

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN SOFTWARE



**TEMA:**

**BUSINESS INTELLIGENCE COMO HERRAMIENTA PARA LA VISUALIZACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA Y ANÁLISIS DE INCIDENCIA EN LA DOTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LA EMPRESA EMAPA-I.**

**Trabajo de grado previo a la obtención del título de INGENIERO EN SOFTWARE**

**AUTOR:**

Srta. Nayeli Alexandra Cuásquer Narvárez

**DIRECTOR:**

MSc. Vicente Alexander Guevara Vega, Ing.

**IBARRA – ECUADOR**

**Agosto, 2025**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1005265333		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Cuásquer Narváez Nayeli Alexandra		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Sangolquí 1-113 y Galápagos		
<b>EMAIL:</b>	Nayealexacuasquer3@gmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	065016896	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0969368007

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Business Intelligence como herramienta para la visualización de indicadores de eficiencia y análisis de incidencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.
<b>AUTOR (ES):</b>	Cuásquer Narváez Nayeli Alexandra
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	21/07/2025
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	

<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero en Software
<b>DIRECTOR:</b>	MSc. Guevara Vega Vicente Alexander
<b>ASESOR:</b>	PhD. Arias Muñoz Dario Paúl

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de agosto de 2025

**EL AUTOR:**

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature reads "Nayeli Cuásquer".

**Nayeli Alexandra Cuásquer Narváz**

C.I: 1005265333

## CERTIFICACIÓN DIRECTOR

Ibarra 25 de julio de 2025

### CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio del presente yo MSc. Alexander Guevara Vega, certifico que la Srta. Nayeli Alexandra Cuásquer Narváez portador de la cédula de ciudadanía número 1005265333, ha trabajado en el desarrollo del proyecto de grado, "Business Intelligence como herramienta para la visualización de indicadores de eficiencia y análisis de incidencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I", previo a la obtención del Título de Ingeniero en Software realizado con interés profesional y responsabilidad que certifico con honor de verdad.

Es todo en cuanto puedo certificar a la verdad

Atentamente



Ing. Alexander Guevara Vega, Msc.

**DIRECTOR**

[alexguevara@utn.edu.ec](mailto:alexguevara@utn.edu.ec)

## DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres, Verito y Rodrigo, por ser el cimiento de mis valores, por enseñarme el significado del esfuerzo y por estar siempre a mi lado sin importar las circunstancias; y a mi hermana, Angelita, a quien admiro profundamente y de quien he aprendido mucho, espero que algún día pueda verme como un ejemplo a seguir, para que ella siga su camino y cumpla sus sueños.

Además, dedico esta tesis a mi novio, Alex, por su compañía aún en la distancia, por su apoyo constante, su predisposición de ayudarme si lo necesito y su amor, que ha sido mi impulso en los días más pesados; y a mi bebé, Samuel, quien llegó para darle un nuevo sentido a todo lo que soy, este logro es también tuyo, y espero que un día te inspire tanto como tú me inspiras a mí cada día.

También dedico esta tesis a mis abuelitos, Rosita y Mesías, por su constante preocupación, por esas palabras de aliento que me transmitían esas ganas de salir adelante.

Esta tesis está dedicada a toda mi familia que siempre estuvo apoyándome.

Por último, pero no menos importantes a Jorge, Bryan, Kevin, Jefferson y Erick, por haber sido la mejor compañía en esta etapa tan importante de mi vida.

Nayeli Alexandra Cuásquer Narváez

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres verito y Rodrigo, les agradezco profundamente por su apoyo y su preocupación por mi bienestar y mi progreso, sin ustedes no habría llegado tan lejos. También a mi novio, Alex, por siempre confiar en mí, por ser mi compañero y apoyo en cada paso de este proceso.

Agradezco de todo corazón a la Universidad Técnica del Norte por haberme ofrecido una formación académica sólida y un entorno que motivó mi crecimiento tanto personal como profesional. Extiendo también mi más sincero agradecimiento a cada uno de los docentes de la carrera de Ingeniería en Software, quienes con su compromiso, paciencia y dedicación me acompañaron en cada paso de este camino, dejando en mí enseñanzas que van más allá del aula.

A mi director y asesor de tesis, MSc. Alexander Guevara y PhD. Paúl Arias, respectivamente, por darme los puntos clave, ser siempre una guía para avanzar. Su orientación y apoyo constante fueron fundamentales para poder completar este trabajo.

Para el Ing. Adrián Villacís de EMAPA-I, le extiendo un sincero agradecimiento por su predisposición y apoyo para sacar este proyecto adelante. Su colaboración fue crucial para el éxito de este trabajo y su confianza en el trabajo realizado significó mucho para mí.

Nayeli Alexandra Cuásquer Narváez

# Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO .....	7
RESUMEN .....	19
ASBTRACT .....	20
INTRODUCCIÓN.....	21
Planteamiento del problema.....	21
Objetivos .....	23
Objetivo General.....	23
Objetivos específicos .....	23
Alcance.....	24
Metodología.....	26
Justificación .....	29
Justificación Tecnológica. ....	30
Justificación Ambiental. ....	30
Justificación económica. ....	30
1.    CAPÍTULO 1 (Marco Teórico) .....	32
1.1.    Revisión de la Literatura (SLR).....	32
1.1.1.    Unidad de Análisis .....	32
1.1.2.    Preguntas de investigación.....	33
1.1.3.    Palabras clave .....	34
1.1.4.    Cadena de búsqueda .....	36
1.1.5.    Búsqueda de artículos .....	36
1.1.6.    Resultados de la búsqueda .....	37
1.1.7.    Criterios de selección de artículos .....	37
1.1.8.    Obtención de datos .....	38
1.1.9.    Matriz de conceptos .....	41
1.2.    Indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable .....	43
1.2.1.    Concepto .....	43
1.2.2.    Grupo Banco Mundial .....	43
1.2.3.    SIWI (Stockholm International Water Institute).....	44
1.2.4.    Metodología IWA.....	45

<b>1.3.</b>	<b>Herramientas para análisis de indicadores de eficiencia de agua potable.....</b>	<b>46</b>
1.3.1.	WEAP .....	46
1.3.2.	EPANET .....	46
1.3.3.	WaterWatch.....	47
1.3.4.	Xylem Vue .....	48
<b>1.4.</b>	<b>Business Intelligence (BI) como herramienta para la visualización de datos .....</b>	<b>49</b>
1.4.1.	Concepto .....	49
1.4.2.	Principales propósitos de BI .....	50
1.4.3.	Beneficios e importancia de BI .....	51
1.4.4.	Cuadrante mágico de Gartner para herramientas de BI .....	52
1.4.5.	Herramientas de Business Intelligence.....	54
<b>1.5.</b>	<b>Data Warehouse (DTW) .....</b>	<b>56</b>
1.5.1.	Concepto .....	56
1.5.2.	Metodologías Data Warehouse .....	57
1.5.3.	Metodología Kimball.....	59
1.5.4.	Fases Kimball .....	60
<b>1.6.</b>	<b>Principios de Gestalt para el diseño de UI.....</b>	<b>63</b>
1.6.1.	Concepto .....	63
<b>1.7.</b>	<b>Metodologías ágiles en la gestión de proyectos.....</b>	<b>70</b>
1.7.1.	Metodología Ágil .....	70
1.7.2.	Manifiesto Ágil .....	70
1.7.2.1.	Agilismo .....	71
1.7.2.2.	Valores.....	71
1.7.2.3.	Principios.....	73
1.7.3.	Ejemplos de metodologías ágiles en la gestión de proyectos .....	75
<b>2.</b>	<b>CAPÍTULO 2 (Desarrollo).....</b>	<b>77</b>
2.1.	Proceso de investigación.....	77
2.2.	Integración de las metodologías Kimball y Scrum .....	78
2.3.	Aplicación de una metodología de desarrollo ágil – Scrum.....	79
2.3.1.	Scrum .....	79
2.3.2.	Roles .....	80
2.3.3.	Eventos .....	80

2.3.4.	Artefactos .....	81
2.3.5.	Conformación del equipo de trabajo .....	82
2.3.6.	Definición de historia de usuario .....	83
2.3.7.	Pila de productos (Product backlog).....	93
2.3.8.	Desarrollo de los sprints.....	95
2.4.	Curación de datos .....	99
2.4.1.	Recolección de datos .....	99
2.4.2.	Limpieza de datos .....	101
2.4.3.	Modelo tabular.....	108
2.5.	Construcción del Almacén de datos (Data Warehouse).....	109
2.5.1.	Herramienta Power BI.....	109
2.5.3.	Arquitectura.....	113
2.5.4.	Modelo dimensional (Bus matriz) .....	115
2.5.5.	Modelo lógico .....	116
2.5.6.	Modelo físico .....	117
2.5.7.	Instalación y configuración de herramienta (Power BI) .....	118
2.6.	Proceso (ETL): Extracción, transformación y carga de datos .....	120
2.6.1.	Extracción de datos .....	121
2.6.2.	Transformación de datos .....	124
2.6.3.	Carga de datos .....	131
2.7.	Diseño de dashboards (versión Alpha) .....	133
2.7.1.	Sketch.....	133
2.7.2.	Objetos visuales seleccionados.....	134
2.7.3.	Marca EMAPA-I.....	135
2.7.4.	Grid System .....	137
2.7.5.	Desarrollo de la versión Alpha del producto mínimo viable .....	139
2.7.6.	Publicación del producto mínimo viable versión Alfa .....	147
2.7.7.	Resultado del producto mínimo viable.....	148
2.8.	Diseño de dashboards (versión Beta) .....	158
2.8.1.	Publicación del producto mínimo viable versión Beta .....	171
3.	CAPÍTULO 3 (Resultados).....	173
3.1.	Evaluación de los resultados alcanzados .....	173

<b>3.2. Tabulación de Resultados .....</b>	<b>174</b>
<b>3.2.1. Sección 1: Datos personales del encuestado.....</b>	<b>174</b>
<b>3.2.2. Sección 2: Proceso de análisis y representación visual de los datos de     indicadores de eficiencia y Agua No Contabilizada.....</b>	<b>176</b>
<b>3.2.3. Sección 3: Valoración de cumplimiento de la Solución BI.....</b>	<b>183</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>213</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>215</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>216</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>217</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>221</b>
<b>Anexo A. Hojas de cálculo de Microsoft Excel con información sobre Indicadores de     Eficiencia y Agua No Contabilizada .....</b>	<b>221</b>
<b>Anexo B. Evidencia entrevista para obtención de requisitos .....</b>	<b>222</b>
<b>Anexo C. Socialización de la Solución BI para la visualización y análisis de indicadores de     eficiencia y Agua No Contabilizada de EMAPA-I.....</b>	<b>222</b>
<b>Anexo D. Sondeo de Satisfacción PMV versión Alpha BI - Agua no contabilizada EMAPA-I</b>	<b>223</b>
<b>Anexo E. Resultados Sondeo de Satisfacción PMV versión Alpha BI - Agua no contabilizada     EMAPA-I .....</b>	<b>228</b>
<b>Anexo F. Encuesta: Solución BI para la visualización de datos de Dotación del servicio de     agua potable EMAPA-I .....</b>	<b>231</b>
<b>Anexo G. Resultados de la encuesta: Solución BI para la visualización de datos de Dotación     del servicio de agua potable EMAPA-I .....</b>	<b>240</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Árbol de Problemas .....	23
<b>Figura 2.</b>	Flujo del proyecto.....	26
<b>Figura 3.</b>	Fases de la metodología SLR .....	27
<b>Figura 4.</b>	Diagrama de la Metodología .....	28
<b>Figura 5.</b>	Pasos Metodología SLR .....	32
<b>Figura 6.</b>	Cadena de búsqueda en español.....	36
<b>Figura 7.</b>	Cadena de búsqueda en inglés .....	36
<b>Figura 8.</b>	Herramienta WEAP.....	46
<b>Figura 9.</b>	Herramienta EPANET.....	47
<b>Figura 10.</b>	Herramienta WaterWatch.....	48
<b>Figura 11.</b>	Herramienta Xylem.....	49
<b>Figura 12.</b>	Flujo de trabajo en el entorno de Business Intelligence.....	50
<b>Figura 13.</b>	Posicionamiento en el Cuadrante Mágico de las plataformas de BI.....	53
<b>Figura 14.</b>	Metodología Kimball.....	60
<b>Figura 15.</b>	Fases Metodología Kimball .....	61
<b>Figura 16.</b>	Principios Gestalt .....	63
<b>Figura 17.</b>	Valores Manifiesto Ágil .....	73
<b>Figura 18.</b>	Principios del manifiesto ágil .....	75
<b>Figura 19.</b>	Metodologías Ágiles .....	76
<b>Figura 20.</b>	Diagrama del proceso de investigación .....	77
<b>Figura 21.</b>	Combinación del marco de trabajo Scrum con el modelo de desarrollo propuesto por Kimball.	78
<b>Figura 22.</b>	Metodología Scrum .....	79
<b>Figura 23.</b>	Método de priorización de Ralph Kimball .....	85
<b>Figura 24.</b>	Historia de Usuario HUBIE-001 .....	87
<b>Figura 25.</b>	Historia de Usuario HUBIE-002 .....	87
<b>Figura 26.</b>	Historia de Usuario HUBIE-003 .....	88
<b>Figura 27.</b>	Historia de Usuario HUBIE-004 .....	88
<b>Figura 28.</b>	Historia de Usuario HUBIE-005 .....	89
<b>Figura 29.</b>	Historia de Usuario HUBIE-006 .....	89

<b>Figura 30.</b>	Historia de Usuario HUBIE-007 .....	90
<b>Figura 31.</b>	Historia de Usuario HUBIE-008 .....	90
<b>Figura 32.</b>	Historia de Usuario HUBIE-009 .....	91
<b>Figura 33.</b>	Historia de Usuario HUBIE-010 .....	91
<b>Figura 34.</b>	Historia de Usuario HUBIE-011 .....	92
<b>Figura 35.</b>	Historia de Usuario HUBIE-012 .....	92
<b>Figura 36.</b>	Historia de Usuario HUBIE-013 .....	93
<b>Figura 37.</b>	Desarrollo de las actividades programadas en cada Sprint .....	98
<b>Figura 38.</b>	Distribución de tareas por Sprint.....	98
<b>Figura 39.</b>	Carpetas de datos originales por año .....	99
<b>Figura 40.</b>	Visualización de archivos distribuidos en múltiples libros de Excel .....	100
<b>Figura 41.</b>	Técnicas para la Limpieza de Datos .....	101
<b>Figura 42.</b>	Estado original de los datos .....	103
<b>Figura 43.</b>	Aplicación de fórmulas =ESPACIOS y =LIMPIAR .....	104
<b>Figura 44.</b>	Detección de datos duplicados .....	105
<b>Figura 45.</b>	Ejemplo de errores de ortografía .....	105
<b>Figura 46.</b>	Función Buscar y reemplazar.....	106
<b>Figura 47.</b>	Columnas con Coordenadas UTM .....	106
<b>Figura 48.</b>	Columnas con Coordenadas Geográficas .....	107
<b>Figura 49.</b>	Columna Fecha de Instalación Medidor .....	107
<b>Figura 50.</b>	Modelo Tabular .....	109
<b>Figura 51.</b>	Entorno de trabajo en Power BI Desktop .....	113
<b>Figura 52.</b>	Arquitectura funcional de la Plataforma .....	115
<b>Figura 53.</b>	Bus Matriz .....	116
<b>Figura 54.</b>	Modelo Lógico.....	117
<b>Figura 55.</b>	Modelo Físico.....	118
<b>Figura 56.</b>	Pantalla inicial de Power BI Desktop .....	120
<b>Figura 57.</b>	Proceso ETL .....	121
<b>Figura 58.</b>	Archivos en la carpeta bolsillo .....	122
<b>Figura 59.</b>	Conexión a la carpeta bolsillo .....	123
<b>Figura 60.</b>	Selección de tablas para extraer los datos .....	124
<b>Figura 61.</b>	Transformación y preparación de datos con Power Query .....	125

<b>Figura 62.</b>	Medida Agua Suministrada .....	126
<b>Figura 63.</b>	Medida Agua No Registrada .....	127
<b>Figura 64.</b>	Medida Agua Consumida.....	127
<b>Figura 65.</b>	Medida Población Abastecida.....	127
<b>Figura 66.</b>	Medida Estado Alcantarillado .....	127
<b>Figura 67.</b>	Medida Litros/Habitante/Día.....	127
<b>Figura 68.</b>	Porcentaje Total de Medidores.....	128
<b>Figura 69.</b>	Campos Calculados.....	128
<b>Figura 70.</b>	Medida Porcentaje IANC.....	128
<b>Figura 71.</b>	Medidas Balance Hídrico .....	129
<b>Figura 72.</b>	Medida Porcentaje Consumo Autorizado Facturado .....	129
<b>Figura 73.</b>	Medida Consumo Autorizado Facturado en L/s .....	129
<b>Figura 74.</b>	Medidas para KPIs .....	130
<b>Figura 75.</b>	Medida KPI IANC Semáforo.....	130
<b>Figura 76.</b>	Medida KPI IANC Objetivo.....	131
<b>Figura 77.</b>	Carga de Datos .....	131
<b>Figura 78.</b>	Data Warehouse cargado en Power BI.....	132
<b>Figura 79.</b>	Sketch con pocos detalles.....	133
<b>Figura 80.</b>	Logo de EMAPA-I .....	135
<b>Figura 81.</b>	Variación Cromática EMAPA-I.....	136
<b>Figura 82.</b>	Paleta de Colores .....	136
<b>Figura 83.</b>	Plantilla Grid System .....	138
<b>Figura 84.</b>	Plantilla aplicando el Grid System.....	138
<b>Figura 85.</b>	Dashboard Página Inicio .....	141
<b>Figura 86.</b>	Dashboard Reporte Indicadores .....	141
<b>Figura 87.</b>	Dashboard Reporte Indicadores 2.....	142
<b>Figura 88.</b>	Dashboard Reporte Indicadores 3.....	142
<b>Figura 89.</b>	Dashboard Reporte Indicadores 4.....	143
<b>Figura 90.</b>	Dashboard Gráficas de evaluación Sistemas .....	143
<b>Figura 91.</b>	Dashboard Gráficas de evaluación Sistemas 2.....	144
<b>Figura 92.</b>	Dashboard Estrategia .....	144
<b>Figura 93.</b>	Dashboard Clasificación de Medidores.....	145

<b>Figura 94.</b>	Dashboard Distribución de Medidores .....	145
<b>Figura 95.</b>	Dashboard Medidores 0 y < 10 m3 .....	146
<b>Figura 96.</b>	Dashboard Balance Hídrico .....	146
<b>Figura 97.</b>	Despliegue Solución BI versión Alpha .....	147
<b>Figura 98.</b>	Vínculo y Código QR versión Alpha.....	148
<b>Figura 99.</b>	Pregunta 1: Edad .....	149
<b>Figura 100.</b>	Pregunta 2: Sexo.....	149
<b>Figura 101.</b>	Pregunta 3: Formación de Grado.....	150
<b>Figura 102.</b>	Pregunta 4: Relación con el Proyecto .....	150
<b>Figura 103.</b>	Pregunta 5: Nivel de cumplimiento de requerimientos.....	151
<b>Figura 104.</b>	Pregunta 6: Nivel de satisfacción versión Alpha.....	153
<b>Figura 105.</b>	Pregunta 7: Nivel de satisfacción variables relacionadas .....	155
<b>Figura 106.</b>	Net Promoter Score .....	157
<b>Figura 107.</b>	Pregunta 8: Calificación versión Alpha .....	157
<b>Figura 108.</b>	Ajustes en tamaño y color de letra .....	158
<b>Figura 109.</b>	Modificaciones en Tarjetas KPI .....	159
<b>Figura 110.</b>	Incorporación de Información Vertientes .....	159
<b>Figura 111.</b>	Aumento de íconos en filtros y tarjetas.....	160
<b>Figura 112.</b>	Corrección de Coordenadas Geográficas.....	160
<b>Figura 113.</b>	Modificaciones en Dashboard Balance Hídrico .....	161
<b>Figura 114.</b>	Leyes de Gestalt aplicados en la solución BI .....	163
<b>Figura 115.</b>	Dashboard Mejorado Página Inicio.....	164
<b>Figura 116.</b>	Dashboard mejorado Reporte de Indicadores 1.....	164
<b>Figura 117.</b>	Dashboard mejorado Reporte de Indicadores 2.....	165
<b>Figura 118.</b>	Dashboard mejorado Reporte de Indicadores 3.....	165
<b>Figura 119.</b>	Dashboard mejorado Reporte de Indicadores 4.....	166
<b>Figura 120.</b>	Dashboard mejorado Gráficas Sistemas .....	166
<b>Figura 121.</b>	Dashboard mejorado Gráficas Sistemas 2 .....	167
<b>Figura 122.</b>	Dashboard mejorado Estrategia.....	167
<b>Figura 123.</b>	Dashboard mejorado Clasificación de Medidores .....	168
<b>Figura 124.</b>	Dashboard Distribución de Medidores .....	168
<b>Figura 125.</b>	Dashboard Medidores 0 y < 10 m3 .....	169

<b>Figura 126.</b>	Dashboard mejorado Evolución Indicadores .....	169
<b>Figura 127.</b>	Dashboard mejorado Evolución Indicadores 2 .....	170
<b>Figura 128.</b>	Dashboard mejorado Balance Hídrico .....	170
<b>Figura 129.</b>	Publicación Solución BI versión Beta .....	171
<b>Figura 130.</b>	Despliegue Solución BI versión Beta .....	172
<b>Figura 131.</b>	Vínculo y Código QR versión Alpha.....	172
<b>Figura 132.</b>	PD1. ¿Considera usted, que se han presentado problemas relacionados al proceso de visualización y análisis de datos indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable?	176
<b>Figura 133.</b>	PD2. ¿Considera usted, que se han presentado inconsistencias o confusión al momento de realizar un análisis de datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable?	177
<b>Figura 134.</b>	PD3. ¿Considera usted, que los datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable podrían ser representados de tal manera, que generen mayor valor y una mejor visualización de los mismos?.....	179
<b>Figura 135.</b>	PD4. ¿Cree usted, que es necesario aplicar herramientas tecnológicas en el proceso de análisis, interpretación y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable?.....	180
<b>Figura 136.</b>	PD5. ¿Considera usted, útil implementar una solución de BI sobre los datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, para poder mejorar la toma de decisiones de los investigadores del área de gestión del agua? .....	181
<b>Figura 137.</b>	PD6. ¿Considera usted, útil que la solución de BI de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del agua potable se encuentre disponible en la web y en dispositivos móviles?	182
<b>Figura 138.</b>	PD7. ¿Estaría usted, dispuesto a usar una solución de BI que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable? .....	183
<b>Figura 139.</b>	HU1. Página con reporte de indicadores base de agua potable .....	184
<b>Figura 140.</b>	HU2. Página con gráficas de evaluación por sistemas y subsistemas .....	185
<b>Figura 141.</b>	HU3. Página con estrategia para recuperación de pérdidas comerciales .....	186
<b>Figura 142.</b>	HU4. Página con composición del parque de medidores (clasificación, años, distribución por parroquias).....	187
<b>Figura 143.</b>	HU5. Página con medidores instalados con consumos en 0 m3/anual y menores a 10 m3/anual	188

<b>Figura 144.</b>	HU6. Página con gráficas de comparaciones anuales y evolución de los indicadores base de agua	189
<b>Figura 145.</b>	HU7. Página con balances hídricos de los sistemas de agua potable	190
<b>Figura 146.</b>	HU8. Página o panel de inicio	191
<b>Figura 147.</b>	Resultado de análisis estadístico descriptivo PV1	193
<b>Figura 148.</b>	Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas	196
<b>Figura 149.</b>	Uso adecuado de los colores en la solución de BI	197
<b>Figura 150.</b>	Representación de botones e íconos en la solución de BI	198
<b>Figura 151.</b>	Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas	199
<b>Figura 152.</b>	Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI	200
<b>Figura 153.</b>	Presentación de informes en la solución de BI	201
<b>Figura 154.</b>	Resultado del análisis estadístico descriptivo PV2	202
<b>Figura 155.</b>	Fortalecimiento de la visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable	205
<b>Figura 156.</b>	Funcionalidad completa de la solución de BI	206
<b>Figura 157.</b>	Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos	207
<b>Figura 158.</b>	Generación de nuevo conocimiento	208
<b>Figura 159.</b>	Representación de toda la información en la solución de BI	209
<b>Figura 160.</b>	Resultado de análisis estadístico descriptivo PV3	210
<b>Figura 161.</b>	Puntuación NPS	212

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Preguntas de Investigación .....	33
<b>Tabla 2.</b>	Palabras Clave .....	35
<b>Tabla 3.</b>	Número total de artículos en los motores de búsqueda.....	37
<b>Tabla 4.</b>	Cantidad de artículos resultantes tras aplicar los filtros de inclusión y exclusión. ....	38
<b>Tabla 5.</b>	Títulos de artículos .....	39
<b>Tabla 6.</b>	Clasificación de la información .....	41
<b>Tabla 7.</b>	Estudio comparativo de plataformas de inteligencia de negocios .....	54
<b>Tabla 8.</b>	Comparación Metodologías DataWarehouse .....	58
<b>Tabla 9.</b>	Principios de Gestalt .....	64
<b>Tabla 10.</b>	Equipo de Trabajo .....	82
<b>Tabla 11.</b>	Método T-Shirt con la estimación de horas de trabajo asignadas por rango.....	84
<b>Tabla 12.</b>	Método de priorización de Kimball.....	86
<b>Tabla 13.</b>	Product Backlog.....	93
<b>Tabla 14.</b>	Desarrollo de Sprints.....	96
<b>Tabla 15.</b>	Cuadro comparativo de Licencias de Power BI.....	111
<b>Tabla 16.</b>	Rango de edad (Años).....	174
<b>Tabla 17.</b>	Sexo.....	174
<b>Tabla 18.</b>	Formación de grado .....	175
<b>Tabla 19.</b>	Relación con el proyecto .....	175
<b>Tabla 20.</b>	Cambio de Variables .....	193

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar una solución de Business Intelligence (BI) para fortalecer la visualización y el análisis de indicadores de eficiencia y dotación de agua potable en la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA-I). Para llevar a cabo esta propuesta, se desarrolló un marco conceptual enfocado en las tecnologías utilizadas para la visualización de datos. Además, se diseñó un Data Warehouse aplicando la metodología de modelado dimensional de Kimball y se construyeron dashboards interactivos basados en los principios de la teoría Gestalt, con el objetivo de mejorar la experiencia del usuario. La validación de la solución se realizó mediante un análisis estadístico descriptivo aplicado a encuestas, cuyos resultados reflejaron una alta aceptación por parte de los usuarios. En conclusión, esta propuesta evidencia que el uso de herramientas de Business Intelligence no solo permite una toma de decisiones más precisa y fundamentada en datos, sino que también promueve una gestión más eficiente y transparente del servicio de agua potable.

**Palabras clave:** Indicadores de eficiencia, Análisis, Business Intelligence, Scrum, Kimball, SLR, Microsoft Power BI

## **ASBTRACT**

The objective of this work was to develop a Business Intelligence (BI) solution to strengthen the visualization and analysis of drinking water efficiency and supply indicators at the Ibarra Municipal Water and Sewerage Company (EMAPA-I). To carry out this proposal, a conceptual framework focused on the technologies used for data visualization was developed. In addition, a data warehouse was designed using Kimball's dimensional modeling methodology, and interactive dashboards were built based on the principles of Gestalt theory, with the aim of improving the user experience. The solution was validated through descriptive statistical analysis applied to surveys, the results of which reflected high user acceptance. In conclusion, this proposal demonstrates that the use of Business Intelligence tools not only enables more accurate and data-driven decision-making but also promotes more efficient and transparent management of the drinking water service.

**Keywords:** Efficiency indicators, Analysis, Business Intelligence, Scrum, Kimball, SLR, Microsoft Power BI

## INTRODUCCIÓN

### Planteamiento del problema

El suministro adecuado y seguro de agua es fundamental para garantizar la vida y el bienestar de todas las personas y se puede mencionar que es crucial que todos tengan acceso a un abastecimiento de agua suficiente, seguro y accesible. El mejorar el acceso al agua potable puede tener impactos tangibles en la salud de las personas por lo que es imperativo realizar todos los esfuerzos necesarios para asegurar que el agua destinada al consumo humano sea lo más segura posible (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Enfrentarse al cambio climático, la creciente escasez de agua, el aumento de la población, los cambios demográficos y la urbanización representa un desafío significativo para los sistemas de suministro de agua. Actualmente, más de 2.300 millones de personas residen en países donde la escasez de agua es una realidad, una situación que probablemente se intensificará en determinadas regiones debido al impacto del cambio climático y el crecimiento demográfico. (OMS, 2022)

A nivel del país la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME), dentro de su estándar tiene adscrito más de 221 municipios o GAD del Ecuador (INEC, 2023), en los cuales no existe un sistema nacional de registro de datos de agua potable, por lo que cada GAD dispone de sistemas internos para la gestión de sus datos, lo que limita poder analizar de manera adecuada el suministro de agua y los reportes de indicadores base de agua potable.

La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA-I), cuenta con el Departamento de Agua no contabilizada y según una indagación de campo mediante una entrevista en remoto, el equipo de docentes investigadores de la Universidad Técnica del Norte con la presencia de especialistas en una entrevista en remoto, manifestaron que la

visualización de los datos se gestiona actualmente en un sistema integrado informático dentro del módulo de comercialización y el submódulo catastro.

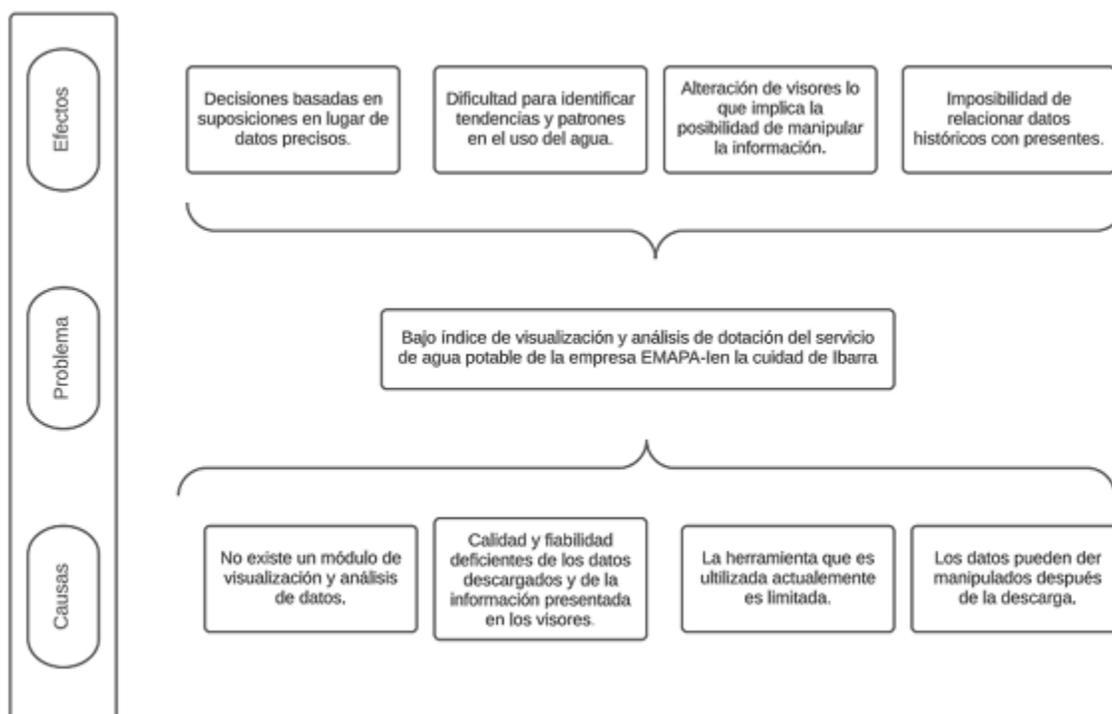
Los mecanismos actuales para visualizar la dotación del servicio de agua potable en la ciudad de Ibarra son limitados, ya que no incorporan indicadores clave de desempeño (KPI) ni objetivos y resultados clave (OKR) que permitan evaluar de forma precisa su eficiencia y efectividad.

La información generada por el sistema informático se presenta en un reporte de datos plano, el mismo que se descarga en un formato tabular dentro de una hoja de cálculo (Excel), la fuente de datos está expuesta a muchas variables que pueden generar fallos en el análisis de la información como: errores en la data, duplicidad de registros, riesgos en la pérdida total o parcial de datos, inconsistencia en los valores, manipulación incorrecta de la data, incluso puede haber un fallo en la apertura del archivo origen, lo que puede ocasionar que la data no cumpla el papel de ser utilizada como fuente para una toma de decisión por la EMAPA-I.

Además, el proceso actual del sistema informático, que no cuenta con reportes visuales, herramientas para toma de decisiones basada en métricas, además no controla la duplicidad de los datos, así como la pérdida de los mismos, no muestra indicadores claves, no dispone de generadores de informes visuales, por lo cual no se puede relacionar datos históricos con datos presentes, esto evidencia que no existe un archivo/historial de reportes y la información no puede ser aprovechada en su totalidad.

La Figura 1 muestra el árbol de problemas relacionado con esta investigación, el cual permite visualizar de manera estructurada los problemas detectados y cómo se relacionan entre sí.

**Figura 1.**  
*Árbol de Problemas*



Fuente: Propia

## Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar una solución de Business Intelligence (BI) para fortalecer la visualización y análisis de indicadores de dotación agua y de consumo hídrico doméstico de la Empresa EMAPA-I en la ciudad de Ibarra.

### Objetivos específicos

- Elaborar un marco conceptual de soluciones tecnológicas para la visualización de indicadores hídricos de uso doméstico.
- Diseñar un Data Warehouse de la dotación del servicio de agua potable doméstico, con base en Kimball como metodología del modelo dimensional.

- Construir un conjunto de cinco informes de BI para visualizar los indicadores base de agua potable y análisis de la distribución de agua no contabilizada, basado en los principios Gestalt del diseño de interfaces de usuario (UI).
- Validar los resultados de la investigación propuesta mediante una prueba estadística para interpretar la relación entre dos variables de estudio.

### **Alcance**

Esta tesis tiene como propósito analizar la relación entre los indicadores vinculados al agua y el consumo hídrico doméstico, mediante la aplicación de técnicas de análisis de datos, en particular, herramientas de Business Intelligence (BI). El estudio se centrará en examinar diversos indicadores asociados al servicio de agua, tales como calidad del recurso, cobertura de agua potable y alcantarillado, consumo, micro medición, disponibilidad, eficiencia en el suministro, continuidad del servicio, entre otros.

Se tomarán los datos proporcionados por la empresa EMAPA-I, los cuales serán desde el año 2019, lo que permitirá tener una perspectiva completa y actualizada de la situación. Estos datos serán sometidos a un proceso de limpieza y preparación para su análisis. Posteriormente, se utilizarán técnicas de BI en la transformación mediante DAX y M para realizar un análisis exploratorio de los datos, identificar patrones, tendencias, así como generar perspectivas sobre la relación entre los indicadores de agua y el consumo hídrico doméstico (EMAPA-I, 2023).

Además, se construirá un conjunto de cinco informes de BI donde se aplicarán técnicas de visualización de datos para presentar los resultados de manera clara y comprensible enfocado en la narrativa persuasiva de los datos. Esto permitirá a los responsables de la toma

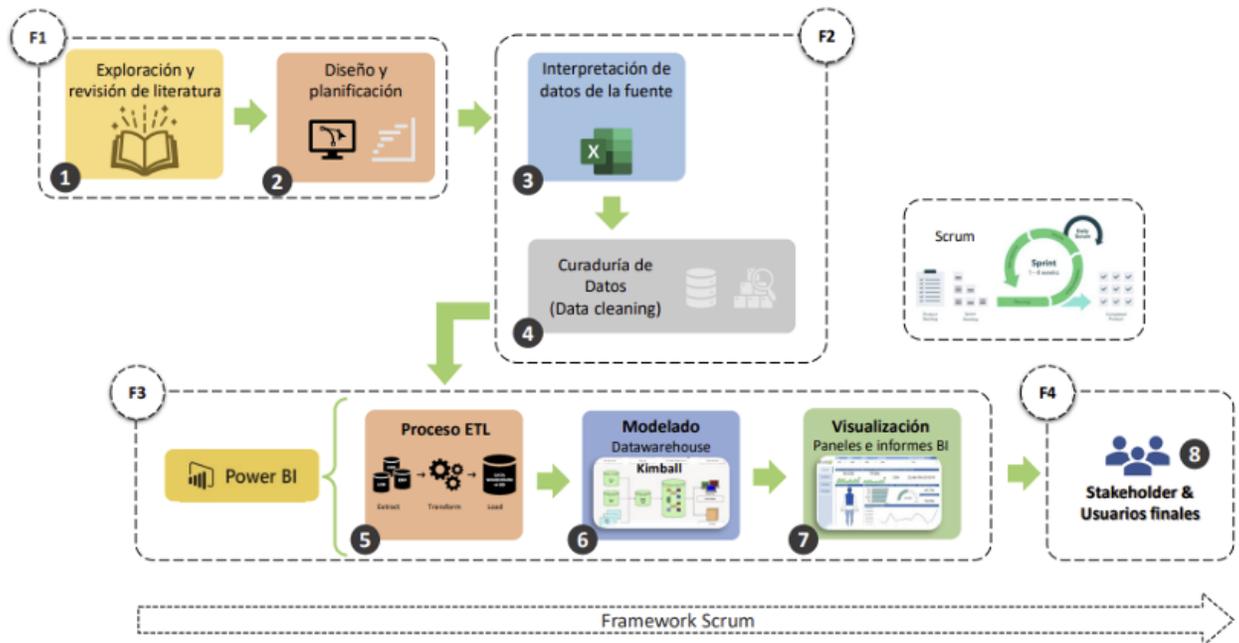
de decisiones en el ámbito de la gestión del agua y a los consumidores domésticos comprender mejor los factores que influyen en el consumo hídrico y adoptar medidas para su reducción y concientización de uso responsable del agua.

La importancia de esta investigación se fundamenta en el contexto actual, caracterizado por una creciente preocupación por la gestión sostenible del recurso hídrico y la urgencia de optimizar su consumo. Los hallazgos obtenidos aportarán al conocimiento científico en el ámbito de la gestión del agua y podrán constituirse en una base sólida para la formulación de políticas públicas y estrategias orientadas al uso eficiente y responsable del recurso.

Además, se ocupará un marco de trabajo de Scrum para la gestión del desarrollo del proyecto y Kimball como metodología del modelo dimensional de BI. Esta metodología híbrida se caracteriza por tener una estrategia de desarrollo de forma incremental, se basa en la calidad del producto resultante, su enfoque se basa en la flexibilidad y la adaptabilidad lo que permite tener una visibilidad del progreso conforme avanza el desarrollo del proyecto de BI. (Scrum Manager, 2016)

En la Figura 2, se presenta la metodología de investigación que se llevará a cabo mediante Kimball y Scrum

**Figura 2.**  
Flujo del proyecto



Fuente: Propia

## Metodología

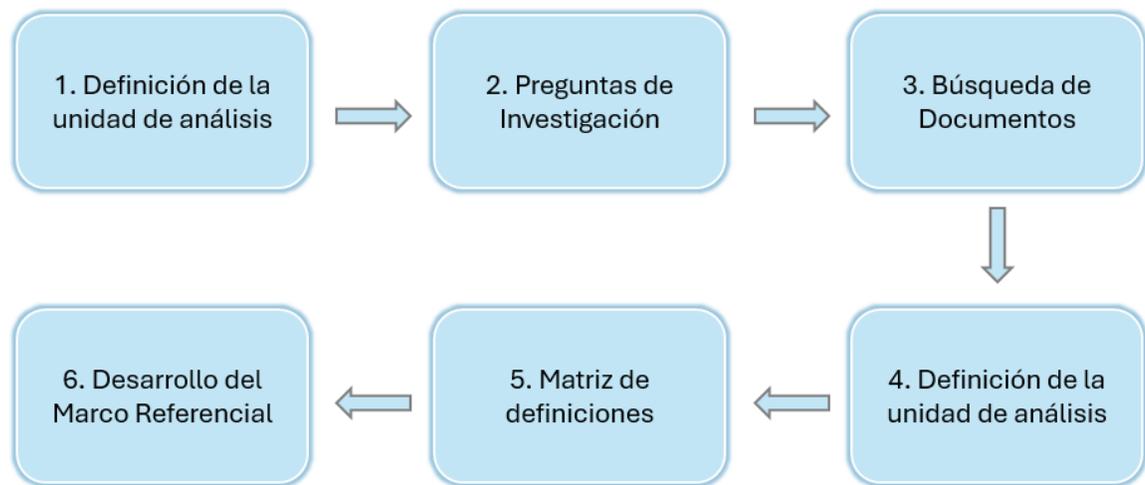
El presente proyecto se realizará mediante una investigación de tipo aplicada con un enfoque cualitativo y cuantitativo, que permita construir una solución BI, para ello se utilizará Kimball como metodología de BI y Scrum como marco de trabajo para toda la gestión del desarrollo del proyecto.

El objetivo es construir una solución de BI utilizando la metodología multidimensional de Ralph Kimball la cual mantiene un diseño ascendente, donde, como primera fase se crean los Data Marts de los eventos con relación a los proveedores de datos para posterior integrar en un Data Warehouse, de esta manera se proporcionan capacidades de análisis para procesos específicos y mejora en la toma de decisiones (Mendoza, 2022).

Para cumplir con el primer objetivo, se llevará a cabo una revisión bibliográfica académica y técnica relacionada con el uso de indicadores hídricos y soluciones de

visualización. Se realizará una búsqueda detallada en bases de datos, revistas científicas y otros recursos relevantes. La información obtenida se analizará y sintetizará para establecer un marco conceptual sólido. Se identificarán los conceptos clave, los enfoques utilizados en otros estudios o proyectos similares, y las mejores prácticas en visualización de indicadores hídricos. Esta revisión bibliográfica servirá como base teórica para el desarrollo de la tesis como se evidencia en la Figura 3.

**Figura 3.**  
*Fases de la metodología SLR*



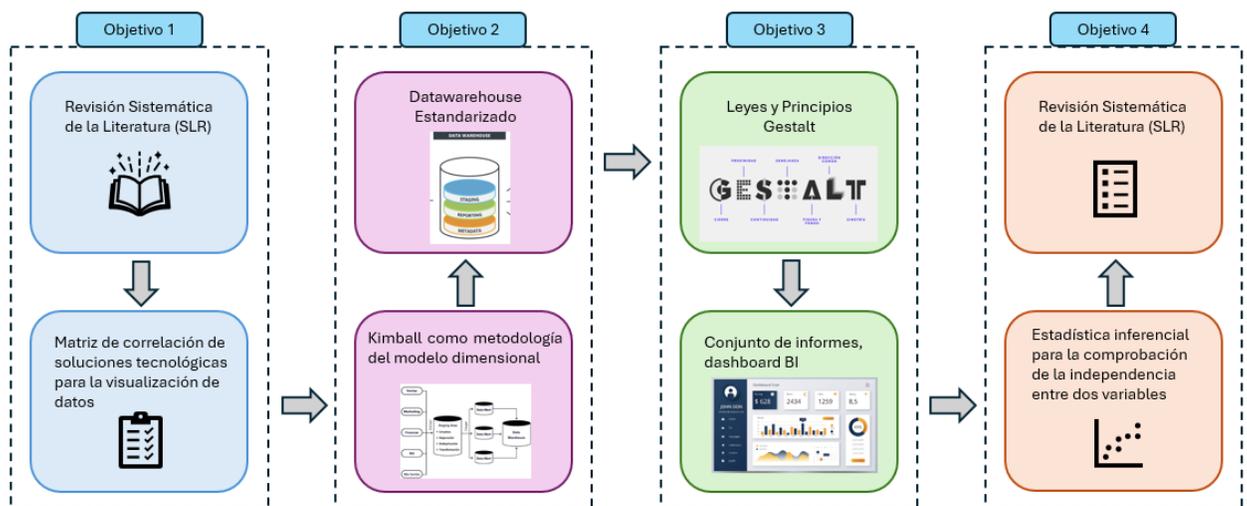
Fuente: Propia

En el segundo objetivo se utilizará la metodología Kimball para el diseño del Data Warehouse. Se identificarán las dimensiones relevantes relacionadas con los indicadores de agua y el consumo hídrico doméstico. Además, se definirán las medidas y atributos necesarios para el análisis de los datos. Para gestionar el desarrollo del Data Warehouse, se aplicará la metodología ágil Scrum. El trabajo se dividirá en iteraciones cortas y entregables incrementales, lo que permitirá una implementación más eficiente y flexible. A través de este enfoque, se asegurará la adaptabilidad a los cambios y se mantendrá una comunicación constante con el equipo de trabajo.

Dentro del tercer objetivo, se construirá un conjunto de cinco informes de BI con paneles y objetos de visualización aplicando principios del diseño de interfaces de usuario, donde se tomará como referencia los principios de similitud, proximidad y continuidad de las leyes de Gestalt del diseño UI, que se realizará mediante los componentes de Microsoft Power View, que permitan visualizar y comunicar los hallazgos del análisis de datos relacionados con los indicadores de agua y el consumo hídrico doméstico (Busquets, 2019).

Para cumplir con el cuarto objetivo, se llevará a cabo una validación y verificación de la información presentada en los informes, paneles y objetos de visualización de la solución de BI. Esto se realizará mediante el uso de un instrumento de investigación tipo encuesta y estudios descriptivos, los cuales se utilizarán para recopilar la experiencia de visualización, análisis e interpretación de datos que ofrece la plataforma de BI a los investigadores. Además, se aplicará una prueba estadística que permitirá examinar la relación existente entre dos variables de estudio. (Hernández-Sampieri, 2018). Todo el proceso metodológico del proyecto se puede observar en la Figura 4.

**Figura 4.**  
*Diagrama de la Metodología*



Fuente: Propia

## **Justificación**

El acceso a agua potable y saneamiento básico es un derecho humano fundamental y un objetivo global prioritario establecido por el ODS N° 6 donde menciona: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”. Sin embargo, el uso y consumo ineficiente del agua en el ámbito doméstico representa un desafío significativo para lograr este objetivo. (Naciones Unidas, 2023)

“una de cada tres personas no tiene acceso a agua potable salubre, dos de cada cinco personas no disponen de una instalación básica destinada a lavarse las manos” (Organización Mundial de la Salud, 2019)

Con base en lo descrito se fundamenta la importancia de intentar dar soluciones efectivas para el ODS N° 6, soluciones que se darán a través del análisis de los indicadores base de agua y el consumo hídrico doméstico de EMAPA-I, con esto estaremos promoviendo un desarrollo sostenible dentro de la ciudad de Ibarra, así como, contribuyendo para lograr cumplir los ODS decretados por las Naciones Unidas.

Asimismo, esta investigación tiene como propósito plantear soluciones tecnológicas e innovadoras que permitan optimizar la gestión de los recursos hídricos, fomentando tanto la eficiencia en su uso como su conservación dentro del entorno doméstico.

Dentro del Plan Nacional Creando Oportunidades 2021-2025, el presente trabajo permitirá mejorar la gestión del agua y promover el desarrollo sostenible, brindando así solución al objetivo N° 13: “Promover la gestión integral de los recursos hídricos”. La tesis busca mejorar la gestión del agua y analizar la incidencia en el consumo hídrico doméstico de la Empresa EMAPA-I. Al utilizar Business Intelligence para la visualización de indicadores base de agua y el análisis de consumo, se contribuye directamente a promover una gestión integral y

sostenible de los recursos hídricos, en línea con los objetivos establecidos en el plan nacional. (Secretaría Nacional de Planificación, 2021)

### **Justificación Tecnológica.**

La justificación tecnológica de esta investigación se fundamenta en la aplicación de herramientas de Business Intelligence (BI) para el análisis de los indicadores relacionados con el agua y su incidencia en el consumo doméstico. Estas tecnologías permiten procesar grandes cantidades de datos y obtener información valiosa, brindando una base sólida para la toma de decisiones fundamentadas. Además, facilitan la presentación de resultados a distintos actores involucrados y promueven una gestión del recurso hídrico más eficiente y sostenible.

### **Justificación Ambiental.**

La justificación ambiental de esta investigación se basa en la importancia de comprender cómo los indicadores de agua inciden en el consumo doméstico, utilizando herramientas de Business Intelligence (BI). En un escenario global marcado por la escasez del recurso hídrico y el impacto del cambio climático, resulta esencial disponer de información clara y actualizada que permita analizar patrones de consumo, identificar tendencias y tomar decisiones orientadas a una gestión más sostenible. A través del uso de modelos analíticos y técnicas predictivas, es posible detectar oportunidades de ahorro y eficiencia en el uso del agua dentro del entorno doméstico, promoviendo una mayor conciencia ambiental y contribuyendo a la conservación de este recurso fundamental para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

### **Justificación económica.**

El proyecto permitirá numerables beneficios para la comunidad, así como mejoras para la empresa EMAPA-I ya que le permitirá invertir en más proyectos sociales gracias a la mejora

en la gestión del consumo hídrico. Esto genera beneficios para la comunidad, como una mejor calidad de vida, y al mismo tiempo mejora la imagen y el posicionamiento de la empresa en el mercado. Al enfocarse en proyectos sociales y mejorar la eficiencia en la asignación de recursos, EMAPA-I puede lograr un impacto positivo tanto económico como social en la comunidad a la que sirve.

# 1. CAPÍTULO 1 (Marco Teórico)

## 1.1. Revisión de la Literatura (SLR)

Según lo menciona (Natanael & Rosmansyah, 2020), la metodología denominada SLR que por sus siglas en inglés significa Systematic Literature Review, es un método de búsqueda y selección de literatura que sirve como base para responder preguntas de investigación específicas, esta técnica aplica una serie de pasos tales como: selección de estudios, extracción y síntesis de datos.

Podemos tener una mejor idea de este proceso en la Figura 1.

**Figura 5.**  
*Pasos Metodología SLR*



Fuente: Propia

### 1.1.1. Unidad de Análisis

Proporcionar una solución BI para obtener una vista organizada y completa de indicadores de eficiencia específicos en la dotación del agua facilitando la toma de decisiones informada y conformar un registro histórico unificado.

