora de Inicio	11:00 a.m.
Objetivo de la reunión	Revisión de avance del análisis de resultados, para la fase 3 y 4.	Hora de Finalización	11:20 a.m.

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de la tercera fase y cuarta fase en el Análisis de resultados	
2		

Participantes	
Nombre	Firma
Federico Torres	

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Ignacio Porras	

Apéndice JJ. Minuta de la reunión #9: Novena sesión con tutor

# de Reunión	R-10	Fecha	12/05/2025
Lugar / Plataforma	WhatsApp	Hora de Inicio	3:00 p.m.
Objetivo de la reunión	Consultas generales sobre el proyecto, sobre análisis de resultados y la propuesta de solución, además de revisión de avance.	Hora de Finalización	----

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión del avance del proyecto	
2	Consultas sobre la propuesta de solución.	

Participantes	
Nombre	Firma
Federico Torres	
Ignacio Porras	

Apéndice KK. Minuta de la reunión #9: Decima sesión con tutor

# de Reunión	R-11	Fecha	26/05/2025
Lugar / Plataforma	Google Meets	Hora de Inicio	6:00 p.m.
Objetivo de la reunión	Revisión de conclusiones y recomendaciones.	Hora de Finalización	6:30 p.m.

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de redacción de conclusiones.	

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

2	Validación y retroalimentación de recomendaciones.	
---	----------------------------------------------------	--

Participantes	
Nombre	Firma
Federico Torres	
Ignacio Porras	

Apéndice LL. Código de Python. Validación de completitud y consistencia de datos

```
import os

import pandas as pd

ruta = r'C:\\Users\\PORRAJX11\\OneDrive - Abbott\\Escritorio\\PBI PEP\\Procesamiento
Spotlight\\BackUps'

dataframes = { }

for root, dirs, files in os.walk(ruta):

    for file in files:

        if file.endswith('.xlsx') or file.endswith('.xls'):

            file_path = os.path.join(root, file)

            df = pd.read_excel(file_path, sheet_name='New Muestra', engine='openpyxl')

            columns_to_drop = [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20]

            df.drop(df.columns[columns_to_drop], axis=1, inplace=True)

            df = df.iloc[2:]

            df.columns = df.iloc[0]

            df = df[1:]

            df.reset_index(drop=True, inplace=True)

            df.columns.values[1] = 'Producto'

            df.columns.values[4] = 'Forecast'

            df.columns.values[5] = 'Spotlight'
```

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

```
df = df[df['Producto'].notna()]

dataframes[os.path.splitext(file)[0]] = df

def calcular_completitud(df):

    total_celdas = df.size

    celdas_no_nulas = df.count().sum()

    porcentaje_completitud = (celdas_no_nulas / total_celdas) * 100

    celdas_nulas_por_columna = df.isnull().sum()

    return porcentaje_completitud, celdas_nulas_por_columna

def calcular_consistencia(df):

    columnas_consistentes = 0

    razones_inconsistencia = {}

    for col in df.columns:

        if df[col].dtype == object:

            formatos = df[col].apply(lambda x: type(x)).unique()

            if len(formatos) == 1:

                columnas_consistentes += 1

            else:

                razones_inconsistencia[col] = f"Tipos de datos encontrados: {formatos}"

        else:

            columnas_consistentes += 1

    porcentaje_consistencia = (columnas_consistentes / len(df.columns)) * 100

    return porcentaje_consistencia, razones_inconsistencia

resultados = {}

for name, df in dataframes.items():

    completitud, celdas_nulas_por_columna = calcular_completitud(df)

    consistencia, razones_inconsistencia = calcular_consistencia(df)

    resultados[name] = {
```

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

```
'Compleitud': completitud,  
'Celdas Nulas por Columna': celdas_nulas_por_columna,  
'Consistencia': consistencia,  
'Razones de Inconsistencia': razones_inconsistencia  
}  
for name, resultado in resultados.items():  
    print(f"DataFrame '{name}':")  
    print(f"Porcentaje de Compleitud: {resultado['Compleitud']:.2f}%")  
    print("Cantidad de Celdas Nulas por Columna:")  
    print(resultado['Celdas Nulas por Columna'])  
    print(f"Porcentaje de Consistencia: {resultado['Consistencia']:.2f}%")  
    if resultado['Razones de Inconsistencia']:  
        print("Razones de Inconsistencia:")  
        for col, razon in resultado['Razones de Inconsistencia'].items():  
            print(f"Columna '{col}': {razon}")  
    print("\n")
```

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Apéndice MM. Código de Python. Consolidación de archivos PEP In Mkt (Spotlight)

```
import os

import shutil

import pandas as pd

import shutil

# Ruta de la carpeta donde se encuentran los archivos a procesar

folder_path = r'C:\Users\PORRAJX11\OneDrive - Abbott\Escritorio\MM PB\Procesamiento
Spotlight\Por agregar'

# Obtener el archivo más reciente de la carpeta

file_path = max([os.path.join(folder_path, f) for f in os.listdir(folder_path)],
key=os.path.getctime)

# Extraer el nombre del archivo

file_name = file_path.split("\\")[-1]

# Extraer el mes (2 primeros caracteres del nombre del archivo)

Mes = file_name[:2]

# Extraer el año (4 caracteres antes de la extensión del archivo)

Año = file_name[-9:-5]

# Crear el identificador de ciclo concatenando año y mes

Ciclo = Año + Mes

# Leer la hoja "New Muestra" del archivo Excel

df_new_muestra = pd.read_excel(file_path, sheet_name='New Muestra', engine='openpyxl')

# Eliminar columnas innecesarias por índice

columns_to_drop = [1,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,16,17,18,19,20]

df_new_muestra.drop(df_new_muestra.columns[columns_to_drop], axis=1, inplace=True)

# Eliminar las dos primeras filas (posiblemente encabezados o metadatos)

df_new_muestra = df_new_muestra.iloc[2:]

# Establecer la nueva fila de encabezados
```

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

```
df_new_muestra.columns = df_new_muestra.iloc[0]
df_new_muestra = df_new_muestra[1:]
# Resetear el índice del DataFrame
df_new_muestra.reset_index(drop=True, inplace=True)
# Renombrar columnas específicas
df_new_muestra.columns.values[3] = 'Forecast'
df_new_muestra.columns.values[4] = 'Spotlight'
# Eliminar la última columna si está vacía o no es necesaria
df_new_muestra = df_new_muestra.iloc[:, :-1]
# Agregar columna de ciclo
df_new_muestra['Ciclo'] = Ciclo
# Limpiar la columna 'Country': eliminar números y espacios
df_new_muestra['Country'] = df_new_muestra['Country'].str.replace(r'\d+', "", regex=True)
df_new_muestra['Country'] = df_new_muestra['Country'].str.strip()
# Diccionario para mapear países a códigos
cod_pais_map = {
    'Dom Rep': 7,
    'Republica Dominicana': 7,
    'Costa Rica': 1,
    'Guatemala': 2,
    'Panama': 6,
    'Nicaragua': 5,
    'El Salvador': 3,
    'Honduras': 4,
    'Belice': 8
}
# Normalizar nombres de países y aplicar mapeo
```

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

```
df_new_muestra['Country'] = df_new_muestra['Country'].str.strip().str.title()
df_new_muestra['Cod_País'] = df_new_muestra['Country'].map(cod_pais_map)
# Eliminar filas sin descripción
df_new_muestra = df_new_muestra[df_new_muestra['Description'].notna()]
# Eliminar las últimas 10 filas (posiblemente totales o notas)
df_new_muestra = df_new_muestra[:-10]
# Inicializar columnas adicionales
df_new_muestra['Cantidad'] = None
df_new_muestra['Id_Source'] = None
# Crear DataFrame final vacío con las mismas columnas
df_final = pd.DataFrame(columns=df_new_muestra.columns)
# Duplicar cada fila: una para Forecast y otra para Spotlight
for _, row in df_new_muestra.iterrows():
    row_forecast = row.copy()
    row_forecast['Cantidad'] = row_forecast['Forecast']
    row_forecast['Id_Source'] = 1 # Fuente: Forecast
    row_spotlight = row.copy()
    row_spotlight['Cantidad'] = row_spotlight['Spotlight']
    row_spotlight['Id_Source'] = 2 # Fuente: Spotlight
    # Agregar ambas filas al DataFrame final
    df_final = pd.concat([df_final, pd.DataFrame([row_forecast, row_spotlight])],
ignore_index=True)
# Agregar columna 'Usuario' con valor constante 'Rep_D'
df_final['Usuario'] = 'Rep_D'
# Agregar columna 'Tipo de Tránsito' vacía (puedes definir la lógica si es necesario)
df_final['Tipo de Tránsito'] = None
# Agregar columna Tipo de Tránsito con lógica extendida
```