### 1.1.2. Preguntas de investigación

En la Tabla 1 que se muestra a continuación se da a conocer las preguntas de investigación que se contemplan dentro del proceso de revisión del tema de estudio:

**Tabla 1.**  
*Preguntas de Investigación*

N°	Preguntas de Investigación	Motivación
P01	¿Cuáles son los principales indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable?	Reconocer los indicadores clave resulta esencial para evaluar con precisión el desempeño del servicio de agua potable, ya que facilita la identificación de áreas prioritarias que requieren atención. Este enfoque permite orientar esfuerzos hacia la implementación de soluciones eficaces que contribuyan a optimizar los procesos relacionados con la dotación del recurso hídrico.
P02	¿Cómo afecta la falta de análisis eficiente de datos en la toma de decisiones en la dotación del servicio de agua potable?	Examinar las consecuencias de un análisis de datos poco eficiente permite sustentar la importancia de incorporar herramientas avanzadas como Business Intelligence, ya que la falta de estas soluciones puede limitar significativamente la toma de decisiones estratégicas y afectar la gestión efectiva del servicio.

---

P03	¿Qué metodologías han sido aplicadas en la realización de una solución de BI para la visualización de indicadores de eficiencia?	Comprender las metodologías aplicadas en soluciones de Business Intelligence facilita la adopción de enfoques validados, que pueden ajustarse a las particularidades de la gestión del agua potable, minimizando riesgos y favoreciendo un uso más eficiente de los recursos.
P04	¿Por qué es importante la aplicación de técnicas de BI para la visualización de datos y la toma de decisiones?	Evaluar el valor del Business Intelligence ayuda a entender por qué es tan necesario implementarlo: convierte datos complejos en información clara y útil, lo que permite tomar decisiones con mayor seguridad y mejorar la eficiencia en el trabajo diario.
P05	¿Cómo las leyes de Gestalt resaltan en la construcción de los informes?	Analizar cómo las leyes de Gestalt influyen en el diseño de informes permite crear presentaciones visuales que son claras y fáciles de entender, lo que facilita que los usuarios finales capten mejor la información y la usen de forma efectiva.

---

Fuente: Propia

### **1.1.3. Palabras clave**

Estás pueden ser una palabra o un conjunto de palabras que dan un contexto sobre una investigación, un artículo o un tema en específico, se usan para encontrar información precisa sobre un tema.

Dentro de una investigación las palabras clave nos ayudan a localizar de manera rápida estudios de interés en bases de datos académicos, en la Tabla 2 se mencionan las palabras clave de esta investigación.

**Tabla 2.**  
*Palabras Clave*

Palabras clave	Términos similares	Términos en inglés
Indicadores de eficiencia de agua	Indicadores de gestión del agua, Indicadores de eficiencia hídrica	<i>water efficiency indicators, water management indicators</i>
Análisis	evaluación, estudio, examen	<i>analysis, assessment, evaluation</i>
Dotación	suministro, provisión, distribución	<i>provision, supply, distribution</i>
Datos	información, registros	<i>data, information, records</i>
Toma de decisiones	elección, selección de alternativas	<i>decision process, selection of alternatives</i>
Metodología	método, procedimiento	<i>Methodology, method, procedure</i>
Visualización	Inteligencia de negocios, representación, interpretar	<i>business intelligence, BI, visualization, interpret</i>

Leyes de Gestalt	Principios de Gestalt	<i>Gestalt Laws, Gestalt principles</i>
------------------	-----------------------	---

Fuente: Propia

#### 1.1.4. Cadena de búsqueda

Según (Lluís Codina, 2020) una cadena de búsqueda es una combinación estructurada de palabras clave, operadores booleanos y filtros diseñada para optimizar la localización de información específica en bases de datos académicas y motores de búsqueda, permitiendo obtener resultados más precisos y relevantes dentro de una investigación.

La cadena que se empleó se puede observar en la Figura 6 y Figura 7.

#### Figura 6.

*Cadena de búsqueda en español*

*((Inteligencia empresarial)) Y ((análisis de datos) O (visualización de datos)) Y ((indicadores de eficiencia hídrica) O (gestión del agua))*

*Fuente: propia*

#### Figura 7.

*Cadena de búsqueda en inglés*

*((Business intelligence)) AND ((data analysis) OR (data visualization)) AND ((water efficiency indicators) OR (water management))*

*Fuente: propia*

#### 1.1.5. Búsqueda de artículos

Después de haber formulado las preguntas de investigación (Research Questions) y haber definido la cadena de búsqueda, se da uso de la cadena en las distintas bases bibliográficas propuestas como: IEEE Xplore, Springer, Science Direct y Google Académico.

### 1.1.6. Resultados de la búsqueda

Una vez utilizada la cadena de búsqueda en los repositorios mencionados anteriormente, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3.**  
*Número total de artículos en los motores de búsqueda*

<b>Motores de Búsqueda Científica</b>	<b>Cantidad</b>
IEEE Xplore	93
Science Direct	1.326
PubMed	25
Google Académico	126.000
<b>TOTAL</b>	<b>127.444</b>

Fuente: Propia

### 1.1.7. Criterios de selección de artículos

En el proceso de selección de artículos, se aplican varios filtros (de inclusión y exclusión) que nos permiten evaluar y simplificar las investigaciones encontradas según las necesidades específicas. A continuación, se describen las distintas fases (filtros) utilizadas:

- **Fase 1:** Aplicación de la cadena de búsqueda definida.

- **Fase 2:** Filtración de publicaciones dentro de un rango de cinco años, es decir, desde 2020 hasta lo que va del 2025.
- **Fase 3:** Dependiendo del repositorio de búsqueda, se aplicaron filtros relacionados con el idioma, tipo de artículo, áreas temáticas, disciplina y subdisciplina.
- **Fase 4:** Después de aplicar los filtros anteriores, se revisaron los artículos resultantes que incluían las palabras clave de la cadena de búsqueda, realizando una lectura detallada de aquellos que aportaban información relevante al tema de estudio.

Los resultados obtenidos al aplicar cada filtro se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4.**

*Cantidad de artículos resultantes tras aplicar los filtros de inclusión y exclusión.*

<b>Bases bibliográficas</b>	<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>	<b>Fase 3</b>	<b>Fase 4</b>
IEEE Xplore	93	67	17	6
Science Direct	1.326	691	68	4
PubMed	25	18	15	3
Google Académico	126.000	719	41	8
<b>TOTAL</b>	<b>127.444</b>	<b>1.495</b>	<b>141</b>	<b>21</b>

Fuente: Propia

#### **1.1.8. Obtención de datos**

Después de aplicar varios filtros, se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla

5.

**Tabla 5.**  
*Títulos de artículos*

Código	Título
AC1	Using a Business Intelligence Dashboard for Sustainable Monitoring of Urban Water Security
AC2	Research on an Internet of Things-based Smart Urban Water Management System
AC3	A FIWARE-based IoT Framework for Smart Water Distribution Management
AC4	Business Intelligence in Sports Retail: Application of Data Mining
AC5	A Cloud-based Foundational Infrastructure for Water Management Ecosystem
AC6	Precision Fish Farming to Mitigate Pond Water Quality Using IoT
AC7	Leveraging digital solutions for enhanced sustainability management in production systems: a case study in Baden-Württemberg
AC8	A systematic literature review of supply chain decision making supported by the Internet of Things and Big Data Analytics
AC9	Indicators of water use efficiency across diverse agroecosystems and spatiotemporal scales
AC10	Water Quality Prediction Based on SSA-MIC-SMBO-ESN.

---

AC11	Data-driven evolution of water quality models: An in-depth investigation of innovative outlier detection approaches-A case study of Irish Water Quality Index (IEWQI) model.
AC12	Identificación de indicadores de gestión para la medición de la eficiencia energética en Colombia: una revisión sistemática
AC13	El efecto de las leyes Gestalt de la organización perceptiva en la comprensión de gráficos de barras y líneas de tres variables.
AC14	Aplicación de Business Intelligence en las empresas de Cotopaxi: herramientas y metodologías
AC15	Dashboards en SAP Business Intelligence para la Toma de Decisiones en la Industria Automotriz: Una Revisión Sistemática
AC16	Aplicación de técnicas de inteligencia de negocios y análisis de datos en el entorno empresarial cubano: retos y perspectivas
AC17	Implementación de inteligencia de negocios con uso de la herramienta extracción, transformación y carga en las organizaciones para la toma de decisiones: una revisión sistemática
AC18	Análisis de datos en la gestión de proyectos de la administración pública: una revisión de la evolución del análisis de datos aplicados a proyectos en la administración pública y diseño de una herramienta para el seguimiento y trazabilidad de la atención a la ciudadanía
AC19	Herramientas estadísticas avanzadas para el análisis de datos en investigaciones cuantitativas: Una revisión sistemática

---

AC20	Data Warehouse para medir la satisfacción académica en universidades por medio de indicadores. Una revisión sistemática de la literatura
AC21	Revisión sistemática de la metodología SCRUM para el desarrollo de Software

Fuente: Propia

### 1.1.9. Matriz de conceptos

Luego de examinar la información de los artículos seleccionados, se diseñó una matriz que sintetiza los aspectos clave relacionados con el tema de estudio. El resultado obtenido se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6.**  
*Clasificación de la información*

<b>Título</b>	<b>Indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable</b>	<b>Business Intelligence (BI) como herramienta para la visualización de datos</b>	<b>Herramienta Microsoft Power BI</b>	<b>Data Warehouse (DTW)</b>	<b>Leyes y principios de Gestalt para el diseño de UI</b>	<b>Metodología ágil de desarrollo - Scrum</b>
AC1		x				
AC2	x					

---

AC3	x			
AC4		x		
AC5	x			
AC6	x			
AC7		x		
AC8	x	x		
AC9	x			
AC10	x			
AC11	x			
AC12	x			
AC13				x
AC14		x		
AC15		x	x	
AC16		x		
AC17		x		x
AC18		x		
AC19		x	x	
AC20				x

---

---

Fuente: Propia

## **1.2. Indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable**

### **1.2.1. Concepto**

Los indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable son herramientas cuantitativas que permiten medir el desempeño de los procesos relacionados con la distribución y consumo del recurso hídrico. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), estos indicadores ayudan a identificar áreas de mejora y garantizan el acceso equitativo al agua potable (OMS, 2021).

### **1.2.2. Grupo Banco Mundial**

Los indicadores de eficiencia en el servicio de agua potable son métricas esenciales que permiten evaluar qué tan bien una empresa o sistema administra sus recursos, optimiza sus operaciones y reduce pérdidas para brindar un servicio de calidad de manera económica. Estos indicadores facilitan la identificación de áreas de mejora, la reducción de costos y la garantía de la sostenibilidad del servicio, asegurando que los recursos se utilicen de forma óptima para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Un indicador clave en la gestión del agua potable es el nivel de micromedición, que refleja la proporción de los servicios de agua que cuentan con mediciones precisas. Un porcentaje alto en este indicador contribuye a la detección y disminución de pérdidas, así como a una facturación más precisa y eficiente. Otra medida importante es la cantidad de agua no facturada (ANF), que corresponde al volumen de agua producido pero que no se cobra a los usuarios. Una menor tasa de ANF indica una mejor gestión de pérdidas físicas o comerciales y contribuye a mejorar la sostenibilidad financiera de la empresa. El costo de operación por metro

cúbico facturado también actúa como un indicador de eficiencia, donde valores más bajos sugieren una gestión más económica, permitiendo maximizar la productividad y reducir gastos. Estos indicadores, en conjunto, proporcionan una visión clara del desempeño operacional de las empresas de agua, ayudando a identificar áreas de mejora y a promover prácticas más sostenibles y eficientes en el suministro del servicio. (Banco Mundial, n.d.)

### **1.2.3. SIWI (Stockholm International Water Institute)**

El establecimiento de indicadores claros y definidos resulta fundamental para evaluar de manera objetiva la eficiencia en el desempeño de los operadores de servicios de agua potable y saneamiento. Entre los indicadores más importantes destaca la cobertura del suministro, que busca asegurar que una parte significativa de la población tenga acceso real y efectivo al servicio de agua potable. También es fundamental medir la eficiencia en la reducción de pérdidas mediante el indicador UfW (agua no contabilizada), el cual ayuda a detectar fugas y otros tipos de pérdidas en la red de distribución, facilitando así la implementación de acciones correctivas y mejoras en la gestión operativa. Otro aspecto esencial es el control de la calidad del agua suministrada, garantizando que los estándares para consumo humano se mantengan constantemente. Además, se consideran indicadores relacionados con la gestión del recurso humano, como la proporción entre el número de empleados y las conexiones atendidas, así como aquellos que miden la eficiencia en la recolección de residuos sólidos, reflejando la capacidad del sistema para operar de manera técnica y económica sostenible. La utilización de estos indicadores permite a los entes reguladores supervisar el desempeño de los prestadores del servicio, identificar áreas críticas que requieren intervención y fomentar la mejora continua mediante la publicación periódica de resultados comparativos. En conjunto, la aplicación de estas métricas contribuye a una gestión más eficiente, transparente y centrada en la satisfacción de los usuarios finales.(SIWI, 2023)

#### **1.2.4. Metodología IWA**

La metodología IWA se centra en los sistemas y enfoques de indicadores de desempeño desarrollados por la International Water Association (IWA). Estos estándares, reconocidos a nivel mundial, son ampliamente utilizados en el sector de agua y saneamiento para evaluar y mejorar la gestión operativa. Un elemento fundamental de esta metodología es el sistema de balance hídrico, que permite a las empresas de agua medir y controlar el "agua no facturada", es decir, las pérdidas reales y aparentes dentro de sus redes de distribución. En resumen, la IWA ofrece marcos y herramientas que promueven una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos. (Sakai, 2024)

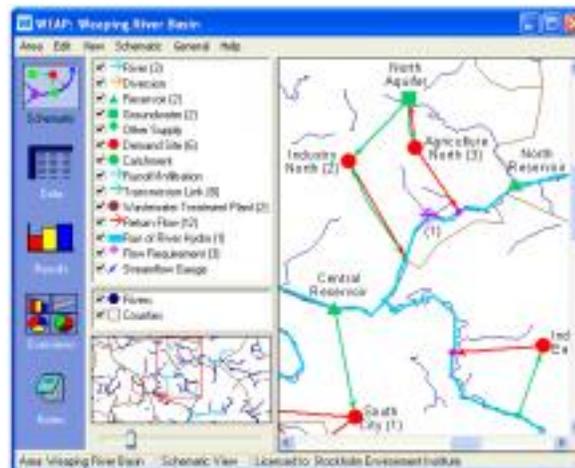
La International Water Association (IWA) organiza los indicadores de eficiencia en la gestión del agua de forma que nos permita tener una visión clara y completa del desempeño en este ámbito. Estos indicadores se agrupan en categorías amplias que abarcan diferentes aspectos importantes, como el manejo de los recursos hídricos, el personal involucrado, las condiciones físicas, las operaciones diarias, la calidad del servicio y las finanzas. Esta clasificación facilita entender mejor cómo funciona el sistema y dónde se puede mejorar. Además, la IWA estructura estos indicadores en diferentes niveles de detalle: el Nivel 1 proporciona una visión general y sintética sobre la eficiencia y efectividad; el Nivel 2 incluye indicadores adicionales para un análisis más profundo; y el Nivel 3 ofrece métricas aún más específicas y detalladas. Un ejemplo destacado de esta clasificación se encuentra en la gestión de pérdidas de agua, donde se aplica el Índice de Fugas en Infraestructura (ILI), un indicador que no solo cuantifica las pérdidas, sino que también las categoriza en bandas de desempeño (A: Bueno, B: Potencial de mejora, C: Pobre, D: Malo), permitiendo determinar el nivel de eficiencia y la urgencia de aplicar medidas correctivas. Este sistema facilita a las entidades no solo evaluar su eficiencia a lo largo del tiempo, sino también compararse con otras organizaciones a nivel internacional. (IWA, 2019)

### 1.3. Herramientas para análisis de indicadores de eficiencia de agua potable

#### 1.3.1. WEAP

De acuerdo con (SWA, 2020) WEAP (Water Evaluation And Planning System) es una herramienta desarrollada por el Stockholm Environment Institute que permite planificar y gestionar los recursos hídricos de forma integral. Su enfoque considera tanto la oferta como la demanda, la calidad del agua y los aspectos ecológicos en un solo modelo. A través de una interfaz visual, permite construir escenarios, analizar balances hídricos y evaluar estrategias de manejo, tomando en cuenta variables como el clima, políticas de uso y operación del sistema. Esta plataforma como se puede ver en la Figura 8, facilita la toma de decisiones al mostrar resultados de manera gráfica y comparativa, permitiendo a los usuarios visualizar distintos escenarios y alternativas de gestión del agua.

**Figura 8.**  
*Herramienta WEAP*



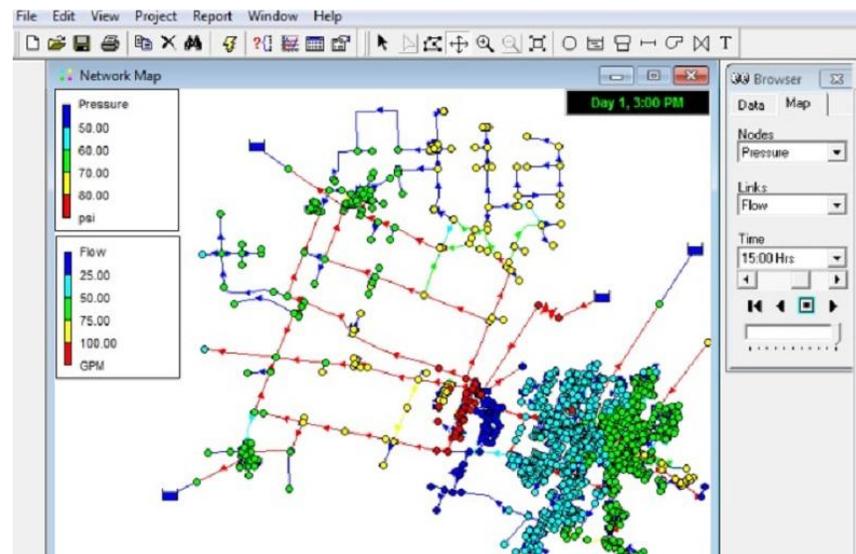
Fuente: (SWA, 2020)

#### 1.3.2. EPANET

EPANET es un software de dominio público desarrollado para modelar sistemas de distribución de agua potable. Permite simular durante períodos prolongados el comportamiento hidráulico, como los flujos, presiones y el consumo de energía, así como la calidad del agua en redes presurizadas que incluyen tuberías, nodos, tanques, bombas y válvulas. Es utilizado ampliamente para diseñar nuevas infraestructuras, optimizar operaciones, detectar problemas de calidad del agua y planificar ante posibles emergencias o amenazas de contaminación. Además, permite integrar análisis automatizados mediante programación, lo que ha mejorado su precisión y adaptabilidad a distintas necesidades. (EPA.gov, 2024)

En la Figura 9 se puede visualizar la herramienta EPANET.

**Figura 9.**  
*Herramienta EPANET*



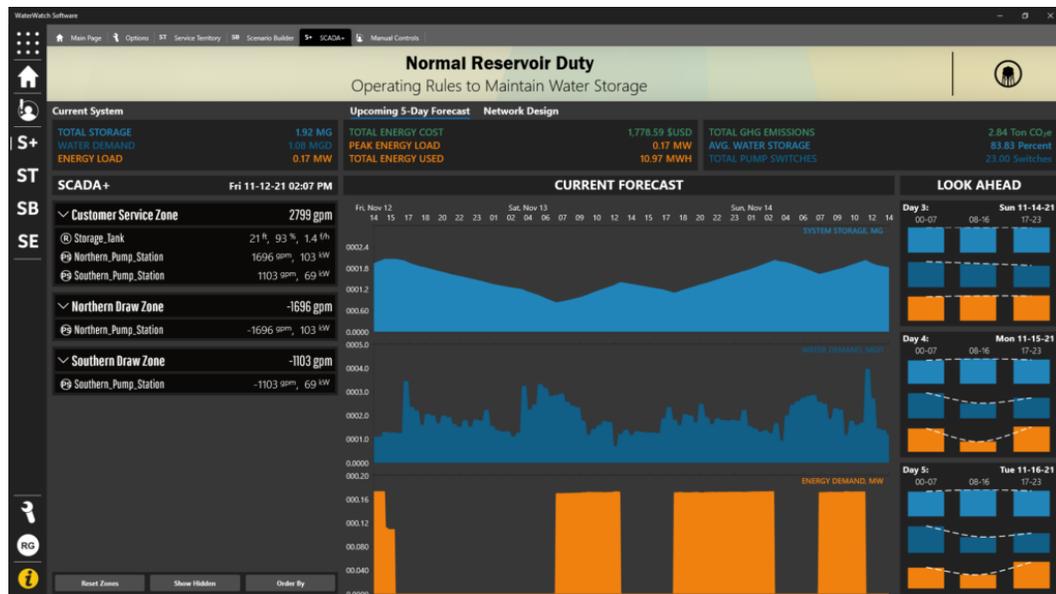
Fuente: (ididactia, 2017)

### 1.3.3. WaterWatch

WaterWatch es una plataforma desarrollada por el Centro de Eficiencia Agua-Energía de la Universidad de California, Davis, diseñada para integrar diferentes fuentes de datos de sistemas de agua potable y realizar pronósticos operativos en tiempo real. Utiliza modelos

hidráulicos, aprendizaje automático y algoritmos de optimización para evaluar rápidamente múltiples escenarios operativos, auditando pérdidas, planificando infraestructuras, y reduciendo el consumo energético y emisiones de carbono. Su interfaz amigable como se puede ver en la Figura 10, permite comparar fácilmente diferentes estrategias de operación mediante visualizaciones y simulaciones dinámicas, convirtiéndola en una herramienta colaborativa útil para operadores, ingenieros y planificadores del sector hídrico.(UCDAVIS, n.d.)

**Figura 10.**  
*Herramienta WaterWatch*



Fuente: (UCDAVIS, n.d.)

### 1.3.4. Xylem Vue

Como menciona (Xylem, 2025) es una plataforma de software y análisis desarrollada para abordar los desafíos relacionados con la gestión de redes de agua potable y aguas residuales. Esta herramienta permite integrar datos provenientes de diversas fuentes en un solo entorno, brindando una visión completa y segura del sistema hídrico. Gracias a sus capacidades de monitoreo en tiempo real y análisis predictivo, incluyendo el uso de inteligencia artificial, Xylem Vue facilita la detección de pérdidas no facturadas, optimiza las operaciones,

prioriza infraestructuras vulnerables y mejora la gestión del ciclo integral del agua. Además, permite a los gestores tomar decisiones basadas en información visual, alertas automáticas y modelos digitales de las redes, convirtiéndose en una herramienta clave para el análisis y mejora de los indicadores de eficiencia en los servicios de agua. En la Figura 11 se puede ver la interfaz de la herramienta Xylem.

**Figura 11.**  
*Herramienta Xylem*



Fuente: (Xylem, 2025)

## 1.4. Business Intelligence (BI) como herramienta para la visualización de datos

### 1.4.1. Concepto

La inteligencia de negocios (BI) es un conjunto de metodologías, tecnologías, procesos y herramientas que permiten transformar datos almacenados en información estructurada, y luego convertir esa información en conocimiento valioso. Este conocimiento apoya la toma de decisiones estratégicas dentro de las organizaciones, optimizando el manejo de recursos y mejorando el cumplimiento de los objetivos empresariales. (Ángel et al., 2020)

BI facilita a los usuarios de diferentes niveles el acceso rápido y sencillo a información útil, mediante el almacenamiento, procesamiento y distribución de datos, generalmente

almacenados en sistemas como Data Warehouses o Data Marts. A diferencia de los sistemas operacionales, los sistemas de BI están optimizados para realizar consultas de alto rendimiento y análisis de datos.

La figura 12 presenta el proceso que compone el entorno de Business Intelligence (BI)

**Figura 12.**

*Flujo de trabajo en el entorno de Business Intelligence*



Fuente: Propia

Además, la inteligencia de negocios no solo se enfoca en la recopilación de datos, sino también en su análisis e interpretación, lo que permite identificar oportunidades de mejora, reducir costos, aumentar la eficiencia y mejorar la experiencia del cliente. Así, BI es una herramienta poderosa para que las empresas tomen decisiones basadas en datos concretos, mejorando su competitividad y rendimiento en el mercado.

**1.4.2. Principales propósitos de BI**

Los principales propósitos del Business Intelligence (BI) son:

- Facilitar el análisis de datos complejos: Ayuda a las organizaciones a manejar y comprender grandes cantidades de datos que provienen de diferentes fuentes. Gracias a esta herramienta, la información se transforma en algo claro, accesible y útil, facilitando decisiones más acertadas y basadas en evidencia.

- Generar reportes visuales: A través de herramientas de visualización, BI ayuda a crear representaciones gráficas de los datos, lo que facilita la identificación de patrones, tendencias y anomalías.
- Apoyar decisiones estratégicas: Al brindar información exacta y actualizada al instante, apoya a los líderes empresariales en la creación de estrategias bien fundamentadas, basadas en datos reales que fortalecen la toma de decisiones.

Entre los beneficios más destacados de implementar BI se encuentran:

- Mayor agilidad en la toma de decisiones: Tener acceso a datos en tiempo real y poder analizarlos de forma inmediata le da a las organizaciones la ventaja de reaccionar con rapidez ante cambios en el mercado o ajustes necesarios en sus operaciones internas.
- Reducción de costos operativos: Al mejorar los procesos y detectar puntos débiles mediante el análisis de datos, las empresas tienen la oportunidad de reducir sus costos operativos y hacer un uso más eficiente de sus recursos.
- Identificación de tendencias y oportunidades: Permite identificar patrones y tendencias emergentes en el mercado, revelando oportunidades de negocio que, sin un análisis profundo, podrían pasar desapercibidas.

Un estudio reciente destaca la importancia de la visualización de información en BI para apoyar la toma de decisiones, enfatizando que el uso adecuado de técnicas de visualización mejora la comprensión de datos complejos y contribuye a decisiones más informadas.(Gutiérrez et al., n.d.)

### **1.4.3. Beneficios e importancia de BI**

Entre los beneficios más destacados de implementar BI se encuentran:

- Mayor agilidad en la toma de decisiones: La capacidad de acceder y analizar datos en tiempo real permite a las organizaciones responder rápidamente a cambios en el mercado o en operaciones internas.
- Reducción de costos operativos: Al optimizar procesos y eliminar ineficiencias identificadas a través del análisis de datos, las empresas pueden disminuir gastos operativos.
- Identificación de tendencias y oportunidades: BI facilita la detección de tendencias emergentes en el mercado, así como oportunidades de negocio que podrían no ser evidentes sin un análisis detallado.

Un estudio reciente destaca la importancia de la visualización de información en BI para apoyar la toma de decisiones, enfatizando que el uso adecuado de técnicas de visualización mejora la comprensión de datos complejos y contribuye a decisiones más informadas. (Gutiérrez et al., n.d.)

#### **1.4.4. Cuadrante mágico de Gartner para herramientas de BI**

El Cuadrante Mágico de Gartner es una herramienta de análisis que evalúa y clasifica a los proveedores de plataformas de análisis y Business Intelligence (BI) en función de dos criterios principales:

- **Capacidad de ejecución:** Evalúa la habilidad del proveedor para ofrecer un producto que satisfaga las necesidades del mercado y que funcione de manera efectiva.
- **Integridad de visión:** Evalúa qué tan bien el proveedor puede interpretar las tendencias del mercado, anticiparse a las necesidades cambiantes de los clientes y proponer soluciones innovadoras que respondan de forma efectiva a esas futuras demandas.

En el informe publicado el 20 de junio de 2024, Gartner destacó que las plataformas de análisis y BI son esenciales para líderes de datos y análisis, ya que apoyan las necesidades de TI, analistas, consumidores y científicos de datos. La integración con ecosistemas en la nube y aplicaciones empresariales es un requisito crucial de selección; sin embargo, los compradores también necesitan que las plataformas admitan gobernanza, interoperabilidad e inteligencia artificial. (Gartner, 2024)

En ediciones anteriores, herramientas como Microsoft Power BI y Tableau de Salesforce han sido reconocidas como líderes en este cuadrante debido a su facilidad de uso, integración robusta y capacidades avanzadas de análisis. Por ejemplo, en 2023, Tableau fue nombrado líder por undécimo año consecutivo, destacando su compromiso con la innovación y la satisfacción del cliente. (Salesforce, 2023)

En la Figura 13 se muestra el cuadrante mágico de Gartner

**Figura 13.**

*Posicionamiento en el Cuadrante Mágico de las plataformas de BI*



Fuente: (José Antonio García-Calvo Fernández, 2021)

Es importante señalar que la posición de los proveedores en el Cuadrante Mágico puede variar anualmente en función de las tendencias del mercado, innovaciones tecnológicas y cambios en las necesidades de los usuarios. Por lo tanto, las organizaciones deben revisar regularmente estos informes para tomar decisiones informadas sobre la selección de herramientas de BI que mejor se alineen con sus objetivos estratégicos y operativos.

#### **1.4.5. Herramientas de Business Intelligence**

Como plantea (Chen et al., 2012) las herramientas de Business Intelligence (BI) han evolucionado significativamente en los últimos años, permitiendo a las organizaciones transformar grandes volúmenes de datos en información valiosa para la toma de decisiones estratégicas. Estas herramientas ofrecen funciones avanzadas para analizar, visualizar y generar reportes interactivos, lo que permite interpretar datos complejos de manera más sencilla y eficiente. Algunas de las soluciones más populares en el mercado son Microsoft Power BI, Tableau y Qlik Sense, cada una con particularidades que se ajustan a las distintas necesidades de las organizaciones.

La Tabla 7 representa un cuadro comparativo sobre diferentes plataformas de Business Intelligence.

**Tabla 7.**  
*Estudio comparativo de plataformas de inteligencia de negocios*

<b>Plataforma</b>	<b>Característica Principal</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>

<b>Microsoft Power BI</b>	Integración con herramientas de Microsoft	Fácil de usar, accesible en precio, integración con Office 365	Requiere suscripción para funciones avanzadas
<b>Tableau</b>	Potente visualización de datos	Interfaz intuitiva, capacidad de manejar grandes volúmenes de datos	Alto costo, curva de aprendizaje inicial
<b>Qlik Sense</b>	Análisis asociativo y autoservicio	Análisis de datos sin necesidad de consultas SQL, alta interactividad	Requiere mayor configuración inicial
<b>SAP Business Objects</b>	Solución escalable para grandes empresas	Flexibilidad en la recopilación de datos, integración con sistemas SAP	Complejo de implementar, costos elevados
<b>Looker Studio</b>	Integración con Google Cloud	Gratuito en su versión básica, fácil de usar	Opciones limitadas en comparación con herramientas pagas
<b>Sisense</b>	Análisis avanzado de múltiples fuentes de datos	Potente motor de análisis, interfaz amigable	Puede ser costoso para pequeñas empresas

<b>Oracle BI</b>	Plataforma robusta para grandes organizaciones	Análisis potente, integración con bases de datos Oracle	Costoso, requiere conocimientos técnicos para su implementación
<b>Zoho Analytics</b>	Análisis y generación de informes personalizados	Interfaz sencilla, buena relación calidad-precio	Algunas funciones avanzadas requieren planes pagos

Fuente: Propia

## 1.5. Data Warehouse (DTW)

### 1.5.1. Concepto

En palabras de (Holdsworth & Kosinski, 2024) un Data Warehouse (DTW) o almacén de datos es un sistema que consolida información de diversas fuentes en un repositorio central y coherente. Su función principal es organizar y preparar los datos para análisis avanzados, inteligencia empresarial, minería de datos, aprendizaje automático e inteligencia artificial. Estas plataformas permiten a las organizaciones realizar análisis complejos sobre grandes cantidades de información que las bases de datos tradicionales no pueden procesar de manera eficiente. Los datos pueden ser estructurados o no estructurados, proviniendo de múltiples bases de datos como CRM, inventario y puntos de venta. Aunque tradicionalmente se alojaban en las instalaciones, muchos almacenes de datos modernos residen en la nube como un servicio.

Según (Holdsworth & Kosinski, 2024), implementar un Data Warehouse Tradicional (DTW) trae consigo varios beneficios importantes para una organización. Primero, centraliza los datos, funcionando como una única fuente confiable para reportes y análisis, lo que garantiza la consistencia en toda la empresa. Además, almacena información histórica, lo que facilita el

análisis de tendencias y comparaciones a lo largo del tiempo, ayudando a comprender mejor los patrones y cambios a largo plazo. También mejora la calidad de los datos, ya que estos se estandarizan y limpian, asegurando que sean precisos y coherentes para cualquier tipo de análisis. Otra ventaja es que está optimizado para consultas analíticas complejas, permitiendo obtener respuestas rápidas y eficientes, algo esencial para tomar decisiones oportunas. Asimismo, facilita la integración con herramientas de inteligencia de negocios, permitiendo que estas aprovechen al máximo los datos centralizados para generar información valiosa. Finalmente, sirve como una base sólida para análisis avanzados, como minería de datos y aprendizaje automático, lo que abre la puerta al desarrollo de modelos predictivos que ayudan a anticipar tendencias, descubrir oportunidades y minimizar riesgos.

### **1.5.2. Metodologías Data Warehouse**

De acuerdo con (Mendoza, 2022) las metodologías de Data Warehouse representan distintas formas estructuradas de diseñar, construir y administrar sistemas que integran datos provenientes de diversas fuentes, con el objetivo de facilitar su análisis y respaldar la toma de decisiones. Una de estas metodologías sigue un enfoque que comienza con la creación de repositorios de datos específicos para cada área del negocio, los cuales se integran posteriormente en una solución más amplia. Esta opción permite ofrecer herramientas analíticas centradas en procesos concretos, con ventajas como una implementación más económica, un buen manejo de indicadores clave, facilidad de administración y consultas optimizadas. No obstante, podría presentar limitaciones en cuanto a flexibilidad o complejidad en reportes avanzados.

Otra opción consiste en comenzar diseñando un almacén de datos general, a partir del cual se crean los repositorios individuales. Este método tiene como objetivo ofrecer una única fuente confiable de información para toda la organización, asegurando coherencia en los

análisis y flexibilidad para adaptarse a futuros cambios. Aunque esta estrategia aporta una mejor comprensión del negocio y una estructura lógica más sólida, suele requerir mayor tiempo, inversión y complejidad técnica. (Mendoza, 2022)

También existe una tercera metodología que combina lo mejor de los dos enfoques anteriores y está pensada para organizaciones que manejan grandes cantidades de datos que crecen constantemente. Esta opción se centra en mantener un historial completo de la información y facilitar los procesos de auditoría, permitiendo cargar datos al mismo tiempo y crecer sin tener que hacer rediseños continuos. Su estructura está formada por elementos que identifican las claves principales, las relaciones entre los datos y sus atributos. Entre sus beneficios están el soporte para varios sistemas que están en constante cambio, la automatización de procesos, un seguimiento eficiente de la información y la facilidad para adaptarse a entornos dinámicos. Sin embargo, puede requerir un poco más de esfuerzo para interpretar correctamente los datos a nivel semántico. (Mendoza, 2022)

La elección de la metodología más adecuada depende de los objetivos del negocio, los requerimientos específicos del proyecto y el análisis de los recursos disponibles. Por lo general, una opción centrada en áreas específicas es más utilizada en entornos comerciales o de marketing, mientras que un enfoque más estructurado desde el inicio es habitual en sectores como seguros, manufactura o banca.

La Tabla 8 presenta una comparación entre tres metodologías de DataWarehouse.

**Tabla 8.**  
*Comparación Metodologías DataWarehouse*

---

<b>Ralph Kimbal - Multidimensional</b>	<b>Bill Inmon - Relacional</b>	<b>Dan Linsted - Data Vault</b>
--	------------------------------------	-------------------------------------

---

<b>Diseño</b>	Demanda poco esfuerzo	Demanda mucho esfuerzo	Demanda esfuerzo medio
<b>Mantenimiento</b>	Medio-Alto	Simple	Medio
<b>Inversión</b>	Inversión inicial y futura de bajo nivel	Inversión inicial alta pero baja para fases posteriores	Inversión inicial y futura de bajo nivel
<b>Tiempo</b>	Tiempo reducido para la configuración inicial	Inicio más lento o demorado	Tiempo reducido para la configuración inicial
<b>Elementos</b>	Data Mart – Data Warehouse	Data Warehouse – Data Mart	Hub/Link/Satélite
<b>Dominio técnico requerido</b>	No requiere un alto grado de especialización	Requiere de un grado elevado de especialización	Requiere de un grado elevado de especialización
<b>Flexibilidad</b>	Menor flexibilidad	Mayor flexibilidad	Flexibilidad media

---

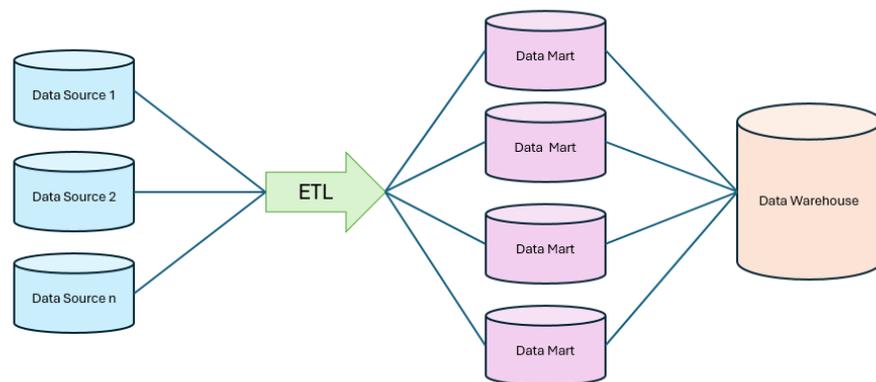
Fuente: Propia Adaptado de: (Mendoza, 2022)

### 1.5.3. Metodología Kimball

La metodología Kimball es una estrategia empleada en la creación de almacenes de datos (data warehouse). Estos almacenes consisten en conjuntos de datos organizados por áreas específicas dentro de una empresa u organización, integrados en un repositorio común, caracterizados por su estabilidad y su evolución a lo largo del tiempo. (Delgado et al., 2019)

Esta metodología la cual se puede observar en la Figura 14 se aplica en el diseño y desarrollo de sistemas de inteligencia de negocios (BI), los cuales facilitan el acceso y análisis de información, contribuyendo así a una mejor toma de decisiones y a un mayor rendimiento organizacional. En conclusión, la metodología Kimball representa una herramienta clave para aquellas organizaciones que buscan optimizar sus decisiones y desempeño a través de datos organizados y confiables. (Delgado et al., 2019)

**Figura 14.**  
*Metodología Kimball*



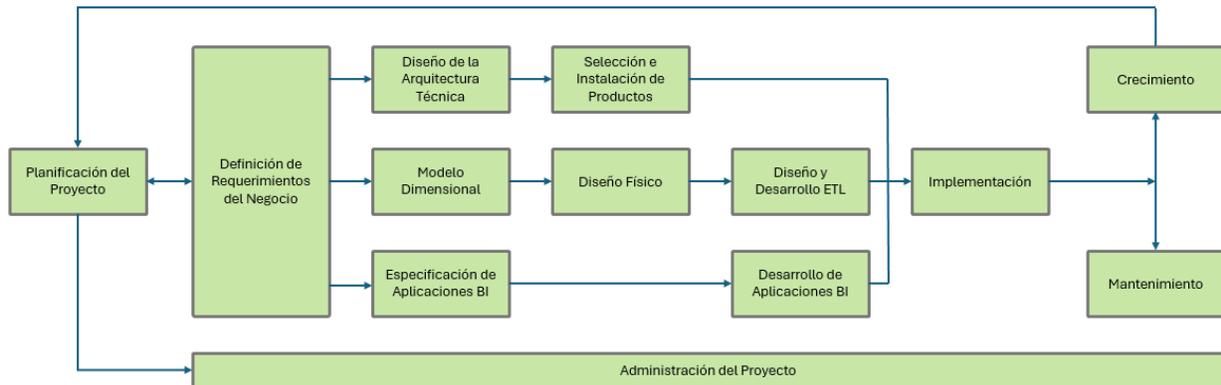
Fuente: Propia Basado en: (Mendoza, 2022)

#### 1.5.4. Fases Kimball

De acuerdo con (Kimball Group, n.d.) la metodología de Kimball sigue un enfoque bottom-up para la construcción de un Data Warehouse (DW), desarrollándose en varias fases clave las cuales se puede ver en la Figura 15:

**Figura 15.**

*Fases Metodología Kimball*



Fuente: Propia Adaptado de: (Kimball Group, n.d.)

- **Fase 1: Recopilación de Requisitos**

Esta fase se centra en identificar las necesidades informativas de los usuarios y los objetivos del negocio. Se define qué indicadores clave de rendimiento (KPIs) son relevantes y se analizan las fuentes de datos disponibles. El propósito es comprender qué datos se necesitan y cómo se van a utilizar, estableciendo así una base sólida para el diseño del sistema.

- **Fase 2: Diseño del Modelo Dimensional**

En esta etapa se construye un modelo de datos utilizando esquemas como el de estrella (star schema) o copo de nieve (snowflake schema). Se definen las tablas de hechos, que contienen los datos cuantitativos, y las tablas de dimensiones, que describen los datos con atributos relevantes. Este modelo facilita la consulta y el análisis eficiente de la información.

- **Fase 3: Diseño del Proceso ETL (Extract, Transform, Load)**

En esta fase se define todo el proceso para sacar los datos de diferentes fuentes, transformarlos para asegurarnos de que sean de buena calidad y coherentes, y

finalmente cargarlos en el Data Warehouse o en los Data Marts. Esta parte es fundamental porque garantiza que los datos estén limpios, precisos y realmente útiles para el análisis que viene después.

- **Fase 4: Construcción del Data Warehouse y Data Marts**

En esta fase se desarrollan los Data Marts, enfocados en áreas específicas como ventas o finanzas. Luego, se integran dentro de una estructura de Data Warehouse más amplia. Esta arquitectura modular permite centralizar la información sin perder el enfoque particular de cada área.

- **Fase 5: Diseño de Reportes y Análisis**

En esta etapa se crean los Data Marts, que están enfocados en áreas específicas como ventas o finanzas. Después, estos se integran dentro de una estructura más grande llamada Data Warehouse. Este enfoque modular ayuda a centralizar toda la información, pero sin perder de vista las necesidades particulares de cada área.

- **Fase 6: Validación y Pruebas**

En esta etapa se revisa cuidadosamente que los datos cargados sean completos y precisos. También se realizan pruebas para asegurarse de que el sistema funcione de manera rápida y sin retrasos al hacer consultas. Además, se verifica que el modelo realmente cumpla con los objetivos que se establecieron desde el principio.

- **Fase 7: Implementación y Despliegue**

Una vez finalizadas las pruebas, se pone en marcha el sistema. Se capacita a los usuarios finales para que puedan utilizar las herramientas de BI con autonomía y se habilita el acceso a los informes y paneles desarrollados.

- **Fase 8: Mantenimiento y Evolución**

Finalmente, se establece un proceso continuo de monitoreo y actualización del sistema. En esta fase se incorporan nuevos requerimientos, se integran fuentes de datos adicionales y se optimiza el rendimiento del sistema, todo con el objetivo de garantizar que la solución pueda crecer y seguir siendo útil a largo plazo.

## 1.6. Principios de Gestalt para el diseño de UI

### 1.6.1. Concepto

Los principios de la Gestalt describen la manera en que las personas estructuran la información visual formando patrones comprensibles. En el ámbito del diseño de interfaces, estos principios sirven como base para organizar y vincular los elementos visuales, lo que contribuye a una experiencia de usuario más clara e intuitiva. (Osman, 2022)

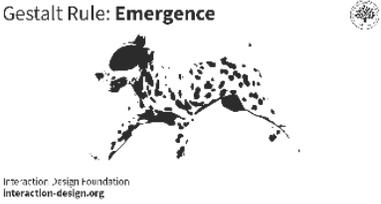
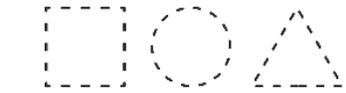
La Figura 16 presenta los principios de Gestalt y en la Tabla 9 se puede ver una descripción de cada uno de estos principios.

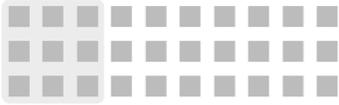
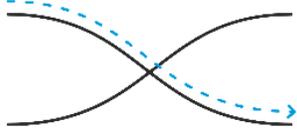
**Figura 16.**  
*Principios Gestalt*

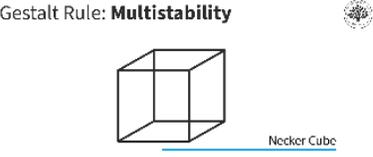


Fuente: (heyjaime, 2021)

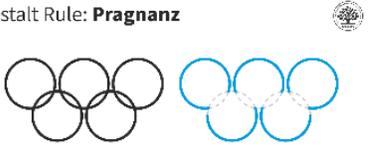
**Tabla 9.**  
*Principios de Gestalt*

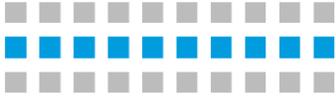
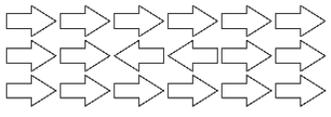
Principio	Definición	Imagen
Emergencia	<p>El principio de emergencia, nos explica que tendemos a percibir nuestro entorno de manera global y rápida, sin detenernos a examinar cada detalle por separado. Esta capacidad ha sido esencial para que, a lo largo de la historia, podamos reaccionar con rapidez y enfrentar situaciones de peligro de manera efectiva.</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Emergence</b></p>  <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>
Cierre	<p>El principio de cierre indica que tendemos a completar mentalmente las figuras incompletas para percibir una imagen completa. Esta tendencia puede aprovecharse en el diseño para crear composiciones visuales atractivas que generen</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Closure</b></p>  <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>

	<p>confianza y agrado en los usuarios.</p>	
<p>Región común</p>	<p>Según el principio de región común, agrupamos visualmente los elementos ubicados dentro de una misma área delimitada. En diseño de interfaces, esto se usa para mostrar que ciertos elementos están relacionados entre sí, separándolos visualmente de otros grupos.</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Common Region</b> </p>  <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>
<p>Continuidad</p>	<p>El principio de continuidad señala que tendemos a percibir elementos alineados o que siguen una dirección continua como parte de un mismo grupo. Nuestros ojos tienden a seguir líneas, curvas o trayectorias visuales, aunque estén interrumpidas o parcialmente ocultas, lo que genera una sensación de continuidad y fluidez en el diseño.</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Continuity</b> </p>  <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>

<p>Proximidad</p>	<p>El principio de proximidad nos muestra que solemos agrupar mentalmente los elementos que están cerca unos de otros, viendo esos grupos como partes relacionadas y separándolos de lo que está más lejos. En el diseño, esto facilita que los usuarios reconozcan rápidamente conjuntos de información que tienen relación entre sí.</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Proximity</b></p>  <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>
<p>Multiestabilidad</p>	<p>El principio de multiestabilidad describe cómo nuestra mente puede interpretar una misma imagen de diferentes maneras, cambiando entre esas percepciones de forma espontánea cuando la imagen es ambigua. Nuestro cerebro alterna entre estas versiones, pero no puede verlas todas al mismo tiempo.</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Multistability</b></p>  <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>

<p>Figura/Fondo</p>	<p>El principio de figura y fondo explica cómo naturalmente tendemos a enfocarnos primero en los elementos principales de una imagen (la figura) mientras vemos el resto como fondo. Buscamos que lo que vemos sea claro y estable, por eso este contraste nos ayuda a dirigir la atención y a entender mejor lo que observamos. Aunque en algunos casos puede generar dudas, como con la famosa ilusión del jarrón de Rubin, generalmente nuestra percepción de figura y fondo se mantiene constante.</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Figure/Ground</b></p>  <p>Rubin's Vase</p> <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>
---------------------	--	--

<p>Invariancia</p>	<p>El principio de invariancia señala que reconocemos formas esenciales como iguales, aunque cambien de tamaño, posición, orientación o iluminación. Esta capacidad nos permite identificar objetos o rostros en distintas condiciones, facilitando el reconocimiento visual en la vida diaria.</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Invariance</b></p>  <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>
<p>Prägnanz</p>	<p>El principio de Prägnanz nos dice que nuestro cerebro siempre busca simplificar lo complicado, prefiriendo formas claras y organizadas. Esto nos ayuda a entender mejor todo lo que vemos, ya que constantemente recibimos una gran cantidad de estímulos visuales, y esta tendencia nos permite encontrar orden y sentido incluso en medio del caos.</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Prägnanz</b></p>  <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>

<p>Similitud</p>	<p>Percibimos como parte de un mismo grupo a los elementos que tienen características visuales similares. Este principio se aplica frecuentemente en guías de estilo de marcas y sistemas de diseño.</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Similarity</b></p>  <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>
<p>Simetría y orden</p>	<p>Nuestro cerebro tiende a agrupar visualmente los elementos que están dispuestos de manera simétrica, porque prefiere las formas balanceadas y equilibradas. Por eso, en el diseño, usar cuadrículas ayuda a crear interfaces que se ven ordenadas y armoniosas, facilitando que las personas las comprendan mejor.</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Symmetry</b></p>  <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>
<p>Destino común</p>	<p>Este principio nos dice que tendemos a ver como un grupo a los elementos que se mueven juntos o en la misma dirección. Aunque no haya movimiento real, señales visuales como</p>	<p>Gestalt Rule: <b>Common Fate</b></p>  <p>Interaction Design Foundation interaction-design.org</p>

	<p>flechas o inclinaciones pueden dar la impresión de desplazamiento, haciendo que percibamos esos elementos como relacionados o agrupados.</p>	
--	---	--

Fuente: (Interaction Design Foundation, 2016)

## 1.7. Metodologías ágiles en la gestión de proyectos

### 1.7.1. Metodología Ágil

Según (Altertecnica, 2022) el origen de las metodologías ágiles se remonta a la llamada “crisis del software” que surgió a finales de los años 70, cuando los desarrolladores enfrentaban grandes dificultades debido a la complejidad y singularidad de cada proyecto, lo que impedía hacer estimaciones confiables. Esta situación evidenció la necesidad de un enfoque más flexible que redujera los errores y permitiera adaptarse mejor a los cambios. Fue así como, una década después, los expertos en gestión empresarial Ikujiro Nonaka y Hirotaka Takeuchi propusieron una nueva forma de trabajar, más adaptable y eficiente, dando paso a la metodología ágil Scrum. A partir de este enfoque, nacen las metodologías ágiles como un conjunto de prácticas que permiten ajustar el desarrollo a las condiciones cambiantes de cada proyecto, promoviendo la flexibilidad y una respuesta rápida ante imprevistos.