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

```
def clasificar_transito(row):  
    if row['Id_Source'] == 1:  
        return 0  
  
    comentario = str(row.get('Comentario Supply', '')).lower()  
  
    if any(palabra in comentario for palabra in ['bo', 'backorder', 'delay', 'underforecast', 'no']):  
        return 1  
  
    elif any(palabra in comentario for palabra in ['transit', 'transito']):  
        return 2  
  
    elif 'time' in comentario:  
        return 3  
  
    return 4#Si no coincide con ninguna palabra clave  
  
df_final['Tipo de Tránsito'] = df_final.apply(clasificar_transito, axis=1)  
df_final.drop(columns=['Forecast', 'Spotlight'], inplace=True)  
  
# Ruta del archivo consolidado  
  
consolidated_file_path = r'C:\Users\PORRAJX11\OneDrive - Abbott\Escritorio\MM  
PB\DataBases\Fact Spotlight.xlsx'  
  
# Leer el archivo consolidado existente  
  
df_consolidated = pd.read_excel(consolidated_file_path, engine='openpyxl')  
  
# Concatenar el DataFrame final con el consolidado  
  
df_consolidated = pd.concat([df_consolidated, df_final], ignore_index=True)  
  
# Guardar el DataFrame consolidado actualizado en el archivo Excel  
  
df_consolidated.to_excel(consolidated_file_path, index=False, engine='openpyxl')  
  
# Ruta de destino para el respaldo  
  
backup_folder = r'C:\Users\PORRAJX11\OneDrive - Abbott\Escritorio\MM PB\Procesamiento  
Spotlight\BackUps'  
  
# Mover el archivo original a la carpeta de BackUps  
  
shutil.move(file_path, os.path.join(backup_folder, file_name))
```

Apéndice NN. Cronograma de trabajo.

		Semanas														
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Análisis de la calidad de la data	■															
Elaboración del Marco Teórico		■														
Entrevistas con los usuarios			■													
Elaboración del Marco Metodológico				■												
Modelado de la data					■											
Procesamiento de la data						■	■	■								
Definición de indicadores								■	■	■						
Diseño del <i>dashboard</i>										■						
Implementación del <i>dashboard</i>											■	■				
Evaluación de la solución													■	■		

10. Anexos

Anexo A. Plantilla para la gestión de cambios

Hoja de Control de Cambios			
Datos Generales del Cambio			
N.º Cambio			
Solicitante		Fecha de solicitud de cambio	
Responsable de la implementación		Fecha de realización de cambio	
Estado	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> En Revisión <input type="checkbox"/> Rechazado		
Detalles del Cambio			
Categoría	Introducción / Alcance / Marco Teórico / Metodología / ...		
Descripción detallada			
Justificación			
Implicaciones de realizar el cambio			
Impacto	Especificar si el cambio genera impacto en otras áreas del proyecto, tales como recursos, cronogramas, otros proyectos, entre otros.		
Comentarios			

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Anexo B. Firma de minutas consolidadas por parte del profesor tutor

Minuta TFG
Jose Ignacio Porras Soto - 2019030809

Resumen minutas:

Fecha	Cantidad
28/02/2025	1
07/03/2025	1
14/03/2025	1
21/03/2025	1
28/03/2025	1
04/04/2025	1
14/04/2025	1
25/04/2025	1
12/05/2025	1
16/05/2025	1
27/05/2025	1
TOTAL	11