### 1.7.2. Manifiesto Ágil

(Herrera & Valencia, 2007) menciona que el Manifiesto Ágil es un documento clave que recoge las mejores prácticas para el desarrollo de software, elaborado gracias a la experiencia de 17 expertos del sector. Su propósito principal es acelerar el desarrollo sin sacrificar la calidad. Fue creado y presentado en febrero de 2001, en Utah, Estados Unidos, por un grupo

de profesionales del software que buscaban métodos más flexibles y eficientes. Desde entonces, este manifiesto ha servido como fundamento para las metodologías ágiles.

#### **1.7.2.1. Agilismo**

Como lo expresa (Herrera & Valencia, 2007) el Agilismo se refiere a los nuevos enfoques metodológicos en el desarrollo de software que surgieron a principios de los años 90 para obtener resultados más rápidos sin sacrificar la calidad. A diferencia de las metodologías tradicionales o "pesadas", el agilismo se adapta a los cambios constantes en la tecnología y las necesidades de los usuarios, buscando una mayor velocidad y flexibilidad en la entrega de software. Estas metodologías son especialmente atractivas para proyectos de menor tamaño o para el desarrollo de software por módulos, garantizando la calidad y la actualización de la documentación.

#### **1.7.2.2. Valores**

Según como lo mencionan (Herrera & Valencia, 2007) el Manifiesto Ágil pone el foco en cuatro valores fundamentales que buscan orientar el desarrollo de software de una forma más humana y efectiva. Estos valores nos invitan a dar prioridad a lo que realmente importa: la colaboración, la adaptabilidad y las personas, por encima de procesos rígidos o documentación excesiva. La idea es trabajar de manera más eficiente, creando soluciones que realmente respondan a las necesidades del usuario y generen mayor satisfacción tanto para el equipo como para el cliente.

- **Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas:** Las metodologías ágiles valoran al recurso humano como el factor más importante para el éxito del proyecto. Se prioriza contar con un equipo calificado, adaptable y capaz de interactuar efectivamente con el usuario, por encima de la rigurosidad de los procesos y las herramientas. La idea

es formar un buen equipo y permitir que este defina el entorno de trabajo más conveniente.

- **Software funcionando sobre documentación exhaustiva:** Aunque se valora la documentación, en el enfoque ágil se le da prioridad a tener un software que realmente funcione. La idea no es dejar de documentar, sino hacerlo de forma práctica: generar solo lo necesario, sin extenderse de más, y enfocarse en que la información sea clara y útil. En lugar de depender tanto del papel, se fomenta una comunicación más directa, fluida y cercana dentro del equipo, lo que permite avanzar más rápido y resolver dudas en el momento.
- **Colaboración del cliente sobre negociación contractual:** En lugar de una relación distante y basada en un contrato rígido, las metodologías ágiles promueven la participación directa y comprometida del cliente en el equipo de trabajo. Se busca un beneficio común y una interacción constante del cliente, ya que es quien mejor conoce sus necesidades y puede corregir o hacer recomendaciones en cualquier momento del proyecto.
- **Respuesta al cambio sobre seguimiento de un plan estricto:** Dado que el entorno tecnológico y social está en constante cambio, las metodologías ágiles ponen el foco en la flexibilidad y en la habilidad de adaptarse a lo inesperado durante el desarrollo del proyecto. En lugar de seguir una planificación rígida desde el inicio, se apuesta por una que sea abierta y ajustable. Esto significa tener planes más detallados para el corto plazo, que se puedan revisar y adaptar con facilidad, mientras que las metas a largo plazo se mantienen más generales y abiertas a evolución según las necesidades que vayan surgiendo.

En la Figura 17 se dan a conocer los valores del manifiesto ágil.

**Figura 17.**  
*Valores Manifiesto Ágil*



Fuente: Tomado de (*Agiles Azteca, 2019*)

### 1.7.2.3. Principios

Como menciona (Plain Concepts, 2021) este enfoque promueve un trabajo constante, con análisis frecuentes de los resultados y mejoras continuas. La clave está en avanzar rápido, en ciclos cortos de trabajo que prioricen la eficiencia.

Asimismo, (Plain Concepts, 2021) menciona que los 12 principios del manifiesto ágil son:

1. La principal meta es lograr la satisfacción del cliente a través de entregas tempranas y constantes de software que genere valor real.

2. Se deben aceptar y aprovechar los cambios, incluso si ocurren en etapas avanzadas del proyecto, ya que pueden ofrecer ventajas competitivas.
3. Es importante entregar versiones funcionales del software de manera frecuente, idealmente cada pocas semanas.
4. Durante todo el desarrollo, debe existir colaboración continua entre los responsables del negocio y los desarrolladores.
5. Los proyectos deben apoyarse en personas comprometidas, ofreciéndoles un entorno adecuado, respaldo necesario y plena confianza para realizar su trabajo.
6. La comunicación cara a cara se considera el medio más eficaz y eficiente para intercambiar información dentro del equipo.
7. La evidencia clave del avance del proyecto es contar con software que funcione correctamente.
8. Se promueve un ritmo de desarrollo sostenible, donde todas las partes involucradas puedan mantener una productividad constante a largo plazo.
9. Mantener un enfoque en la calidad técnica y el diseño contribuye significativamente a una mayor agilidad en el desarrollo.
10. La simplicidad, entendida como la habilidad de reducir el trabajo innecesario, es un principio fundamental.
11. Las soluciones más efectivas en términos de arquitectura, requerimientos y diseño suelen surgir de equipos autoorganizados.
12. Periódicamente, los equipos deben evaluar cómo mejorar su forma de trabajar y realizar los ajustes necesarios para ser más eficientes.

Estos mismos se presentan en la Figura 18.

**Figura 18.**  
*Principios del manifiesto ágil*



Fuente: Tomado de (Plain Concepts, 2021)

### 1.7.3. Ejemplos de metodologías ágiles en la gestión de proyectos

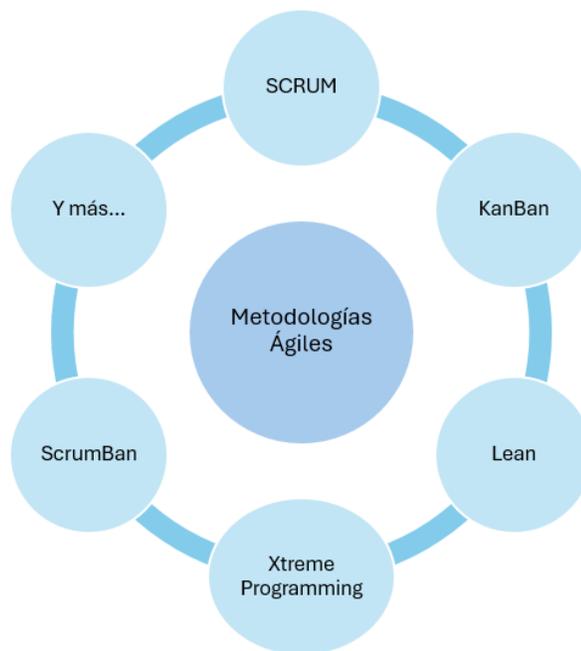
De acuerdo con (Altertecnia, 2022) Scrum es una de las metodologías ágiles más populares y se basa en dividir grandes proyectos en partes más pequeñas que se asignan a diferentes equipos. Cada uno trabaja en su parte a través de ciclos cortos llamados *sprints*, que suelen durar hasta cuatro semanas. Este método se apoya fuertemente en reuniones clave: de planificación, seguimiento diario, revisión del trabajo y evaluación del proceso, lo que permite mantener una comunicación constante. Es ideal para proyectos complejos que requieren la colaboración de múltiples grupos.

A su vez (Altertecnia, 2022) menciona que Kanban se caracteriza por su enfoque visual del trabajo. Este enfoque utiliza tarjetas visuales para representar las tareas del equipo, las cuales se organizan en columnas que indican su estado actual: por hacer, en proceso o finalizado. Esta estructura permite visualizar con facilidad en qué etapa se encuentra cada

actividad, lo que ayuda a monitorear el avance del proyecto y a identificar de forma oportuna cualquier bloqueo. Su naturaleza flexible y clara lo convierte en una herramienta ideal para equipos que trabajan en entornos cambiantes, ya que facilita adaptarse rápidamente sin perder la organización ni la visión general del trabajo.

Y por último (Altertecnica, 2022) nos presenta Lean, que, aunque surgió antes del manifiesto ágil, comparte su esencia. Esta metodología se enfoca en eliminar procesos innecesarios y centrarse solo en aquellos que realmente generan valor. Al evitar tareas que no aportan resultados concretos, se consigue un uso más eficiente de los recursos disponibles. Su objetivo principal es mejorar la productividad, adaptándose continuamente a lo que el cliente necesita y a las condiciones del mercado. La Figura 19 presenta las diferentes metodologías ágiles.

**Figura 19.**  
*Metodologías Ágiles*



Fuente: Propia

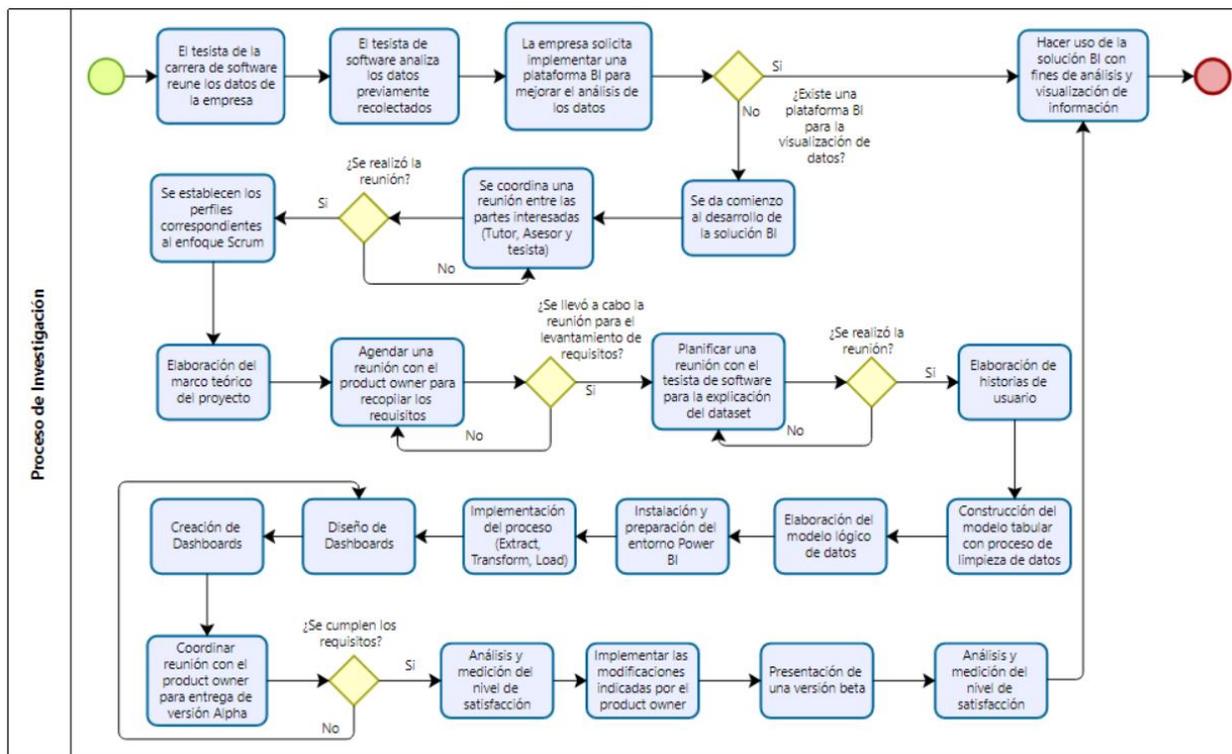
## 2. CAPÍTULO 2 (Desarrollo)

En el próximo capítulo se detalla la creación de una solución de Business Intelligence empleando Scrum como metodología de trabajo.

### 2.1. Proceso de investigación

Para alcanzar uno de los objetivos del trabajo de grado, se planteó como meta identificar los procesos clave involucrados en la obtención de información sobre indicadores de la calidad del agua de la empresa EMAPA-I. Para ello, se llevó a cabo una entrevista con el Ing. Adrián Villacís, lo que facilitó la recopilación de datos necesarios para diseñar un diagrama que ilustrara dicho proceso. Este diagrama se muestra en la Figura 20.

**Figura 20.**  
*Diagrama del proceso de investigación*



Fuente: Propia

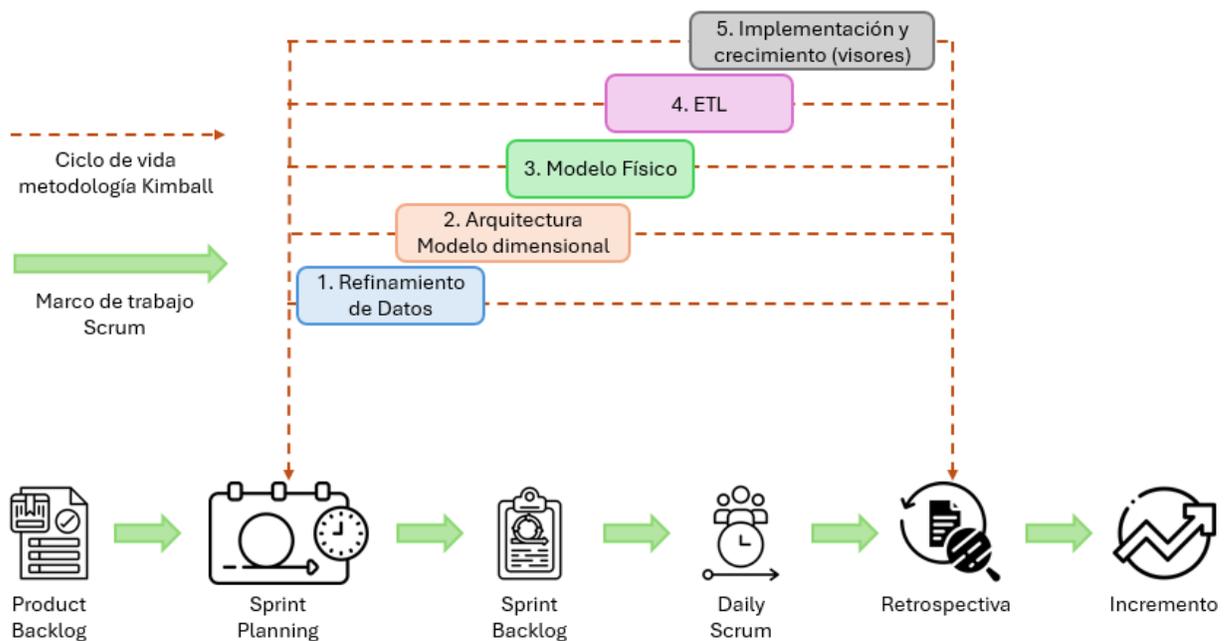
## 2.2. Integración de las metodologías Kimball y Scrum

Como lo expresa (Rojas et al., 2019) la combinación de Scrum con la arquitectura Kimball en proyectos de Inteligencia de Negocios (BI) ofrece varias ventajas. Esta integración permite estandarizar los procesos de ejecución de proyectos de BI, brindando una guía clara y definida basada en buenas prácticas. Además, facilita la adaptación a entornos empresariales cambiantes, lo cual es crucial para mantener la competitividad en el mercado. La aplicación conjunta de estas metodologías también contribuye a la reducción de costos y a una planificación y control más efectivos de los recursos disponibles, mejorando así la eficiencia en la ejecución de los proyectos.

En la Figura 21 se puede apreciar la combinación de la metodología Scrum con la metodología Kimball.

**Figura 21.**

*Combinación del marco de trabajo Scrum con el modelo de desarrollo propuesto por Kimball.*



Fuente: Propia

## 2.3. Aplicación de una metodología de desarrollo ágil – Scrum

### 2.3.1. Scrum

Scrum es un marco de trabajo ágil utilizado para la gestión y desarrollo de proyectos, especialmente en el ámbito del desarrollo de software. Se basa en un enfoque iterativo e incremental, permitiendo la entrega de productos funcionales en períodos cortos de tiempo, conocidos como sprints. Su flexibilidad y capacidad de adaptación lo han convertido en una de las metodologías más populares dentro del desarrollo ágil. (Schwaber Ken & Sutherland Jeff, 2020)

A través de un estudio por parte de (Estrada Marco et al., 2021) se comprobó la importancia de la aplicación de la metodología Scrum en diversos proyectos de implementación. A través de una búsqueda metódica, los investigadores analizaron implementaciones de software y compararon Scrum con otras metodologías, destacando que esta metodología permite un desarrollo ágil y auto organizado, lo que facilita la entrega efectiva de resultados. En la Figura 22 se observa la metodología Scrum.

**Figura 22.**  
*Metodología Scrum*



Fuente: Tomado de (Araneda, 2022)

### 2.3.2. Roles

Este marco de trabajo se apoya en valores y principios ágiles que promueven la colaboración entre equipos multidisciplinarios, la retroalimentación continua y la mejora constante. Scrum se estructura en roles, eventos y artefactos clave que facilitan la organización del trabajo y aseguran la entrega de valor de manera frecuente. Dentro de los roles principales que menciona (Schwaber Ken & Sutherland Jeff, 2020) se encuentran:

- **Scrum Master:** Supervisa y facilita que el equipo mantenga un rendimiento eficiente a lo largo del proceso Scrum.
- **Product Owner:** Encargado de gestionar el Product Backlog y priorizar las necesidades del cliente.
- **Development Team:** Equipo de desarrollo responsable de construir el producto según los requerimientos establecidos.

### 2.3.3. Eventos

De acuerdo con (Schwaber Ken & Sutherland Jeff, 2020), cada evento dentro del marco de trabajo Scrum representa una oportunidad formal para inspeccionar el progreso y hacer los ajustes necesarios. Están diseñados para brindar transparencia, facilitar la colaboración del equipo y evitar reuniones innecesarias, manteniendo así el proceso organizado, claro y menos complejo.

- **Sprint:** Es el núcleo del enfoque Scrum y puede durar entre 1 y 4 semanas. Durante este periodo se desarrolla un incremento del producto que aporte valor al cliente. Al finalizar un sprint, se inicia otro de forma inmediata.

- **Planificación del Sprint (Sprint Planning):** Esta sesión se realiza al inicio de cada sprint. En ella, el Product Owner, el Scrum Master y el equipo de desarrollo seleccionan los elementos del Product Backlog que formarán parte del Sprint Backlog.
- **Scrum Diario:** Se trata de una reunión corta, que generalmente no supera los 15 minutos, y se realiza a diario con el objetivo de evaluar el progreso hacia el cumplimiento del sprint. En este espacio, el equipo revisa las tareas que están en marcha, identifica posibles impedimentos y coordina acciones rápidas para avanzar, evitando así la necesidad de reuniones extras.
- **Revisión del Sprint (Sprint Review):** Al finalizar el sprint, se lleva a cabo una reunión en la que el equipo presenta el incremento del producto desarrollado. En este encuentro, se muestra el software funcionando en un entorno lo más cercano posible al real, permitiendo que los interesados lo revisen, verifiquen si satisface sus necesidades y planteen preguntas o sugerencias. Es un momento clave para recibir retroalimentación directa y alinear expectativas antes de avanzar al siguiente ciclo.
- **Retrospectiva del Sprint (Sprint Retrospective):** Una vez finalizada la revisión, se efectúa una reunión para reflexionar sobre el desarrollo del sprint. En esta retrospectiva, se identifican errores, oportunidades de mejora y se presta especial atención al desempeño del equipo. Participan en esta actividad el Scrum Master, el Product Owner y el equipo de desarrollo.

#### 2.3.4. Artefactos

Según (Scrum Alliance, 2024), el framework Scrum cuenta con diversos artefactos esenciales que permiten su adecuada aplicación, entre los cuales se destacan los siguientes:

- **Backlog del producto:** Es una lista priorizada que contiene todos los elementos conocidos necesarios para cumplir con el propósito del producto. Esta lista está en constante actualización y nunca se considera finalizada.
- **Backlog del sprint:** Representa el conjunto de tareas que el equipo se compromete a completar durante un sprint específico. Una vez definido, solo el equipo de desarrollo tiene la facultad de incorporar nuevos elementos.
- **Incremento de producto potencialmente entregable:** Al finalizar cada sprint, se presenta un incremento del producto que puede ser liberado, cumpliendo con los criterios previamente definidos como “terminado”, lo que usualmente implica que ha sido probado y aprobado.

### 2.3.5. Conformación del equipo de trabajo

En el ámbito del trabajo colaborativo, cada integrante del equipo asume funciones definidas y debe responder por sus acciones ante sus compañeros y la organización. La integración de estos roles constituye el Equipo Scrum, elemento clave dentro de esta metodología. Por ello, en la Tabla 10 se detallan los roles que formarán parte del equipo analizado en este estudio.

**Tabla 10.**  
*Equipo de Trabajo*

<b>Rol</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
Product Owner	PhD. Arias Paúl	Docente FICAYA
Scrum Master	MSc. Guevara Alex	Docente Tutor
Development Team	Srta. Cuásquer Nayeli	Tesista

QA y Test	MSc. Villacís Adrián	Ingeniero EMAPA
-----------	----------------------	-----------------

Fuente: Propia

### 2.3.6. Definición de historia de usuario

#### 2.3.6.1. Método T-Shirt

La estimación por tallas de camisetas es una técnica ampliamente utilizada en la gestión de proyectos y desarrollo de software para realizar estimaciones rápidas y sencillas. Este método utiliza la analogía de las tallas de camisetas para medir de manera sencilla el tamaño o la complejidad de una tarea.

- **Talla S (Pequeño):** corresponde a actividades que pueden completarse en pocas horas o dentro de un día.
- **Talla M (Mediano):** incluye tareas que pueden llevar varios días, como desarrollar una funcionalidad con un nivel de complejidad moderado.
- **Talla L (Grande):** se refiere a trabajos que podrían extenderse durante una semana o más, como desarrollar una nueva sección de un sitio web.
- **Talla XL (Extragrande):** involucra esfuerzos de varias semanas o incluso meses, como un rediseño total de la interfaz de usuario.

Estas categorías no son rígidas, sino que pueden adaptarse según las particularidades del equipo o del proyecto.

Por ello, la Tabla 11 presenta las tallas de camiseta que se emplearán (XS, S, M, L, X, XL), acompañadas del rango estimado de horas de trabajo asignado para su ejecución durante el sprint.

**Tabla 11.**

*Método T-Shirt con la estimación de horas de trabajo asignadas por rango.*

<b>Talla</b>	<b>Horas de trabajo asignadas por rango</b>
XS	1-10 horas
S	10-20 horas
M	20-30 horas
L	30-40 horas
XL	40-50 horas

### **2.3.6.2. Método de priorización de Kimball**

En la Figura 23 se puede apreciar el método de priorización establecido por Kimball el cual lo que quiere representar es que:

- Zona Inicial – Primeros Proyectos (Beneficio alto, Factibilidad alta)
  - Son proyectos con un alto impacto en el negocio y que son relativamente fáciles de implementar.
  - Se recomienda comenzar con estas iniciativas porque generan valor rápidamente y requieren menos esfuerzo.
- Zona que Requiere Trabajo Previo (Beneficio alto, Factibilidad baja)
  - Representa proyectos con un alto beneficio para el negocio, pero cuya implementación es difícil o requiere preparación previa.
  - Es recomendable analizarlos a largo plazo y trabajar en mejorar la factibilidad antes de abordarlos.
- Zona de Confort para TI (Beneficio bajo, Factibilidad alta)

- Son iniciativas fáciles de implementar, pero con bajo impacto en el negocio.
  - No se recomienda priorizarlas, a menos que sean necesarias para mejorar procesos internos de TI.
- Zona de Impacto Nulo o Limitado (Beneficio bajo, Factibilidad baja)
- Son proyectos con baja factibilidad y poco impacto en el negocio.
  - No deberían ser considerados prioritarios, ya que no aportan valor significativo.

*Nota.* Todas las variables que se encuentran en los campos estimación y priorización por favor revisar la tabla 12 para mejor comprensión.

**Figura 23.**

*Método de priorización de Ralph Kimball*

**3 Pasos para Priorizar Iniciativas de Datos**  
**3) Matriz Priorización**



Fuente: (Mendoza, 2022)

**Tabla 12.***Método de priorización de Kimball*

<b>ID</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Descripción</b>
1	Alta	(Beneficio alto, Factibilidad alta)
2	Media	(Beneficio alto, Factibilidad baja)
3	Baja	(Beneficio bajo, Factibilidad alta)
4	Muy baja	(Beneficio bajo, Factibilidad baja)

Fuente: Propia

### **2.3.6.3. Planteamiento de historias de usuario**

A continuación, se presentan los requerimientos definidos por el Product Owner, en este caso, el Investigador. Tal como se muestra desde la Figura 24 hasta la Figura 36, estos se estructuraron a través de una serie de Historias de Usuario (HU), con el propósito de guiar el desarrollo de la plataforma de Business Intelligence.

**Figura 24.***Historia de Usuario HUBIE-001*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIEM-001	<b>Usuario:</b> Experto BI
<b>Nombre de Historia:</b> Identificación de necesidades de los stakeholders relacionados con los datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable.	
<b>Estimación:</b> S	<b>Priorización:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como <b>experto en BI</b> , necesito identificar las necesidades de los stakeholders mediante una reunión presencial, con el objetivo de comprender los requisitos del producto. Esto facilitará el diseño de una solución de Business Intelligence que se ajuste a sus expectativas.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe quedar evidencia de la reunión, imágenes, audios, capturas como pruebas de la realización de la reunión.</li> </ul>	

Fuente: Propia

**Figura 25.***Historia de Usuario HUBIE-002*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-002	<b>Usuario:</b> Experto BI
<b>Nombre de Historia:</b> Conjunto de datos estandarizado sobre indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable.	
<b>Estimación:</b> XL	<b>Priorización:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como <b>experto en BI</b> , necesito que el conjunto de datos esté estandarizado antes de emplearlo como fuente en una solución de Business Intelligence, para asegurar la calidad y la coherencia de la información.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivo en formato Excel bdd.xlsx.</li> <li>• Curación de datos.</li> <li>• Imputación de valores null y vacíos.</li> <li>• Eliminación de datos duplicados, etc.</li> </ul>	

Fuente: Propia

**Figura 26.**

*Historia de Usuario HUBIE-003*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-003	<b>Usuario:</b> Experto BI
<b>Nombre de Historia:</b> Diseño del modelo lógico del data set de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable en EMAPA-I.	
<b>Estimación:</b> XL	<b>Priorización:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como <b>experto en BI</b> , es necesario la construcción de la tabla de hechos, las dimensiones, los campos de cada tabla, las relaciones establecidas y el tipo de esquema implementado. Esto garantizará una comprensión integral de los datos y sus interrelaciones, facilitando la toma de decisiones fundamentadas en información precisa y confiable en el contexto establecido.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cada registro cuenta con un ID único.</li><li>• Los campos están organizados dentro de su dimensión asignada.</li><li>• Los nombres de las dimensiones deben ser claros y facilitar su identificación, siguiendo un diccionario de dimensiones establecido.</li></ul>	

Fuente: Propia

**Figura 27.**

*Historia de Usuario HUBIE-004*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-004	<b>Usuario:</b> Experto BI
<b>Nombre de Historia:</b> Diseño del modelo físico del data set de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable en EMAPA-I.	
<b>Estimación:</b> XL	<b>Priorización:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como <b>experto en BI</b> , es necesario la construcción del modelo físico, a partir de la tabla de hechos, Las dimensiones, los atributos de cada tabla, las relaciones definidas y el tipo de esquema utilizado.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar en modelo en formato tabular en formato bdd.xlsx.</li><li>• Cada registro cuenta con un ID único.</li><li>• Los campos están organizados dentro de su dimensión asignada.</li><li>• Los nombres de las dimensiones deben ser claros y facilitar su identificación, siguiendo un diccionario de dimensiones establecido.</li></ul>	

Fuente: Propia

**Figura 28.***Historia de Usuario HUBIE-005*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-005	<b>Usuario:</b> Analista
<b>Nombre de Historia:</b> Página con reporte de indicadores base de agua potable	
<b>Estimación:</b> M	<b>Priorización:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como <b>analista</b> , necesito un dashboard que muestre los indicadores clave relacionados con la eficiencia del servicio de agua potable. Incluirá métricas como la calidad del agua, cantidad de agua suministrada, eficiencia en la distribución, entre otros.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El reporte debe mostrar los indicadores principales del sistema <u>e</u> agua potable.</li> <li>• Los datos deben ser actualizados en tiempo real.</li> <li>• El reporte debe ser visualmente claro y permitir la comparación entre diferentes períodos.</li> </ul>	

Fuente: Propia

**Figura 29.***Historia de Usuario HUBIE-006*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-006	<b>Usuario:</b> Analista
<b>Nombre de Historia:</b> Página con gráficas de evaluación por sistemas y subsistemas	
<b>Estimación:</b> L	<b>Priorización:</b> 2
<b>Descripción:</b> Como <b>analista</b> , necesito un dashboard que presente gráficos que permiten evaluar el desempeño de los diferentes sistemas y subsistemas dentro de la infraestructura de agua potable, facilitando la gestión de recursos a mediano plazo.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las gráficas deben cubrir todos los sistemas y subsistemas identificados.</li> <li>• Debe permitir la comparación entre diferentes subsistemas.</li> <li>• Debe ser visualmente atractiva y fácil de interpretar.</li> </ul>	

Fuente: Propia

**Figura 30.**

*Historia de Usuario HUBIE-007*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-007	<b>Usuario:</b> Analista
<b>Nombre de Historia:</b> Página con estrategia para recuperación de perdidas comerciales	
<b>Estimación:</b> XL	<b>Priorización:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como <b>analista</b> , necesito un dashboard proporciona una estrategia a seguir para recuperar las pérdidas comerciales derivadas de la distribución de agua, abordando factores como el desperdicio y las conexiones ilegales.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• La estrategia debe estar basada en datos de pérdidas comerciales actuales.</li><li>• Incluirá acciones recomendadas y metas mensuales.</li><li>• Debe tener en cuenta las limitaciones de recursos y las oportunidades de mejora.</li></ul>	

Fuente: Propia

**Figura 31.**

*Historia de Usuario HUBIE-008*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-008	<b>Usuario:</b> Analista
<b>Nombre de Historia:</b> Página con composición del parque de medidores (clasificación, años, distribución por parroquias)	
<b>Estimación:</b> M	<b>Priorización:</b> 2
<b>Descripción:</b> Como <b>analista</b> , es necesario un dashboard donde se pueda visualizar la composición del parque de medidores instalados, categorizándolos por su clasificación, antigüedad y distribución geográfica por parroquias, lo que ayuda en la gestión de recursos y mantenimiento.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los medidores deben estar clasificados por año de instalación, tipo y parroquia.</li><li>• La distribución debe ser clara y fácil de interpretar.</li><li>• Debe permitir un análisis de los medidores más antiguos o con mayor necesidad de mantenimiento.</li></ul>	

Fuente: Propia

**Figura 32.***Historia de Usuario HUBIE-009*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-009	<b>Usuario:</b> Analista
<b>Nombre de Historia:</b> Página con medidores instalados con consumos en 0 m <sup>3</sup> /anual y menores a 10 m <sup>3</sup> /anual	
<b>Estimación:</b> S	<b>Priorización:</b> 3
<b>Descripción:</b> Como <b>analista</b> , es necesario la de un dashboard donde se puedan visualizar los medidores instalados que no reportan consumo o tienen consumos muy bajos, ayudando a identificar posibles medidores defectuosos o zonas con baja demanda.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe mostrar los medidores con consumo igual a 0 y menores a 10 m<sup>3</sup> anuales.</li> <li>• Permitir filtrar por tipo de medidor y localización.</li> <li>• Debe ayudar a identificar patrones o posibles fallos en los medidores.</li> </ul>	

Fuente: Propia

**Figura 33.***Historia de Usuario HUBIE-010*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-010	<b>Usuario:</b> Analista
<b>Nombre de Historia:</b> Página con gráficas de comparaciones anuales y evolución de los indicadores base de agua	
<b>Estimación:</b> L	<b>Priorización:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como analista, necesito un dashboard para poder visualizar la comparación de los indicadores clave de agua potable durante los últimos años, permitiendo observar la evolución de la eficiencia y la sostenibilidad del servicio.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe permitir comparar indicadores clave entre diferentes años.</li> <li>• Debe ser capaz de identificar tendencias o áreas de mejora.</li> <li>• Las gráficas deben ser fáciles de interpretar y comprender.</li> </ul>	

Fuente: Propia

**Figura 34.***Historia de Usuario HUBIE-011*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-011	<b>Usuario:</b> Analista
<b>Nombre de Historia:</b> Página con balances hídricos de los sistemas de agua potable	
<b>Estimación:</b> M	<b>Priorización:</b> 2
<b>Descripción:</b> Como <b>analista</b> , necesito un dashboard donde se pueda visualizar el balance hídrico de los sistemas de agua potable, ayudando a entender el flujo y distribución de los recursos hídricos en el sistema.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe mostrar un balance claro entre el agua suministrada y el agua distribuida.</li> <li>• Debe incluir un análisis de la eficiencia en el uso del recurso.</li> <li>• Permitir la comparación entre diferentes sistemas y períodos.</li> </ul>	

Fuente: Propia

**Figura 35.***Historia de Usuario HUBIE-012*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-012	<b>Usuario:</b> Analista
<b>Nombre de Historia:</b> Página o panel de inicio	
<b>Estimación:</b> S	<b>Priorización:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como analista tecnológico de BI, deseo contar con un panel principal que facilite la visualización y conexión entre los distintos dashboards desarrollados, de manera que la interacción entre ellos sea ágil y eficiente.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El panel debe estar disponible dentro de la plataforma de inteligencia de negocios.</li> <li>• La información mostrada debe ser exacta y representar fielmente el estado actual del desarrollo.</li> <li>• Las representaciones gráficas de los datos deben ser claras, directas y comprensibles para los usuarios.</li> <li>• La herramienta debe ofrecer una experiencia de uso intuitiva y sencilla.</li> </ul>	

Fuente: Propia

**Figura 36.***Historia de Usuario HUBIE-013*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HUBIE-013	<b>Usuario:</b> Analista
<b>Nombre de Historia:</b> Lanzamiento de la solución de Business Intelligence en una plataforma web.	
<b>Estimación:</b> S	<b>Priorización:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como responsable de la investigación, necesito que la solución de Business Intelligence esté disponible en línea para poder acceder a ella desde mi computadora.	
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar la solución de BI en un entorno web permite que sea accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet.</li> </ul>	

Fuente: Propia

**2.3.7. Pila de productos (Product backlog)**

El Product Backlog consiste en una lista que recoge todas las funcionalidades y requisitos esenciales del producto, con el propósito de ofrecer al equipo de desarrollo una guía clara de trabajo. Esta lista garantiza que existan tareas definidas y organizadas por prioridad, con el fin de generar el mayor valor posible. Los ítems que forman parte del backlog están descritos mediante historias de usuario, las cuales son comprendidas y preparadas por el equipo para ser abordadas en los próximos sprints. En la Tabla 13 se muestra el Product Backlog correspondiente al desarrollo realizado en este proyecto.

**Tabla 13.***Product Backlog*

Código de Historia de Usuario	Título de Historia de Usuario	Priorización	Estimación
HUBIE-001	Identificación de necesidades de los stakeholders relacionados con los datos de indicadores de eficiencia en la	1	S

	dotación del servicio de agua potable.		
HUBIE-002	Conjunto de datos estandarizado sobre indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable.	1	XL
HUBIE-003	Diseño del modelo lógico del data set de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable en EMAPA-I.	1	XL
HUBIE-004	Diseño del modelo físico del data set de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable en EMAPA-I.	1	XL
HUBIE-005	Página con reporte de indicadores base de agua potable	1	M
HUBIE-006	Página con gráficas de evaluación por sistemas y subsistemas	2	L
HUBIE-007	Página con estrategia para recuperación de perdidas comerciales	1	XL
HUBIE-008	Página con composición del parque de medidores (clasificación, años, distribución por parroquias)	2	M

HUBIE-009	Página con medidores instalados con consumos en 0 m3/anual y menores a 10 m3/anual	3	S
HUBIE-010	Página con gráficas de comparaciones anuales y evolución de los indicadores base de agua	1	L
HUBIE-011	Página con balances hídricos de los sistemas de agua potable	2	M
HUBIE-012	Página o panel de inicio	1	S
HUBIE-013	Lanzamiento de la solución de Business Intelligence en una plataforma web.	1	S

*Nota.* La tabla presenta la información del product backlog organizada por nivel de prioridad, lista para ser incorporada en las próximas iteraciones. Fuente: Propia

### **2.3.8. Desarrollo de los sprints**

Durante el desarrollo, cada sprint se emplea para finalizar un conjunto específico de tareas provenientes del Product Backlog, con el propósito de generar un incremento del producto que sea potencialmente entregable. Al concluir cada sprint, se lleva a cabo una revisión para evaluar el avance logrado, así como una retrospectiva que permite identificar oportunidades de mejora en el proceso, facilitando la adaptación a cambios y el perfeccionamiento del producto.

La Tabla 14 muestra la información correspondiente al desarrollo del sprint en función de las historias de usuario incluidas en el Product Backlog.

**Tabla 14.**  
*Desarrollo de Sprints*

<b>ID</b>	<b>Sprint</b>	<b>Estimación</b>	<b>Fecha Inicio</b>	<b>Fecha Fin</b>
HUBIE-001	Sprint 0	S	4 de noviembre de 2024	15 de noviembre de 2024
HUBIE-002	Sprint 1	XL	23 de diciembre de 2024	17 de enero de 2025
HUBIE-003	Sprint 2	XL	20 de enero de 2025	14 de febrero de 2025
HUBIE-004	Sprint 2	XL	17 de febrero de 2025	28 de febrero de 2025
HUBIE-005	Sprint 3	M	3 de marzo de 2025	14 de marzo de 2025
HUBIE-006	Sprint 3	L	17 de marzo de 2025	28 de marzo de 2025
HUBIE-007	Sprint 4	XL	31 de marzo de 2025	11 de abril de 2025
HUBIE-008	Sprint 4	M	14 de abril de 2025	25 de abril de 2025
HUBIE-009	Sprint 5	S	28 de abril de 2025	9 de mayo de 2025

HUBIE-010	Sprint 5	L	12 de mayo de 2025	23 de mayo de 2025
HUBIE-011	Sprint 6	M	26 de mayo de 2025	13 de junio de 2025
HUBIE-012	Sprint 6	S	16 de junio de 2025	23 de junio de 2025
HUBIE-013	Sprint 6	S	30 de junio de 2025	11 de julio de 2025

Fuente: Propia

La solución de inteligencia de negocios se implementó siguiendo una metodología ágil, específicamente usando el enfoque Scrum. En cada sprint se trabajó con el objetivo de completar tareas agrupadas en historias de usuario, las cuales estaban alineadas con lo que requería la solución planteada.

Para organizar y hacer seguimiento a los sprints, se utilizó Microsoft Planner, como se muestra en la Figura 37. Esta herramienta en la nube facilita la planificación y el control de proyectos, permitiendo trabajar desde cualquier lugar con acceso a internet.

Microsoft Planner permite crear distintos tipos de planes, para diferentes tipos de proyectos, según los objetivos establecidos. Dentro de estos planes se pueden asignar tareas, establecer fechas límite, adjuntar archivos, dar seguimiento a las tareas, y comunicarse de forma básica con los integrantes del equipo (Microsoft, s.f.).

**Figura 37.**  
*Desarrollo de las actividades programadas en cada Sprint*

Nombre de tarea	Tarea	Fecha de inicio	Fecha de venc...	Cubo	Progreso	Prioridad	Etiquetas
HUBIE-001_levantamiento de Requisitos	CUASQUER N/	4/11/2024	15/11/2024	Sprint 0	Completado	Importante	Agregar etiqueta
HUBIE-002_Datos Estandarizados	CUASQUER N/	23/12/2024	17/1/2025	Sprint 1	Completado	Importante	Agregar etiqueta
HUBIE-003_Diseño modelo lógico	CUASQUER N/	20/1/2025	14/2/2025	Sprint 2	Completado	Importante	Agregar etiqueta
HUBIE-004_Diseño modelo físico	CUASQUER N/	17/2/2025	28/2/2025	Sprint 2	Completado	Importante	Agregar etiqueta
HUBIE-005_Dashboard Reporte de indicadores	CUASQUER N/	3/3/2025	14/3/2025	Sprint 3	Completado	Importante	Agregar etiqueta
HUBIE-006_Dashboard Evaluación por sistemas	CUASQUER N/	17/3/2025	28/3/2025	Sprint 3	Completado	Media	Agregar etiqueta
HUBIE-007_Dashboard Estrategia recuperación de pérdi	CUASQUER N/	31/3/2025	11/4/2025	Sprint 4	Completado	Media	Agregar etiqueta
HUBIE-008_Dashboard Clasificación de Medidores	CUASQUER N/	14/4/2025	25/4/2025	Sprint 4	Completado	Media	Agregar etiqueta
HUBIE-009_Dashboard Medidores 0 y < 10 m3	CUASQUER N/	28/4/2025	9/5/2025	Sprint 5	Completado	Media	Agregar etiqueta
HUBIE-010_Dashboard Evolución de indicadores	CUASQUER N/	12/5/2025	23/5/2025	Sprint 5	Completado	Media	Agregar etiqueta
HUBIE-011_Dashboard Balance Hídrico	CUASQUER N/	26/5/2025	13/6/2025	Sprint 6	Completado	Media	Agregar etiqueta

Fuente: Propia

**Figura 38.**  
*Distribución de tareas por Sprint*

Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5
+ Agregar tarea	+ Agregar tarea	+ Agregar tarea	+ Agregar tarea
1 Tareas completadas	2 Tareas completadas	2 Tareas completadas	2 Tareas completadas
<ul style="list-style-type: none"> <li>HUBIE-003_Diseño modelo lógico</li> <li>HUBIE-004_Diseño modelo físico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HUBIE-005_Dashboard Reporte de indicadores</li> <li>HUBIE-006_Dashboard Evaluación por sistemas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HUBIE-007_Dashboard Estrategia recuperación de pérdidas</li> <li>HUBIE-008_Dashboard Clasificación de Medidores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HUBIE-009_Dashboard Medidores 0 y &lt; 10 m3</li> <li>HUBIE-010_Dashboard Evolución de indicadores</li> </ul>

Fuente: Propia

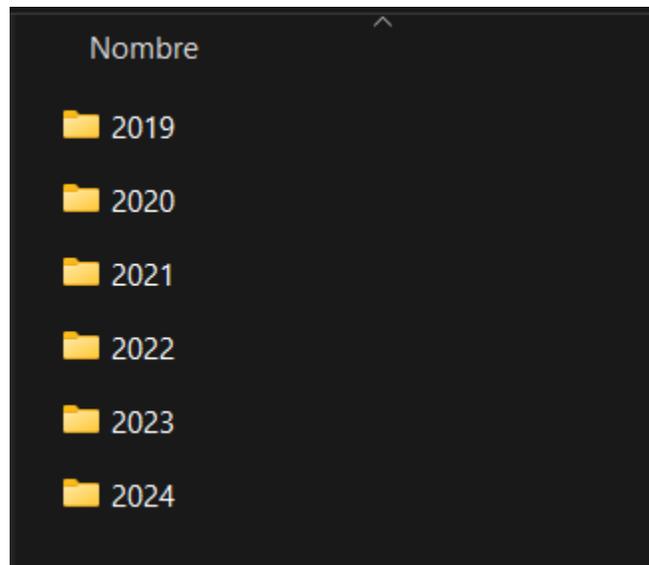
## 2.4. Curación de datos

### 2.4.1. Recolección de datos

El proceso de obtención de datos se realizó mediante la coordinación directa con los responsables del área técnica y comercial de la empresa. Con su autorización, se tuvo acceso a distintos archivos que contenían registros históricos sobre consumo de agua, continuidad del servicio, mediciones por parroquias, información de cuentas, sistemas de distribución, entre otros datos clave. La información fue proporcionada principalmente en hojas de cálculo de Excel, cada una de estas organizada por año como se puede observar en la Figura 39.

#### Figura 39.

*Carpetas de datos originales por año*



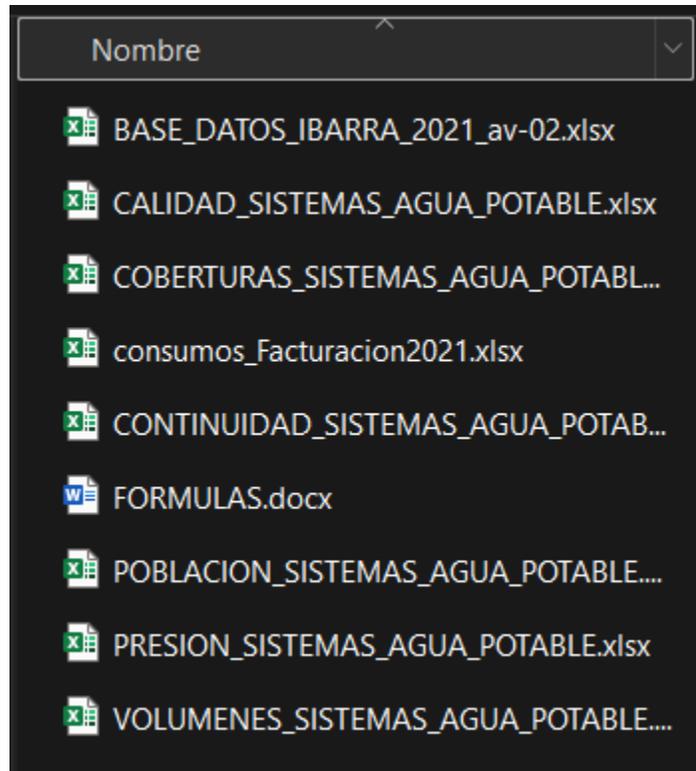
Nota. La Figura muestra las bases de datos proporcionadas por la empresa EMAPA-I, clasificadas por año. Fuente: Propia

Cabe mencionar que, durante el proceso de recopilación de datos, algunas de las bases tuvieron que ser cargadas manualmente por mi persona, ya que la información se encontraba distribuida en múltiples archivos de Excel. Esta situación requirió revisar y consolidar los datos

de forma ordenada para garantizar su correcta integración en el modelo. Tal como se observa en la Figura 40, los registros estaban organizados en diferentes libros según el año y el tipo de indicador.

**Figura 40.**

*Visualización de archivos distribuidos en múltiples libros de Excel*



*Nota.* La Figura muestra los archivos con información correspondiente a un solo año.  
Fuente: Propia

Durante este proceso, fue fundamental mantener una comunicación constante con los ingenieros encargados, tanto para entender el contexto de los datos como para resolver dudas sobre su estructura o formato. Esta interacción ayudó a garantizar que la información recopilada sea verídica, confiable y útil para el posterior diseño del modelo de datos.

## 2.4.2. Limpieza de datos

De acuerdo con (Rogers & Jonker, 2024), la limpieza de datos, también llamada depuración, es un proceso crucial que identifica y corrige errores e inconsistencias en los datos sin procesar. Su principal objetivo es garantizar que la información sea precisa, completa, coherente y apta para el análisis y la toma de decisiones. Este proceso aborda problemas comunes como duplicados, valores ausentes, inconsistencias, errores de formato, datos irrelevantes y fallas estructurales. Al contar con datos limpios, las organizaciones pueden tomar decisiones más fiables, mejorar su productividad al reducir el tiempo dedicado a correcciones y aumentar la rentabilidad al evitar errores costosos. Además, la limpieza de datos es vital para la inteligencia artificial y el machine learning, ya que asegura que los algoritmos se entrenen con conjuntos de datos exactos e imparciales, previniendo así predicciones incorrectas o sesgadas. La Figura 41 presenta distintas técnicas para la limpieza de datos.

**Figura 41.**  
*Técnicas para la Limpieza de Datos*

TÉCNICAS PARA LIMPIEZA DE DATOS			TÉCNICAS PARA LIMPIEZA DE DATOS		
PARAMETRO	TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	PARAMETRO	TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
Datos perdidos (Missing data)	Imputation	Reemplazar datos perdidos con valores como la media, mediana, moda o usando algoritmos como KNN.	Datos categóricos (Categorical data)	One-Hot encoding	Transformar variables categóricas en una representación matricial binaria.
Valores Atípicos (Outliers)	Z-Score IQR technique	Identificar y remover datos atípicos con base a la desviación estándar o rango intercuartílico.	Fecha y hora (Date & Time)	Date Parsing	Extraer y estandarizar las fechas y horas a un formato consistente.
Datos Duplicados (Duplicate data)	De-duplication	Remover filas y registros duplicados para evitar redundancia.	Datos no coincidentes (Mismatched data)	Regex	Encontrar coincidencia de patrones y así corregir inconsistencias en datos de cadenas.
Datos inconsistentes (Inconsistent data)	Standardization	Convertir datos a un formato común.	Escalar (Scaling)	Min-Max/ Standard scaling	Escalar características a un rango específico o estandarizar con media 0 y varianza 1.
Datos de Texto (Text data)	Text Normalization	Transformar texto en forma canónica ej: minúsculas, derivando.	Validación de datos (Data validation)	Assertion/Rule-based Checking	Garantizar que los datos cumplan con criterios específicos antes de procesarlos.

Fuente: (Data Solu7ions, 2023)

Además, se tuvo en cuenta las técnicas de limpieza de datos según el soporte técnico de (Microsoft, n.d.), las cuales son:

- **Rellenar Datos Automáticamente en Celdas:** Usa la función de "Rellenar" en Excel para completar información automáticamente en tus celdas, haciendo la entrada de datos más rápida.
- **Revisión Ortográfica:** Revisa y corrige los errores de ortografía en tus datos. Además, esto ayuda a mantener la uniformidad en términos como nombres de productos o empresas, y puedes añadir palabras a un diccionario personalizado si lo necesitas.
- **Quitar Filas Duplicadas:** Una tarea que suele ser muy común es eliminar las filas que se repiten después de importar los datos. Excel facilita esto al permitirte filtrar por valores únicos, para que luego puedas borrar fácilmente las entradas duplicadas.
- **Buscar y Reemplazar Texto:** Esta herramienta es útil para eliminar frases, prefijos o sufijos no deseados, o para sustituir texto obsoleto o innecesario por uno nuevo, o simplemente eliminarlo.
- **Quitar Espacios y Caracteres No Imprimibles:** Es importante eliminar los espacios extra, ya sean adicionales o repetidos, así como cualquier carácter que no se pueda imprimir, ya que estos pueden generar problemas al ordenar, filtrar o buscar datos.
- **Corregir Números y Signos Numéricos:** Resuelve inconvenientes como números que se importan como texto o ajustes necesarios en signos negativos y formatos numéricos, asegurando que todo cumpla con los estándares de tu organización.
- **Corregir Valores de Fecha y Hora:** Permite convertir y dar un formato consistente a los valores de fecha y hora que pueden haber sido importados en diferentes estilos o que se confunden con otros códigos.