Minuta TFG
Jose Ignacio Porras Soto - 2019030809

3	Discusión del contenido de la empresa	Se explica a David cuál será su papel como representante de la empresa y supervisor de la consultoría.
---	---------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Minuta de la Reunión 03: Segunda sesión con Tutor

# de Reunión	R-03	Fecha	14/03/2025
Lugar / Plataforma	Google Meet	Hora de Inicio	12:00 am
Objetivo de la reunión	Revisión del marco metodológico del proyecto.	Hora de Finalización	12:40 pm

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de apartados del marco metodológico	
2	Dudas puntuales	Se aclararon dudas con respecto a los variables de la investigación.

4. Minuta de la Reunión 04: Tercera sesión con Tutor

# de Reunión	R-04	Fecha	21/03/2025
Lugar / Plataforma	Google Meet	Hora de Inicio	11:30 am
Objetivo de la reunión	Revisión del marco conceptual del proyecto.	Hora de Finalización	12:00 pm

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de apartados del marco conceptual	
2	Dudas puntuales	Se aclararon dudas con respecto a los instrumentos de recolección de datos.

Minuta TFG
Jose Ignacio Porras Soto - 2019030809

7. Minuta de la Reunión 07: Sexta sesión con Tutor

# de Reunión	R-07	Fecha	14/04/2025
Lugar / Plataforma	Google Meet	Hora de Inicio	11:00 am
Objetivo de la reunión	Consultas puntuales sobre análisis de resultados.	Hora de Finalización	11:20 am

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de la primera fase en el Análisis de resultados.	Se aclararon dudas acerca la fase 1
2		

8. Minuta de la Reunión 08: Séptima sesión con Tutor

# de Reunión	R-08	Fecha	21/04/2025
Lugar / Plataforma	Google Meet	Hora de Inicio	11:00 am
Objetivo de la reunión	Revisión de avance del análisis de resultados, para la fase 1 y 2.	Hora de Finalización	11:20 am

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de la primera fase y segunda fase en el Análisis de resultados.	
2		

Minutas TFG
Jose Ignacio Porras Soto - 2019030809

11. Minuta de la Reunión #11: Decima sesión con Tutor

# de Reunión	R-11	Fecha	27/05/2025
Lugar / Plataforma	Google Meet	Hora de Inicio	6:00 pm
Objetivo de la reunión	Revisión de conclusiones y recomendaciones.	Hora de Finalización	6:30 pm

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de redacción de conclusiones.	
2	Validación y retroalimentación de recomendaciones.	

Firmas

Participantes		
Nombre	Firma	
Federico Torres	FEDERICO TORRES	
Ignacio Porras	IGNACIO PORRAS	

Minuta TFG
Jose Ignacio Porras Soto - 2019030809

Minutas:

1. Minuta de la Reunión 01: Primera sesión con Tutor

# de Reunión	R-01	Fecha	28/02/2025
Lugar / Plataforma	Zoom	Hora de Inicio	11:00 am
Objetivo de la reunión	Sección introductoria para dar inicio al proceso del TFG.	Hora de Finalización	12:10 pm

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Introducción para el desarrollo del TFG	Se explicó que se harán entregables semanales de avances y reuniones en el horario más conveniente (siempre por la mañana).
2	Revisión de objetivos	Se hizo un replanteamiento de los objetivos.
3	Discusión del contenido de la empresa	Discusión extensa sobre el contenido actual de la empresa y el proyecto a desarrollar.

2. Minuta de la Reunión 02: Primera sesión con Tutor - Cuartagaje

# de Reunión	R-02	Fecha	07/03/2025
Lugar / Plataforma	Google Meet	Hora de Inicio	12:00 am
Objetivo de la reunión	Sección introductoria para dar inicio al proceso del TFG.	Hora de Finalización	03:00 pm

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Presentación formal	Presentación sobre el representante de la empresa y al profesor tutor.
2	Explicación del papel del representante de la empresa en el proceso del TFG.	Se hizo un replanteamiento de los objetivos.