- **Transformar y Reorganizar Columnas:** Organiza mejor tus datos cambiando la posición de las columnas, dividiendo una en varias o uniendo varias en una sola según lo que necesites.
- **Conciliar Datos Mediante Unión o Coincidencia:** Combina información de distintas fuentes que tengan una clave en común. Esto es muy útil para juntar bases de datos o asegurarte de que los datos provenientes de varios lugares estén bien alineados.

En la Figura 42 se puede observar el estado original de los datos antes de aplicar las técnicas de limpiezas.

**Figura 42.**  
*Estado original de los datos*

DIRECCION	ZONA	NRO	LEC_ACT	LEC_ANT	F_3000	F3000_C_60	F_6001	CONSUMO	MEDIDOR	NRO_ESFERA	NOVEDAD	MED_MARCA	MED_DIAMET	MED_FEC_IN	MED_ACTIVO
L ISLA STA. FE	URBANO	S/N	1651	1622	1	0	0	29	768866	5	1	BMETERS	1	42263	1
CUENCA	URBANO	1-jun	1046	1035	1	0	0	11	111504590	4	1	SENSUS	1	40823	1
CUENCA	URBANO	S/N	490	463	1	0	0	27	10525470	5	9	BAYLAN	1	43270	1
AV. JOSE M. VA	URBANO	S/N	667	632	1	0	0	35	10523700	5	1	BAYLAN	1	43111	1
L ISLA STA. FE	URBANO	S/N	1347	1313	1	0	0	34	2013006842	4	1	SENSUS	1	41683	1
AV. JOSE M. VA	URBANO	S/N	761	747	1	0	0	14	768807	5	1	BMETERS	1	42263	1
AV. JOSE M. VA	URBANO	S/N	896	877	1	0	0	19	768756	5	1	BMETERS	1	42263	1
CUENCA	URBANO	ene-62	1897	1880	1	0	0	17	187195	5	1	MADDALENA	1	39555	1
R ISLA STA. FE	URBANO	S/N	2697	2676	1	0	0	21	180080	5	1	MADDALENA	1	0	1
AV. JOSE M. VA	URBANO	S/N	1935	1915	1	0	0	20	175658	5	1	MADDALENA	1	39294	1
AV. JOSE M. VA	URBANO	S/N	2206	2205	1	0	0	1	10001432	4	1	ACTARIS	1	40479	1
AV. JOSE M. VA	URBANO	S/N	1217	1211	1	0	0	6	111505499	4	1	SENSUS	1	40779	1
AV. JOSE M. VA	URBANO	S/N	795	790	1	0	0	5	111505498	4	1	SENSUS	1	40779	1
L ISLA STA. FE	URBANO	ene-47	891	881	1	0	0	10	131500099	4	1	SENSUS	1	41395	1
ANTONIO ANTI	URBANO	ene-57	1323	1303	1	0	0	20	769197	5	1	BMETERS	1	42263	1
L ISLA STA. FE	URBANO	ene-57	649	637	1	0	0	12	768835	5	1	BMETERS	1	42263	1
L ISLA STA. FE	URBANO	S/N	992	985	1	0	0	7	121528173	4	1	SENSUS	1	41368	1
A CUENCA	URBANO	ene-80	2248	2234	1	0	0	14	182994	5	9	MADDALENA	1	39555	1
AV. JOSE M. VA	URBANO	ago-79	3012	2961	1	0	0	51	768821	5	1	BMETERS	1	42263	1
AV. JOSE M. VA	URBANO	S/N	1261	1252	1	0	0	9	111504991	4	1	SENSUS	1	40724	1
L ISLA STA. FE	URBANO	ene-67	1106	1086	1	0	0	20	768776	5	1	BMETERS	1	42263	1
L CUENCA	URBANO	ene-92	893	892	1	0	0	1	187196	5	1	MADDALENA	1	39561	1
L CUENCA	URBANO	ene-92	861	854	1	0	0	7	121527270	4	1	SENSUS	1	41375	1
A ANTONIO ANTI	URBANO	ene-69	1353	1348	1	0	0	5	177105	5	1	MADDALENA	1	39351	1
L ISLA STA. FE	URBANO	S/N	186	178	1	0	0	8	76899615	5	1	BMETERS	1	42229	1

Fuente: Propia

Se aplicaron diversos procesos de limpieza según las necesidades de cada columna.

Para ello, fue necesario mantener una reunión con el Ingeniero encargado de recopilar la información, quien explicó el contenido y propósito de cada columna de datos.

Para realizar el proceso de limpieza de datos se utilizaron diversas herramientas, especialmente funciones de Microsoft Excel, entre las cuales se pueden detallar:

- **=ESPACIOS y =LIMPIAR:** Como se puede ver en la Figura 43 con la función =LIMPIAR se eliminó los caracteres raros o no imprimibles y luego con la función =ESPACIOS se limpió los espacios extra, dejando el texto más limpio y uniforme. Este pasó se realizó en columnas como NOMBRE\_1, DIRECCION, nombre\_bar, Parroquia, MED\_MARCA, SISTEMA\_AA y TIPO\_CUENT entre otras columnas de tipo texto.

**Figura 43.**

*Aplicación de fórmulas =ESPACIOS y =LIMPIAR*

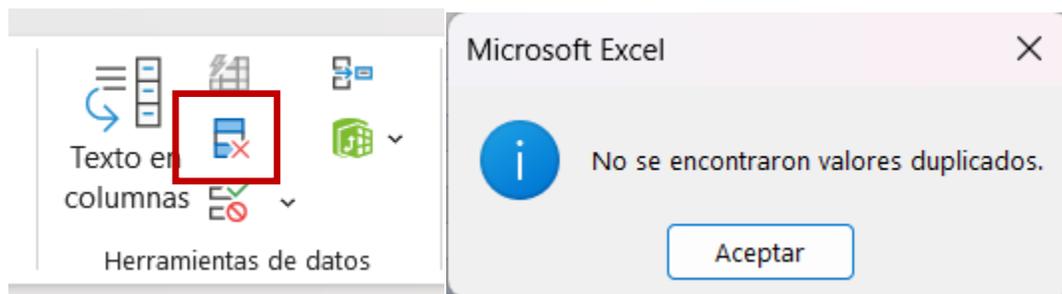
M	N
DIRECCION	Columna1
AV. JOSE M. VACA 8-79	AV. JOSE M. VACA 8-79
AV. JOSE M. VACA S/N	AV. JOSE M. VACA S/N
AV. JOSE M. VACA S/N	AV. JOSE M. VACA S/N
ISLA STA. FE S/N	ISLA STA. FE S/N
CUENCA 1-62	CUENCA 1-62
ISLA STA. FE 1-67	ISLA STA. FE 1-67
ISLA STA. FE 1-81	ISLA STA. FE 1-81
CUENCA 1-92	CUENCA 1-92
CUENCA 2-24	CUENCA 2-24
JUAN MARTINEZ DE ORBE	JUAN MARTINEZ DE ORBE

Fuente: Propia

- **Quitar duplicados:** Con esta funcionalidad dentro de la pestaña Datos se intentó detectar datos duplicados, como se puede ver en la Figura 44, en este caso no se encontraron datos duplicados.

**Figura 44.**

*Detección de datos duplicados*

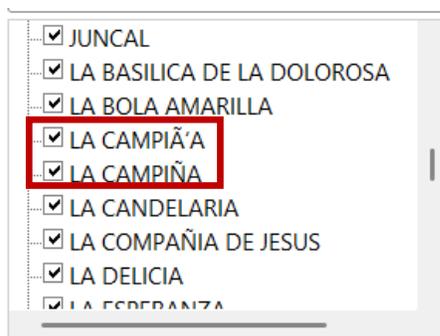


Fuente: Propia

- **Revisión ortográfica:** Se utilizó esta técnica para identificar errores de escritura en los campos textuales como lo son nombre\_bar, Parroquia, MED\_MARCA, SISTEMA\_AA y TIPO\_CUENT. Se muestra un ejemplo de error ortográfico en la Figura 45.

**Figura 45.**

*Ejemplo de errores de ortografía*



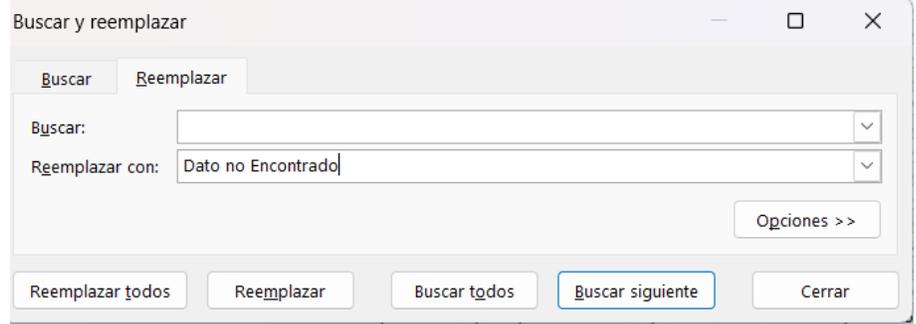
Fuente: Propia

- **Control de datos faltantes:** Se revisaron los valores ausentes en las tablas y, posteriormente, se completaron de forma adecuada según la necesidad de cada columna. Con la función de Excel de buscar y reemplazar, colocamos "Dato no Encontrado" en todos los casilleros en blanco que sean texto y en los casilleros que contienen valores numéricos se colocó "0". En la Figura 46 se puede observar datos faltantes que se encontró en la información.

**Figura 46.**

*Función Buscar y reemplazar*

MEDIDORES<10M3	nombre_bar	Cob_AP	Cob_AC	Poblacion	Demanda A	Agua Suministrada
	LA CANDELARIA	98,96	98,28	3,214142374	367,8994786	272,103132
		95,26	88,28	3,275800695	374,9570577	331,6772525
1	10 DE AGOSTO	98,96	98,28	3,431405681	392,7680277	219,2256834
	SAN JOSE DE CA	98,96	98,28	3,275800695	374,9570577	331,6772525
	FLOTA IMBABUI	98,96	98,28	3,330585039	381,2278227	322,7500785
	CHAMANAL	98,96	98,28	3,303952279	378,1793646	298,7558619
	JARDINES DE OI	98,59	97,56	3,275800695	374,9570577	331,6772525
1		98,96	98,28	3,275800695	374,9570577	331,6772525

Fuente: Propia

- Para las columnas norte y este que son coordenadas UTM lo que se hizo fue transformarlas a coordenadas geográficas para que en el momento de cargar los datos en Power BI se puedan utilizar estos datos para sacar información sobre la ubicación de los medidores. Este proceso puede verse en la Figura 47 y 48.

**Figura 47.**

*Columnas con Coordenadas UTM*

AD	AE
<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
820250,43	10040353,1
820241,619	10040333,9
820213,72	10040327,5
820190,45	10040322,1
820133,8	10040336,5
820129,59	10040356,7
820118,52	10040368,1
820101,06	10040358,2
820039,68	10040405
820034,53	10040431,1

Fuente: Propia

**Figura 48.**

*Columnas con Coordenadas Geográficas*

K	L
LATITUD	LONGITU
0,36462372	-78,12315
0,36445053	-78,1232291
0,36439251	-78,1234795
0,36434378	-78,1236884
0,36447451	-78,1241968
0,36465696	-78,1242346
0,36475937	-78,1243339
0,36467051	-78,1244906
0,36509302	-78,1250414
0,36532887	-78,1250876
0,36536534	-78,1255388
0,36544706	-78,125663

Fuente: Propia

- **Formato en número decimales:** Para los campos con número decimales se los redujo a únicamente 2 decimales ya que demasiados decimales no son necesarios y en el momento de visualizar la información en los gráficos no es posible apreciarla de la mejor manera, excepto para las coordenadas ya que en éstas son necesarias al menos 6 decimales para no perder exactitud en las coordenadas
- **Formato fecha:** En el campo MED\_FEC\_IN se aplicó el formato fecha ya que algunos datos no se visualizaba una fecha como tal, como se puede ver en la Figura 49.

**Figura 49.**

*Columna Fecha de Instalación Medidor*

AO
MED_FEC_IN
42263
40823
43270
43111
41683
42263
42263
39555
39294

Fuente: Propia

### **2.4.3. Modelo tabular**

El modelo tabular es una forma nueva de organizar bases de datos que, aunque se basa en fuentes de datos relacionales (tablas y sus interconexiones), permite implementar un modelo dimensional de manera más eficiente en ciertos escenarios, como las jerarquías de tipo "padre-hijo". Fue introducido con las tablas dinámicas de Excel (Power Pivot) y busca acercarse a los usuarios más avanzados, ofreciéndoles capacidades de autoservicio para interactuar, explorar y visualizar datos de forma personalizada. A diferencia del modelo multidimensional, que suele ser para profesionales de la informática, el modelo tabular es más intuitivo para los analistas porque se parece al modelo relacional con el que ya están familiarizados. (Torres Sánchez et al., 2015)

Cabe mencionar que, para facilitar la preparación del modelo tabular, se utilizó la función =BUSCARV de Excel con el objetivo de relacionar diferentes hojas de cálculo y construir una estructura preliminar de datos, especialmente en los casos en que se requería vincular atributos de dimensión con datos cuantificables. Esta técnica permitió validar relaciones y estructuras antes de su implementación definitiva en Power BI.

Una vez finalizado el proceso de limpieza de datos de los data set proveídos por EMAPA-I sobre la dotación del servicio de agua potable, se generaron un total de 22 tablas en donde hay una tabla de hechos y las otras 21 son dimensiones. En estas tablas se construyó el modelo tabular. En la Figura 50 se muestra la tabla de hechos con dicho modelo aplicado.

**Figura 50.**  
**Modelo Tabular**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
CUE_ID	ID_CLIENTE	DIRECCION	ID_TARIFA	ID_TIPO	MEDIDOR	ID_MARCA	MED_DIAMET	MED_FEC_IN	AÑO_MEDIDOR	MED_ACTIVO	ALCANTARIL	SECUEN
2	Cli-1	AV. JOSE M. V/ Tar-1	Tip-1	768821	Med-7		1	42263	2015	1	1	1
3	Cli-2	AV. JOSE M. V/ Tar-2	Tip-1	768807	Med-7		1	42263	2015	1	1	1
4	Cli-3	AV. JOSE M. V/ Tar-2	Tip-1	10523700	Med-6		1	43111	2018	1	1	1
7	Cli-4	ISLA STA. FE S/ Tar-2	Tip-1	768866	Med-7		1	42263	2015	1	1	1
8	Cli-5	CUENCA 1-62 Tar-2	Tip-1	187195	Med-21		1	39555	2008	1	1	1
9	Cli-6	ISLA STA. FE 1- Tar-1	Tip-1	2215061189	Med-30		1	44944	2023	1	1	1
10	Cli-7	ISLA STA. FE 1- Tar-2	Tip-1	768861	Med-7		1	42263	2015	1	1	1
11	Cli-8	CUENCA 1-92 Tar-2	Tip-1	187196	Med-21		1	39561	2008	1	1	1
12	Cli-9	CUENCA 2-24 Tar-2	Tip-1	182991	Med-21		1	39555	2008	1	1	1
13	Cli-10	JUAN MARTIN Tar-2	Tip-1	124648	Med-21		1	38748	2006	1	1	1
14	Cli-11	CUENCA 3-02 Tar-2	Tip-1	182990	Med-21		1	39555	2008	1	1	1
15	Cli-12	CUENCA 3-30 Tar-1	Tip-1	12161705	Med-6		1	43456	2018	1	1	1
16	Cli-13	CUENCA 3-40 Tar-2	Tip-1	177709	Med-21		1	39475	2008	1	1	1
17	Cli-14	CUENCA 3-56 Tar-1	Tip-1	769135	Med-7		1	43060	2017	1	1	1
18	Cli-15	CUENCA 3-68 Tar-1	Tip-1	12160201	Med-6		1	43456	2018	1	1	1
19	Cli-16	CUENCA 3-88 Tar-1	Tip-1	12162843	Med-6		1	43456	2018	1	1	1
20	Cli-17	CUENCA 4-18 Tar-2	Tip-1	121520589	Med-26		1	41292	2013	1	1	1
21	Cli-18	ISLA STA. ISABI Tar-1	Tip-1	186310	Med-21		1	40028	2009	1	1	1
22	Cli-19	CUENCA 9-61 Tar-2	Tip-1	126224	Med-11		1	38600	2005	1	1	1
23	Cli-20	CUENCA 5-36 Tar-1	Tip-1	126227	Med-11		1	38600	2005	1	1	1
24	Cli-21	CUENCA 5-46 Tar-2	Tip-1	10523662	Med-6		1	43153	2018	1	1	1
25	Cli-22	CUENCA 5-58 Tar-2	Tip-1	160615859	Med-7		1	42905	2017	1	1	1
26	Cli-23	CUENCA 5-66 Tar-2	Tip-1	122732	Med-24		0	38509	2005	1	1	1
27	Cli-24	CUENCA 6-28 Tar-1	Tip-1	178183	Med-21		1	39384	2007	1	1	1
28	Cli-25	CUENCA 6-38 Tar-2	Tip-1	178182	Med-21		1	39442	2007	1	1	1
29	Cli-26	CUENCA 6-54 Tar-2	Tip-1	2013002416	Med-26		1	41554	2013	1	1	1

Fuente: Propia

## 2.5. Construcción del Almacén de datos (Data Warehouse)

### 2.5.1. Herramienta Power BI

Microsoft Power BI es una solución de inteligencia empresarial que permite a las organizaciones recopilar, procesar, analizar y representar datos de forma eficiente. Su capacidad de integración con diversas fuentes de datos posibilita la generación de informes dinámicos y paneles de control personalizados, facilitando la toma de decisiones fundamentadas en información precisa y actualizada. Además, Power BI está diseñado para ser utilizado por diferentes perfiles dentro de una empresa, desde analistas y desarrolladores hasta directivos, ofreciendo una interfaz intuitiva y herramientas avanzadas sin la necesidad de conocimientos profundos en programación. (Power BI, n.d.)

Power BI opera a través de tres componentes principales:

- **Power BI Desktop**

- **Power BI Service**
- **Power BI Mobile**

El proceso generalmente inicia en Power BI Desktop, donde los usuarios pueden conectar múltiples fuentes de datos, transformarlos, modelarlos y diseñar informes visuales. Luego, estos informes se publican en Power BI Service, una plataforma en la nube que facilita compartir y colaborar en los reportes creados. Además, gracias a Power BI Mobile, los usuarios pueden acceder a los informes desde cualquier dispositivo, garantizando que siempre estén disponibles y actualizados en tiempo real. (Power BI, n.d.)

Microsoft Power BI es una herramienta muy completa para la inteligencia empresarial, gracias a varias funcionalidades clave que facilitan el trabajo con datos. Permite conectarse a diversas fuentes, como bases de datos SQL, archivos CSV y hojas de Excel, lo que da mucha flexibilidad. Con su Editor de Power Query, los usuarios pueden transformar y limpiar la información, ajustando formatos, eliminando datos innecesarios y combinando varias fuentes para crear un modelo de datos más eficiente. Además, Power BI facilita la creación de visualizaciones atractivas e interactivas, como gráficos de barras, con una interfaz sencilla de arrastrar y soltar. Los informes permiten agrupar estas visualizaciones en varias páginas, algo similar a tener diferentes hojas en un libro de Excel. Finalmente, los reportes pueden publicarse en Power BI Service, lo que facilita la colaboración y el acceso de otros miembros autorizados dentro de la organización para consultarlos y analizarlos en conjunto.

#### **2.5.1.1. Licencias**

Power BI cuenta con diversas licencias diseñadas para ajustarse a las necesidades tanto de usuarios individuales como de empresas. Cada tipo de licencia ofrece distintos niveles de funcionalidades, que van desde la simple creación y visualización de informes hasta capacidades más avanzadas de análisis e integración en entornos empresariales de gran

escala. Esto permite que cada usuario o empresa pueda elegir la opción que mejor se adapte a sus requerimientos. A continuación, se presenta en la Tabla 15 comparativa con las principales características de cada una de las licencias disponibles.

**Tabla 15.**  
*Cuadro comparativo de Licencias de Power BI*

<b>Licencia</b>	<b>Características Principales</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Power BI Desktop</b>	Aplicación gratuita para crear informes y dashboards	Sin costo, permite conexión a múltiples fuentes de datos	No permite compartir informes en la nube de manera colaborativa
<b>Power BI Pro</b>	Versión de pago con capacidades de colaboración y uso compartido	Permite compartir y colaborar en la nube con otros usuarios	Requiere suscripción mensual por usuario
<b>Power BI Premium</b>	Ofrece mayor capacidad de procesamiento y funciones avanzadas	Soporta grandes volúmenes de datos, informes paginados	Costo elevado, dirigido a grandes empresas
<b>Power BI Embedded</b>	Integración de informes en aplicaciones y portales web	Personalización avanzada en aplicaciones propias	No incluye herramientas de colaboración directa como Pro o Premium

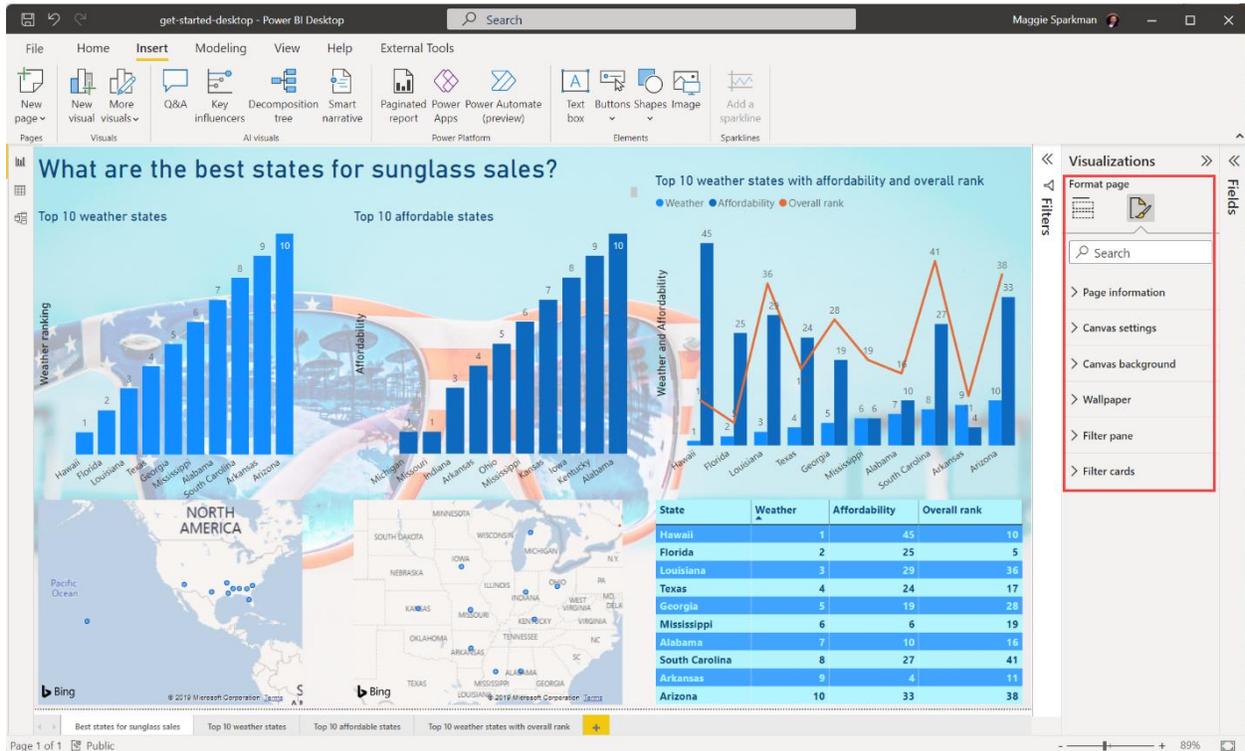
<b>Power BI Report Server</b>	Permite alojar informes en servidores locales (on-premise)	Ideal para empresas con requisitos de seguridad específicos	No cuenta con todas las funciones de la versión en la nube
-------------------------------	--	---	--

Fuente: Propia

### 2.5.2. Power BI Desktop

Power BI cuenta con diversas licencias diseñadas para ajustarse a las necesidades tanto de usuarios individuales como de empresas. Cada tipo de licencia ofrece distintos niveles de funcionalidades, que van desde la simple creación y visualización de informes hasta capacidades más avanzadas de análisis e integración en entornos empresariales de gran escala. Esto permite que cada usuario o empresa pueda elegir la opción que mejor se adapte a sus requerimientos.(Power BI, n.d.) En la Figura 51 se puede observar el entorno de trabajo de Power BI Desktop.

**Figura 51.**  
Entorno de trabajo en Power BI Desktop



Fuente: Propia

### 2.5.3. Arquitectura

La estructura de una plataforma de Business Intelligence que utiliza Microsoft Power BI se compone de distintas capas que trabajan de forma integrada para facilitar la creación, almacenamiento, análisis y acceso a informes empresariales. Cada una de estas capas cumple una función específica, desde diseñar los reportes en Power BI Desktop, hasta visualizarlos mediante Power BI Service, ya sea desde la web o una aplicación móvil.

Como se puede observar en la Figura 47, la arquitectura de esta solución BI está dividida en las siguientes partes:

- **Origen de Datos:** Los datos se obtienen desde múltiples fuentes como hojas de cálculo de Excel, bases de datos relacionales y servicios en la nube. Esta variedad permite

integrar información clave para el análisis, asegurando una base sólida para los informes.

- **Power BI Desktop:** Esta herramienta permite transformar, modelar y visualizar los datos de una forma clara y accesible. Con esta herramienta, es posible crear gráficos, tablas y paneles interactivos que ayudan a presentar la información de manera más comprensible. También se pueden aplicar reglas para limpiar los datos y establecer relaciones entre tablas, lo que mejora la organización y el análisis dentro de los informes.
- **Publicación del Informe:** Los reportes generados en Power BI Desktop pueden ser publicados en dos plataformas:
  - **Power BI Service**, para compartirlos en la nube.
  - **Power BI Report Server**, si se desea mantenerlos en un entorno local.

Ambas opciones permiten actualizar y gestionar los informes fácilmente.

- **Acceso a los Informes:** Los informes pueden ser consultados por los usuarios desde diferentes dispositivos, ya sea una computadora, una tablet o un celular. Esta flexibilidad facilita revisar la información en el momento que se necesite, lo que ayuda a tomar decisiones rápidas y bien fundamentadas con base en datos actualizados.

En la Figura 52 se observa la arquitectura funcional de la plataforma.

**Figura 52.**

*Arquitectura funcional de la Plataforma*



Fuente: Propia

#### **2.5.4. Modelo dimensional (Bus matriz)**

El modelado dimensional es una técnica ampliamente utilizada en la construcción de sistemas de análisis de datos, especialmente en entornos de Data Warehouse. Su objetivo principal es organizar la información de manera que sea fácil de consultar y analizar, incluso para usuarios no técnicos. Este modelo se basa en dos tipos de tablas: las tablas de hechos, que almacenan datos medibles como métricas o eventos, y las tablas de dimensiones, que proporcionan el contexto necesario para interpretar esos datos, como quién realizó una acción, cuándo ocurrió o dónde se llevó a cabo. Además, el modelado dimensional permite definir la granularidad, es decir, el nivel de detalle de los datos, lo que facilita tanto análisis detallados como consultas más generales, como se puede ver en la Figura 53. Su diseño flexible y extensible lo convierte en una herramienta ideal para integrar grandes volúmenes de datos provenientes de diversas fuentes y adaptarse a cambios futuros sin afectar la estructura existente. (César et al., 2023)

**Figura 53.**  
*Bus Matriz*

Procesos de Negocio -> Data Marts		DIMENSIONES																						
		codigo_Red	sistema_AA	contabilidad	presion	cobertura	servicio	suminis	poblacion	ind_cantidad	fecha	cliente	cantidad	consumo_anual	consumo_mensual	fecha	tipo_cuenta	medidor	direccion	nombre_barrio	parcелиa	etna	seccion	plan
Reporte indicadores	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Agua distribuida por sistema	1	x	x																					
Agua no contabilizada	1		x																					
Pérdidas económicas	1		x																					
Ahorro aplicando estrategias PANC	5		x																					
Estrategia pérdidas comerciales	4		x																					
Clasificación medidores por intervalos de uso	3																							
Consumo de agua medido por categoría de usuario	2																							
Consumo anual m3	2	x	x																					
Cálculo dotación real	4																							
Incidencia de pérdidas	5																							
Medidores 0 m3 y <10 m3	4																							
Consumo de agua por barrio	2																							

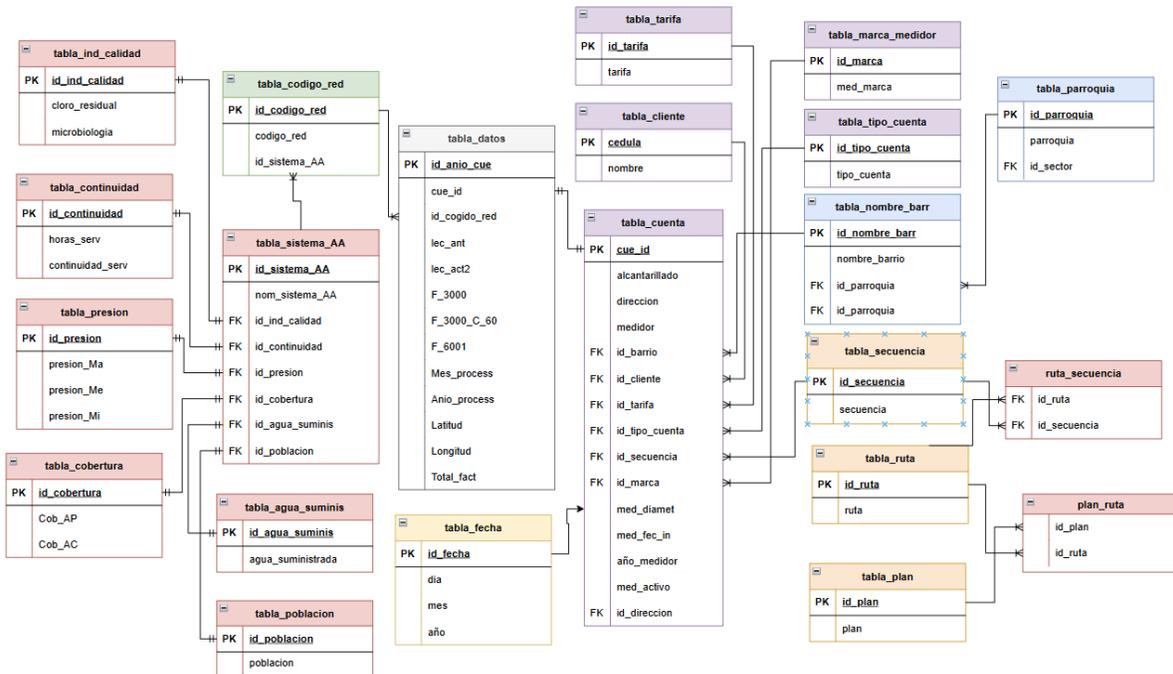
Fuente: Propia

### 2.5.5. Modelo lógico

Una vez creado el modelo conceptual, en el que se identifican tanto la tabla de hechos como las de dimensiones, el siguiente paso es armar el modelo lógico. Este se enfoca en definir las entidades, sus atributos y las claves primarias y foráneas tanto para la tabla de hechos como para cada dimensión. Cabe señalar que la tabla de hechos incluye claves subrogadas que permiten identificar cada fila de manera única, además de claves foráneas que la conectan con las dimensiones y las métricas.

En la Figura 54 se muestra el diseño lógico, donde se puede ver una tabla de hechos relacionada con 21 tablas de dimensión, cada una enlazada mediante sus respectivas claves.

**Figura 54.**  
*Modelo Lógico*

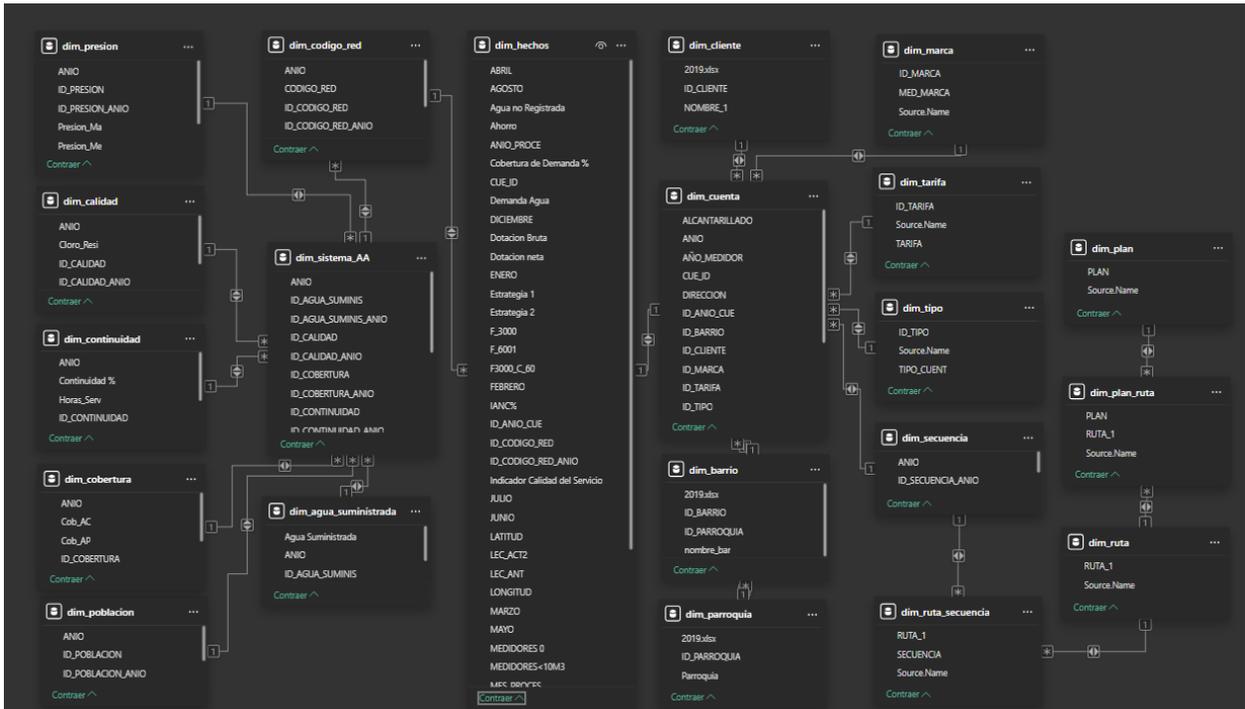


*Nota.* La Figura muestra el modelo lógico que se desarrolló en la herramienta draw.io Fuente: Propia

### 2.5.6. Modelo físico

Después de establecer las dimensiones y la tabla de hechos, se pasa a construir el diseño físico de la base de datos. Este paso consiste en crear los metadatos dentro del datawarehouse (DW), especificando los atributos de cada dimensión y de la tabla de hechos que se definieron anteriormente. En la Figura 55 se puede ver cómo luce este modelo físico, el cual está compuesto por un total de 21 tablas: una tabla de hechos y veinte tablas de dimensión.

**Figura 55.**  
*Modelo Físico*



Fuente: Propia

### 2.5.7. Instalación y configuración de herramienta (Power BI)

Power BI es una herramienta que permite trabajar con datos de manera sencilla. Sirve para conectarse a diferentes fuentes, organizarlas, analizarlas, crear gráficos y compartir resultados de forma clara. No es obligatorio usar todas sus funciones en cada proyecto, pero combinarlas puede ayudar bastante, ya que cada parte tiene algo único que aportar según lo que se necesite mostrar o analizar. (Decker & Powell, 2021)

En cuanto a su instalación, existen dos formas comunes para descargar Power BI Desktop: una es a través de la tienda de Microsoft (Microsoft Store), y la otra desde el sitio oficial de Power BI. A continuación, se explica cómo hacerlo desde la página web oficial paso a paso:

- **Ingresar al sitio oficial**

Abre tu navegador y dirígete a la página oficial de Power BI:

<https://powerbi.microsoft.com/es-es/>

Una vez dentro, haz clic en el botón que dice “Descargar” o busca la opción “Power BI Desktop”.

- **Seleccionar Power BI Desktop**

En la sección de descargas, selecciona Power BI Desktop, que es la versión gratuita para crear informes y visualizaciones en tu computadora.

- **Elegir el método de descarga**

Hay dos opciones para instalar Power BI Desktop:

- ❖ **Desde Microsoft Store:** Es el método más fácil, ya que actualiza automáticamente la herramienta.
- ❖ **Desde el instalador directo (.exe):** Si no puedes acceder a Microsoft Store, puedes descargar el archivo instalador haciendo clic en “Opciones de descarga avanzada”.

- **Ejecutar el instalador**

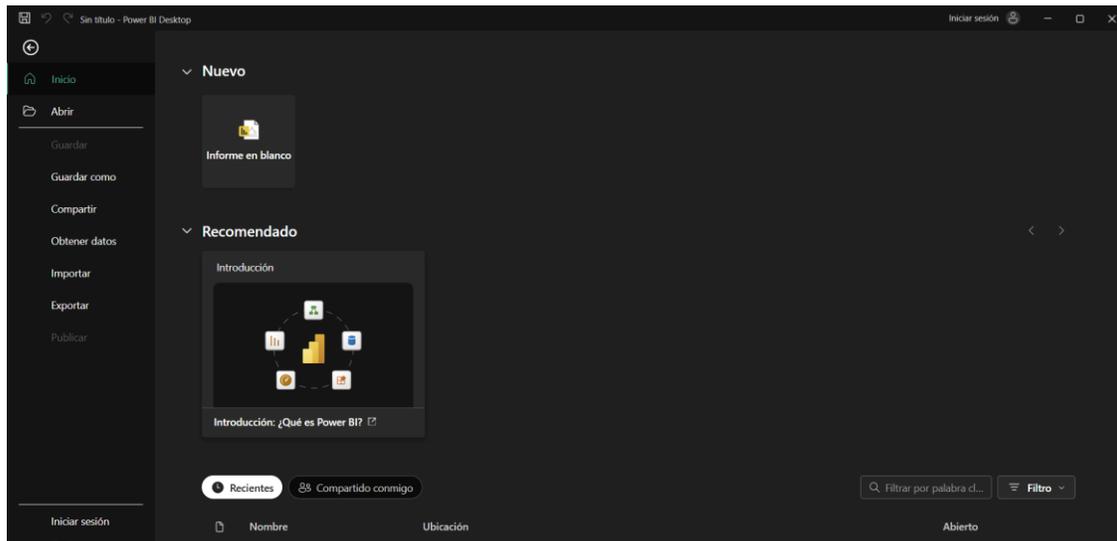
Si descargaste el archivo .exe, haz doble clic sobre él para iniciar la instalación. Acepta los términos y condiciones, y sigue los pasos del asistente de instalación.

- **Finalizar la instalación**

Una vez terminada la instalación, Power BI Desktop estará listo para usarse. Puedes abrirlo desde el menú de inicio y empezar a crear tus informes conectándote a tus fuentes de datos.

Al terminar la instalación, al ejecutar Power BI Desktop se mostrará una ventana inicial (ver Figura 56), desde donde se puede empezar a explorar y trabajar con los datos disponibles para el análisis.

**Figura 56.**  
*Pantalla inicial de Power BI Desktop*



Fuente: Propia

## 2.6. Proceso (ETL): Extracción, transformación y carga de datos

De acuerdo con (Ryan, 2021) el proceso ETL se refiere a una serie de etapas conectadas entre sí (Extracción, Transformación y Carga), que sirven para reunir información de distintas fuentes y llevarla a un mismo lugar, con el fin de facilitar su análisis. Este procedimiento es clave dentro de cualquier estrategia de manejo de datos en una organización, por lo que debe estar bien planificado. Para que sea efectivo, se espera que este flujo sea confiable, resistente ante fallos, reutilizable, fácil de mantener, rápido y seguro.

- **Extracción:** Se obtienen datos desde diversas fuentes, como archivos, bases de datos como pueden ser: Microsoft Excel, PDF, Archivos CSV, JSON, etc.
- **Transformación:** Los datos se ajustan, se corrigen y se organizan con cuidado para que tengan sentido, estén bien estructurados y realmente sirvan como base para un análisis claro y confiable.
- **Carga:** La información transformada se almacena en un repositorio central (como un Data Warehouse) para su posterior consulta y visualización.

En la Figura 57 se muestra en proceso ETL.

**Figura 57.**  
*Proceso ETL*



Fuente: Propia

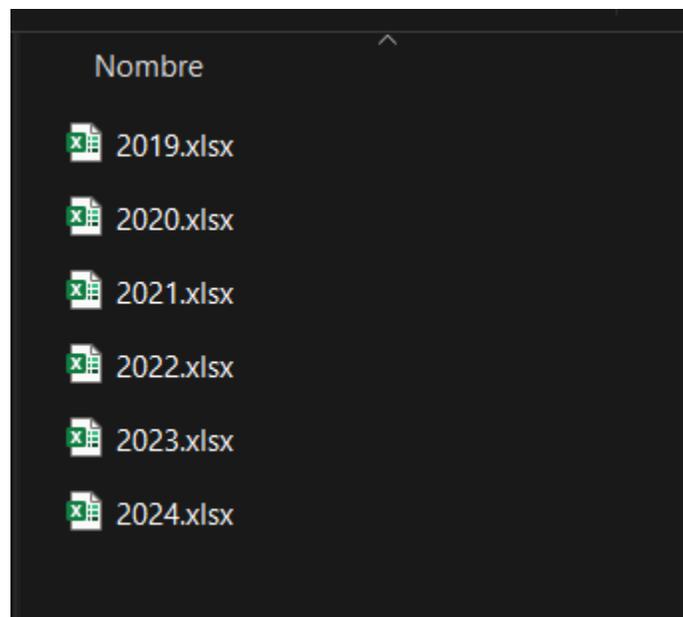
### 2.6.1. Extracción de datos

(Ryan, 2021) señala que antes de iniciar el trabajo con los datos, es fundamental comprender de dónde provienen. Estos pueden tener origen en fuentes estructuradas, como bases de datos tradicionales (por ejemplo, Oracle, SQL Server, MySQL, entre otras), o en fuentes no estructuradas, como correos electrónicos, páginas web, archivos de texto o incluso aplicaciones específicas. En esta etapa se evalúa la calidad y relevancia de los datos según su propósito, considerando aspectos como cantidad, distribución y características. Diseñar correctamente el proceso de extracción permite asegurar la precisión del análisis posterior y minimizar impactos negativos sobre los sistemas de origen, como demoras o bloqueos.

Para esta investigación, la empresa facilitó los datos en formato digital, entregándolos en archivos de Microsoft Excel. Estos documentos contenían información organizada por años y por temas clave, como el consumo de agua, la continuidad del servicio y registros de facturación, entre otros indicadores importantes. Aunque los datos venían estructurados en filas y columnas, no seguían un formato tan rígido como el de una base de datos tradicional, por lo que se los puede considerar como datos semiestructurados.

Para comenzar con el proceso de extracción de datos en Power BI, lo primero que se debe hacer es seleccionar la opción "Obtener datos" y, dentro de las opciones disponibles, elegir "Carpeta". Esta alternativa permite establecer una conexión directa con un directorio específico, en este caso, la carpeta denominada "databaseEMAPA", la cual contiene los archivos de Excel organizados por año como se puede ver el Figura 58. Esta carpeta actuará como bolsillo cuando se requiera unir un archivo con datos de un nuevo año. Una vez establecida esta conexión, Power BI reconoce automáticamente los archivos presentes en dicha carpeta, lo que facilita la importación de los datos necesarios para su posterior transformación y análisis como se puede ver en la Figura 59.

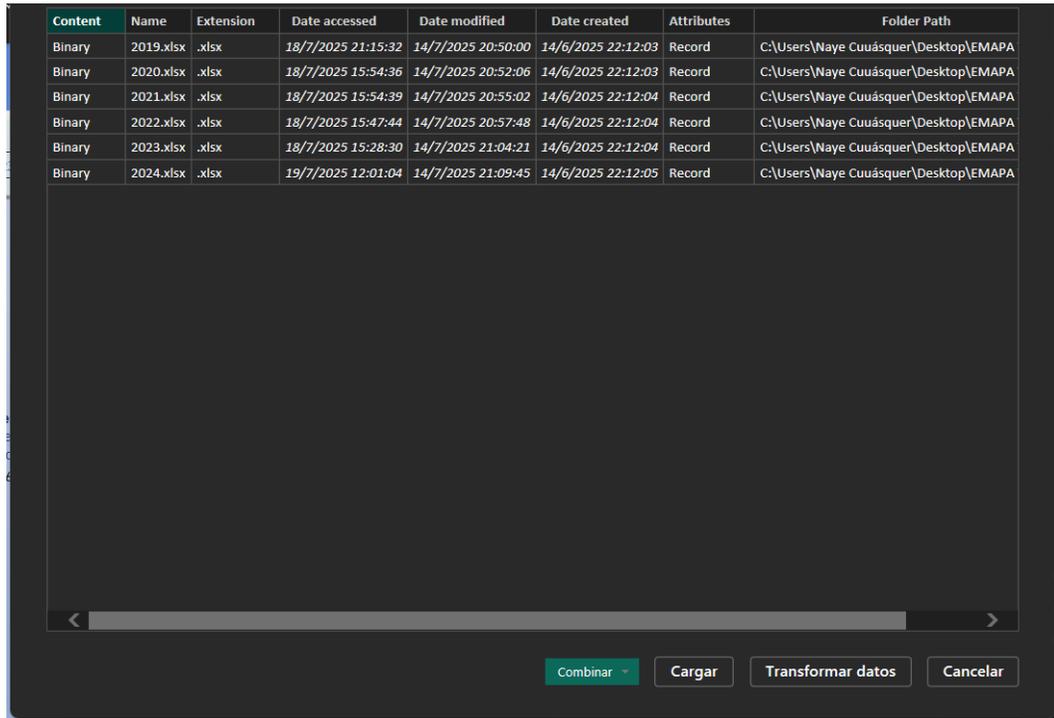
**Figura 58.** *Archivos en la carpeta bolsillo*



Fuente: Propia

**Figura 59.**

*Conexión a la carpeta bolsillo*



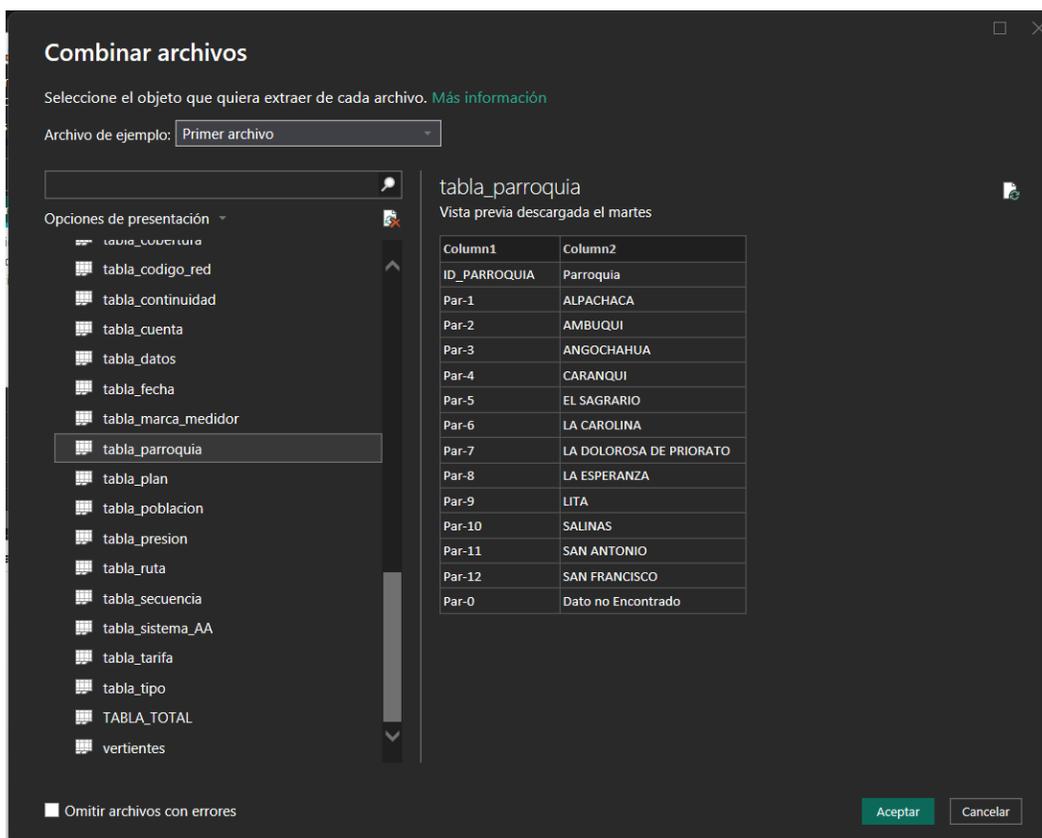
Content	Name	Extension	Date accessed	Date modified	Date created	Attributes	Folder Path
Binary	2019.xlsx	.xlsx	18/7/2025 21:15:32	14/7/2025 20:50:00	14/6/2025 22:12:03	Record	C:\Users\Naye Cuuásquer\Desktop\EMAPA
Binary	2020.xlsx	.xlsx	18/7/2025 15:54:36	14/7/2025 20:52:06	14/6/2025 22:12:03	Record	C:\Users\Naye Cuuásquer\Desktop\EMAPA
Binary	2021.xlsx	.xlsx	18/7/2025 15:54:39	14/7/2025 20:55:02	14/6/2025 22:12:04	Record	C:\Users\Naye Cuuásquer\Desktop\EMAPA
Binary	2022.xlsx	.xlsx	18/7/2025 15:47:44	14/7/2025 20:57:48	14/6/2025 22:12:04	Record	C:\Users\Naye Cuuásquer\Desktop\EMAPA
Binary	2023.xlsx	.xlsx	18/7/2025 15:28:30	14/7/2025 21:04:21	14/6/2025 22:12:04	Record	C:\Users\Naye Cuuásquer\Desktop\EMAPA
Binary	2024.xlsx	.xlsx	19/7/2025 12:01:04	14/7/2025 21:09:45	14/6/2025 22:12:05	Record	C:\Users\Naye Cuuásquer\Desktop\EMAPA

Combinar Cargar Transformar datos Cancelar

*Nota.* La Figura muestra la conexión desde Power BI hacia la carpeta bolsillo. Fuente: Propia

Durante el proceso de extracción de datos, se seleccionó una por una las tablas para aplicar la opción "Combinar y transformar datos". Esta acción permite unir la información proveniente de distintos archivos y dejarla lista para su posterior tratamiento en Power BI. Es importante destacar que este procedimiento debe repetirse con cada una de las tablas que forman parte del modelo de datos, ya que todas deben ser transformadas de manera individual para garantizar que la información esté organizada, limpia y estructurada correctamente antes de su análisis. En la Figura 60 se puede distinguir la selección de las tablas para extraer los datos.

**Figura 60.**  
*Selección de tablas para extraer los datos*



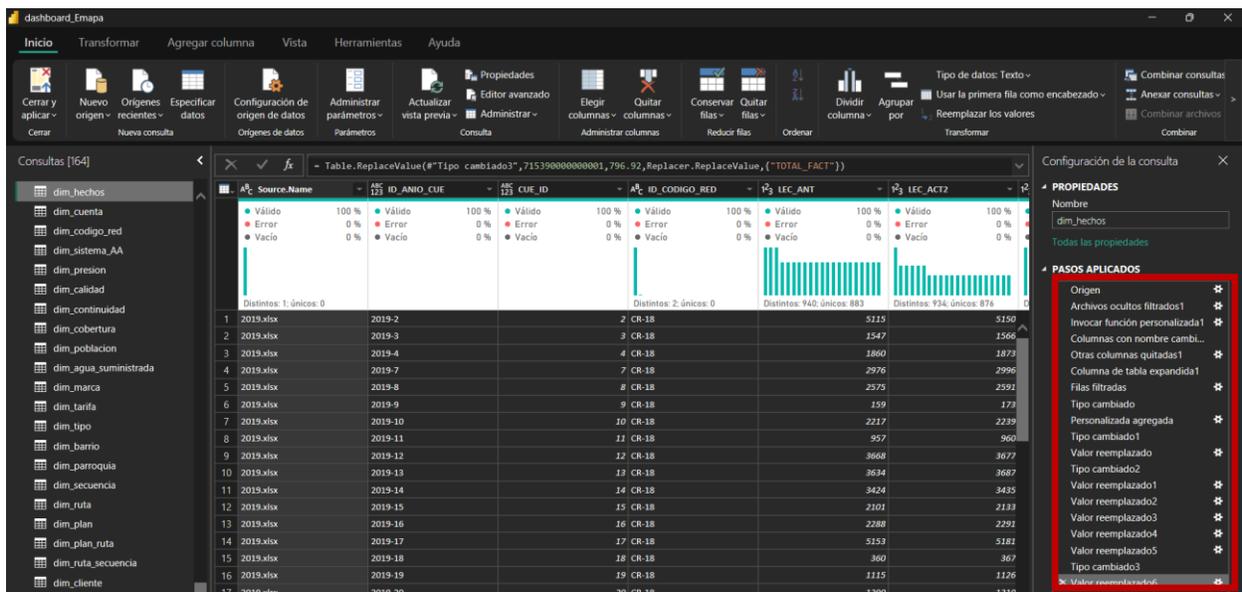
Fuente: Propia

## 2.6.2. Transformación de datos

Este paso consiste en diseñar un flujo de trabajo eficiente y confiable para la limpieza y transformación de datos provenientes de múltiples fuentes y grandes volúmenes. Implica detectar y eliminar datos inválidos, duplicados o inconsistentes para mejorar su calidad antes de cargarlos en la base o almacén de datos. Además, se asegura que las columnas estén ordenadas y los formatos sean uniformes, enriqueciendo la información mediante la integración de datos adicionales. Las funciones de mapeo para la limpieza deben ser declarativas y reutilizables para optimizar el proceso. (Ryan, 2021)

La transformación de datos en Power BI se realiza mediante herramientas como Power Query, que facilitan la validación de los datos en cada dimensión. En la Figura 61 se ilustra este proceso, donde Power Query se emplea para comprobar y organizar la información aplicando funciones específicas, asegurando así que los datos usados en el análisis sean exactos y confiables.

**Figura 61.**  
*Transformación y preparación de datos con Power Query*



Fuente: Propia

### Cálculos y métricas creadas con DAX

(DataCamp, 2024) señala que pensemos en DAX como el "cerebro" detrás de Power BI, que les permite ir más allá de los datos brutos y generar métricas, indicadores y transformaciones personalizadas.

En Power BI, tanto las columnas calculadas como las medidas DAX juegan un papel esencial para profundizar en el análisis de los datos. Las columnas calculadas permiten crear nuevos campos aplicando fórmulas a cada fila del conjunto de datos, mientras que las medidas ofrecen resultados dinámicos que cambian según los filtros y el contexto del informe. Usarlas

correctamente ayuda a transformar los datos en información más clara y valiosa, aportando una base sólida para tomar decisiones bien fundamentadas.

Las fórmulas DAX en Power BI se componen de tres elementos esenciales que es importante conocer con claridad. En primer lugar, la sintaxis define las reglas sobre cómo deben escribirse correctamente las expresiones. Luego están las funciones, que son operaciones predefinidas como SUM, AVERAGE, CALCULATE o IF, y permiten realizar tareas específicas con los datos. Pero quizás el aspecto más desafiante es el contexto, que se refiere a la manera en que DAX interpreta una fórmula según los filtros aplicados o la fila que se está evaluando. Entender la diferencia entre el contexto de fila, que evalúa cada fila individualmente, y el contexto de filtro, que afecta el resultado según las condiciones establecidas en los informes, es fundamental para evitar errores y lograr resultados precisos.

En cuanto a su uso, DAX puede aplicarse de tres formas principales dentro de Power BI. Las tablas calculadas permiten generar nuevas tablas a partir de expresiones personalizadas. Las columnas calculadas añaden nuevos campos a las tablas existentes, con valores definidos fila por fila. Finalmente, las medidas son expresiones dinámicas que generan resultados agregados y se adaptan al contexto de filtro actual de cada visualización, siendo esenciales para construir informes sólidos y significativos.

En las Figuras 62 hasta 76 se pueden observar distintos cálculos y medidas que fueron necesarios para tener una óptima presentación de los datos dentro de los dashboards.

### **Figura 62.**

#### *Medida Agua Suministrada*

```
1 Agua_Suministrada = SUM(dim_hechos[TOTALM3]) + SUM(dim_hechos[Agua no Registrada])
```

Fuente: Propia

**Figura 63.**

*Medida Agua No Registrada*

```
1 Agua_No_Registrada = [Agua_Suministrada]-[Agua_Consumida]
```

Fuente: Propia

**Figura 64.**

*Medida Agua Consumida*

```
1 Agua_Consumida = SUM('dim_hechos'[TOTALM3])
```

Fuente: Propia

**Figura 65.**

*Medida Población Abastecida*

```
1 Poblacion_Abastecida =  
2 SUMX(  
3     VALUES('dim_sistema_AA'[ID_SISTEMA_AA]),  
4     CALCULATE([Cantidad_Cuentas]) *  
5     CALCULATE(MAX('dim_poblacion'[Poblacion ]))  
6 )
```

Fuente: Propia

**Figura 66.**

*Medida Estado Alcantarillado*

```
1 Estado_Alcantarillado =  
2 SWITCH(  
3     dim_cuenta[ALCANTARILLADO],  
4     1, "Con alcantarillado",  
5     0, "Sin alcantarillado",  
6     "Desconocido"  
7 )
```

Fuente: Propia

**Figura 67.**

*Medida Litros/Habitante/Día*

```
1 Litros_Hab_Dia =  
2 DIVIDE(  
3     [Agua_Suministrada] * 1000,  
4     [Poblacion_Abastecida] * 365,  
5     BLANK()  
6 )
```

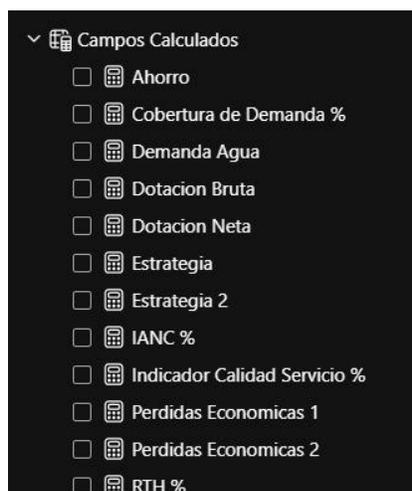
Fuente: Propia

**Figura 68.**  
*Porcentaje Total de Medidores*

```
1 % del Total Medidores =  
2 DIVIDE(  
3     [Total_Medidores],  
4     CALCULATE([Total_Medidores], ALLSELECTED())  
5 )
```

Fuente: Propia

**Figura 69.**  
*Campos Calculados*



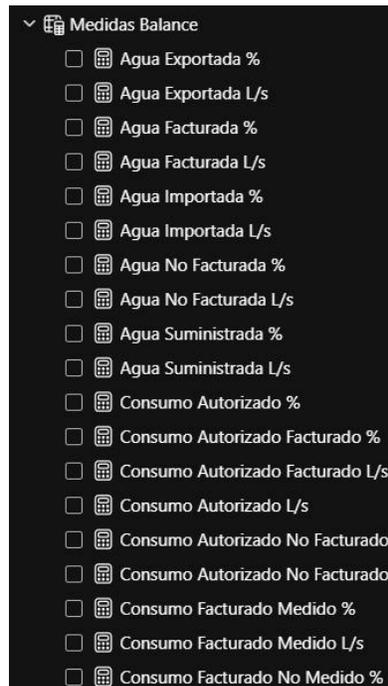
Fuente: Propia

**Figura 70.**  
*Medida Porcentaje IANC*

```
1 IANC % = DIVIDE(  
2     [Agua_No_Registrada],  
3     [Agua_Suministrada],  
4     BLANK()  
5 ) * 100
```

Fuente: Propia

**Figura 71.**  
*Medidas Balance Hídrico*



Fuente: Propia

**Figura 72.**  
*Medida Porcentaje Consumo Autorizado Facturado*

```
1 Consumo Autorizado Facturado % = (sum(balance[Consumo Autorizado Facturado])/SUM(balance[Ingreso al Sistema (corregido por errores conocidos)]))*100
```

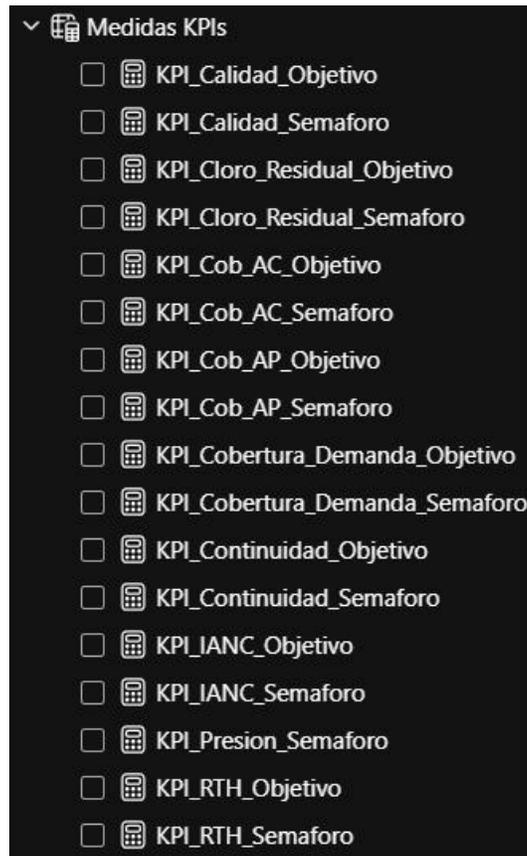
Fuente: Propia

**Figura 73.**  
*Medida Consumo Autorizado Facturado en L/s*

```
1 Consumo Autorizado Facturado L/s = sum(balance[Consumo Autorizado Facturado])/365/24/3.6
```

Fuente: Propia

**Figura 74.**  
*Medidas para KPIs*



Fuente: Propia

**Figura 75.**  
*Medida KPI IANC Semáforo*

```
1 KPI_IANC_Semaforo =  
2 VAR ianc = AVERAGE('dim_hechos'[IANC%])  
3  
4 VAR color =  
5     IF(ianc <= 25, "●",  
6     IF(ianc > 25 && ianc <= 35, "●",  
7     IF(ianc > 35 && ianc < 45, "●",  
8     "●"))  
9  
10 RETURN  
11     FORMAT(ianc, "#0.00") & "% " & color
```

Fuente: Propia

**Figura 76.**  
*Medida KPI IANC Objetivo*

```
1 KPI_IANC_Objeto =
2 VAR ianc = AVERAGE(dim_hechos[IANC%])
3 VAR umbral = 36.69
4 VAR diferencia = ianc - umbral
5 VAR diferencia_abs = ABS(diferencia)
6 VAR porcentaje_dif = DIVIDE(diferencia, umbral)
7
8
9 VAR flecha = IF(ianc <= umbral, "↑", "↓")
10
11 RETURN
12 "Objetivo: "& umbral& "% " & flecha & " " &
13 FORMAT(diferencia_abs, "#0.00") & "% | (" &
14 FORMAT(porcentaje_dif, "0.00%") & "%)"
```

Fuente: Propia

### 2.6.3. Carga de datos

Una vez finalizada la fase de transformación, los datos están preparados para ser incorporados al sistema, como se observa en la Figura 77. Este paso permite que puedan utilizarse en la elaboración de paneles e informes visuales. Al haber sido optimizados previamente, se asegura que la información sea clara, coherente y confiable, lo que resulta fundamental para respaldar un análisis preciso y una toma de decisiones bien fundamentada.

**Figura 77.**  
*Carga de Datos*

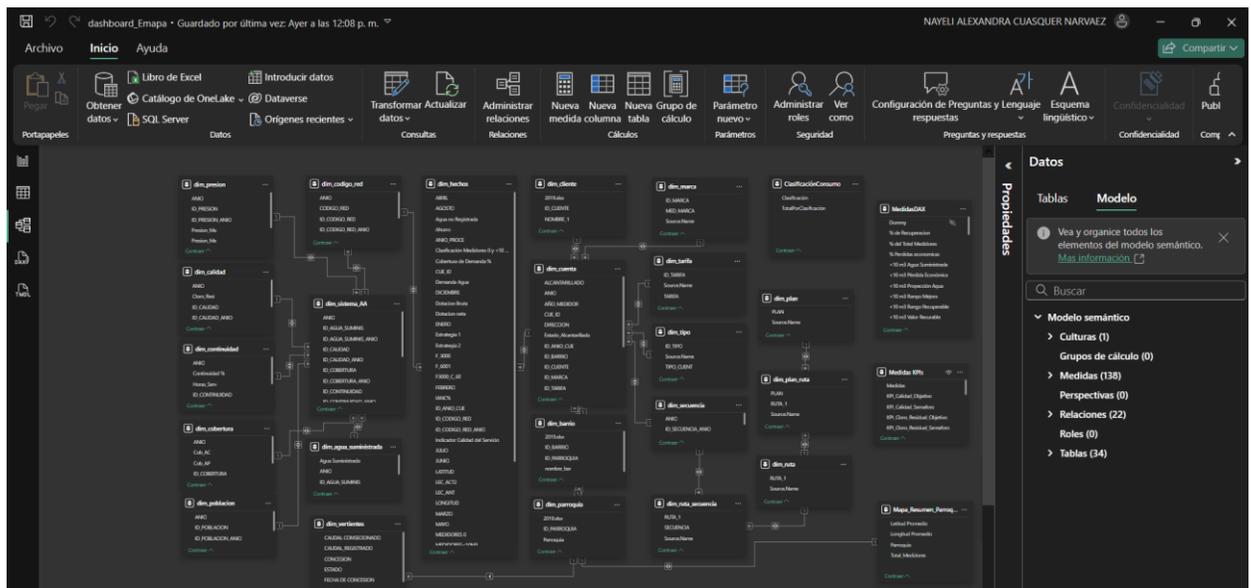


Fuente: Propia

El modelo copo de nieve es un tipo de esquema de base de datos que se caracteriza por una tabla de hechos central que se relaciona con múltiples tablas de dimensiones. A diferencia de otros modelos, estas tablas de dimensiones pueden extenderse y conectarse a otras tablas de dimensiones adicionales, creando una estructura jerárquica más profunda, similar a un copo de nieve. Las tablas en este modelo suelen estar normalizadas, generalmente en la tercera forma normal, donde cada tabla de dimensiones representa un nivel específico dentro de una jerarquía de datos. Este esquema permite una mayor flexibilidad en la representación de las dimensiones, aunque puede implicar uniones más complejas al consultar los datos.

En la Figura 78 se observa el modelado de las tablas dentro del proyecto presente, que concuerda con el modelo de copo de nieve, donde se presenta 1 tabla de hechos y 20 tablas de dimensiones.

**Figura 78.**  
*Data Warehouse cargado en Power BI*



Fuente: Propia

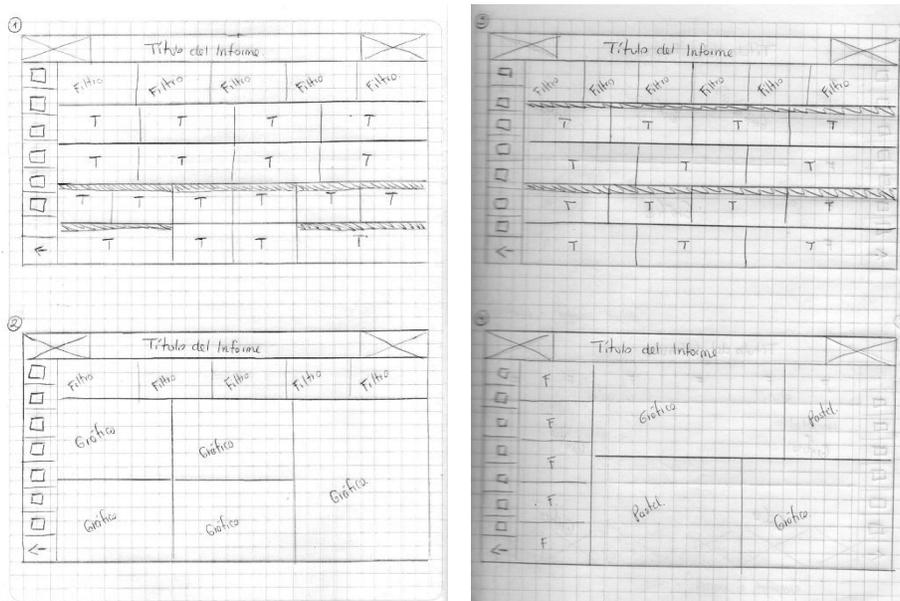
## 2.7. Diseño de dashboards (versión Alpha)

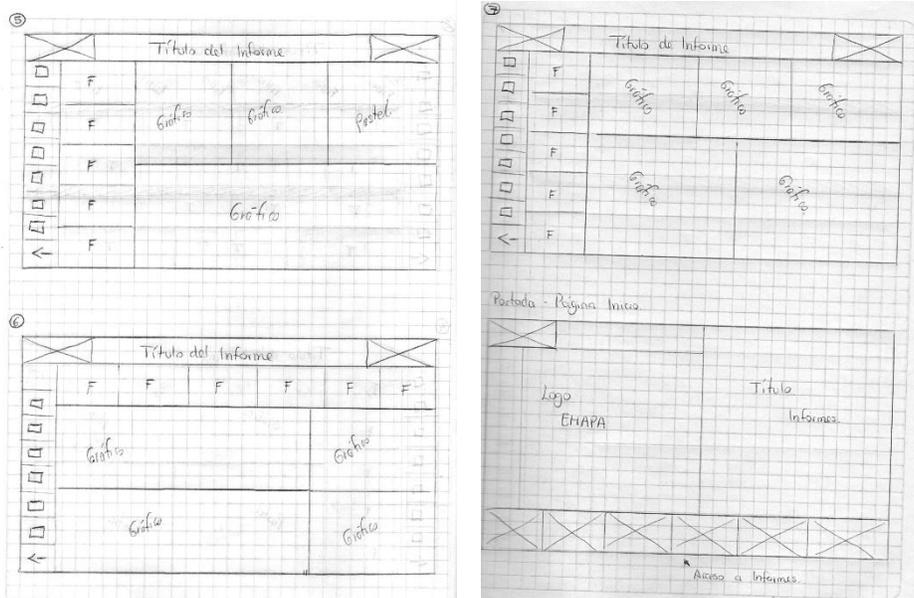
### 2.7.1. Sketch

Un sketch es una herramienta clave dentro del diseño, ya que permite plasmar de manera rápida una idea o estructura sin necesidad de tantos detalles. Este tipo de dibujo ya sea en papel o digital, sirve para organizar los elementos y entender cómo sería la interacción del usuario.

La Figura 79 presenta los bocetos de baja fidelidad, que si bien son bastante simples, se centran en mostrar cómo se organizan los elementos y cómo se movería el usuario por la interfaz, sin entrar en muchos detalles.

**Figura 79.**  
*Sketch con pocos detalles*





Fuente: Propia

### 2.7.2. Objetos visuales seleccionados

Para el desarrollo de los dashboards, se eligieron diversos objetos visuales con el fin de representar la información de manera clara, intuitiva y dinámica. Los elementos utilizados fueron los siguientes:

- Tarjeta
- Medidor
- Gráfico circular
- Gráfico de barras agrupadas
- Gráfico de columnas agrupadas
- Gráfico de columnas apiladas
- Gráfico de líneas
- Gráfico de áreas apiladas

- Gráfico combinado de columnas agrupadas y líneas
- Treemap
- Esquema jerárquico
- Segmentación de datos
- Mapa geográfico

La selección de estos objetos visuales se realizó con base en la naturaleza de los datos y la necesidad de facilitar su análisis e interpretación dentro de la solución de Business Intelligence.

### **2.7.3. Marca EMAPA-I**

Se solicitó a la empresa EMAPA-I el acceso a su imagen institucional, la cual fue compartida de manera oficial. A partir de esta, se incorporó el logotipo de la entidad en el proyecto, con el fin de mantener coherencia visual y reforzar la identidad corporativa en los diseños desarrollados. La Figura 80 expone el logo proporcionado por el equipo de diseño de EMAPA-I

**Figura 80.**  
*Logo de EMAPA-I*



*Nota.* La Figura fue proporcionada por EMAPA-I. Fuente: EMAPA-I, 2025

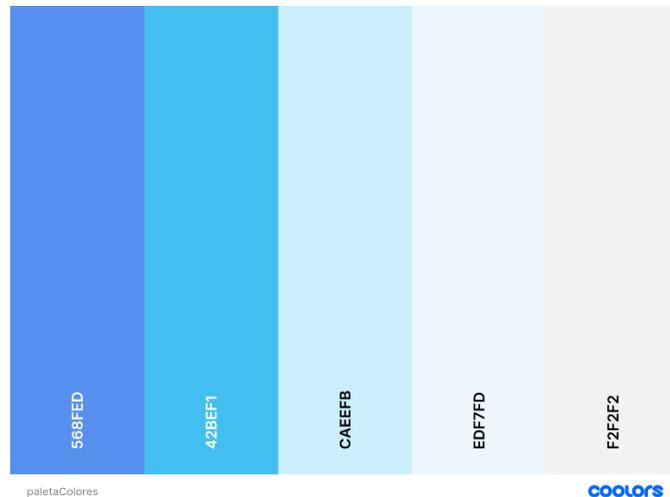
Los colores seleccionados para el diseño de las plantillas utilizadas en los dashboards se basaron en la identidad visual de la empresa EMAPA-I así como se pueden ver en la Figura 81 y la Figura 82. Para mantener coherencia con la imagen institucional, se utilizaron tonalidades que reflejan los colores representativos de la entidad, asegurando así una presentación armonizada y profesional.

**Figura 81.**  
*Variación Cromática EMAPA-I*



*Nota.* La Figura representa la variación cromática de EMAPA-I. Fuente: Propia

**Figura 82.**  
*Paleta de Colores*



*Nota.* La Figura fue realizada en la página web colors.co. Fuente: Propia

La tipografía empleada para representar valores, títulos, subtítulos, etiquetas y demás elementos es “Segoe UI”. El tamaño de fuente varía entre 10 y 15 puntos, según las necesidades específicas de cada componente visual.

#### **2.7.4. Grid System**

Como lo expresa (Khagwal, 2024) el Grid System, el sistema de cuadrícula es una técnica clave en el diseño web que ayuda a distribuir los elementos de una página de forma ordenada y coherente. Funciona como una base invisible que guía la alineación del contenido, usando columnas, espacios entre ellas llamados gutters y márgenes laterales. Esta estructura facilita una disposición más limpia y profesional del diseño.

Una de las principales ventajas del uso del Grid System es su capacidad para adaptarse a distintos dispositivos, lo que lo hace ideal para el diseño responsivo. Esto se logra mediante el uso de *breakpoints*, que son puntos definidos en los que el diseño se ajusta automáticamente según el tamaño de la pantalla, ya sea en computadoras de escritorio, tabletas o teléfonos móviles. (Khagwal, 2024)

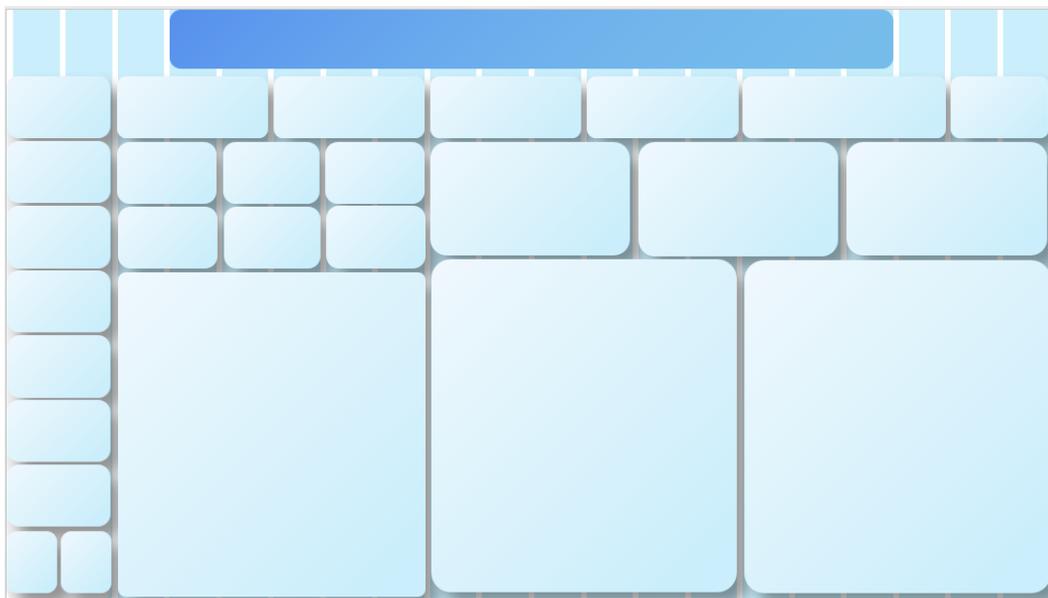
En este caso específico, se optó por una cuadrícula de 20 columnas, un número permitido y adecuado para aplicaciones web, ya que proporciona una gran flexibilidad al distribuir elementos visuales. La Figura 83 muestra la plantilla que se usó y la Figura 84 muestra el diseño aplicando esta cuadrícula, utilizada como base en la elaboración de los distintos diseños de los dashboards.

**Figura 83.**  
*Plantilla Grid System*



Fuente: Propia

**Figura 84.**  
*Plantilla aplicando el Grid System*



Fuente: Propia

### 2.7.5. Desarrollo de la versión Alpha del producto mínimo viable

Para la construcción de los dashboards desarrollados en esta investigación, se aplicó la técnica de storytelling con el objetivo de estructurar una narrativa clara y comprensible en torno a la dotación del servicio de agua potable en la ciudad de Ibarra. Esta estrategia permitió organizar la información de forma lógica y visualmente atractiva, dividiendo el contenido en dos secciones principales: la primera expone información relevante sobre los indicadores de eficiencia, mientras que la segunda presenta datos detallados sobre los sistemas de abastecimiento, la estrategia de recuperación de pérdidas, los medidores con bajo consumo, la evolución de los indicadores y el balance hídrico, todos ellos elementos clave para el análisis y la toma de decisiones dentro de EMAPA-I.

Una vez seleccionados los elementos visuales, se procedió a diseñar los siguientes dashboards con el fin de presentar la información de manera más estructurada y detallada:

- **Página de inicio:** Ofrece una vista general del sistema, destacando los indicadores más relevantes y facilitando el acceso a las demás secciones del dashboard.
- **Página de reporte de indicadores de eficiencia:** Este módulo se dividió en cuatro subpáginas que muestran los indicadores más importantes relacionados con la dotación del servicio de agua potable, facilitando un análisis detallado y específico de cada uno.
- **Páginas de evaluación de sistemas:** Están compuestas por dos secciones, estas páginas muestran visualizaciones sobre el desempeño y características técnicas de los diferentes sistemas de abastecimiento por EMAPA-I.
- **Página de estrategia de pérdidas:** Este panel muestra de forma clara las acciones que se han puesto en marcha para recuperar las pérdidas comerciales, incluyendo detalles importantes sobre las zonas afectadas y el impacto que han tenido estas estrategias.

- **Páginas de clasificación de medidores:** A través de dos subpáginas, se presenta la categorización de los medidores según sus intervalos de uso, ayudando a identificar patrones de consumo y posibles irregularidades.
- **Página de medidores con consumo  $0 \text{ m}^3$  y  $< 10 \text{ m}^3$ :** En esta sección se pueden identificar fácilmente los medidores que muestran consumos inusualmente bajos, lo que ayuda a hacer un seguimiento y análisis más preciso.
- **Páginas de evolución de los indicadores:** Formadas por dos subpáginas, estas visualizaciones muestran cómo evolucionan en el tiempo los indicadores seleccionados, facilitando así el análisis de tendencias y la toma de decisiones fundamentadas en datos históricos.
- **Página del balance hídrico:** Muestra de forma visual el balance entre el volumen de agua captada, distribuida y no contabilizada, acompañado de su análisis tanto en porcentaje como en litros por segundo. Esto permite tener una visión clara y rápida del estado actual del recurso.

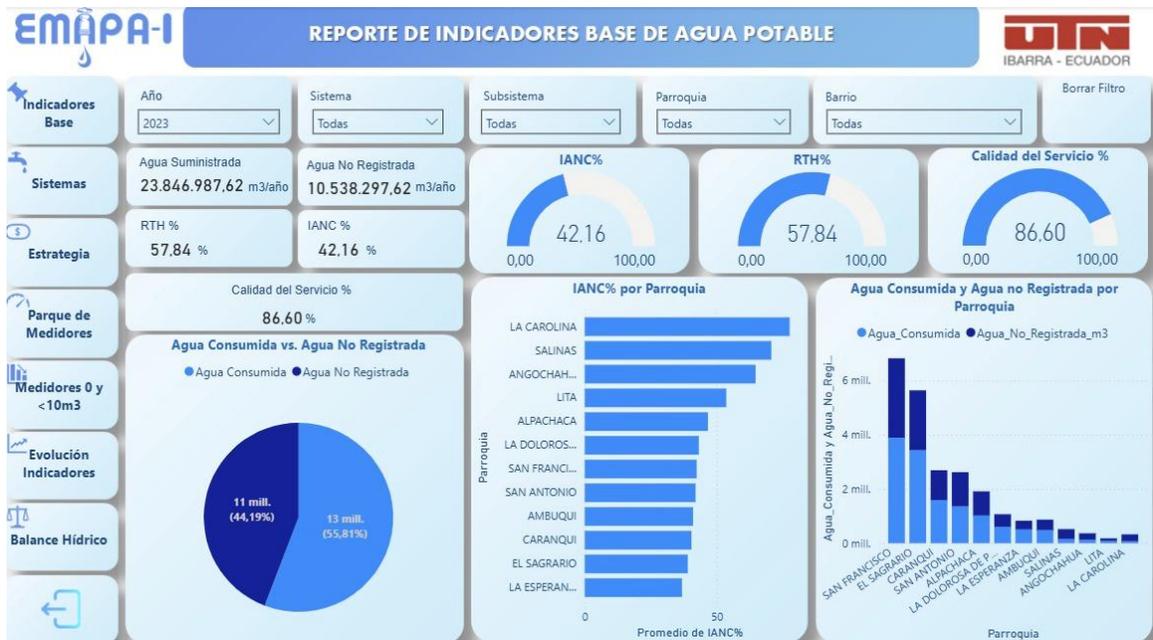
Las Figuras 85 a la 96 muestran todos los dashboards desarrollados, ofreciendo una visualización clara y detallada de los datos relacionados con la dotación del servicio de agua potable.

**Figura 85.**  
Dashboard Página Inicio



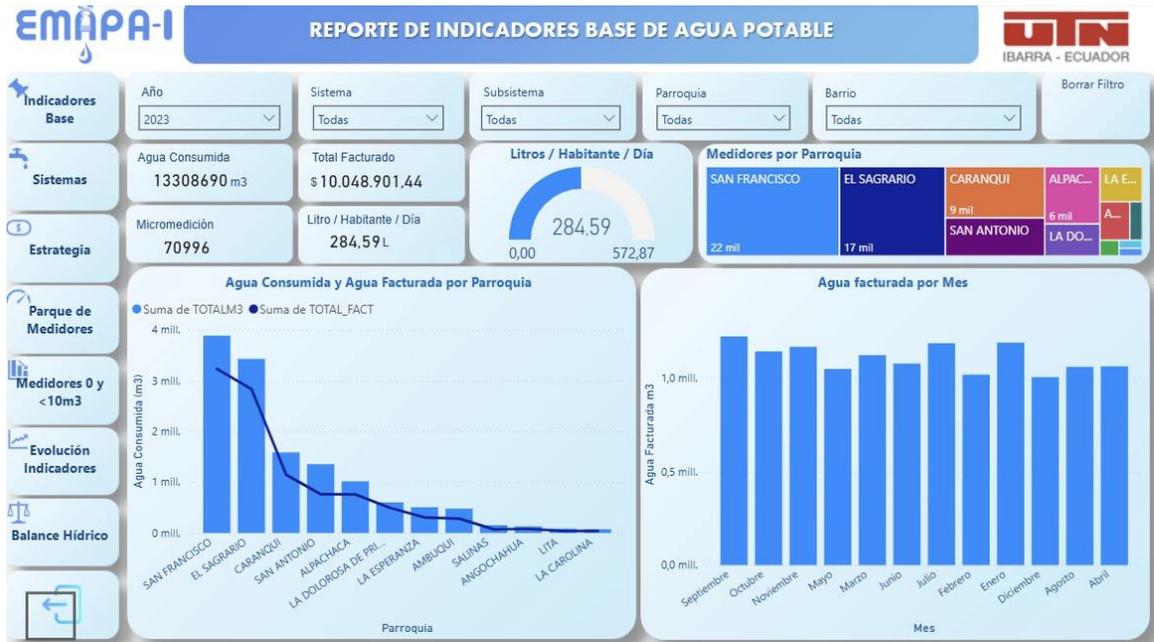
Fuente: Propia

**Figura 86.**  
Dashboard Reporte Indicadores



Fuente: Propia

**Figura 87.**  
**Dashboard Reporte Indicadores 2**



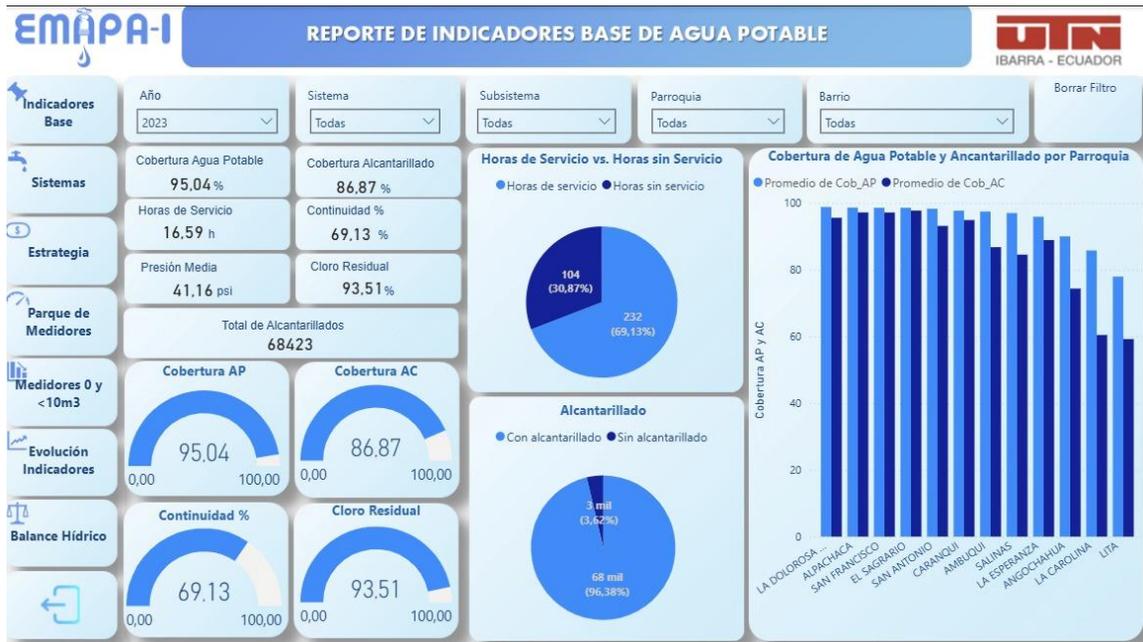
Fuente: Propia

**Figura 88.**  
**Dashboard Reporte Indicadores 3**



Fuente: Propia

**Figura 89.**  
Dashboard Reporte Indicadores 4



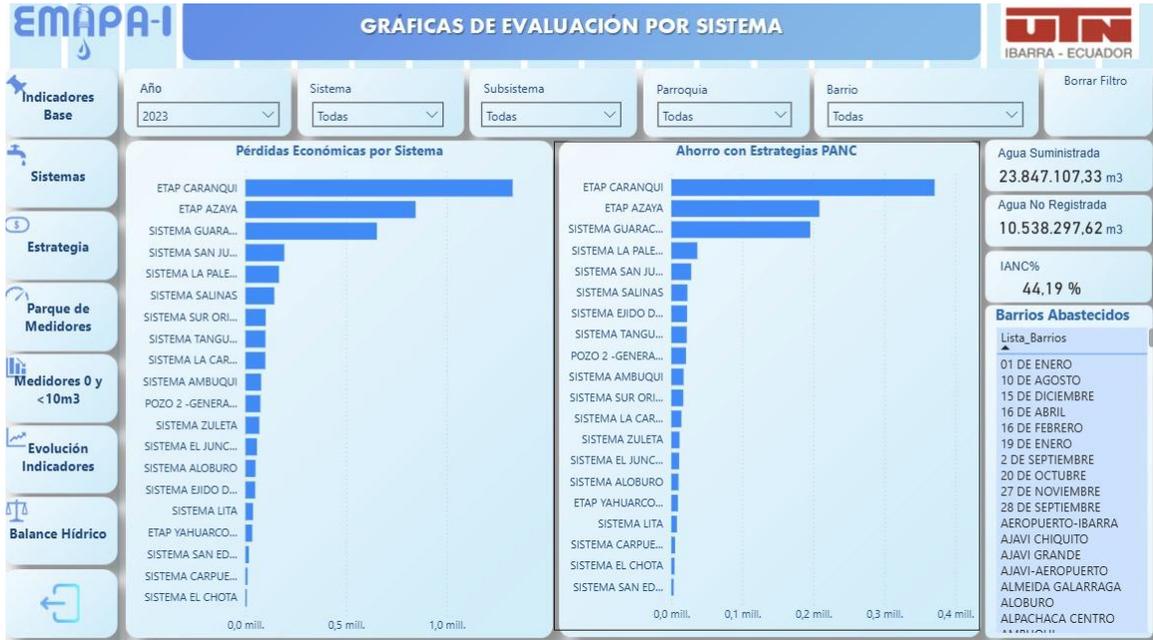
Fuente: Propia

**Figura 90.**  
Dashboard Gráficas de evaluación Sistemas



Fuente: Propia

**Figura 91.**  
**Dashboard Gráficas de evaluación Sistemas 2**



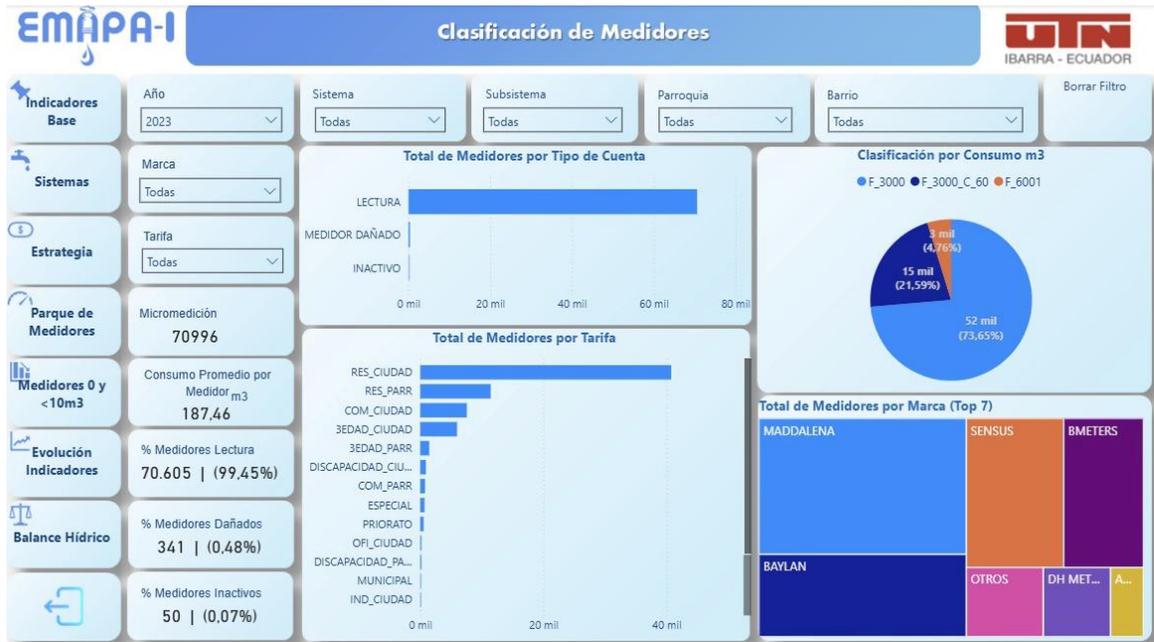
Fuente: Propia

**Figura 92.**  
**Dashboard Estrategia**



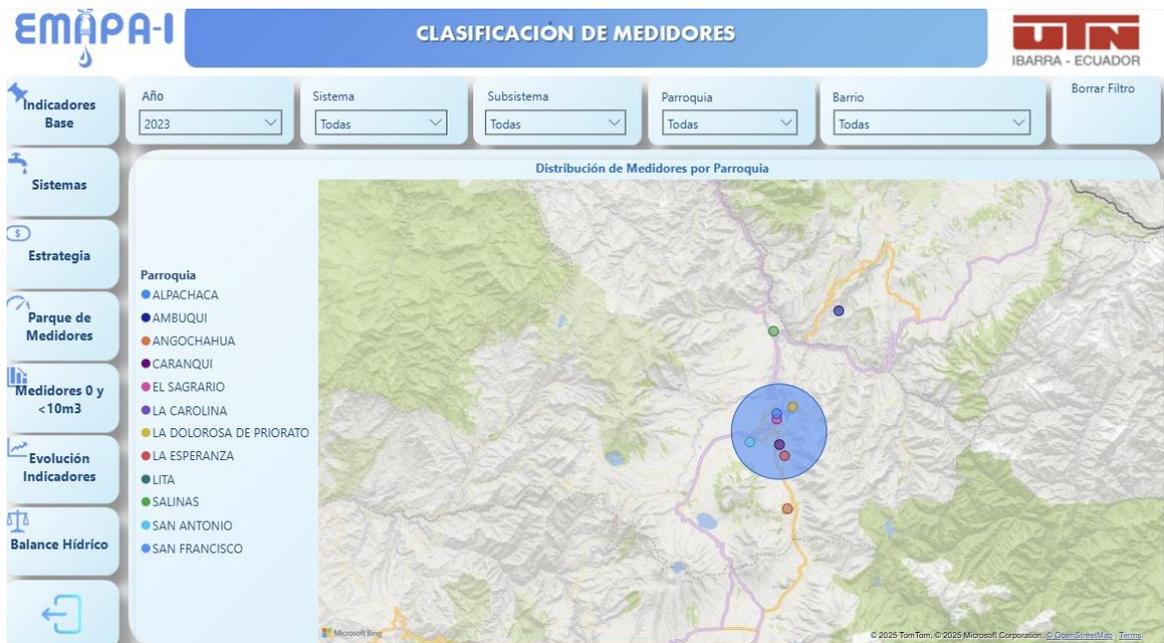
Fuente: Propia

**Figura 93.**  
**Dashboard Clasificación de Medidores**



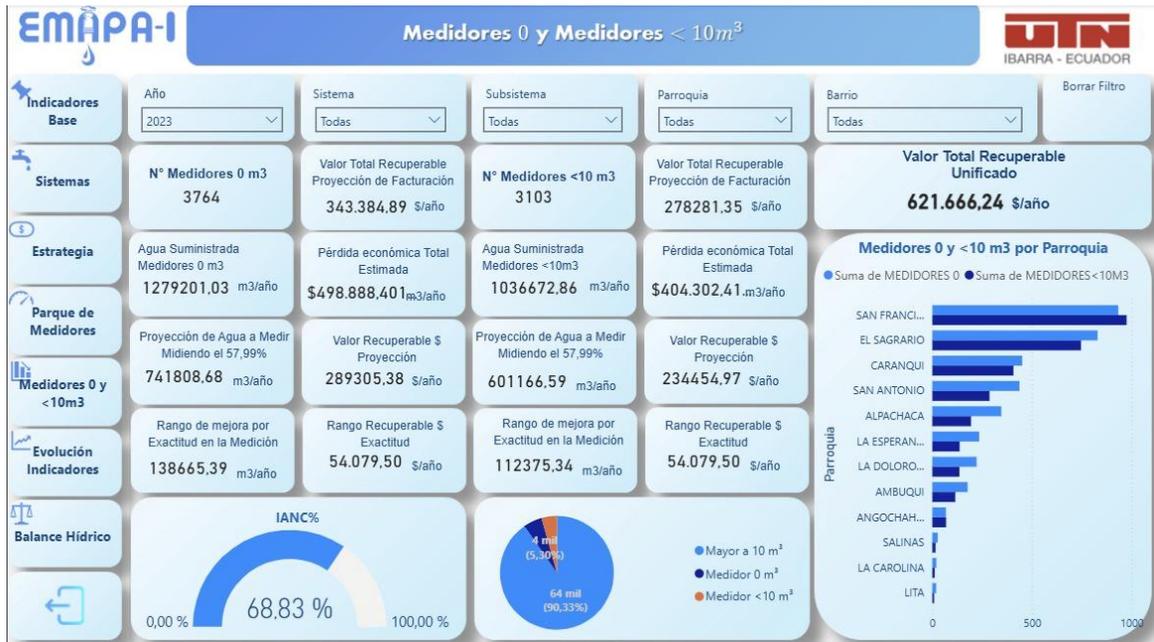
Fuente: Propia

**Figura 94.**  
**Dashboard Distribución de Medidores**



Fuente: Propia

**Figura 95.**  
Dashboard Medidores 0 y < 10 m<sup>3</sup>



Fuente: Propia

**Figura 96.**  
Dashboard Balance Hídrico



Fuente: Propia

## 2.7.6. Publicación del producto mínimo viable versión Alfa

Tras llevar a cabo las encuestas correspondientes con el Dueño de Producto y finalizar las historias de usuario, se lanzó la versión Alfa del proyecto, como se ilustra en la Figura 97.

Finalmente, para hacer más práctico el acceso a la solución BI, se creó un código QR que permitiera a los usuarios ingresar de forma rápida y directa. Con solo escanearlo desde sus celulares, podían abrir el enlace sin tener que escribir la dirección web, agilizando así el inicio de su uso.

Sin embargo, con el objetivo de que todos los interesados pudieran acceder a la solución BI sin inconvenientes, se consideró importante ofrecer una alternativa para quienes no pudieran escanear el código QR o prefirieran utilizar la herramienta desde una laptop. En lugar de requerir que estos usuarios instalen una aplicación adicional para leer el código, se optó por incluir también un enlace directo y fácil de usar. Como se muestra en la Figura 98, se presentaron ambas opciones para garantizar mayor comodidad y accesibilidad.

Figura 97. *Despliegue Solución BI versión Alfa*



Fuente: Propia

**Figura 98.**

*Vínculo y Código QR versión Alpha*



[https://app.powerbi.com/links  
/LPxy2fnzPa?ctid=8dbe1469-  
c79c-4e21-9d43-  
ca65d9e9c475&pbi\\_source=li  
nkShare&bookmarkGuid=2f84  
06dd-32f2-48e6-befd-  
5dbf5b6c9598](https://app.powerbi.com/links/LPxy2fnzPa?ctid=8dbe1469-c79c-4e21-9d43-ca65d9e9c475&pbi_source=linkShare&bookmarkGuid=2f8406dd-32f2-48e6-befd-5dbf5b6c9598)

Fuente: Propia

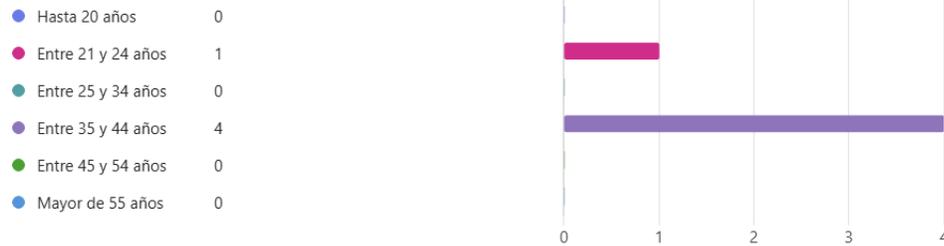
**2.7.7. Resultado del producto mínimo viable**

Una vez finalizada la socialización del Producto Mínimo Viable (PMV), se llevó a cabo un sondeo de satisfacción dirigido a las partes interesadas, con el propósito de recopilar sus opiniones y percepciones generales sobre la calidad y funcionalidad de la solución de Business Intelligence desarrollada para la visualización y análisis de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable. A continuación, se analizan los resultados obtenidos en cada una de las preguntas del sondeo, lo cual permite identificar aspectos a mejorar y optimizar dentro del diseño de la versión Beta del producto.