Minuta TFG
Jose Ignacio Porras Soto - 2019030809

5. Minuta de la Reunión 05: Cuarta sesión con Tutor

# de Reunión	R-05	Fecha	28/03/2025
Lugar / Plataforma	Google Meet	Hora de Inicio	11:30 am
Objetivo de la reunión	Revisión del marco conceptual del proyecto.	Hora de Finalización	12:00 pm

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de apartados del marco conceptual	
2	Dudas puntuales	Se aclararon dudas con respecto a los instrumentos de recolección de datos.

6. Minuta de la Reunión 06: Quinta sesión con Tutor

# de Reunión	R-06	Fecha	04/04/2025
Lugar / Plataforma	Google Meet	Hora de Inicio	11:10 am
Objetivo de la reunión	Revisión y retroalimentación del documento.	Hora de Finalización	11:30 pm

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión general del documento	Se detallaron en cuáles apartados se deben realizar ajustes.
2	Dudas puntuales	

Minuta TFG
Jose Ignacio Porras Soto - 2019030809

9. Minuta de la Reunión 09: Octava sesión con Tutor

# de Reunión	R-09	Fecha	12/05/2025
Lugar / Plataforma	Google Meet	Hora de Inicio	11:00 am
Objetivo de la reunión	Revisión de avance del análisis de resultados, para la fase 1 y 4.	Hora de Finalización	11:20 am

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión de la tercera fase y cuarta fase en el Análisis de resultados.	
2		

10. Minuta de la Reunión 10: Novena sesión con Tutor

# de Reunión	R-10	Fecha	16/05/2025
Lugar / Plataforma	WhatsApp	Hora de Inicio	9:00 pm
Objetivo de la reunión	Consultas puntuales sobre el proyecto, sobre análisis de resultados y la propuesta de solución, además de revisión de avance.	Hora de Finalización	---

Temas tratados y acuerdos		
No.	Asunto	Comentarios
1	Revisión del avance del proyecto.	
2	Consultas sobre la propuesta de solución.	

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Anexo C. Carta de aprobación filológica

San José, 6 de junio de 2025

Señores(as)
Escuela de Administración de Tecnologías de Información
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Estimados señores(as):

Yo, María Fernanda Sanabria Coto, cédula de identidad 114290780, filóloga española graduada en la Universidad de Costa Rica, perteneciente a la Asociación Costarricense de Filólogos (ACFIL), carné 225 y al Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes de Costa Rica (COLYPRO), código 75402, hago constar que he revisado el documento titulado:

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Dicho documento fue elaborado por José Ignacio Porras Soto, cédula de identidad 118180831, con el fin de optar al grado de Licenciatura en Administración de Tecnologías de Información. He revisado y corregido aspectos tales como construcción de párrafos, vicios del lenguaje trasladados a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico.

Atentamente,

Fernanda S. Coto




María Fernanda Sanabria Coto
Filóloga
Cédula de identidad 1-1429-0780
Colypro. Código 75402
Asociación Costarricense de Filólogos. Carné nro. 225
fernanda.sanabria@filologos.cr
Teléfono: +506 6022 9569

MARIA
FERNANDA
SANABRIA
COTO
(FIRMA)

Firmado digitalmente por MARIA
FERNANDA SANABRIA COTO
(FIRMA)
Nombre de reconocimiento (DN):
serialNumber=CPF-01-1429-0780,
sn=SANABRIA COTO,
givenName=MARIA FERNANDA,
cn=CR, ou=PERSONA FISICA,
ou=CEDIDADO, cn=MARIA
FERNANDA SANABRIA COTO
(FIRMA)
Motivo: Revisión filológica
Ubicación: Costa Rica
Fecha: 2025.06.06 08:21:17 -06'00'

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Anexo D. Primera evaluación por parte de la empresa