### Figura 99.

#### Pregunta 1: Edad

1. Edad



Fuente: Propia

En la Figura 99 se muestra la distribución por edades de los participantes. La mayoría de ellos, es decir, el 80%, se encuentra en el rango de 35 a 44 años, lo que representa una parte considerable de la muestra. En contraste, el 20% restante corresponde al participante ubicado en el rango de edad entre 21 y 24 años.

### Figura 100.

#### Pregunta 2: Sexo

2. Sexo



Fuente: Propia

En la Figura 100 se presenta la distribución por género de los participantes. El 60% corresponde al género masculino, mientras que el 40% restante pertenece al género femenino, lo que refleja una participación ligeramente mayor de hombres en comparación con mujeres.

### Figura 101.

#### Pregunta 3: Formación de Grado

3. Formación de grado



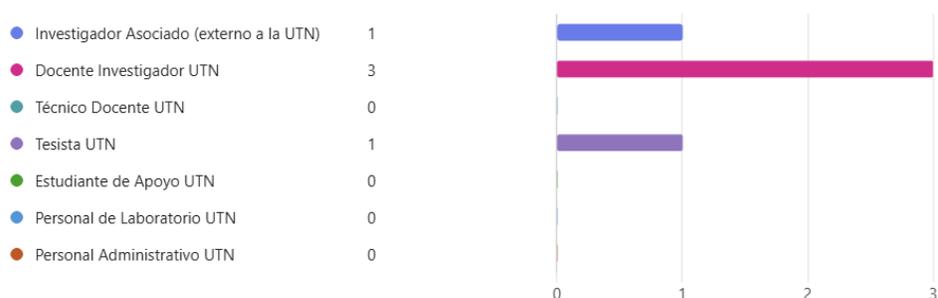
Fuente: Propia

En la Figura 101 se muestra la distribución de la formación académica de los participantes. El 60% cuenta con estudios en Ciencias Aplicadas o áreas afines, mientras que el 40% restante proviene del campo de las Ciencias de la Vida. Esta variedad en los perfiles académicos evidencia la diversidad de conocimientos que aportaron al desarrollo de la solución de BI orientada al análisis de indicadores del servicio de agua potable.

### Figura 102.

#### Pregunta 4: Relación con el Proyecto

4. Relación con el proyecto



Fuente: Propia

En la Figura 102 se presenta la distribución de roles de los cinco participantes involucrados en el proyecto. La mayoría, representando un 60%, corresponde a docentes investigadores de la UTN, mientras que el 20% es un tesista de la misma institución. Además,

el 20% restante corresponde a un investigador asociado externo, lo que evidencia una colaboración entre profesionales internos y externos para el desarrollo de la solución de Business Intelligence aplicada al análisis de indicadores de eficiencia en el servicio de agua potable.

En la Figura 103 se muestran las respuestas de los miembros participantes a las distintas secciones relacionadas con la pregunta planteada, donde:

### Figura 103.

#### Pregunta 5: Nivel de cumplimiento de requerimientos

5. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I. [A](#)  
**¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los requerimientos de usuario?**



Fuente: Propia

- HU1. Página con reporte de indicadores base de agua potable:** Esta pregunta recibió una evaluación del 40% como 'Medio', un 40% como 'Alto' y un 20% como 'Muy alto', mostrando en conjunto una valoración positiva. Estos resultados indican la importancia de realizar un análisis más detallado para identificar y mejorar aspectos específicos del dashboard.
- HU2. Página con gráficas de evaluación por sistemas y subsistemas:** Esta pregunta recibió una evaluación del 20% como 'Bajo', 40% como 'Medio', 20% como

'Alto' y 20% como 'Muy alto', lo que refleja una percepción general de suficiencia con oportunidades para mejorar la calidad.

- **HU3. Página con estrategia para recuperación de pérdidas comerciales:** En esta pregunta, el 60% de los participantes la calificó como 'Medio', mientras que un 20% eligió 'Alto' y otro 20% 'Muy alto'. Esto muestra que las opiniones están divididas y sugiere que sería útil revisar este aspecto para identificar posibles oportunidades de mejora.
- **HU4. Página con composición del parque de medidores (clasificación, años, distribución por parroquias):** Esta pregunta recibió un 40% de respuestas en la categoría 'Bajo', otro 40% en 'Alto' y un 20% en 'Muy alto'. Aunque la percepción general tiende a ser positiva, estos resultados también dejan ver que aún hay puntos por fortalecer.
- **HU5. Página con medidores instalados con consumos en 0 m3/anual y menores a 10 m3/anual:** Esta pregunta obtuvo un 20% de respuestas en 'Nada', un 40% en 'Medio' y otro 40% en 'Alto'. Esto muestra una división en las percepciones y pone en evidencia que hay aspectos que vale la pena revisar y mejorar.
- **HU6. Página con gráficas de comparaciones anuales y evolución de los indicadores base de agua:** Esta pregunta recibió un 40% de respuestas en 'Bajo', un 20% en 'Medio', otro 20% en 'Alto' y un 20% en 'Muy alto'. Esta diversidad de opiniones sugiere que hay puntos específicos que merecen atención para seguir mejorando.
- **HU7. Página con balances hídricos de los sistemas de agua potable:** Esta pregunta recibió un 20% de respuestas en la categoría 'Bajo', un 40% en 'Medio' y otro 40% en

'Alto', lo que sugiere que, aunque la percepción general es positiva, todavía hay aspectos que pueden fortalecerse para alcanzar mejores resultados.

- **HU8. Página o panel de inicio:** Esta pregunta obtuvo un 40% de respuestas calificadas como 'Bajo', un 20% como 'Medio', un 20% como 'Alto' y otro 20% como 'Muy alto', lo que refleja opiniones variadas y señala la necesidad de analizar áreas específicas para mejorar.

**Figura 104.**

*Pregunta 6: Nivel de satisfacción versión Alpha*

6. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I. **¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución de BI?**



Fuente: Propia

En la Figura 104 se muestran las respuestas de los 5 participantes distribuidas en las distintas secciones relacionadas con la pregunta planteada, donde:

- **Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas:** Esta pregunta recibió una evaluación de 40% como 'Bajo', 20% como 'Medio', 20% como 'Alto' y 20% como 'Muy alto', reflejando una variedad de opiniones que indican tanto áreas de preocupación como aspectos bien valorados.

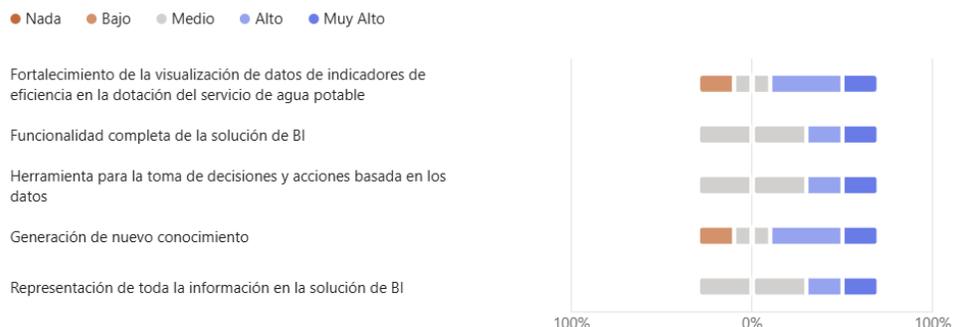
- **Uso adecuado de los colores en la solución de BI:** Esta pregunta obtuvo respuestas con un 20% que la calificó como 'Nada', un 20% como 'Bajo', un 40% como 'Alto' y un 20% como 'Muy alto', mostrando una diversidad de opiniones que reflejan tanto insatisfacción como una valoración positiva significativa.
- **Representación de botones e íconos en la solución de BI:** Esta pregunta registró respuestas distribuidas uniformemente: 20% la calificó como 'Nada', 20% como 'Bajo', 20% como 'Medio', 20% como 'Alto' y 20% como 'Muy alto', lo que indica una amplia variedad de opiniones entre los participantes sobre el tema evaluado.
- **Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas:** Las respuestas a esta pregunta se distribuyeron de manera equitativa, con un 20% calificándola como 'Nada', otro 20% como 'Bajo', un 20% como 'Medio', un 20% como 'Alto' y un 20% como 'Muy alto', mostrando así una diversidad equilibrada en las percepciones de los participantes.
- **Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI:** Las respuestas a esta pregunta se distribuyeron de la siguiente manera: un 20% la calificó como 'Bajo', un 40% como 'Medio', un 20% como 'Alto' y otro 20% como 'Muy alto', reflejando una variedad de opiniones con una tendencia mayoritaria hacia una valoración media.
- **Presentación de informes en la solución de BI:** Las respuestas a esta pregunta se distribuyeron así: un 40% la calificó como 'Bajo', un 20% como 'Medio', otro 20% como 'Alto' y el 20% restante como 'Muy alto', mostrando una diversidad en las percepciones, con una mayoría que considera el aspecto en un nivel bajo.

## Figura 105.

### Pregunta 7: Nivel de satisfacción variables relacionadas

7. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución?



Fuente: Propia

En la Figura 105 se muestran las respuestas de los cinco participantes respecto a las distintas secciones relacionadas con la pregunta formulada, donde:

- **Fortalecimiento de la visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable:** Esta pregunta recibió un 20% de respuestas calificadas como 'Bajo', otro 20% como 'Medio', un 40% como 'Alto' y un 20% como 'Muy alto', reflejando una tendencia mayoritaria hacia una valoración positiva, aunque con espacio para mejoras.
- **Funcionalidad completa de la solución de BI:** Las respuestas a esta pregunta indican que el 60% de los participantes la calificó como 'Medio', mientras que el 20% la consideró 'Alto' y otro 20% 'Muy alto', reflejando una opinión mayormente moderada, pero con una buena proporción de valoraciones positivas.
- **Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos:** Los resultados muestran que el 60% de los participantes calificaron esta pregunta como 'Medio',

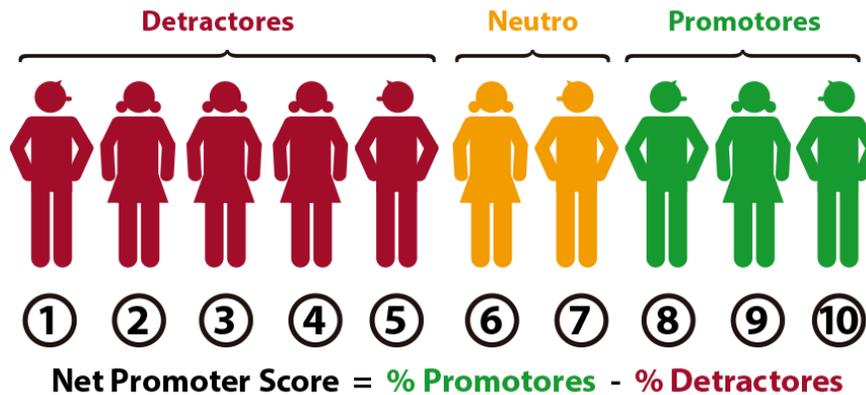
mientras que el 20% la valoró como 'Alto' y otro 20% como 'Muy alto', lo que indica una percepción mayormente moderada con una buena cantidad de opiniones positivas.

- **Generación de nuevo conocimiento:** Las respuestas a esta pregunta muestran que el 20% de los participantes la calificó como 'Bajo', otro 20% como 'Medio', mientras que la mayoría, el 40%, la evaluó como 'Alto' y un 20% como 'Muy alto', lo que indica una percepción generalmente positiva con posibilidad de mejorar algunos aspectos.
- **Representación de toda la información en la solución de BI:** El 60% de los participantes evaluaron esta pregunta como 'Medio', mientras que el 20% la calificó como 'Alto' y otro 20% como 'Muy alto', reflejando una percepción general de satisfacción moderada con un porcentaje significativo que la considera positiva.

### **Calificación de la Solución BI con NPS**

El Net Promoter Score (NPS) según (Atlassian, n.d.) es una métrica estándar creada en 2003 por Bain & Company para medir la lealtad y satisfacción de los clientes. Se basa en una escala del 0 al 10, donde los clientes que puntúan 9 o 10 son considerados Promotores, los que dan una calificación de 7 u 8 se clasifican como Pasivos, y quienes califican entre 0 y 6 son Detractores. Para obtener el NPS final, se resta el porcentaje de Detractores al porcentaje de Promotores. El resultado puede ir desde -100, si todos son Detractores, hasta +100, si todos son Promotores, reflejando así el nivel general de satisfacción y fidelidad de los clientes. La Figura 106 muestra la escala de calificación del NPS.

**Figura 106.**  
*Net Promoter Score*



Fuente: (Eroman, 2018)

**Figura 107.**  
*Pregunta 8: Calificación versión Alpha*

8. ¿Cómo calificaría la primera versión de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I?



Fuente: Propia

En la Figura 107 se presentan las respuestas de los cinco participantes en relación con la pregunta planteada. Tres de ellos (60%) fueron clasificados como Promotores, lo que refleja un nivel elevado de satisfacción y una alta probabilidad de recomendar la solución. Por otro lado, dos participantes (40%) fueron identificados como Detractores, lo que evidencia una percepción menos favorable. A partir de estos resultados, se obtuvo un Net Promoter Score (NPS) de 20, lo cual representa un indicador positivo de satisfacción general, aunque con espacio para continuar optimizando la experiencia del usuario. Para concluir, los resultados obtenidos de las preguntas del sondeo sirven para desarrollar una nueva versión (Beta) que integre las sugerencias y opiniones recogidas de cada respuesta.

## 2.8. Diseño de dashboards (versión Beta)

Tras examinar los diferentes resultados, es posible reconocer todas las opiniones emitidas sobre la versión Alpha. Esto da paso a un nuevo ciclo de iteración en el cual se aplican mejoras o ajustes con base en los aportes de los participantes. Este procedimiento permite perfeccionar la solución, adaptándola a nuevas expectativas y requerimientos de los involucrados.

A continuación, se detallan las mejoras incorporadas en el rediseño de la solución de Business Intelligence.

### Modificaciones aplicadas al producto mínimo viable en su versión Beta

Se ajustó el tipo de letra, el tamaño y el color en ciertas secciones del dashboard, con el objetivo de lograr mayor uniformidad visual. En la Figura 108 se presentan los ajustes realizados.

#### Figura 108.

*Ajustes en tamaño y color de letra*



Fuente: Propia

Modificar el diseño de las tarjetas de indicadores como IANC, RTH, calidad del servicio, presión media, continuidad (%), cloro residual, cobertura de agua potable y cobertura de alcantarillado, adaptándolas al formato KPI para una mejor visualización y comprensión. La Figura XX da a conocer dicha modificación.

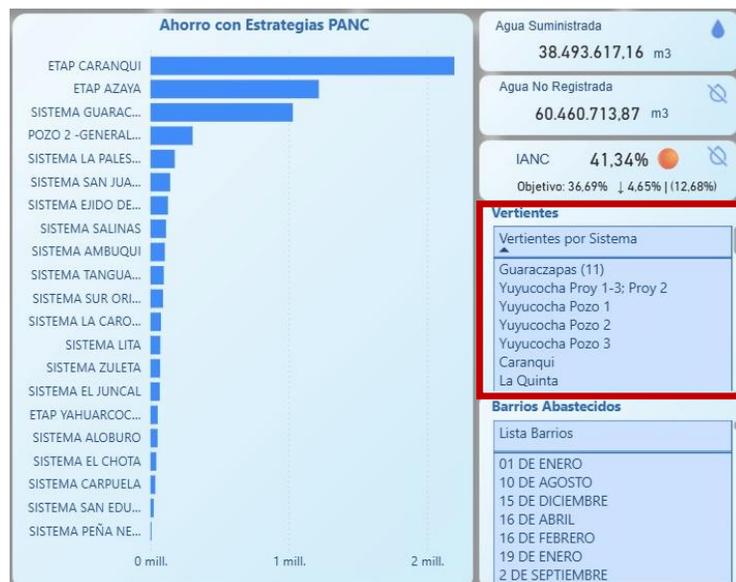
**Figura 109.**  
*Modificaciones en Tarjetas KPI*



Fuente: Propia

Agregar la información relacionada con las vertientes que abastecen los distintos sistemas de distribución en el dashboard de gráficas de evaluación por sistemas. En la Figura 110 se muestra el apartado donde debe incluirse esta información adicional.

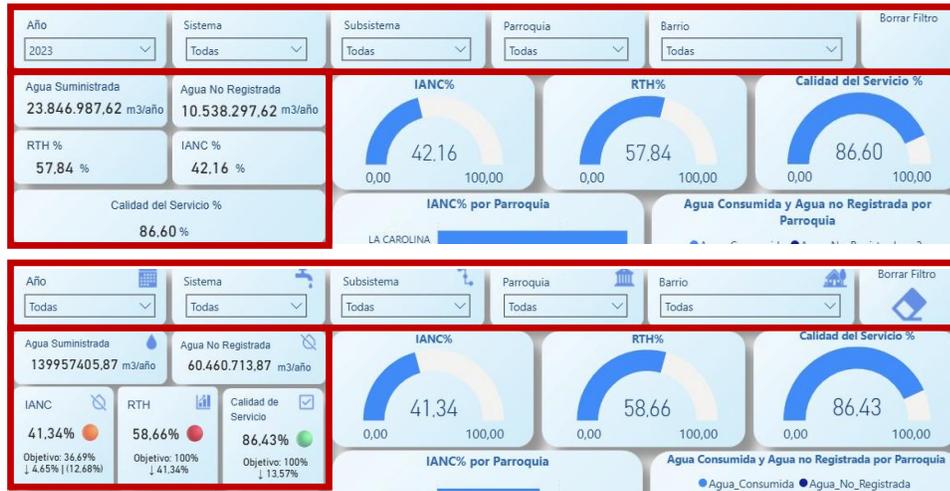
**Figura 110.**  
*Incorporación de Información Vertientes*



Fuente: Propia

Incorporar una mayor cantidad de iconos visuales tanto en los filtros como en las tarjetas de datos, para mejorar la experiencia de usuario. En la Figura 111 se identifican las áreas donde se recomienda aplicar este ajuste.

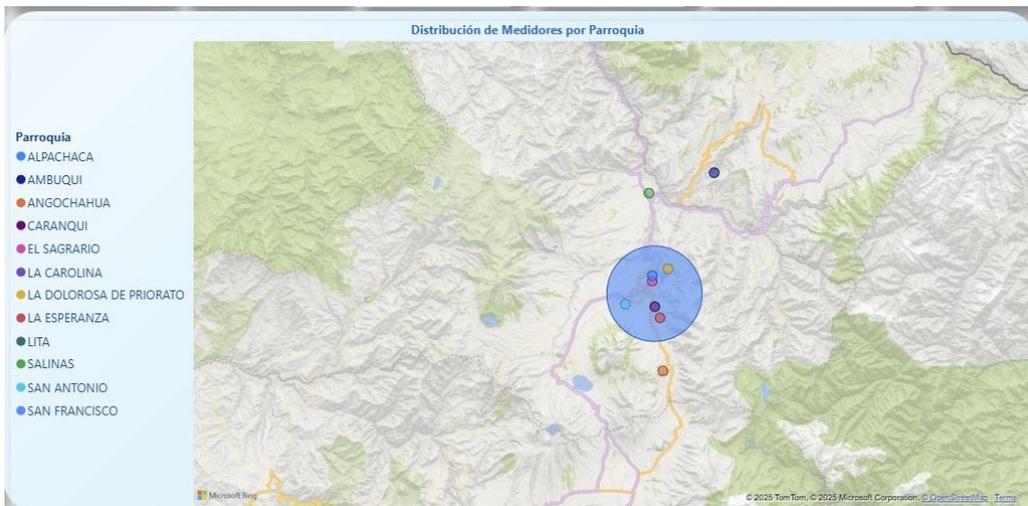
**Figura 111.**  
Aumento de íconos en filtros y tarjetas

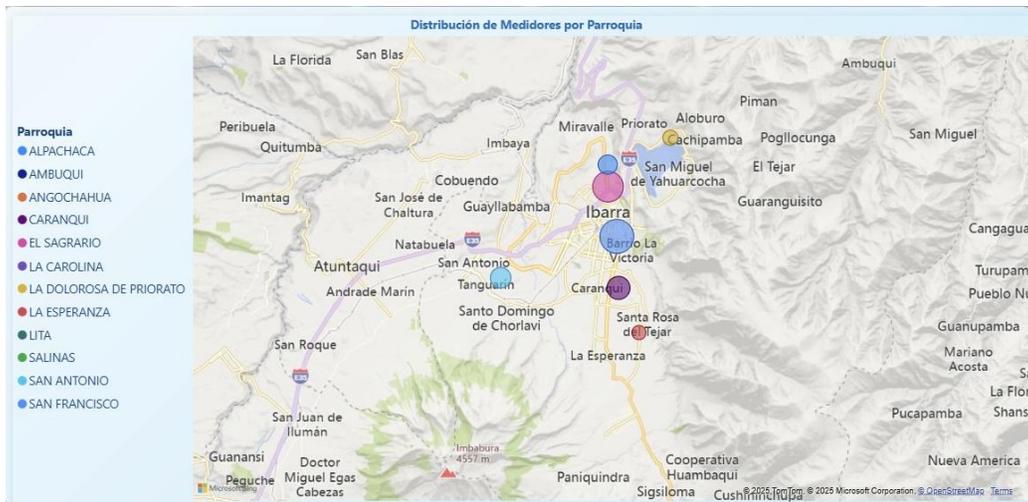


Fuente: Propia

Realizar la corrección de coordenadas geográficas en el mapa de distribución de parroquias para garantizar una visualización precisa. La necesidad de esta corrección se puede apreciar en la Figura 112.

**Figura 112.**  
Corrección de Coordenadas Geográficas



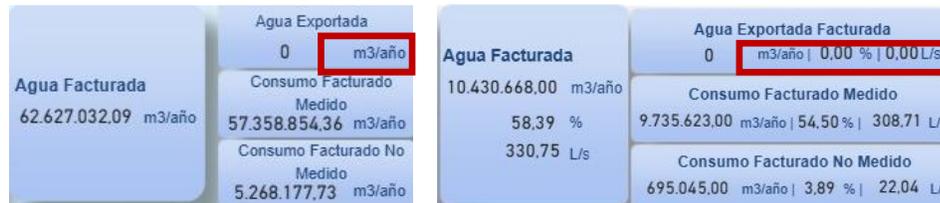


Fuente: Propia

Incluir en el dashboard de Balance Hídrico los porcentajes correspondientes a cada valor, así como su representación en litros por segundo (L/s). En la Figura 113 se visualiza el componente donde se requiere esta mejora.

**Figura 113.**

*Modificaciones en Dashboard Balance Hídrico*



Fuente: Propia

### Leyes de Gestalt

En primer lugar, es importante señalar que la Figura 114 presenta un ejemplo de la aplicación de los principios de la teoría de la Gestalt en el diseño de dashboards.

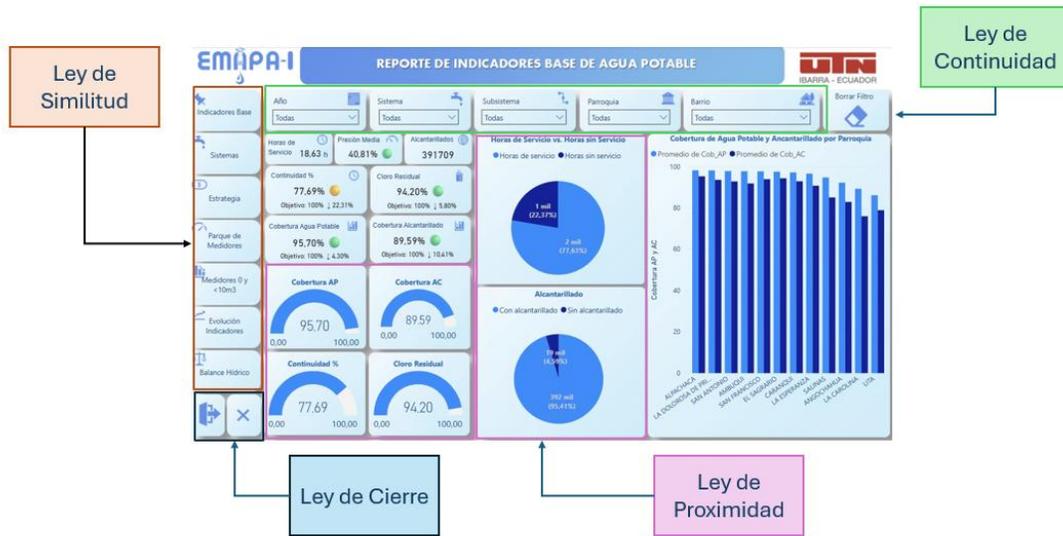
Específicamente, se pueden observar los siguientes principios:

- La ley de similitud, se implementa en la página principal mediante el diseño uniforme de las tarjetas que muestran información general sobre el conjunto de datos. Todas estas

tarjetas mantienen características comunes, como el mismo tamaño, paleta de colores, tipo de letra y estilo de iconos. Esta uniformidad genera una sensación de coherencia que facilita la navegación y comprensión de la información por parte de los usuarios.

- La ley de continuidad, En los dashboards, esto se ve reflejado en la sección de filtros, donde seis segmentaciones están organizadas de manera horizontal y continua. Gracias a esto, el usuario percibe esa área como un conjunto integrado y armonioso. Además, los elementos de la interfaz están bien alineados y cuentan con suficiente espacio entre sí, lo que hace que sea fácil leerlos y navegar por ellos.
- La ley de proximidad, Esto se nota en todos los elementos visuales que, al estar cerca unos de otros, el usuario los percibe como un conjunto único. La idea es que cuando varios objetos están próximos, tendemos a agruparlos automáticamente, incluso si no están directamente relacionados entre sí.
- La ley de cierre, se nota principalmente en los íconos, que son todos de un solo color azul. Esto ayuda a que el usuario pueda imaginar las formas y patrones que no están completamente definidos, facilitando así que entienda mejor la información visual. Además, se usan formas simples y fáciles de reconocer para que el usuario pueda completar esos diseños incompletos de manera natural e intuitiva.

**Figura 114.**  
*Leyes de Gestalt aplicados en la solución BI*



### Dashboards Mejorados versión Beta

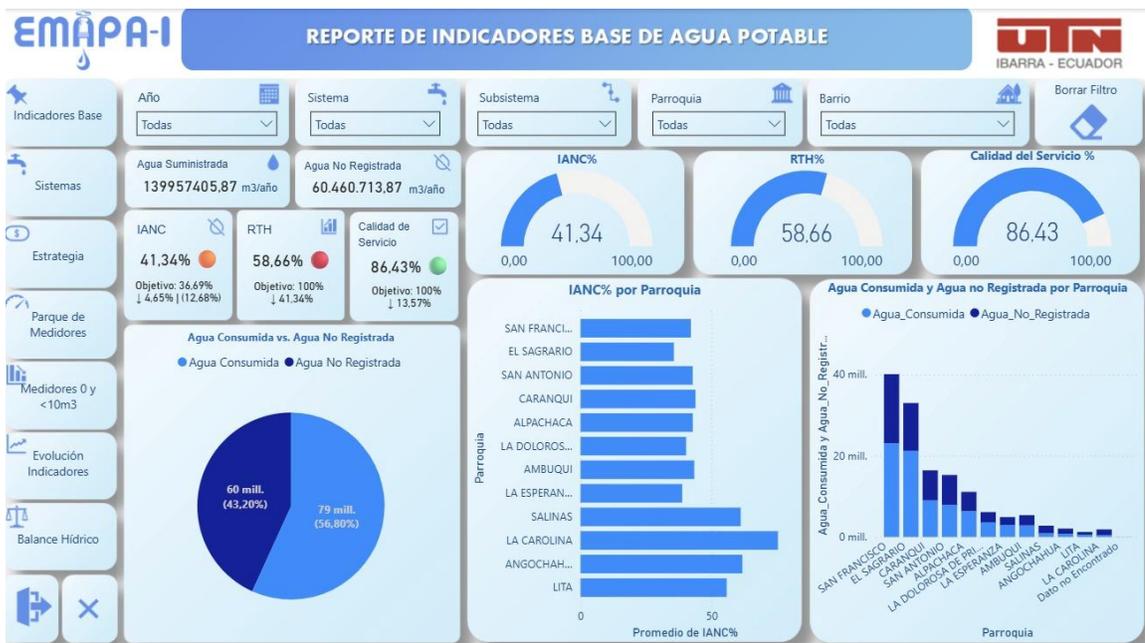
Luego de implementar los ajustes recomendados por el Product Owner, se mostraron los paneles correspondientes, identificados desde la Figura 115 hasta la Figura 128. Estas modificaciones contribuyeron a optimizar la interfaz, mejorando así la experiencia de los usuarios al interactuar con el sistema.

**Figura 115.**  
Dashboard Mejorado Página Inicio



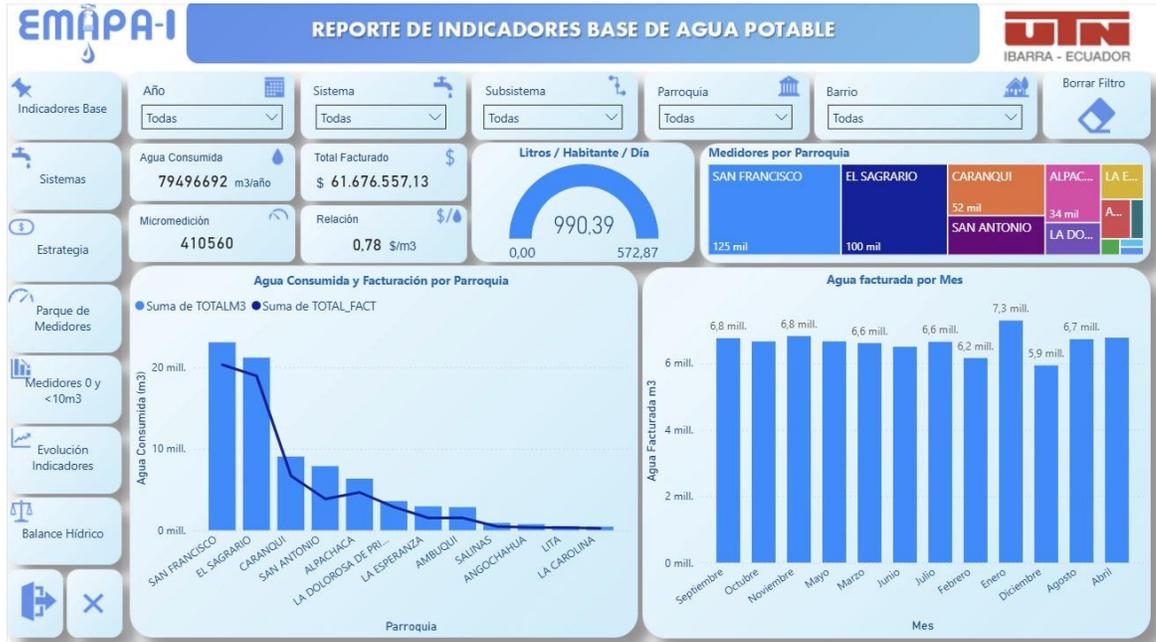
Fuente: Propia

**Figura 116.**  
Dashboard mejorado Reporte de Indicadores 1



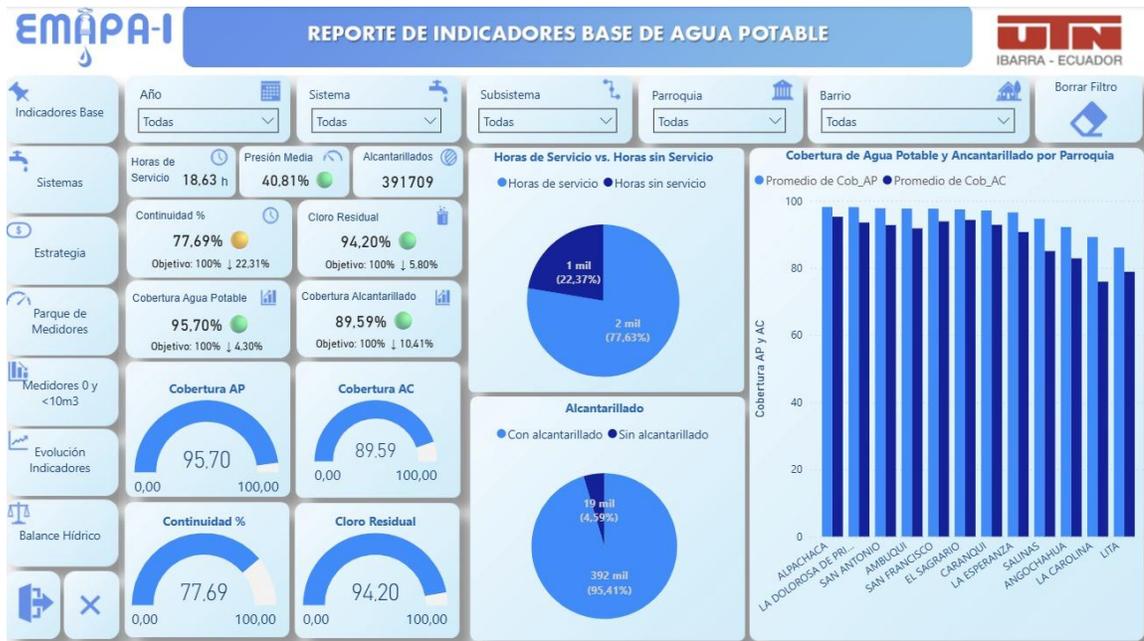
Fuente: Propia

**Figura 117.**  
Dashboard mejorado Reporte de Indicadores 2



Fuente: Propia

**Figura 118.**  
Dashboard mejorado Reporte de Indicadores 3



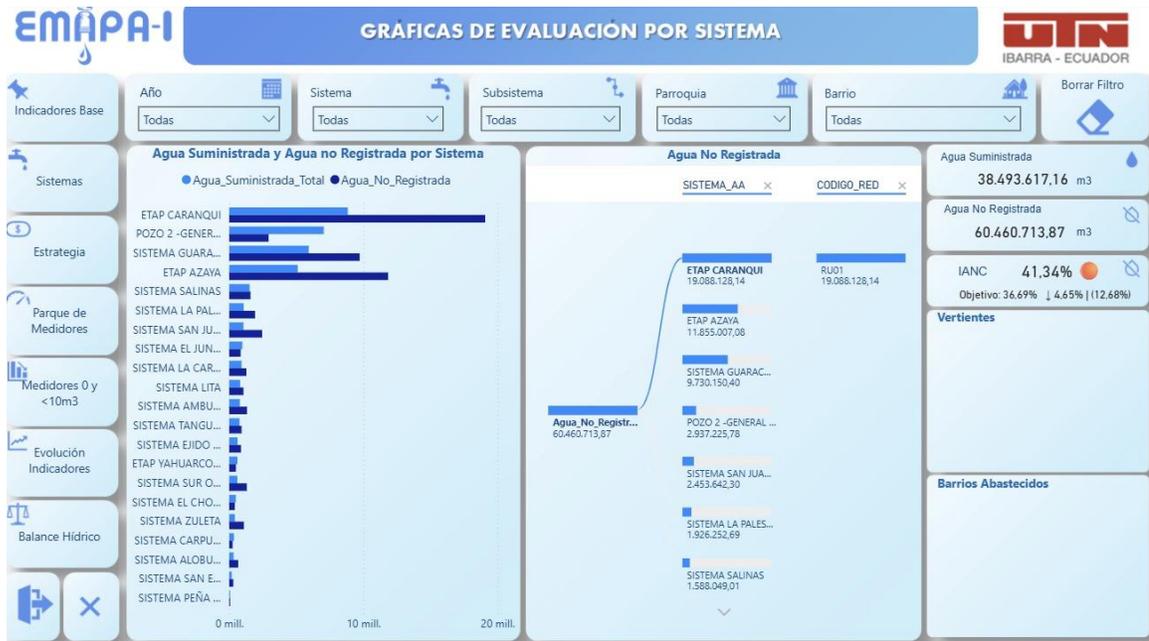
Fuente: Propia

**Figura 119.**  
Dashboard mejorado Reporte de Indicadores 4



Fuente: Propia

**Figura 120.**  
Dashboard mejorado Gráficas Sistemas



Fuente: Propia

**Figura 121.**  
 Dashboard mejorado Gráficas Sistemas 2



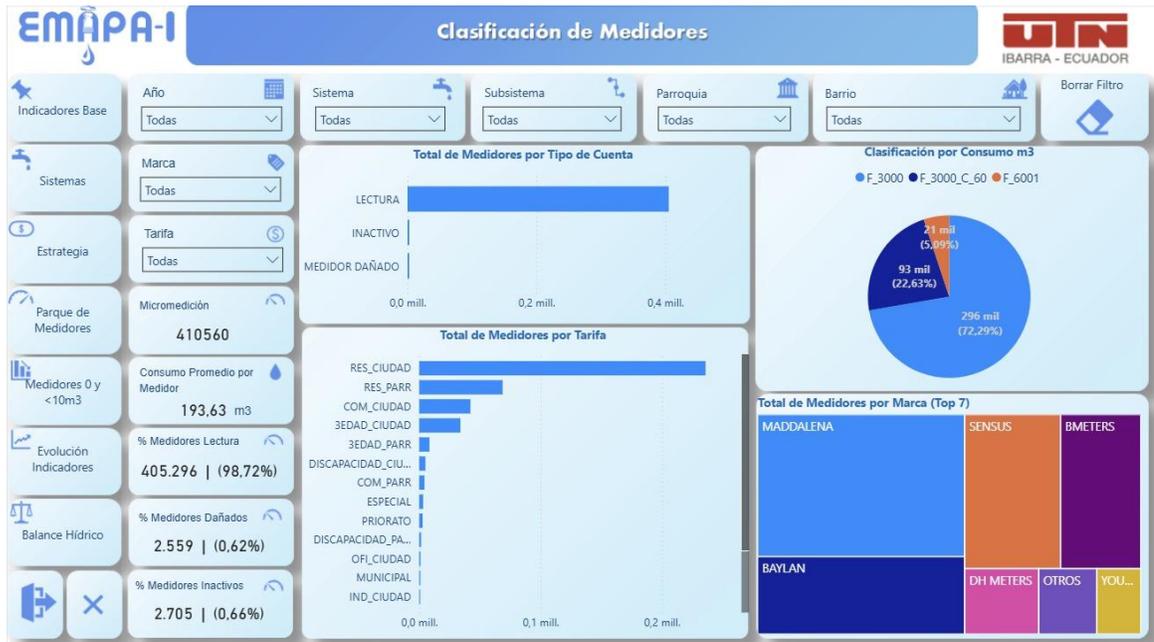
Fuente: Propia

**Figura 122.**  
 Dashboard mejorado Estrategia



Fuente: Propia

**Figura 123.**  
 Dashboard mejorado Clasificación de Medidores



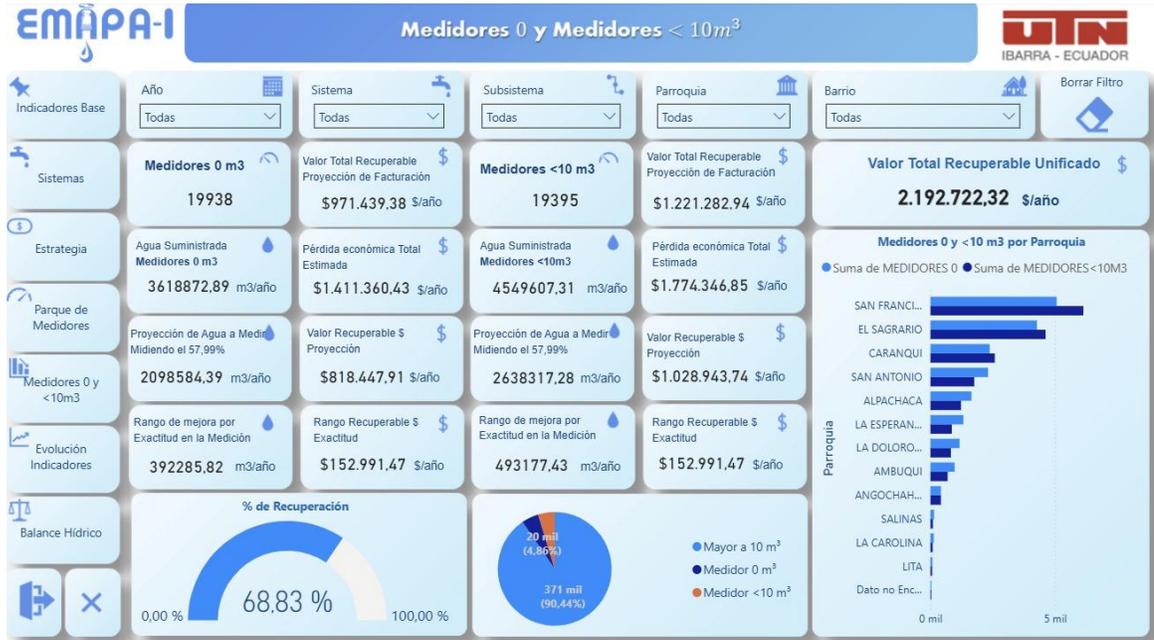
Fuente: Propia

**Figura 124.**  
 Dashboard Distribución de Medidores



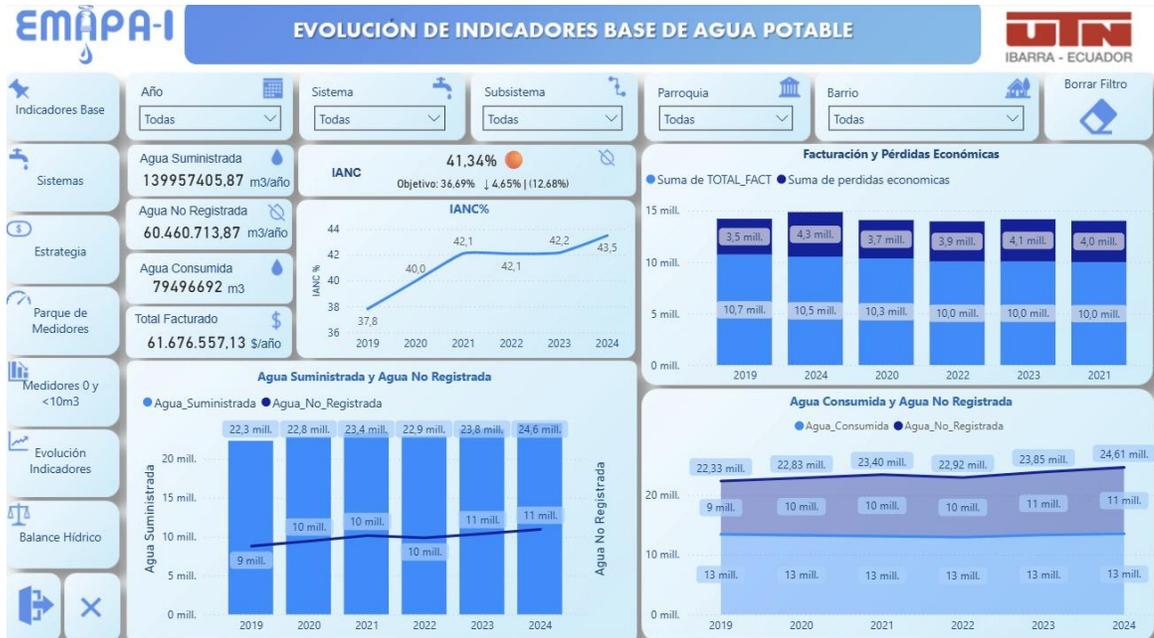
Fuente: Propia

**Figura 125.**  
Dashboard Medidores 0 y < 10 m<sup>3</sup>



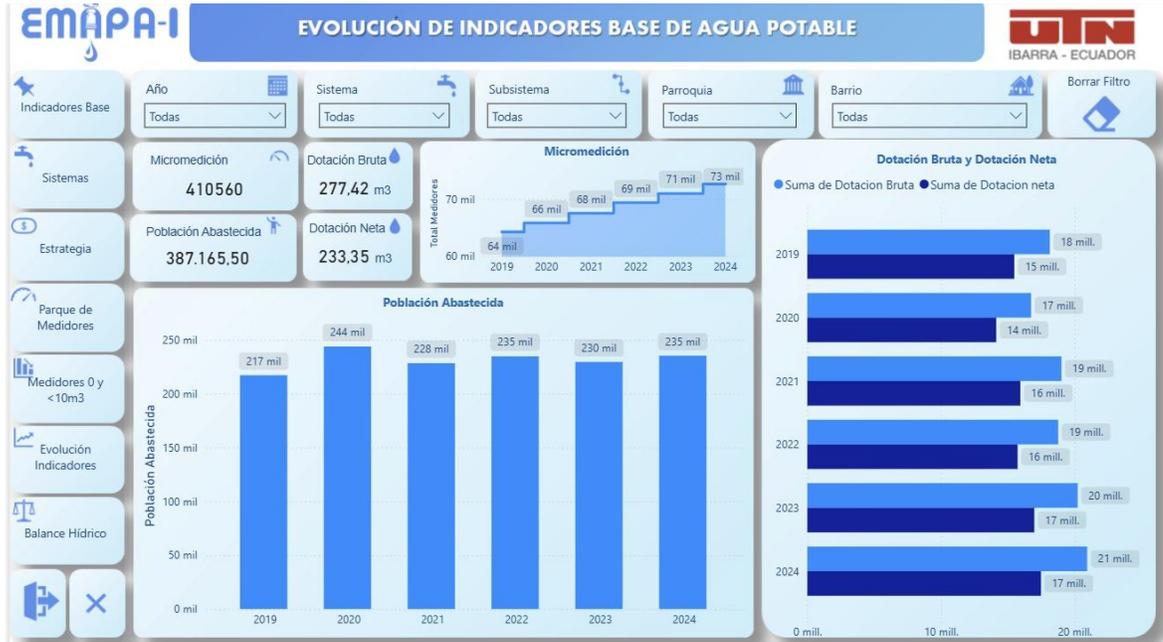
Fuente: Propia

**Figura 126.**  
Dashboard mejorado Evolución Indicadores



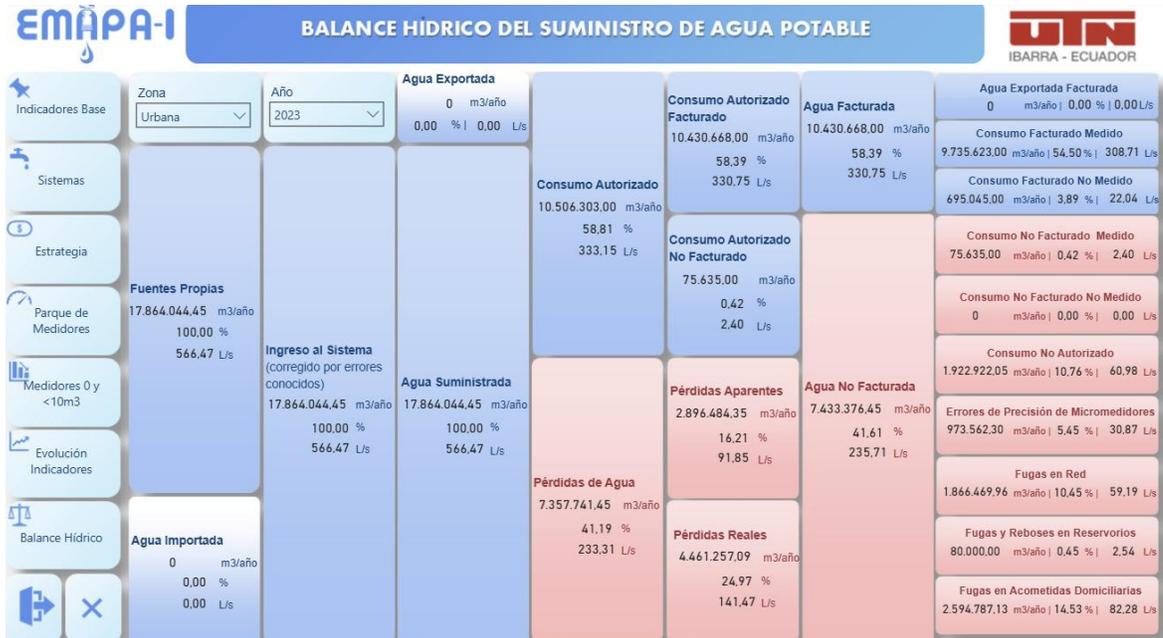
Fuente: Propia

**Figura 127.**  
Dashboard mejorado Evolución Indicadores 2



Fuente: Propia

**Figura 128.**  
Dashboard mejorado Balance Hídrico



Fuente: Propia

### 2.8.1. Publicación del producto mínimo viable versión Beta

Luego de incorporar todos los ajustes requeridos por el Dueño de Producto y finalizar las historias de usuario pendientes, se procedió con la implementación de la versión Beta del proyecto, la cual se encuentra representada en la Figura 129 y 130.