Data del estudiante (2714) Tipo: (Información)	Fecha en que se realiza la evaluación (60663) Tipo: (Fecha)
Institución o Empresa (60662) Tipo: (Información)	06/04/2025
A1- Abbot	Evaluación número: (60670) Tipo: (Número)
Estudiante: José Ignacio Poma Soto	1
Cursó: 201902008	A1
Título: Propuesta de mejora para el proceso de trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios.	
(60672) Tipo: (Información)	
A. HABILIDADES ESTRATEGICAS DEL ESTUDIANTE (60664) Tipo: (Numeración)	B. ACERCA DEL TRABAJO REALIZADO A LA FECHA (60665) Tipo: (Numeración)
2	3
a. Responsabilidad y puntualidad en las reuniones y entregas. (60118)	a. Disposición autodidacta. (60124)
2	3
b. Comunicación asertiva y facilidad de expresión. (60120)	b. Seguimiento a recomendaciones que se le dan. (60125)
3	2
c. Proactividad. (60121)	c. Cumplimiento del cronograma de su trabajo. (60126)
3	2
d. Trabajo colaborativo y capacidad organizativa. (60122)	d. Pensamiento sistemático o estratégico. (60127)
3	
e. Acatamiento de lineamientos de la organización. (60123)	
C. SOBRE LOS ENTREGABLES DEL ESTUDIANTE (60666) Tipo: (Numeración)	D. ETICA PROFESIONAL DEL ESTUDIANTE (60667) Tipo: (Numeración)
3	3
a. Estructura lógica de los informes, minutos, correos que elabora, entre otros. (60128)	a. Compromiso con la calidad de su trabajo. (60130)
2	3
b. Claridad en la secuencia de ideas que expone. (60129)	b. Respeto a la confidencialidad de la información brindada por la organización. (60134)
2	3
c. Las minutas reflejan los acuerdos tomados en las reuniones. (60130)	c. Honestidad en su actuar diario. (60135)
2	3
d. Uso correcto de idioma oficial de la compañía. (60131)	d. Tolerancia y aceptación a todo tipo de diversidad. (60136)
2	
e. Profundidad del contenido desarrollado dentro de sus documentos o propuestas. (60132)	Observaciones generales (60668) Tipo: (Comentarios)
	A la fecha podemos decir que el estudiante Ignacio ha cumplido con los requisitos del puesto y del proyecto. Su adaptación y entendimiento del negocio ha contribuido en la importancia del desarrollo de la herramienta y el análisis respecto de los resultados. Una de las características a evaluar es el interés del estudiante en querer comprender más del negocio y poder dar su valor agregado en los entregables.
Nombre del Evaluador/Contraparte de la Organización: (60669) Tipo: (Información)	
DAVID MADRIGAL CALDERON - ABBOTT	
Firma del Evaluador/Contraparte de la Organización: 	
(60671) Tipo: (Información)	

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Anexo E. Segunda evaluación por parte de la empresa

Datos del estudiante (2714) Tipo: (Información)	Fecha en que se realizó la evaluación (3003) Tipo: (Fecha)
Institución o Empresa (3002) Tipo: (Nombre)	29/05/2025
A1 - Abbot	
Estudiante: José Ignacio Perras Soto Carnet: 201905009	Evaluación número: (3007) Tipo: (Número)
Título: Propuesta de mejora para el proceso de trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios.	2 A2
(3007) Tipo: (Número)	

A. HABILIDADES ESTRATEGICAS DEL ESTUDIANTE (3004) Tipo: (Información)	B. ACERCA DEL TRABAJO REALIZADO A LA FECHA (3005) Tipo: (Información)
3	3
a. Responsabilidad y puntualidad en las reuniones y entregas. (3019)	a. Disposición autodidacta. (3013)
3	3
b. Comunicación asertiva y habilidad de expresión. (3020)	b. Seguimiento a recomendaciones que se le dan. (3015)
3	3
c. Proactividad. (3021)	c. Cumplimiento del cronograma de su trabajo. (3017)
3	3
d. Trabajo colaborativo y capacidad organizativa. (3022)	d. Pensamiento sistemático o estratégico. (3012)
3	
e. Ajustamiento de presupuestos de la organización. (3023)	