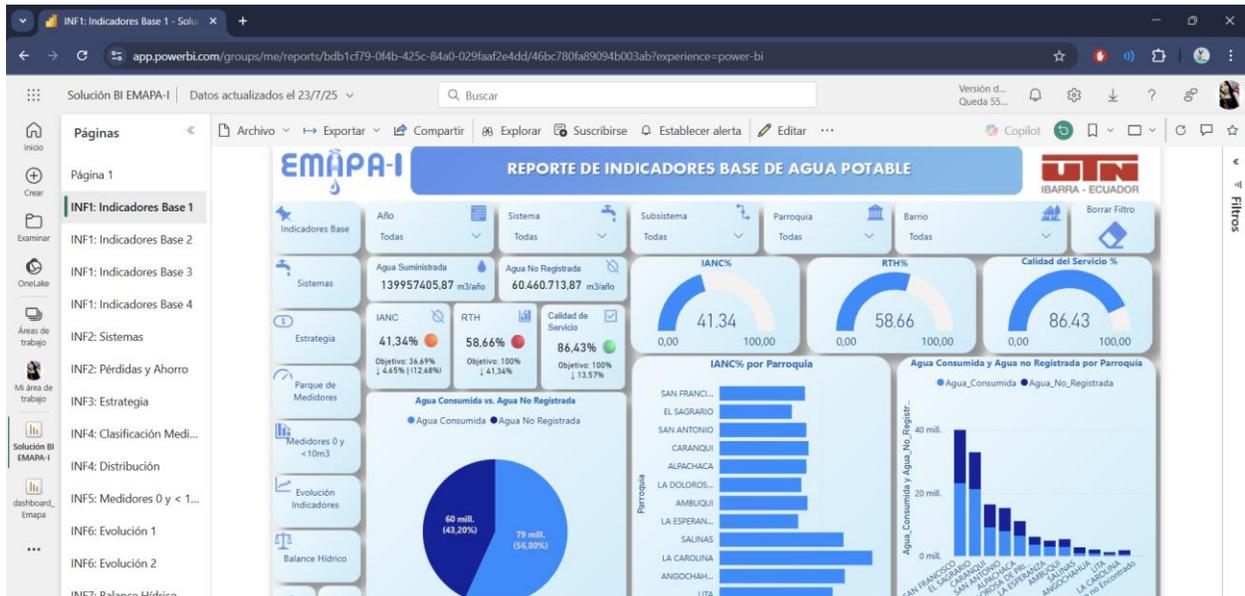
Para hacer que la experiencia del usuario sea aún mejor, se creó un código QR que permite acceder rápido y fácil a la solución de Business Intelligence. Al escanear ese código con el celular, los usuarios pueden entrar directamente al enlace y empezar a usar la solución sin tener que escribir la dirección web manualmente.

Para asegurarnos de que todos pudieran acceder a la solución de Business Intelligence, vimos que era necesario ofrecer una opción extra para quienes no pudieran escanear el código QR o prefirieran usar la solución desde su laptop. En lugar de pedirles que descargaran una app para leer códigos, decidimos dar un enlace directo y sencillo. Así, como se muestra en la Figura 131, incluimos tanto el código QR como el enlace para que cada usuario pueda elegir la forma que le sea más cómoda.

**Figura 129.** *Publicación Solución BI versión Beta*



**Figura 130.** Despliegue Solución BI versión Beta



Fuente: Propia

**Figura 131.** Vínculo y Código QR versión Alpha



[https://app.powerbi.com/links/LPxy2fnzPa?ctid=8dbe1469-c79c-4e21-9d43-ca65d9e9c475&pbi\\_source=linkShare&bookmarkGuid=2f8406dd-32f2-48e6-befd-5dbf5b6c9598](https://app.powerbi.com/links/LPxy2fnzPa?ctid=8dbe1469-c79c-4e21-9d43-ca65d9e9c475&pbi_source=linkShare&bookmarkGuid=2f8406dd-32f2-48e6-befd-5dbf5b6c9598)

Fuente: Propia

### **3. CAPÍTULO 3 (Resultados)**

#### **Análisis e interpretación de resultados**

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos a partir de la validación de los datos relacionados con el servicio de agua potable gestionado por EMAPA-I, en la ciudad de Ibarra. Para su análisis y visualización, se emplearon herramientas de Business Intelligence (BI), las cuales facilitaron una interpretación clara y estructurada de los indicadores evaluados.

#### **3.1. Evaluación de los resultados alcanzados**

Para evaluar los resultados del proyecto, se elaboró una encuesta llamada “Solución BI para la visualización de datos de Dotación del servicio de agua potable EMAPA-I”, la cual fue implementada con Microsoft Forms. Esta herramienta permitió recolectar la información de manera rápida y confiable, asegurando la calidad de los datos obtenidos. La encuesta fue estructurada en tres secciones principales.

1. Datos personales del encuestado
2. Proceso de análisis y representación visual de los datos de indicadores de eficiencia y Agua No Contabilizada.
3. Valoración de cumplimiento de la Solución BI

La encuesta se aplicó a los participantes del proyecto que se indicaron en la Figura xx con el propósito fundamental de verificar que se cumplieran los requisitos y las necesidades del equipo de investigación.

### 3.2. Tabulación de Resultados

Con el fin de examinar la información recolectada, se realizó un proceso de tabulación y análisis descriptivo. Esta metodología facilitó la organización y síntesis de los datos, permitiendo presentar de forma clara las principales características y patrones identificados.

#### 3.2.1. Sección 1: Datos personales del encuestado

En esta sección se reúnen los datos informativos de las personas encuestadas. Las preguntas incluyen aspectos como la edad, el género, el nivel de formación académica y el vínculo que tienen con el proyecto actual. Esta información, que se muestra en las tablas 16 a 19, es clave para comprender mejor las opiniones y percepciones de los participantes.

**Tabla 16.**  
*Rango de edad (Años)*

<b>Rango de edad (Años)</b>	<b>N° de encuestados</b>
Entre 35 y 44 años	6
Entre 45 y 54 años	3
Mayor de 55 años	3
<b>Total</b>	<b>12</b>

Fuente: Propia

**Tabla 17.**  
*Sexo*

<b>Rango de edad (Años)</b>	<b>N° de encuestados</b>
Femenino	1

Masculino	11
<b>Total</b>	<b>12</b>

Fuente: Propia

**Tabla 18.**  
*Formación de grado*

<b>Formación de grado</b>	<b>N° de encuestados</b>
Administración y-o afines	2
Ciencias aplicadas y-o afines	8
Ciencias de la vida y-o afines	2
<b>Total</b>	<b>12</b>

Fuente: Propia

**Tabla 19.**  
*Relación con el proyecto*

<b>Relación con el proyecto</b>	<b>N° de encuestados</b>
Docente Investigador UTN	3
Investigador Asociado (externo a la UTN)	9
<b>Total</b>	<b>12</b>

Fuente: Propia

### 3.2.2. Sección 2: Proceso de análisis y representación visual de los datos de indicadores de eficiencia y Agua No Contabilizada.

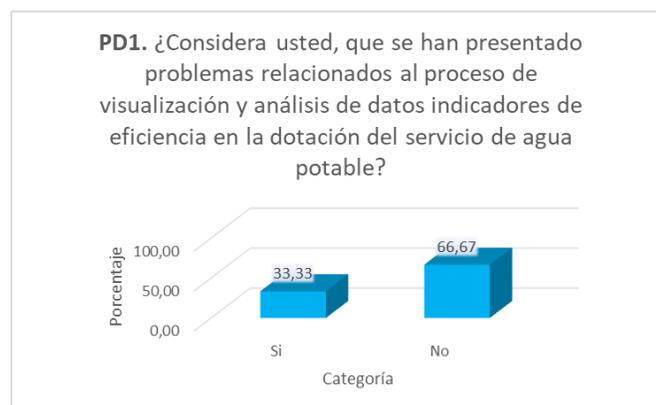
En esta parte se presenta la recopilación de la información obtenida a partir de las respuestas de los encuestados, la cual resulta fundamental para comprender con claridad las percepciones y opiniones de los participantes. Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico PSPP, una alternativa libre a SPSS, que permitió generar las tablas de frecuencia y realizar el análisis descriptivo de forma eficiente. Como plantea (GNU & Free Software Foundation, n.d.) este programa es capaz de ejecutar distintos tipos de análisis estadísticos como pruebas T, ANOVA, regresiones y clústeres, además de manejar grandes volúmenes de datos, ser multiplataforma y no requerir licencia de uso, ya que es un software de código abierto.

Por otro lado, los gráficos que muestran los resultados se realizaron con Microsoft Excel, aprovechando sus funciones para crear visualizaciones claras y fáciles de personalizar. Esto ayudó a interpretar mejor los datos que previamente fueron analizados en PSPP.

#### Análisis e Interpretación

##### Figura 132.

*PD1. ¿Considera usted, que se han presentado problemas relacionados al proceso de visualización y análisis de datos indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable?*



**PD1. ¿Considera usted, que se han presentado problemas relacionados al proceso de visualización y análisis de datos indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable?**

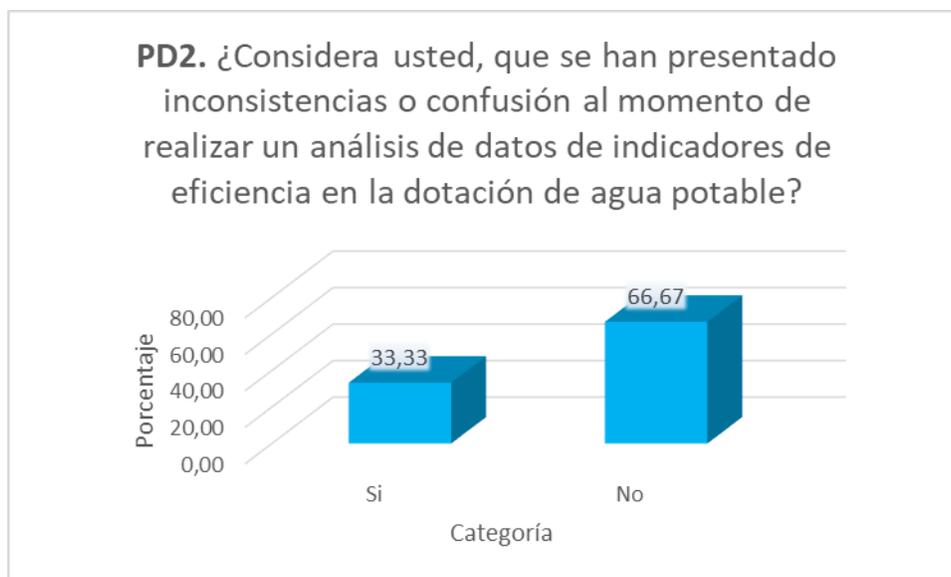
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	No	8	66,7%	66,7%	66,7%
	Si	4	33,3%	33,3%	100,0%
Total		12	100,0%		

Fuente: Propia

Al revisar los datos mostrados en la Figura 132, que corresponden a la pregunta PD1, se nota que el 66,67% de los encuestados mencionó no tener problemas al visualizar y analizar los indicadores de eficiencia del servicio de agua potable. Sin embargo, el 33,33% sí expresó tener dificultades en este aspecto. Esto deja ver que, aunque la mayoría parece contar con herramientas o métodos adecuados, todavía hay un grupo importante que enfrenta retos al trabajar con esta información, lo que señala la importancia de seguir fortaleciendo los procesos tecnológicos que se están utilizando.

**Figura 133.**

*PD2. ¿Considera usted, que se han presentado inconsistencias o confusión al momento de realizar un análisis de datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable?*



**PD2. ¿Considera usted, que se han presentado inconsistencias o confusión al momento de realizar un análisis de datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable?**

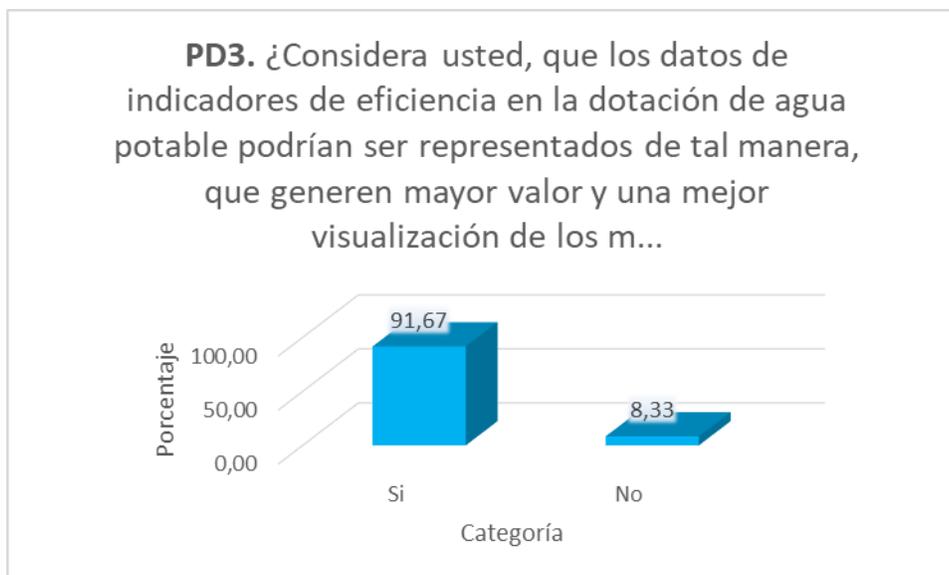
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	No	8	66,7%	66,7%	66,7%
	Si	4	33,3%	33,3%	100,0%
Total		12	100,0%		

Fuente: Propia

Al revisar los datos de la Figura 133, correspondientes a la pregunta PD2, se evidencia que el 66,67% de los encuestados no ha encontrado inconsistencias o confusiones al analizar los datos sin el apoyo de herramientas tecnológicas. En contraste, el 33,33% sí manifestó haber experimentado dificultades de este tipo. Esta distribución refleja que, aunque la mayoría no percibe problemas significativos, aún existe una parte relevante de los usuarios que resalta la utilidad de herramientas tecnológicas para facilitar un análisis más claro y preciso de los datos relacionados con los indicadores de eficiencia en el servicio de agua potable.

**Figura 134.**

*PD3. ¿Considera usted, que los datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable podrían ser representados de tal manera, que generen mayor valor y una mejor visualización de los mismos?*



**PD3. ¿Considera usted, que los datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable podrían ser representados de tal manera, que generen mayor valor y una mejor visualización de los mismos?**

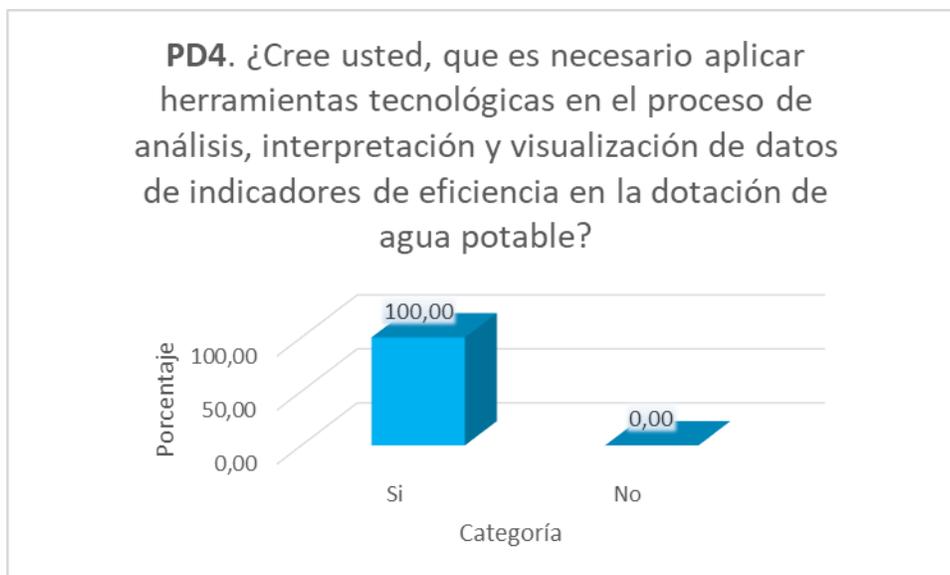
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	No	1	8,3%	8,3%	8,3%
	Si	11	91,7%	91,7%	100,0%
Total		12	100,0%		

Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 134, correspondiente a la pregunta PD3, se observa que el 91,67% de los encuestados considera que la representación de los datos podría mejorarse para generar un mayor valor y facilitar la visualización. Por otro lado, un 8,33% opina que no es necesario realizar mejoras en la forma en que se presentan los datos. Estos resultados reflejan que la gran mayoría reconoce la importancia de optimizar la presentación de la información para potenciar su utilidad y facilitar su interpretación en el análisis de los indicadores de eficiencia del servicio de agua potable.

**Figura 135.**

*PD4. ¿Cree usted, que es necesario aplicar herramientas tecnológicas en el proceso de análisis, interpretación y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable?*



**PD4. ¿Cree usted, que es necesario aplicar herramientas tecnológicas en el proceso de análisis, interpretación y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable?**

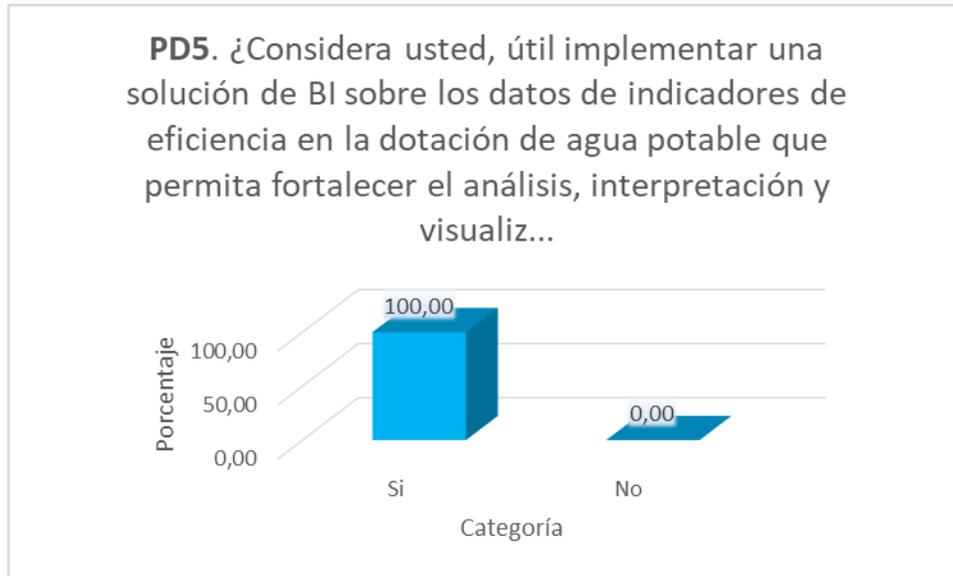
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Si	12	100,0%	100,0%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 135, correspondiente a la pregunta PD4, se evidencia que el 100% de los encuestados considera necesaria la aplicación de herramientas tecnológicas para el análisis, visualización e interpretación de datos. Esta unanimidad refleja una clara conciencia sobre la importancia de incorporar soluciones tecnológicas en el tratamiento de información relacionada con los indicadores de eficiencia del servicio de agua potable, ya que estas herramientas contribuyen a mejorar la precisión, comprensión y utilidad de los datos recopilados.

**Figura 136.**

*PD5. ¿Considera usted, útil implementar una solución de BI sobre los datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, para poder mejorar la toma de decisiones de los investigadores del área de gestión del agua?*



**PD5. ¿Considera usted, útil implementar una solución de BI sobre los datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, para poder mejorar la toma de decisiones de los inve**

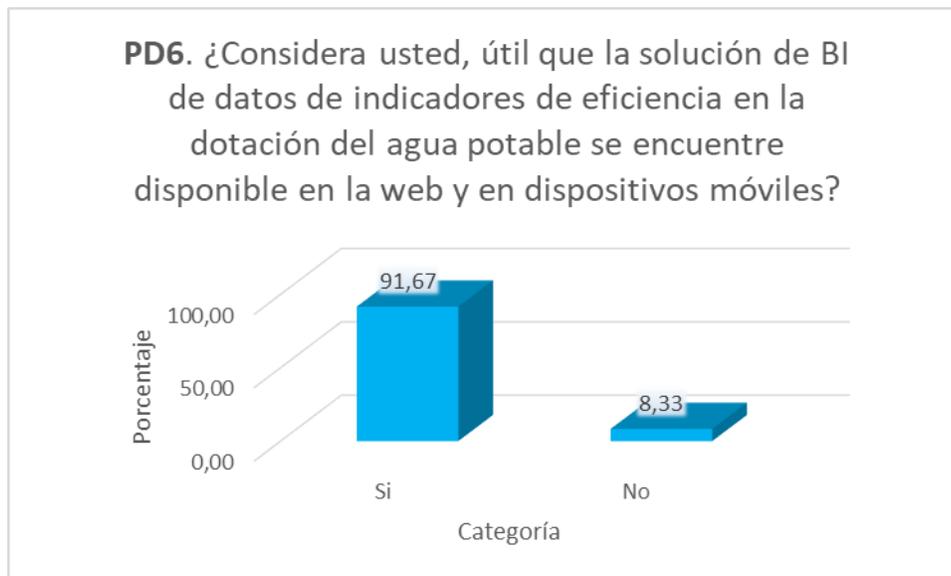
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Si	12	100,0%	100,0%	100,0%
Total		12	100,0%		

Fuente: Propia

Según los datos mostrados en la Figura 136, correspondientes a la pregunta PD5, el 100% de los encuestados afirma que la implementación de una solución de Business Intelligence es efectiva. Esta percepción resalta el reconocimiento generalizado de su utilidad para optimizar la gestión de datos y apoyar la toma de decisiones relevantes en el contexto del análisis de indicadores de eficiencia del servicio de agua potable.

**Figura 137.**

*PD6. ¿Considera usted, útil que la solución de BI de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del agua potable se encuentre disponible en la web y en dispositivos móviles?*



**PD6. ¿Considera usted, útil que la solución de BI de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del agua potable se encuentre disponible en la web y en dispositivos móviles?**

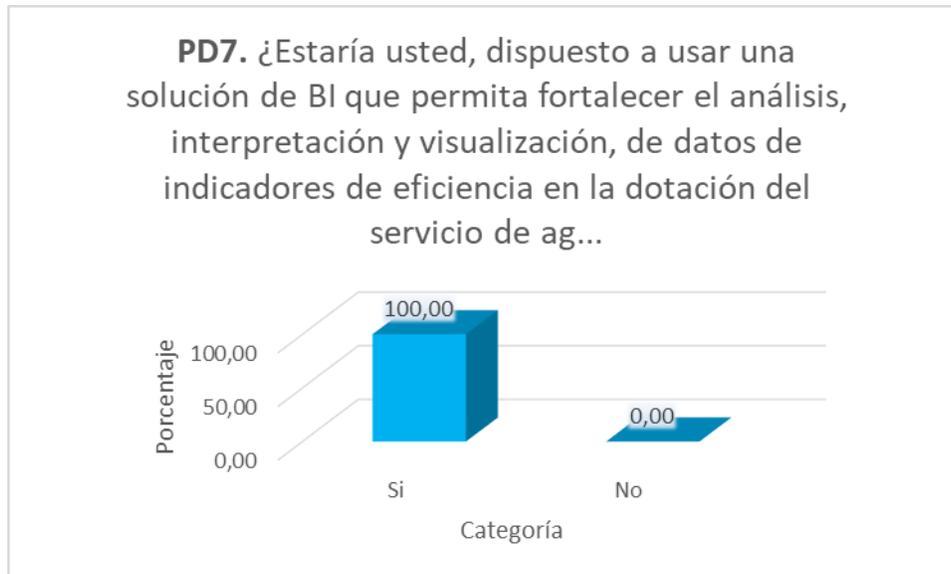
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido No	1	8,3%	8,3%	8,3%
Si	11	91,7%	91,7%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

Al analizar la información presentada en la Figura 137, correspondiente a la pregunta PD6, se observa que el 91,67% de los encuestados respondió afirmativamente, mientras que el 8,33% indicó lo contrario. Estos resultados reflejan una clara preferencia por contar con una solución de Business Intelligence accesible tanto desde plataformas web como desde dispositivos móviles, lo cual facilita que los usuarios puedan consultar la información y tomar decisiones en cualquier momento y desde cualquier lugar.

**Figura 138.**

*PD7. ¿Estaría usted, dispuesto a usar una solución de BI que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable?*



**PD7. ¿Estaría usted, dispuesto a usar una solución de BI que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Si	12	100,0%	100,0%	100,0%
Total		12	100,0%		

Fuente: Propia

Al revisar los datos de la Figura 138, que corresponden a la pregunta PD7, se ve que todas las personas encuestadas dijeron que sí estarían dispuestas a usar una solución de Business Intelligence. Esto muestra que hay mucho interés en usar este tipo de herramientas para entender mejor los datos y tomar decisiones más claras.

### 3.2.3. Sección 3: Valoración de cumplimiento de la Solución BI

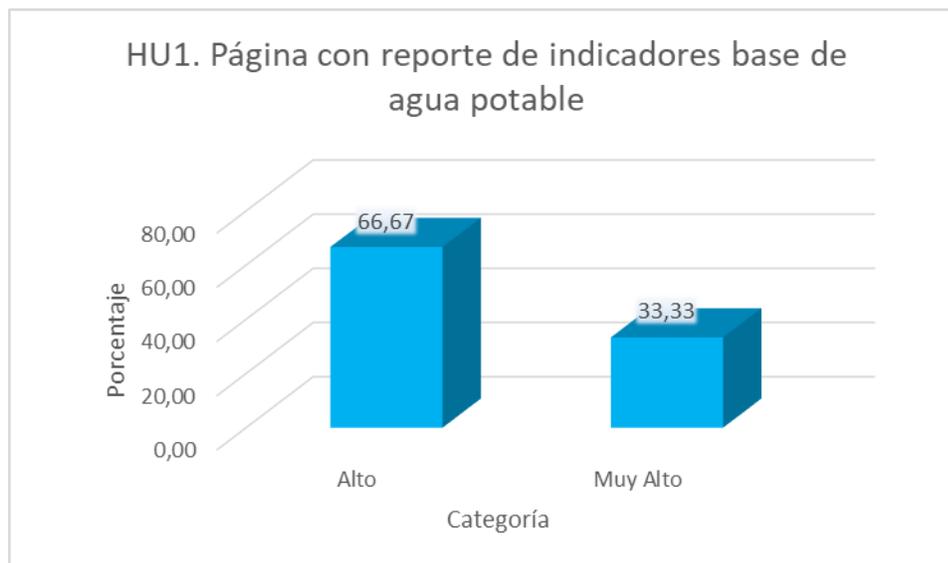
**PV1. ¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los requerimientos del usuario?**

Esta pregunta busca conocer qué tanto se cumplieron los distintos requerimientos mediante las historias de usuario que se desarrollaron. Evaluar esto es importante para saber en qué medida la solución de Business Intelligence está cumpliendo con lo que los usuarios esperaban y necesitaban. Al ver los resultados en los niveles de respuesta (nada, bajo, medio, alto o muy alto), se pueden identificar los puntos fuertes y también las cosas que se podrían mejorar, lo que ayuda a tomar decisiones con más claridad.

**Análisis e Interpretación**

**Figura 139.**

*HU1. Página con reporte de indicadores base de agua potable*



**HU1. Página con reporte de indicadores base de agua potable**

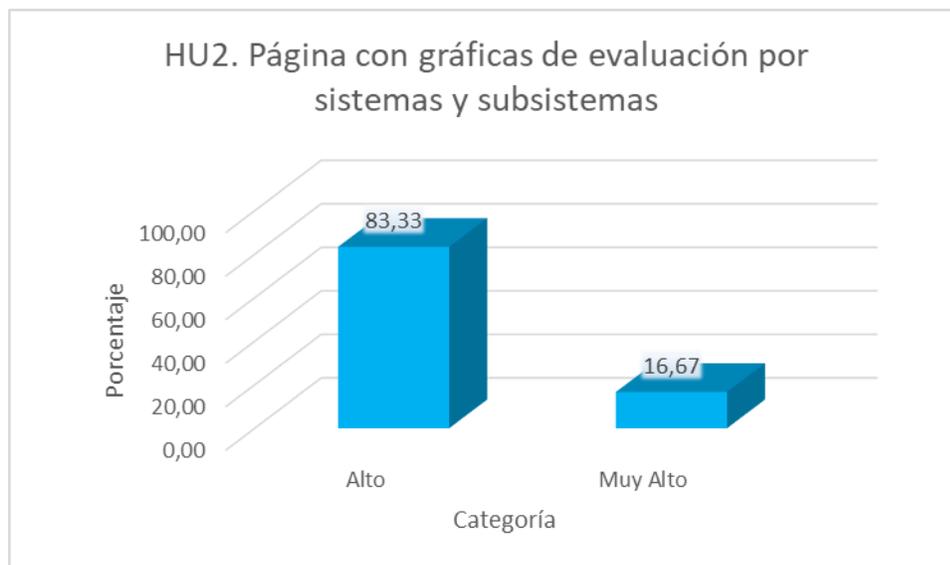
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Alto	8	66,7%	66,7%	66,7%
	Muy Alto	4	33,3%	33,3%	100,0%
Total		12	100,0%		

Fuente: Propia

Al observar los resultados de la Figura 139, correspondientes a la pregunta HU1, se evidencia que el 66,67% de los encuestados calificaron con un nivel alto el diseño del dashboard de inicio para la navegación entre los distintos paneles, mientras que el 33,33% lo evaluó con un nivel muy alto. Esto refleja que la totalidad de los participantes percibe de manera positiva la interfaz inicial, lo que sugiere que cumple adecuadamente con las expectativas planteadas en los requerimientos. La ausencia de valoraciones medias o bajas indica que el diseño actual es funcional y bien recibido, aunque siempre se puede considerar seguir optimizándolo para mantener una experiencia intuitiva y eficiente.

**Figura 140.**

*HU2. Página con gráficas de evaluación por sistemas y subsistemas*



**HU2. Página con gráficas de evaluación por sistemas y subsistemas**

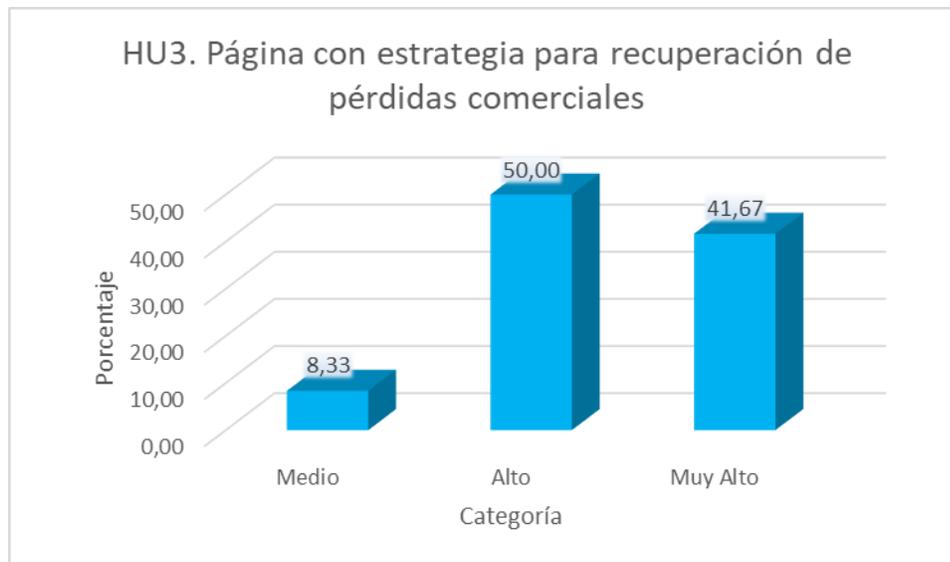
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Alto	10	83,3%	83,3%	83,3%
	Muy Alto	2	16,7%	16,7%	100,0%
Total		12	100,0%		

Fuente: Propia

Al revisar los datos de la Figura 140, correspondiente a la pregunta HU2, se observa que el 83,33% de los encuestados calificaron con un nivel alto el diseño del dashboard que contiene las gráficas de evaluación de los sistemas, mientras que el 16,67% otorgó una valoración muy alta. Esto evidencia que la mayoría de los participantes considera que este panel cumple adecuadamente con su propósito, permitiendo visualizar de manera clara el desempeño y comportamiento de los sistemas de abastecimiento de agua. Los resultados reflejan que este componente de la solución BI responde en gran medida a los requerimientos definidos, facilitando el análisis técnico y estratégico dentro del contexto de la dotación del servicio de agua potable por parte de EMAPA-I.

**Figura 141.**

*HU3. Página con estrategia para recuperación de pérdidas comerciales*



**HU3. Página con estrategia para recuperación de pérdidas comerciales**

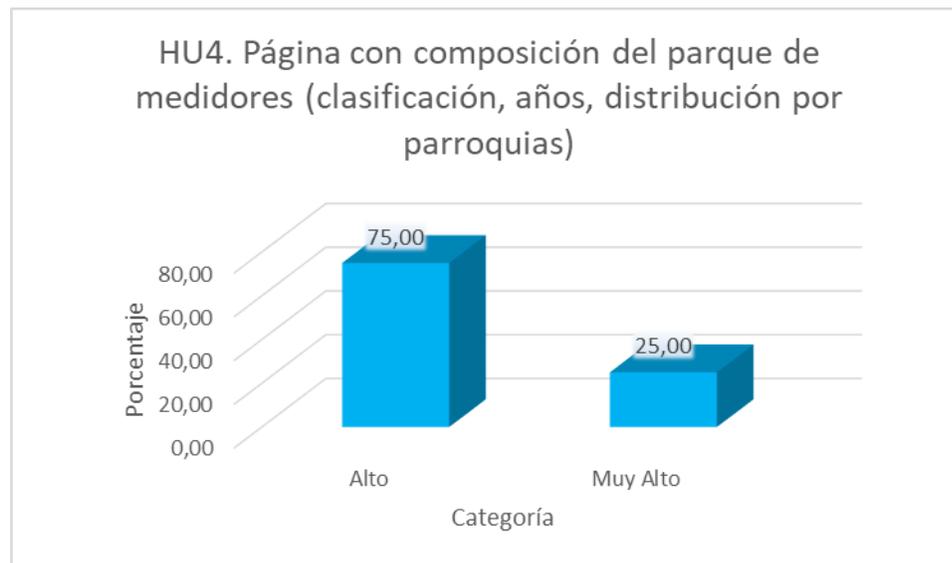
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Medio	1	8,3%	8,3%	8,3%
Alto	6	50,0%	50,0%	58,3%
Muy Alto	5	41,7%	41,7%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 141, los resultados muestran que el 8,33% de los participantes calificaron el aspecto como "Medio", el 50% lo valoró como "Alto" y el 41,67% lo consideró "Muy alto". Esta distribución refleja una percepción predominantemente positiva, lo que evidencia una alta aceptación y satisfacción con el componente evaluado.

**Figura 142.**

*HU4. Página con composición del parque de medidores (clasificación, años, distribución por parroquias)*



**HU4. Página con composición del parque de medidores (clasificación, años, distribución por parroquias)**

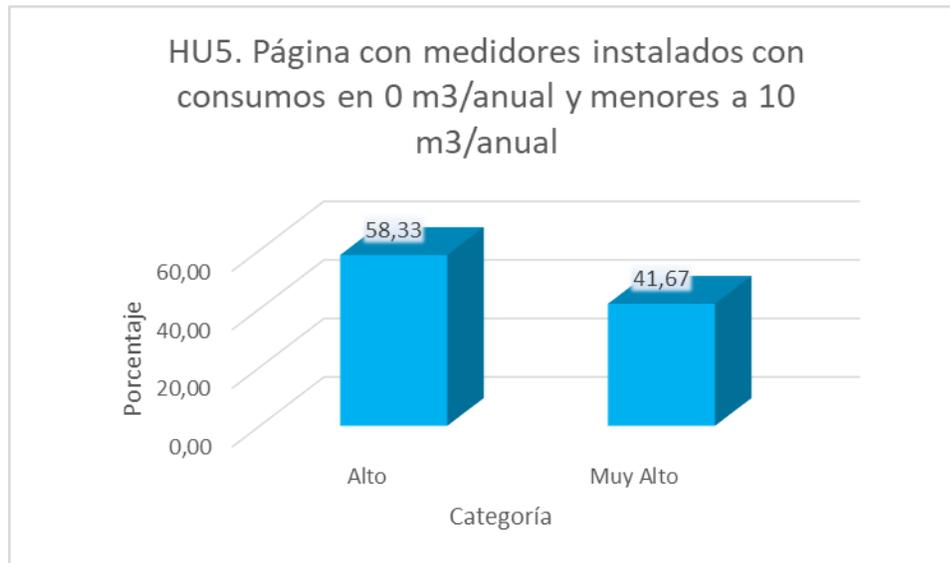
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Alto	9	75,0%	75,0%	75,0%
Muy Alto	3	25,0%	25,0%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

Al revisar los resultados mostrados en la Figura 142, vinculada a la pregunta HU4, se observa que el 75% de los encuestados calificaron con un nivel alto el diseño del dashboard de clasificación de medidores, mientras que el 25% lo valoró como muy alto. Estos datos evidencian una percepción mayoritariamente positiva por parte de los participantes, quienes consideran que la información se presenta de forma clara, ordenada y funcional, cumpliendo con los objetivos planteados. El panel permite analizar eficazmente la distribución de los medidores por intervalos de uso, aportando valor para la toma de decisiones técnicas y operativas en EMAPA-I.

**Figura 143.**

*HU5. Página con medidores instalados con consumos en 0 m3/anual y menores a 10 m3/anual*



**HU5. Página con medidores instalados con consumos en 0 m3/anual y menores a 10 m3/anual**

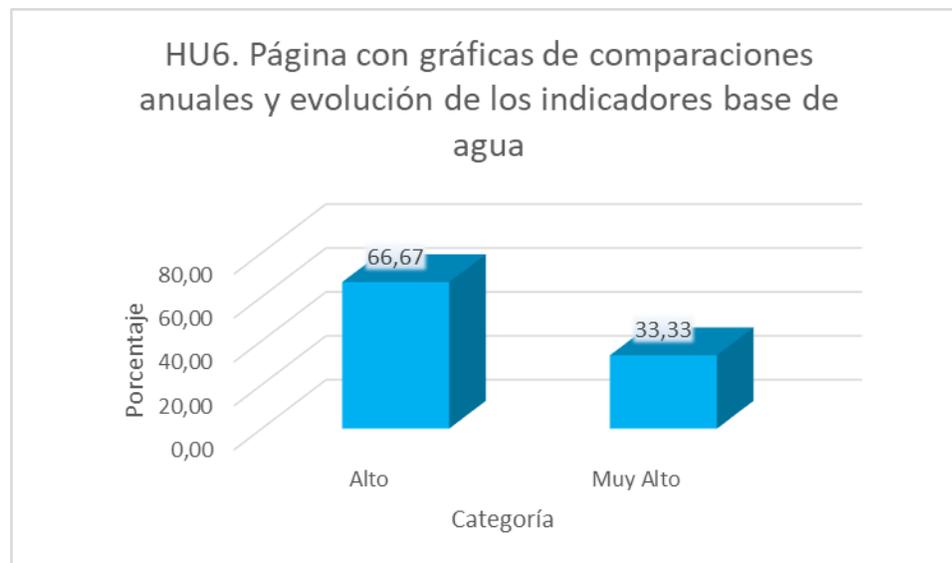
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Alto	7	58,3%	58,3%	58,3%
Muy Alto	5	41,7%	41,7%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

De acuerdo con los resultados representados en la Figura 143, correspondientes a la pregunta HU5, el 58,33% de los encuestados calificó con un nivel alto el diseño del dashboard que presenta los medidores con consumo 0 y menor a 10 m<sup>3</sup>, mientras que el 41,67% lo evaluó como muy alto. Esta tendencia demuestra una valoración positiva general sobre la presentación y funcionalidad de este panel, el cual cumple con los requerimientos definidos previamente. La disposición clara de la información facilita la identificación de medidores con bajo consumo, lo que resulta útil para análisis técnicos y acciones correctivas dentro del servicio de agua potable de EMAPA-I.

**Figura 144.**

*HU6. Página con gráficas de comparaciones anuales y evolución de los indicadores base de agua*



**HU6. Página con gráficas de comparaciones anuales y evolución de los indicadores base de agua**

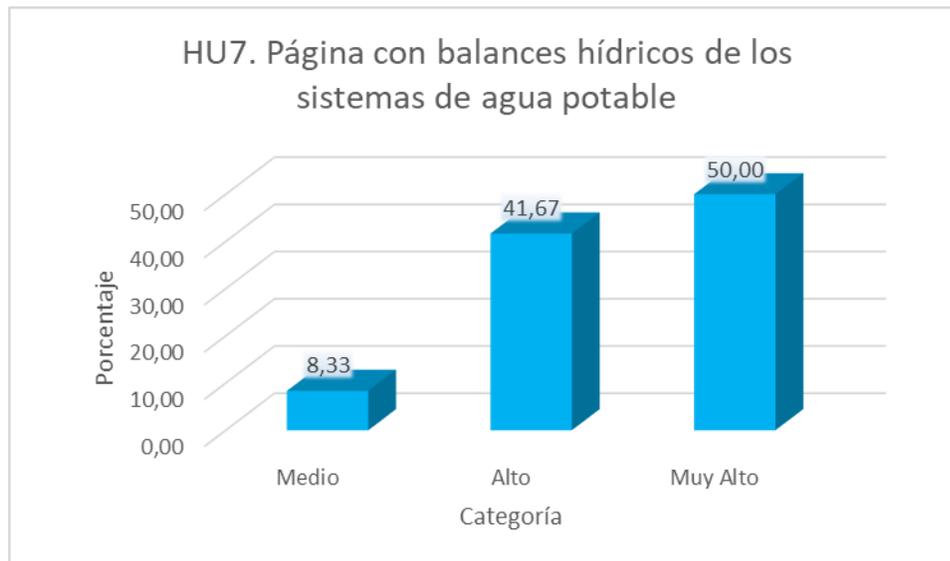
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Alto	8	66,7%	66,7%	66,7%
Muy Alto	4	33,3%	33,3%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

Según los datos presentados en la Figura 144, correspondientes a la pregunta HU6, el 66,67% de los encuestados evaluó como alto el diseño del dashboard sobre la evolución de los indicadores de eficiencia, mientras que el 33,33% lo calificó como muy alto. Estos resultados reflejan una apreciación positiva por parte de los usuarios respecto a la forma en que se visualiza la progresión de los indicadores clave del servicio. El diseño cumple con las expectativas establecidas, facilitando el análisis comparativo y permitiendo una mejor comprensión del comportamiento de los indicadores a lo largo del tiempo en EMAPA-I.

**Figura 145.**

*HU7. Página con balances hídricos de los sistemas de agua potable*



**HU7. Página con balances hídricos de los sistemas de agua potable**

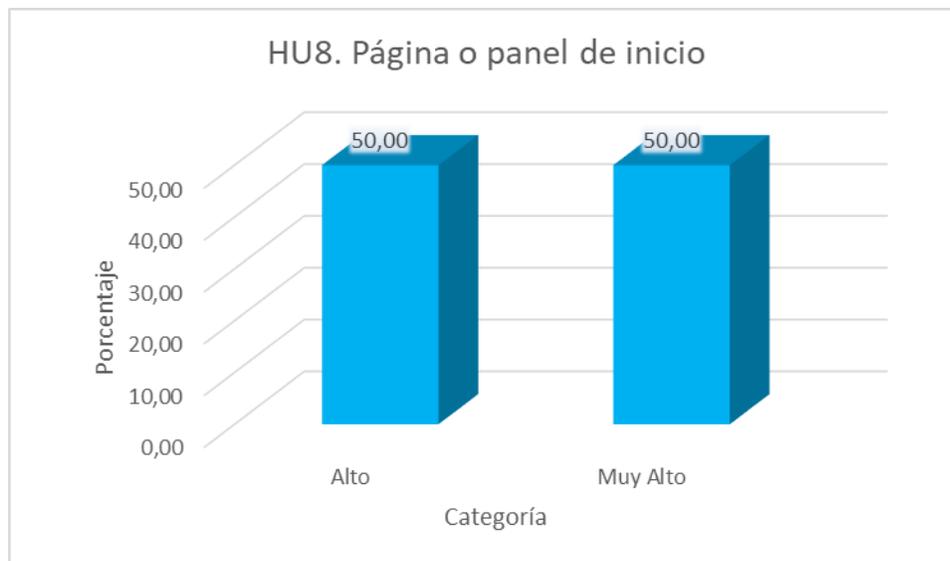
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Medio	1	8,3%	8,3%	8,3%
Alto	5	41,7%	41,7%	50,0%
Muy Alto	6	50,0%	50,0%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

De acuerdo con los resultados presentados en la Figura 145, correspondiente a la pregunta HU7, el 50% de los encuestados calificó como muy alto el diseño del dashboard de balance hídrico, mientras que el 41,67% lo evaluó como alto y el 8,33% lo consideró medio. Estos datos muestran que la mayoría de los participantes aceptaron muy bien el diseño, ya que lo ven claro, útil y acorde con lo que busca el proyecto. Sin embargo, el pequeño grupo que lo calificó de forma media indica que podrían hacerse algunos ajustes pequeños para que la experiencia visual sea aún mejor y se entienda más fácilmente la información sobre la distribución y el consumo de agua.

**Figura 146.**

*HU8. Página o panel de inicio*



### HU8. Página o panel de inicio

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Alto	6	50,0%	50,0%	50,0%
Muy Alto	6	50,0%	50,0%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

Según los resultados mostrados en la Figura 146, correspondiente a la pregunta HU8, el 50% de los encuestados calificó el diseño de la página de inicio con un valor alto y el otro 50% con un valor muy alto. Esta distribución evidencia una aceptación total y positiva del diseño inicial, el cual cumple con los objetivos de facilitar la navegación entre los dashboards y brindar una visión clara del contenido. La valoración uniforme sugiere que el diseño es funcional, atractivo y cumple con las expectativas establecidas en los requisitos del proyecto.

### Análisis Descriptivo de PV1

Como se evidenció, se realizó el análisis de cada pregunta del PV1 utilizando el software PSPP. En la Figura 147 se presenta un análisis detallado de estadística descriptiva que incluye las medidas de tendencia central (media, mediana y moda), las cuales representan respectivamente el valor promedio, el valor central y el valor más frecuente dentro del conjunto de datos. Además, se incorporaron las medidas de dispersión (desviación estándar y varianza) para mostrar el grado de dispersión alrededor de la media, proporcionando así una comprensión clara sobre la variabilidad y consistencia de los datos analizados.

**Figura 147.**

*Resultado de análisis estadístico descriptivo PV1*

	HU1. Página con reporte de indicadores base de agua potable	HU2. Página con gráficas de evaluación por sistemas y subsistemas	HU3. Página con estrategia para recuperación de pérdidas comerciales	HU4. Página con composición del parque de medidores (asignación por años, distribución por parroquias)	HU5. Página con medidores instalados con consumos en 0 m3/-anual y menores a 10 m3/-anual	HU6. Página con gráficas de comparación anuales y evolución de los indicadores base de agua	HU7. Página con balances hídricos de los sistemas de agua potable	HU8. Página o panel de inicio
N Válido	12	12	12	12	12	12	12	12
Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	3,33	3,17	3,33	3,25	3,42	3,33	3,42	3,50
Mediana	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,50	3,50
Modo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Muy Alto	Alto
Desv Std	,49	,39	,65	,45	,51	,49	,67	,52
Varianza	,24	,15	,42	,20	,27	,24	,45	,27

Fuente: Propia

Un aspecto importante a considerar al iniciar este análisis descriptivo con el software PSPP es la reasignación de variables en las preguntas de selección. En la Tabla 20 se muestra el cambio realizado.

**Tabla 20.**  
*Cambio de Variables*

Anterior Variable	Nueva Variable
Nada	0
Bajo	1
Medio	2

---

Alto	3
Muy Alto	4

---

Fuente: Propia

A partir de los datos presentados en la Figura 141, es posible interpretar que:

- **Media:** El promedio general de todas las historias de usuario es 3, lo que muestra que se logró un nivel alto en el cumplimiento de los requisitos. Esto significa que, en cada historia evaluada, el resultado fue satisfactorio y va de acuerdo con lo que se esperaba en el proyecto.
- **Mediana:** La mediana de todas las historias de usuario es 3, lo que significa que el valor central está en un nivel alto. Esto indica que al menos la mitad de los encuestados considera que se han cumplido bien los requisitos. En general, se puede decir que las historias de usuario están alineadas con las expectativas planteadas y responden de forma adecuada a lo que se esperaba.
- **Moda:** La moda, que representa el valor más frecuente en los datos, es "Alto" para las historias de usuario 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8, lo que indica que esta fue la evaluación más común sobre el cumplimiento de los requisitos en estas áreas. Por otro lado, la historia de usuario 7 presenta una moda de "Muy Alto", destacándose notablemente en comparación con las demás, lo que refleja una percepción especialmente positiva por parte de los encuestados.
- **Desviación Estándar:** La desviación estándar del cumplimiento de los requisitos varía entre 0,39 y 0,67, mostrando que las opiniones no cambian demasiado. Aun así, se nota que algunas historias de usuario reciben evaluaciones más uniformes, mientras que otras presentan opiniones más variadas entre los participantes.

- **Varianza:** La varianza, que mide cuánto se alejan los datos del promedio, está entre 0,15 y 0,45. Esto indica que la diversidad en las opiniones es bastante moderada, aunque se puede ver que algunas historias de usuario tienen evaluaciones más parecidas, mientras que otras muestran una mayor variedad de puntos de vista.

En términos generales, los datos reflejan que el nivel de cumplimiento de las historias de usuario es elevado. La mayoría de los participantes consideran que estas cumplen adecuadamente con las expectativas planteadas. Aunque existen algunas diferencias en las opiniones, con ciertas historias destacándose por encima de otras, el acuerdo general es favorable.

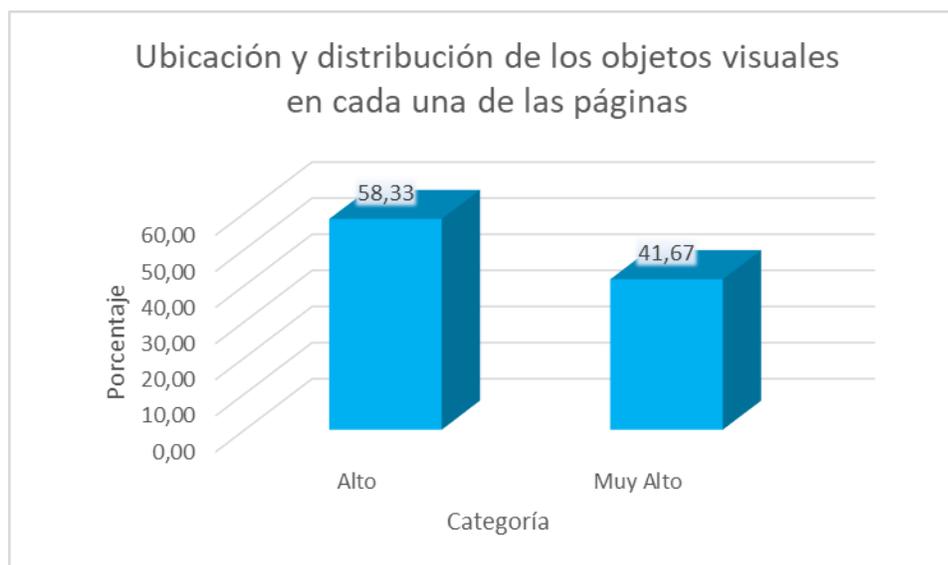
**PV2. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución de BI?**

Esta sección busca medir qué tan satisfechos están los usuarios con diferentes aspectos relacionados con la visualización de la solución de BI. Evaluar la satisfacción es importante para entender cómo los usuarios ven la efectividad y utilidad de las herramientas para analizar y mostrar datos. Además, este análisis ayuda a identificar lo que funciona bien y lo que se puede mejorar, facilitando que las soluciones de BI sean más fáciles de usar, claras y acordes a lo que los usuarios esperan.