C. SOBRE LOS ENTREGABLES DEL ESTUDIANTE (3004) Tipo: (Información)	D. ETICA PROFESIONAL DEL ESTUDIANTE (3007) Tipo: (Información)
3	3
a. Estructura lógica de los informes, minutos, correos que elabora, entre otros. (3028)	a. Compromiso con la calidad de su trabajo. (3018)
3	3
b. Claridad en la secuencia de ideas que expone. (3029)	b. Respeto a la confidencialidad de la información brindada por la organización. (3014)
3	3
c. Las minutas reflejan los acuerdos tomados en las reuniones. (3030)	c. Honestidad en su actuar diario. (3013)
3	3
d. Uso correcto de idioma oficial de la compañía. (3031)	d. Tolerancia y aceptación a todo tipo de diversidad. (3030)
3	
e. Profundidad del contenido desarrollado dentro de sus documentos o propuestas. (3032)	
	Observaciones generales (3008) Tipo: (Información)
	El dominio y entendimiento del negocio por parte de Ignacio le está ayudando en los estudios para desarrollar el proyecto.
	Ha demostrado dominio en el área y propone soluciones o caminos viables para la resolución de las necesidades en el análisis de la información.


Nombre del Evaluador/Contraparte de la Organización: (3006) Tipo: (Nombre)
David Madridgal Calderín/ Abbott ANI
Firma del Evaluador/Contraparte de la Organización: 
(3007) Tipo: (Número)

Propuesta de mejora para la trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios

Anexo F. Tercera evaluación por parte de la empresa

Datos del estudiante (2714) Tipo Documento	Fecha en que se realiza la evaluación (8608) Fecha
Institución o Empresa (8602) Tipo Documento	06/06/2025
A1 - Asist	Evaluación número (8607) Número
	3
	AB
Estudiante: José Ignacio Puma Soto	
Carnet: 201928889	
Título: Propuesta de mejora para el proceso de trazabilidad de muestra médica para una farmacéutica por medio de una solución de inteligencia de negocios.	
(8607) Tipo Documento	

Calificación al estudiante (2715) Tipo Documento	B. ACERCA DEL TRABAJO REALIZADO A LA FECHA (8608) Tipo Documento
A. HABILIDADES ESTRATÉGICAS DEL ESTUDIANTE (8604) Tipo Documento	3
3	a. Disposición estudiantil. (86121)
a. Responsabilidad y puntualidad en las reuniones y entregas. (86119)	3
3	b. Seguimiento a recomendaciones que se le dan. (86120)
b. Comunicación asertiva y facilidad de expresión. (86120)	3
3	c. Cumplimiento del cronograma de su trabajo. (86122)
c. Proactividad. (86121)	3
3	d. Pensamiento sistemático o estratégico. (86127)
d. Trabajo colaborativo y capacidad organizativa. (86122)	
3	
C. SOBRE LOS ENTREGABLES DEL ESTUDIANTE (8609) Tipo Documento	D. ÉTICA PROFESIONAL DEL ESTUDIANTE (8607) Tipo Documento
3	3
a. Estructura lógica de los informes, minutos, correos que elabora, entre otros. (86120)	a. Compromiso con la calidad de su trabajo. (86123)
3	3
b. Calidad en la secuencia de ideas que expone. (86120)	b. Respeto a la confidencialidad de la información tratada por la organización. (86124)
3	3
c. Las minutas reflejan los acuerdos tomados en las reuniones. (86120)	c. Honestidad en su actuar diario. (86120)
3	3
d. Usa correctos de forma oficial de la compañía. (86121)	d. Tolerancia y aceptación a toda tipo de diversidad. (86126)
3	
a. Pertinencia del contenido desarrollado dentro de sus documentos o propuestas. (86120)	Observaciones generales (8606) Tipo Documento
	A la luz del proyecto Ignacio demostró interés y compromiso del proyecto. Su participación ha sido clave en la compañía.

Nombre del Evaluador/Contraparte de la Organización (8606) Tipo Documento
David Matigol Calderín
Firma del Evaluador/Contraparte de la Organización

(8607) Tipo Documento

11. Glosario

- BI: Business Intelligence
- Commex: Commercial Excellence
- DAX: Data Analysis Expressions
- ETL: Extraction, Transformation, and Load
- KPI: Key Performance Indicator
- PEP: Producto de ensayo profesional
- PBI: Power BI
- SFE: Sales Force Effectiveness
- MM: Muestra médica