**Análisis e Interpretación**

**Figura 148.**

*Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas*



**Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas**

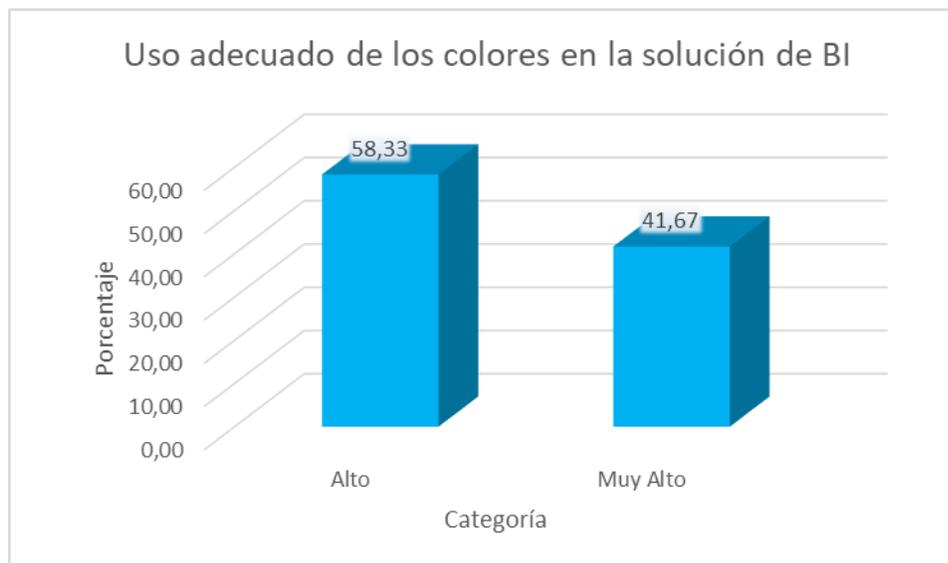
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Alto	7	58,3%	58,3%	58,3%
Muy Alto	5	41,7%	41,7%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 148, se observa que el 58,33% y el 41,67% de los encuestados califican la distribución de los objetos visuales como alta y muy alta, respectivamente. Esto refleja que la mayoría considera que la distribución es adecuada para presentar la información relacionada con los indicadores de eficiencia y el servicio de agua potable en EMAPA-I, cumpliendo con las expectativas establecidas. No se registraron respuestas en niveles bajos o medios, lo que indica un buen nivel de satisfacción respecto a la organización y presentación visual, aunque siempre existe oportunidad para mejorar la experiencia del usuario y la claridad de los datos.

**Figura 149.**

*Uso adecuado de los colores en la solución de BI*



**Uso adecuado de los colores en la solución de BI**

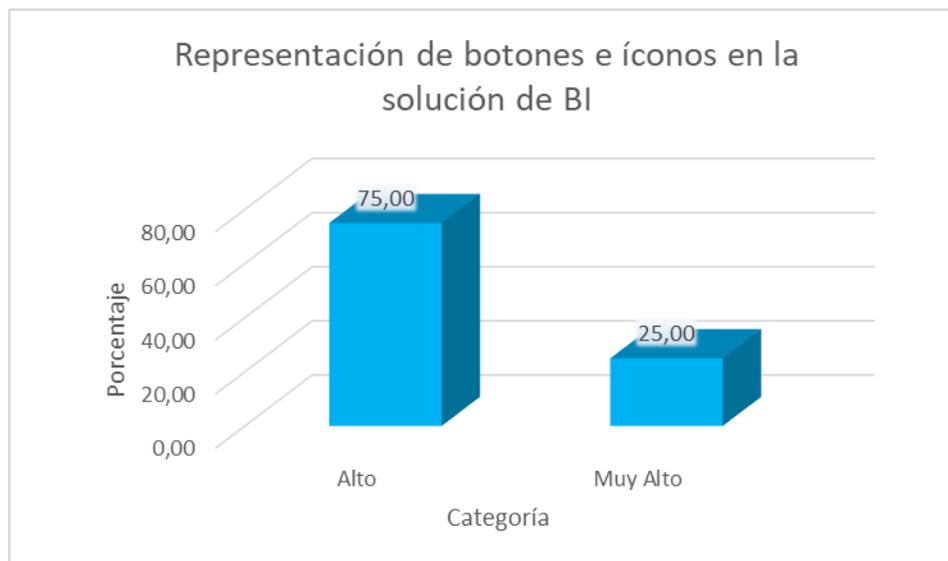
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Alto	7	58,3%	58,3%	58,3%
Muy Alto	5	41,7%	41,7%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 149, se observa que el 58,33% y el 41,67% de los encuestados califican como alto y muy alto, respectivamente, el uso adecuado de los colores en la solución de BI. Esto demuestra que la mayoría percibe una aplicación correcta y efectiva de los colores en la presentación visual. No se registraron valoraciones medias o bajas, lo que indica una buena aceptación en este aspecto. Sin embargo, siempre existe la posibilidad de optimizar la coherencia en la paleta de colores para mejorar aún más la claridad y atractivo del dashboard, favoreciendo una mejor experiencia para el usuario.

**Figura 150.**

*Representación de botones e íconos en la solución de BI*



**Representación de botones e íconos en la solución de BI**

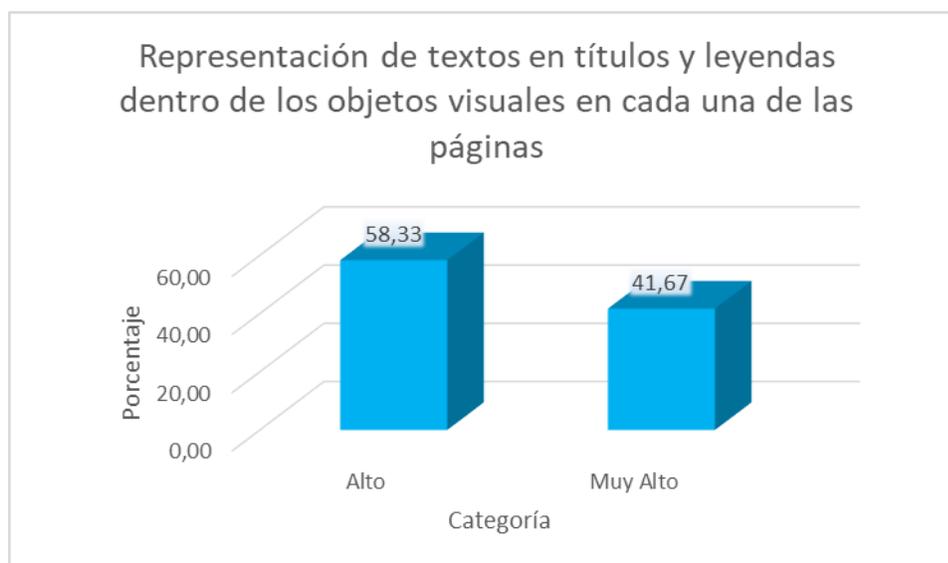
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Alto	9	75,0%	75,0%	75,0%
Muy Alto	3	25,0%	25,0%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 150, se observa que el 75% y el 25% de los encuestados califican como alto y muy alto, respectivamente, la presentación de los botones dentro del diseño. Esto refleja que la mayoría considera que la distribución de los botones e íconos en los informes de la solución de BI es adecuada y cumple con las expectativas establecidas. No se registraron valoraciones medias o bajas, lo que indica una buena aceptación general. Sin embargo, siempre es posible realizar mejoras para que los botones e íconos sean aún más intuitivos y fáciles de utilizar, optimizando así la experiencia del usuario.

**Figura 151.**

*Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas*



**Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas**

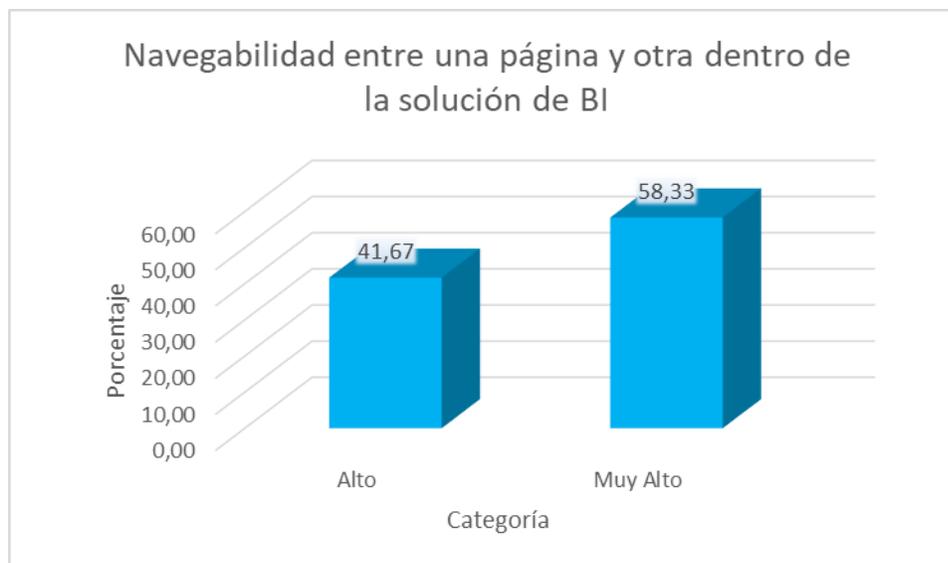
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Alto	7	58,3%	58,3%	58,3%
Muy Alto	5	41,7%	41,7%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 151, se observa que el 58,33% y el 41,67% de los encuestados califican como alto y muy alto, respectivamente, la presentación de los textos en títulos y leyendas. Esto indica que la mayoría valora de forma positiva la manera en que se muestra la información, cumpliendo con las expectativas planteadas. Estos resultados sugieren que la presentación textual es clara y efectiva, aunque siempre se puede seguir mejorando la coherencia y legibilidad para facilitar aún más la comprensión por parte de los usuarios.

**Figura 152.**

*Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI*



**Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Alto	5	41,7%	41,7%	41,7%
	Muy Alto	7	58,3%	58,3%	100,0%
Total		12	100,0%		

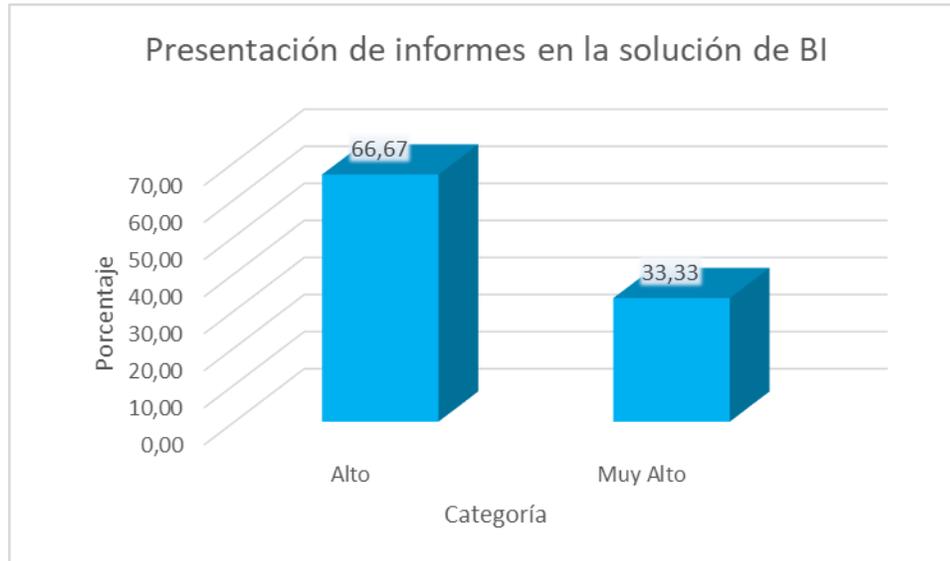
Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 152, se identifica que el 41,67% de los encuestados calificó como alto y el 58,33% como muy alto el nivel de navegabilidad entre las páginas de la solución de Business Intelligence (BI). Esto refleja una percepción muy positiva por parte de los usuarios, quienes consideran que la navegación entre los diferentes informes desarrollados relacionados con los indicadores de eficiencia del servicio de agua potable es fluida y cumple con sus expectativas. La alta valoración sugiere que la estructura de

navegación ha sido bien implementada, permitiendo un desplazamiento intuitivo y claro entre los diferentes apartados del sistema.

**Figura 153.**

*Presentación de informes en la solución de BI*



**Presentación de informes en la solución de BI**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Alto	8	66,7%	66,7%	66,7%
	Muy Alto	4	33,3%	33,3%	100,0%
Total		12	100,0%		

Fuente: Propia

Al revisar los resultados mostrados en la Figura 153, se observa que el 66,67% de los encuestados calificó con un valor alto y el 33,33% con un valor muy alto la presentación de los informes dentro de la solución de Business Intelligence (BI). Esto refleja una opinión favorable por parte de los usuarios, quienes consideran que la estructura y claridad de los informes permiten visualizar y analizar los indicadores del servicio de agua potable de manera efectiva,

cumpliendo con las expectativas planteadas. La valoración obtenida resalta que los informes desarrollados son útiles para la toma de decisiones y presentan la información de forma ordenada y comprensible.

### Análisis Descriptivo de PV2

Tal como se evidenció, se llevó a cabo el análisis correspondiente a las preguntas del PV2. En la Figura 154 se muestra un estudio completo de estadística descriptiva, siguiendo el mismo enfoque aplicado previamente en el análisis del PV1.

#### Figura 154.

Resultado del análisis estadístico descriptivo PV2

		Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas-	Uso adecuado de los colores en la solución de BI	presentación de botones e íconos en la solución de BI	presentación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas-	avegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI	presentación de informes en la solución de BI
N	Válido	12	12	12	12	12	12
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media		3,42	3,42	3,25	3,42	3,58	3,33
Mediana		3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00
Modo		Alto	Alto	Alto	Alto	Muy Alto	Alto
Desv Std		,51	,51	,45	,51	,51	,49
Varianza		,27	,27	,20	,27	,27	,24

Fuente: Propia

- **Media:** En los resultados obtenidos, la media de todos los indicadores se mantiene en un valor de 3. Esto refleja que, en general, los encuestados califican su nivel de

satisfacción con la visualización de la solución de BI como "alto". Este promedio constante sugiere una percepción positiva respecto al diseño y funcionalidad de los dashboards, aunque también deja abierta la posibilidad de realizar mejoras que refuercen aún más la experiencia del usuario.

- **Mediana:** En la mayoría de los indicadores, la mediana fue 3, lo que significa que al menos la mitad de las personas que respondieron están bastante satisfechas con la solución de BI. Esto muestra que, en general, les gusta cómo se presentan los datos. Pero en el caso del indicador de navegabilidad, la mediana fue 4, lo que indica que a los usuarios les parece aún más fácil moverse entre los informes. Estos resultados muestran que la experiencia visual es buena para la mayoría, aunque siempre hay espacio para hacerla aún mejor.
- **Moda:** En la mayoría de los indicadores, la respuesta que más se repitió fue "Alto", lo que muestra que la mayoría de los encuestados valoró positivamente cómo se ve la solución de BI. Sin embargo, en el caso de la navegabilidad, la respuesta más común fue "Muy alto", lo que indica que los usuarios están especialmente contentos con lo fácil que es moverse entre los diferentes informes. En general, estos resultados reflejan que la solución gustó bastante, destacando sobre todo lo bien pensada que está su navegación.
- **Desviación estándar:** Los valores obtenidos, que oscilan entre 0,45 y 0,51, reflejan una variabilidad baja en las respuestas relacionadas con las variables de visualización de la solución de BI. Esto indica que la mayoría de los encuestados tuvo opiniones similares, mostrando un alto nivel de acuerdo respecto a los elementos visuales presentados. Aunque existe una ligera diferencia en las valoraciones, en general, los resultados

demuestran que la solución cumple satisfactoriamente con las expectativas de los usuarios.

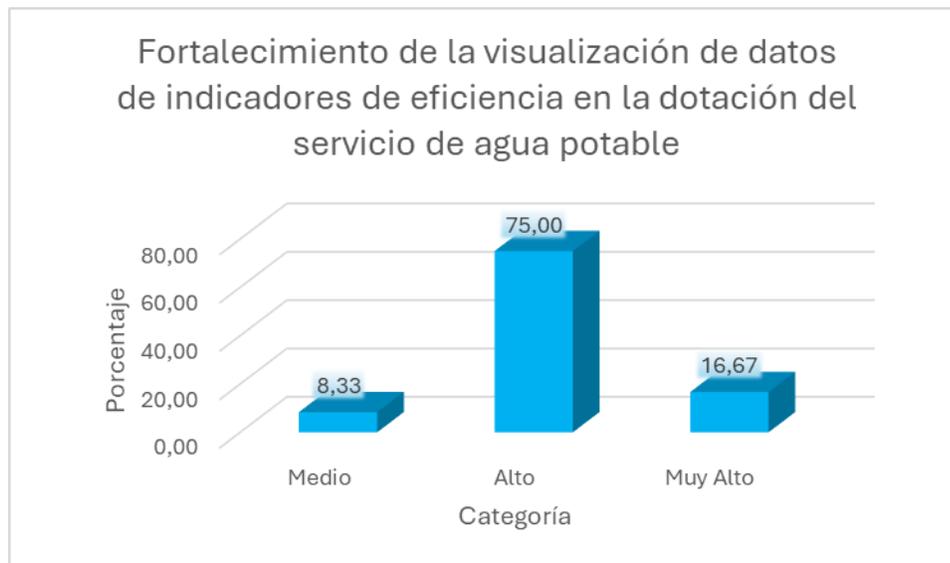
- **Varianza:** Los valores de varianza, que están entre 0,2 y 0,27, muestran que las respuestas sobre la visualización de la solución de BI no varían mucho. Esto quiere decir que la mayoría de los encuestados tiene opiniones bastante similares. Aunque hay algunas pequeñas diferencias, en general se nota que los elementos visuales son consistentes y que la solución cumple bien con lo que los usuarios esperaban.

En general, los usuarios valoraron bien las características visuales de la solución de Business Intelligence, ya que cumplió con sus expectativas y facilitó entender los indicadores de eficiencia del servicio de agua potable. Sin embargo, los resultados también muestran que hay espacio para mejorar en detalles como la claridad de los informes, la facilidad para moverse entre las páginas y el uso correcto de colores e íconos. Mejorar estos aspectos no solo haría que los usuarios estén más contentos, sino que también ayudaría a comunicar la información de manera más clara y efectiva.

**PV3. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución?**

**Figura 155.**

*Fortalecimiento de la visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable*



**Fortalecimiento de la visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Alto	9	75,0%	75,0%	75,0%
Muy Alto	3	25,0%	25,0%	100,0%
Total	12	100,0%		

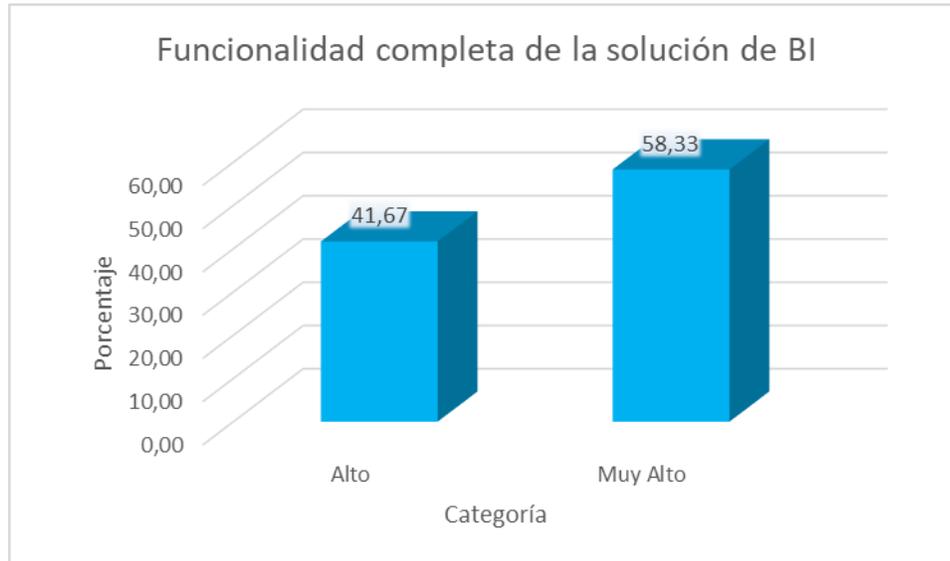
Fuente: Propia

Al analizar la información correspondiente a la Figura 155, se observa que el 75% de los encuestados considera que el fortalecimiento en la visualización de datos sobre los indicadores de eficiencia en el servicio de agua potable tiene un valor alto, mientras que el 16,67% lo valora como muy alto. Estos resultados reflejan una percepción mayoritariamente positiva por parte de los usuarios, ya que reconocen que la solución de Business Intelligence permite analizar la información de manera clara y efectiva, cumpliendo con las expectativas establecidas. Por otro lado, el 8,33% de los encuestados otorgó una valoración media, lo que sugiere que aún existen

oportunidades para mejorar ciertos aspectos de la visualización y así aumentar su utilidad e impacto en los procesos de análisis y toma de decisiones.

**Figura 156.**

*Funcionalidad completa de la solución de BI*



**Funcionalidad completa de la solución de BI**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Alto	5	41,7%	41,7%	41,7%
Muy Alto	7	58,3%	58,3%	100,0%
Total	12	100,0%		

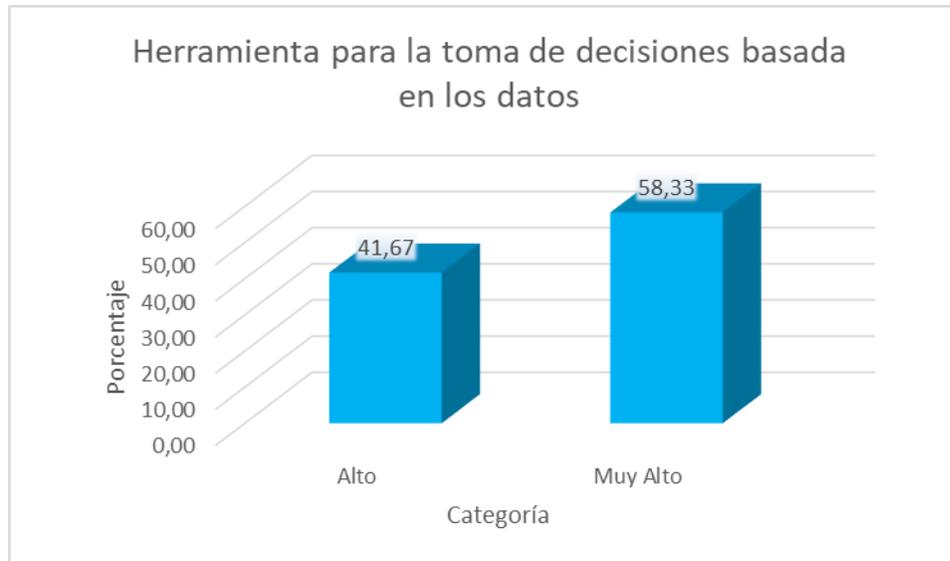
Fuente: Propia

Al revisar los datos presentados en la Figura 156, se observa que el 41,67% de los encuestados calificó con un valor alto y el 58,33% con un valor muy alto la funcionalidad completa de la solución de Business Intelligence implementada para el análisis del servicio de agua potable. Esto refleja una aceptación muy positiva por parte de los usuarios, quienes consideran que la solución cumple adecuadamente con las expectativas al facilitar el análisis y

la obtención de información relevante para la toma de decisiones. Estos resultados evidencian que la funcionalidad actual resulta efectiva, permitiendo acceder y trabajar con los datos de manera integral dentro de los diferentes informes y paneles.

**Figura 157.**

*Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos*



**Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos**

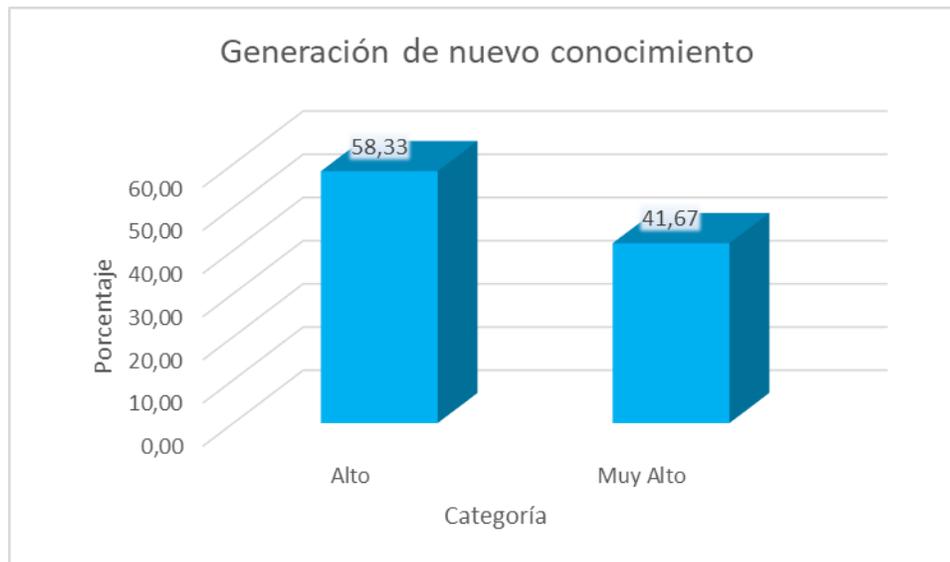
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Alto	5	41,7%	41,7%	41,7%
	Muy Alto	7	58,3%	58,3%	100,0%
Total		12	100,0%		

Fuente: Propia

Según los resultados reflejados en la Figura 157, el 41,67% de los encuestados calificó la solución de Business Intelligence como una herramienta de valor alto y el 58,33% como de valor muy alto para la toma de decisiones basadas en datos. Esto evidencia una percepción ampliamente positiva, ya que la mayoría reconoce la utilidad de la solución para analizar,

interpretar y visualizar información de manera clara, lo cual contribuye significativamente al proceso de toma de decisiones. Estos datos destacan la eficacia de la herramienta implementada, aunque siempre existe la posibilidad de seguir fortaleciendo sus funcionalidades para ofrecer un apoyo aún más preciso en el análisis de información clave.

**Figura 158.**  
*Generación de nuevo conocimiento*



**Generación de nuevo conocimiento**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Alto	7	58,3%	58,3%	58,3%
	Muy Alto	5	41,7%	41,7%	100,0%
Total		12	100,0%		

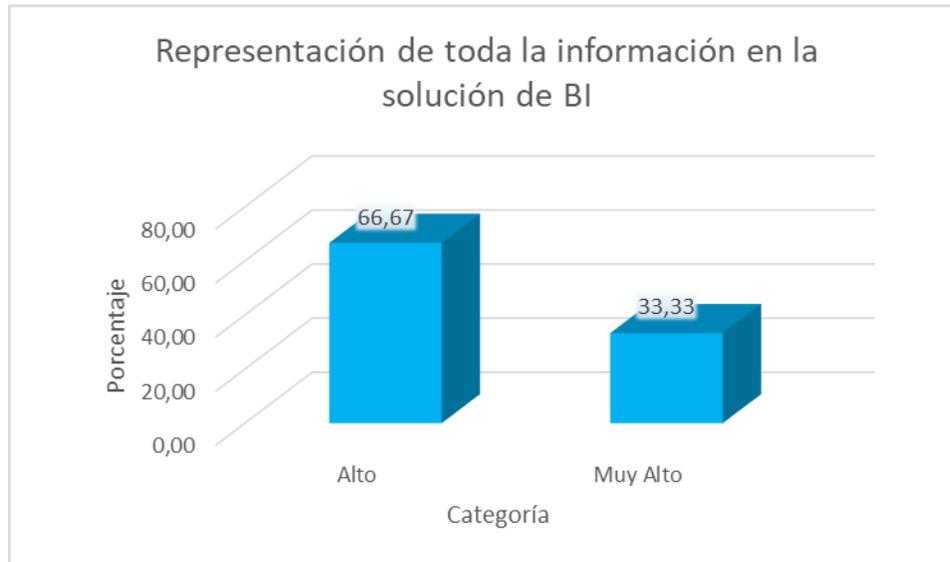
Fuente: Propia

De acuerdo con la información mostrada en la Figura 158, el 58,33% de los encuestados calificó con un valor alto y el 41,67% con un valor muy alto la capacidad de la solución de BI para generar nuevo conocimiento. Estos resultados reflejan una opinión

mayoritariamente positiva, ya que la herramienta permite acceder a información relevante de forma rápida y eficiente, cumpliendo con las expectativas planteadas. Esta percepción resalta el valor de la solución como un recurso útil para el análisis y comprensión de los datos, impulsando la adquisición de conocimiento de manera práctica y accesible.

**Figura 159.**

*Representación de toda la información en la solución de BI*



**Representación de toda la información en la solución de BI**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido Alto	8	66,7%	66,7%	66,7%
Muy Alto	4	33,3%	33,3%	100,0%
Total	12	100,0%		

Fuente: Propia

Al revisar los resultados de la Figura 159, se observa que el 66,67% de los encuestados calificó con un valor alto y el 33,33% con un valor muy alto la representación de la información dentro de la solución de BI. Esto refleja que la totalidad de los participantes percibe la

presentación de los datos como clara, comprensible y alineada con las expectativas. Esta valoración sugiere que la organización visual de la información es efectiva, permitiendo que los usuarios accedan y comprendan fácilmente los contenidos presentados en los dashboards.

### Análisis Descriptivo de PV3

Tal como se indicó, se llevó a cabo el análisis de las preguntas del PV3. A continuación, en la Figura 160, se muestra un análisis detallado de estadística descriptiva, similar al realizado para el PV2.

**Figura 160.** Resultado de análisis estadístico descriptivo PV3

	eficiencia de la dotación del servicio de agua potable	funcionalidad completa de la solución de BI	Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos	generación de nuevo conocimiento	presentación de toda la información en la solución de BI
N Válido	12	12	12	12	12
Perdidos	0	0	0	0	0
Media	3,25	3,58	3,58	3,42	3,33
Mediana	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00
Modo	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
Desv Std	,45	,51	,51	,51	,49
Varianza	,20	,27	,27	,27	,24

Fuente: Propia

- **Media:** La media en todos los indicadores es de 3, lo que indica que, en promedio, los encuestados muestran un nivel alto de satisfacción respecto al cumplimiento de los

objetivos de la solución. Este valor sugiere que la mayoría percibe que los objetivos establecidos se están alcanzando de manera adecuada.

- **Mediana:** En general, la mediana de los indicadores es 3, lo que muestra que la mayoría de las respuestas se ubican en un nivel “alto” y que, en general, los encuestados ven de forma positiva el cumplimiento de los objetivos de la solución. Sin embargo, en los indicadores de “funcionalidad completa de la solución BI” y “herramienta para la toma de decisiones basada en datos”, la mediana fue de 4, lo que refleja una opinión aún más favorable en esos puntos específicos.
- **Moda:** En la mayoría de los indicadores, la respuesta más común entre los encuestados fue “Alto”, lo que muestra una valoración positiva general. Sin embargo, en los indicadores de “funcionalidad completa de la solución BI” y “herramienta para la toma de decisiones basada en los datos”, la respuesta más frecuente fue “Muy alto”. Esto demuestra una percepción aún más favorable en esos puntos, reflejando una buena aceptación de la solución, sobre todo en cuanto a su utilidad y funcionamiento.
- **Desviación estándar:** La desviación estándar está entre 0,45 y 0,51, lo que muestra que las respuestas de los usuarios son bastante parecidas entre sí. Esto sugiere que hay una percepción estable y, en general, positiva sobre cómo funciona la solución de BI. Aunque siempre se pueden hacer mejoras, los datos reflejan un buen nivel de satisfacción por parte de quienes participaron.
- **Varianza:** La varianza, que se sitúa entre 0,2 y 0,27, muestra que las opiniones sobre la funcionalidad de la solución de BI son bastante consistentes. Este nivel de dispersión bajo refleja que la mayoría de los usuarios comparten una percepción positiva. Aunque siempre existe la posibilidad de mejorar algunos aspectos, los resultados actuales evidencian una buena aceptación por parte de los encuestados.

En términos generales, los resultados muestran que las personas encuestadas tienen una buena opinión sobre cómo se están cumpliendo los objetivos de la solución. Las respuestas más comunes reflejan aceptación y satisfacción. Además, como la mayoría respondió de forma parecida, se puede decir que estas opiniones son consistentes y confiables, lo que sugiere que la solución está cumpliendo con lo que los usuarios esperaban.

**PV4. ¿Cómo calificaría usted, de manera general la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I?**

**Figura 161.**  
*Puntuación NPS*



Fuente: Propia

La pregunta incluida en la encuesta permitió identificar el nivel del NPS asociado a la valoración de la solución de BI. En la Figura 161 se muestra que el índice de satisfacción del cliente alcanzó un puntaje de 80, lo cual se clasifica como excelente. Este resultado refleja que la versión Beta de la solución generó un efecto positivo entre los participantes. Asimismo, sugiere que los ajustes implementados desde la versión Alpha influyeron favorablemente en el aumento del grado de satisfacción con la herramienta.

## DISCUSIÓN

En comparación con otras herramientas utilizadas para la gestión y análisis de recursos hídricos, como la plataforma WEAP (SWA, 2020) o la solución Xylem Vue (Xylem, 2025), la propuesta desarrollada en este estudio presenta un enfoque más personalizado y orientado al análisis de indicadores de eficiencia específicos de la Empresa EMAPA-I. Mientras que WEAP se centra principalmente en la planificación de recursos hídricos y Xylem Vue ofrece soluciones comerciales integrales con monitoreo en tiempo real, esta investigación optó por integrar la metodología de modelado dimensional de Kimball junto con principios de la teoría Gestalt en el diseño de dashboards. Esto no solo permitió estructurar adecuadamente los datos, sino también mejorar la experiencia de usuario mediante una visualización clara, ordenada y de fácil interpretación. Asimismo, a diferencia de las herramientas previamente mencionadas, esta solución está enfocada en brindar soporte a la toma de decisiones locales mediante la visualización de datos históricos relevantes, adaptados a la realidad operativa de EMAPA-I y a las necesidades de sus técnicos y personal administrativo.

La implementación de la solución de Business Intelligence desarrollada en este estudio tiene un impacto real y valioso en la manera en que EMAPA-I gestiona el servicio de agua potable. Gracias a esta herramienta, se facilita el análisis de los datos, permitiendo tomar decisiones más informadas y mejorar la eficiencia del servicio. En primer lugar, mejora sustancialmente la toma de decisiones al ofrecer una visualización clara y estructurada de los indicadores de eficiencia, permitiendo a los responsables identificar rápidamente áreas críticas como pérdidas de agua no contabilizada. Esto facilita la priorización de acciones correctivas y la planificación de mejoras operativas. Además, al automatizar la generación de reportes, se reduce notablemente el tiempo dedicado a tareas manuales de procesamiento y limpieza de datos, lo cual no solo optimiza los recursos humanos disponibles, sino que también disminuye el margen de error. Esta automatización también garantiza una mayor frecuencia y consistencia

en el seguimiento de los indicadores, lo que contribuye a una gestión más proactiva y transparente. En conjunto, la solución propuesta representa una herramienta útil para fortalecer el monitoreo interno, mejorar la eficiencia del servicio y promover una cultura organizacional basada en datos.

No obstante, el uso de herramientas de Business Intelligence (BI) en el manejo del agua potable ha dado buenos resultados. En este estudio, el 66,67% de los participantes dijo que ha tenido problemas para analizar y entender los datos del servicio de agua. Ese mismo porcentaje también mencionó que se ha confundido al interpretar la información sin ayuda de tecnología. Por otro lado, el 91,67% ve con buenos ojos el uso de herramientas tecnológicas para analizar datos, y el 100% está de acuerdo en que una solución BI ayudaría bastante, ya que haría más fácil tomar decisiones acertadas. En resumen, los resultados muestran que hay un acuerdo general sobre lo útil que es el BI para entender mejor la información y hacer más clara y eficiente la gestión del agua potable.

## CONCLUSIONES

A partir del análisis de literatura especializada en bases como Google Académico, IEEE Xplore, Science Direct y PubMed, se identificaron herramientas útiles para el monitoreo y visualización de indicadores de eficiencia hídrica. Entre ellas, se destacan WEAP, EPANET, WaterWatch y Xylem Vue, siendo estas dos últimas soluciones tecnológicas tipo BI que permiten integrar datos y generar dashboards. Estas herramientas sirvieron de base para sustentar teóricamente el enfoque de visualización propuesto en este estudio, orientado a optimizar la gestión del servicio de agua potable en EMAPA-I.

Se llevó a cabo el diseño de un almacén de datos utilizando la metodología de Kimball, la cual se centra en la estructuración y construcción eficiente del mismo, optimizando así las consultas y el análisis de la información recopilada. Esta estructura facilitó la elaboración de paneles de Business Intelligence (BI) de forma dinámica e interactiva. Gracias a ello, se brinda a los responsables del área una herramienta útil para tomar decisiones fundamentadas en datos reales y organizados.

La elaboración de los informes o dashboards de Business Intelligence se desarrolló aplicando los principios de las leyes de Gestalt, específicamente los de similitud, proximidad, continuidad y de cierre. Estos principios permitieron lograr una disposición visual clara y organizada de los elementos en la interfaz, lo que contribuye a que los usuarios puedan analizar, visualizar e interpretar los datos de manera más intuitiva y eficaz, respondiendo a sus necesidades de forma práctica.

Los resultados fueron validados a través de la metodología Net Promoter Score (NPS), una herramienta que permite medir el nivel de satisfacción de los usuarios. En este análisis, se obtuvo un puntaje de 83, lo que refleja un alto grado de satisfacción y una fuerte disposición por parte de los usuarios a recomendar la solución de Business Intelligence desarrollada.

## RECOMENDACIONES

Se sugiere definir un formato uniforme para la recolección de datos, con el fin de garantizar que toda la información recopilada siga una estructura coherente. Esto permitirá reducir la necesidad de procesos de depuración, minimizando errores como registros duplicados, inconsistencias o valores faltantes, y al mismo tiempo, facilitará el análisis de la información, mejorando la calidad y precisión de los resultados obtenidos.

Se recomienda que en una fase futura del proyecto se implemente una conexión con la nube, con el propósito de gestionar automáticamente los datos en tiempo real relacionados con los indicadores de eficiencia del servicio de agua potable. Esta integración facilitaría el acceso a la información actualizada y mejoraría la continuidad en el análisis de datos.

Se recomienda integrar no solo a los responsables del análisis de datos, sino también al personal técnico, operativo y de gerencia directamente vinculados con la dotación del servicio de agua potable. Esto incluye a ingenieros, técnicos, personal de campo y gerentes de la empresa EMAPA-I, cuya participación permitirá generar informes más útiles y precisos que contribuyan a una toma de decisiones más efectiva y a la mejora continua del servicio.

Se recomienda considerar la incorporación de más datos relacionados con los indicadores de eficiencia y el análisis del agua no contabilizada. Esto permitirá enriquecer los análisis y obtener una visión más completa y precisa del desempeño del servicio de agua potable, facilitando la identificación de áreas críticas y la toma de decisiones más informadas.

## REFERENCIAS

- Agiles Azteca. (2019, October 4). *El manifiesto Agile postula 4 valores: 1. Promover el reconocimiento...* <https://www.facebook.com/AgilesAzteca/photos/el-manifiesto-agile-postula-4-valores1-promover-el-reconocimiento-de-los-recurso/491074401298520/>
- Altertecnica. (2022, June 2). *Las metodologías ágiles más importantes.* <https://altertecnica.com/metodologias-agiles-mas-importantes/>
- Ángel, M., Usaquén, O., Medina García, H., Ignacio, J., & Molano, R. (2020). *Integración de la Inteligencia de Negocios, la Inteligencia de Mercados y la Inteligencia Competitiva desde el análisis de datos.*
- Araneda, O. (2022, September 26). *¿Cómo funciona Scrum?* <https://atenos.com/agile/como-funciona-scrum/>
- Atlassian. (n.d.). *¿Qué es el Net Promoter Score (NPS)?* Retrieved July 27, 2025, from <https://www.atlassian.com/es/agile/product-management/nps-score>
- Banco Mundial. (n.d.). *Medición del Desempeño de las Empresas de Agua y Saneamiento.* [www.wsp.org/www.worldbank.org/water/www.blogs.worldbank.org/water/@WorldBankWater](http://www.wsp.org/www.worldbank.org/water/www.blogs.worldbank.org/water/@WorldBankWater)
- César, P., Albuquerque, D. E., Villarreal, G. L., & De Giusti, M. R. (2023). *Modelo dimensional para la medición de la producción académica.*
- Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 36(4), 1165–1188. <https://doi.org/10.2307/41703503>
- Data Solu7ions. (2023, November 21). *10 técnicas para limpieza de datos.* <https://www.facebook.com/datasolu7ions/posts/pfbid021KjBxeRSHd5Zqjb7J84nz2SQnvkNpdYsiW6Qoky22vnGBccxYG7ACfcN4GnyXtcwl>
- DataCamp. (2024, December 9). *Tutorial de Power BI DAX para principiantes.* <https://www.datacamp.com/es/tutorial/power-bi-dax-tutorial-for-beginners>
- Decker, G., & Powell, B. (2021). *Instalación y configuración de Microsoft Power BI.* <https://books.google.es/books?id=FJpGDwAAQBAJ>
- Delgado, A., Rosas, F., & Carbajal, C. (2019). *IEEE Chilean Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies : Valparaíso, Chile, October 29-31, 2019.* IEEE.
- EPA.gov. (2024, November 7). *Application for Modeling Drinking Water Distribution Systems.* <https://www.epa.gov/water-research/epanet>

- Eroman. (2018, December 3). *¿Qué es Net Promoter Score y cómo puede ayudar a mi empresa?*  
<https://digitis.com/net-promoter-score-marketing-nps/>
- Estrada Marco, Núñez Jenny, Saltos Pedro, & Cunuhay Wilmer. (2021). *Revisión Sistemática de la Metodología Scrum para el Desarrollo de Software*. 7, 434–447. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i4.2429>
- Gartner. (2024, June 20). *Cuadrante mágico de Gartner 2021 para plataformas de Analítica y Business Intelligence*. <https://www.gartner.com/en/documents/5519595>
- GNU, & Free Software Foundation. (n.d.). *GNU PSPP*. Retrieved July 25, 2025, from <https://www.gnu.org/software/pspp/>
- Gutiérrez, A., Pérez, C. B., Castro, L. A., Chávez, F., & Fernández De Vega, F. (n.d.). *Narrativa visual en inteligencia de negocios para apoyar al proceso de toma de decisiones* *Visual stories in business intelligence to support decision making*.
- Herrera, E., & Valencia, L. (2007). *Manifiesto Ágil*.
- heyjaime. (2021, February 9). *La Teoría de la Gestalt y sus leyes aplicadas al Diseño Gráfico*.  
<https://heyjaime.com/blog/teoria-de-la-gestalt/>
- Holdsworth, J., & Kosinski, M. (2024). *¿Qué es un almacén de datos?* <https://www.ibm.com/mx-es/topics/data-warehouse>
- ididactia. (2017, January 18). *EPANET, un potente software gratuito para el análisis de redes de distribución de agua*. <https://www.ididactia.com/2017/01/18/epanet-un-potente-software-gratuito-para-el-analisis-de-redes-de-distribucion-de-agua/>
- Interaction Design Foundation. (2016, August 30). *The Gestalt Principles*. [https://www.interaction-design.org/literature/topics/gestalt-principles?srsltid=AfmBOorCBTne6g\\_ygjqFjeymATQbafWQaTJYN6UYMsfgGBh02bEVnw6W#docs-internal-guid-a4fe438c-7fff-b9f3-9684-36fcb1241057](https://www.interaction-design.org/literature/topics/gestalt-principles?srsltid=AfmBOorCBTne6g_ygjqFjeymATQbafWQaTJYN6UYMsfgGBh02bEVnw6W#docs-internal-guid-a4fe438c-7fff-b9f3-9684-36fcb1241057)
- IWA. (2019). *The International Water Association (IWA) Network*. <https://iwa-network.org/>
- José Antonio García-Calvo Fernández. (2021, March 5). *Cuadrante mágico de Gartner 2021 para plataformas de Analítica y Business Intelligence*.
- Khagwal, N. (2024, November 16). *Responsive Grid Design: Ultimate Guide*.  
<https://medium.com/@nitishkmrk/responsive-grid-design-ultimate-guide-7aa41ca7892>
- Kimball Group. (n.d.). *Metodología del ciclo de vida de Kimball DW/BI*. Retrieved July 20, 2025, from <https://www.kimballgroup.com/data-warehouse-business-intelligence-resources/kimball-techniques/dw-bi-lifecycle-method/>

- Lluís Codina. (2020, August 31). *Estructura y funciones de las bases de datos académicas · 2: la búsqueda*. <https://Www.Lluiscodina.Com/Bases-Datos-Academicas-Busqueda/>.
- Mendoza, A. (2022, November 23). *Metodologías de Data Warehouse*. <https://gravitar.biz/datawarehouse/metodologias-data-warehouse/>
- Microsoft. (n.d.). *Las diez formas principales de limpiar los datos*. Retrieved July 20, 2025, from <https://support.microsoft.com/es-es/office/las-diez-formas-principales-de-limpiar-los-datos-2844b620-677c-47a7-ac3e-c2e157d1db19>
- Natanael, Y., & Rosmansyah, Y. (2020). Definitions, features, and technologies on classroom response systems: A systematic literature review. *2020 International Conference on Information Technology Systems and Innovation, ICITSI 2020 - Proceedings*, 221–225. <https://doi.org/10.1109/ICITSI50517.2020.9264981>
- OMS. (2022). *Agua para consumo humano*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Osman, J. (2022, June 22). *Los principales principios gestálticos del diseño - Los mejores ejemplos*. <https://appmaster.io/es/blog/los-principales-principios-gestalticos-del-diseno-los-mejores-ejemplos>
- Plain Concepts. (2021, August 31). *Metodologías ágiles: ¿Por qué la agilidad funciona?* <https://www.plainconcepts.com/es/metodologias-agiles-que-son/>
- Power BI. (n.d.). *Power BI documentation*.
- Rogers, J., & Jonker, A. (2024, November 29). *¿Qué es la limpieza de datos?* <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/data-cleaning>
- Rojas, E. M., Chavarría, R. R., & Claves, P. (2019). *Kimball Implementation of Business Intelligence in projects using Scrum and Kimball architecture*.
- Ryan, R. (2021, December 12). *Understanding the ETL process and considering best practices*. . <https://medium.com/%40reginaryann/understanding-the-etl-process-and-considering-best-practices-68d9d6f5dec3>
- Sakai, H. (2024). *AQUA - Water Infrastructure, Ecosystems and Society*. <https://iwaponline.com/aqua/article/73/2/167/100254/Review-of-research-on-performance-indicators-for>
- Salesforce. (2023, April 7). *Tableau from Salesforce Recognized as a Leader in 2023 Gartner® Magic Quadrant™ for Analytics and Business Intelligence Platforms*. <https://Www.Salesforce.Com/News/Stories/Gartner-Magic-Quadrant-Analytics-2023/>. <https://www.salesforce.com/news/stories/gartner-magic-quadrant-analytics-2023/>

- Schwaber Ken, & Sutherland Jeff. (2020). *La Guía Scrum 2020™*.
- Scrum Alliance. (2024, May 29). *Los tres artefactos de Scrum y sus compromisos*.  
<https://resources.scrumalliance.org/Article/scrum-artifacts>
- SIWI. (2023). *DEFINIR INDICADORES Y ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL SERVICIO PARA LOS OPERADORES*. <https://www.esc.vic.gov.au/water/sector->
- SWA. (2020). *Sistema de Evaluación y Planificación del Agua – “WEAP.”*  
<https://www.sanitationandwaterforall.org/es/tools-portal/tool/sistema-de-evaluacion-y-planificacion-del-agua-weap-por-sus-siglas-en-ingles>
- Torres Sánchez, C., Cervantes, E., Cuevas, S., & Hernández, G. (2015). Ciencias de la Información. *Ciencias de La Información*, 46(1), 3–10.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181439409001>
- UCDAVIS. (n.d.). *Partner with us to Unlock the Potential of your Water Data*. Retrieved July 27, 2025, from <https://cwee.ucdavis.edu/waterwatch/>
- Xylem. (2025). *Building a more water-secure world*. <https://www.xylem.com/en-us/>

# ANEXOS

## Anexo A. Hojas de cálculo de Microsoft Excel con información sobre Indicadores de Eficiencia y Agua No Contabilizada

ID	NOMBRE	DIRECCION	COMANDANTE	MEDIDOR	MARCA	MEDIDA	MEDIDOR	UBICACION	MES	ESTADO	TIPO	MARCA	MED. CLASE	MED. TIPO	MED. ACTIVO	ESTADO
1	SISTEMA 1															
2	SISTEMA 2															

ID	NOMBRE	DIRECCION	COMANDANTE	MEDIDOR	MARCA	MEDIDA	MEDIDOR	UBICACION	MES	ESTADO	TIPO	MARCA	MED. CLASE	MED. TIPO	MED. ACTIVO	ESTADO	TOTAL
1	SISTEMA 1																
2	SISTEMA 2																

ITEM	SISTEMA	VOLUMEN DE AGUA	MANTENIMIENTO	AGUA SUPLENIDA
1	SISTEMA 1			
2	SISTEMA 2			

Indicador	Valor
Cobertura de Agua Potable	99,26
Cobertura de Usuarios	96,50
Cobertura de Servicio	18,00
Pérdida media de servicio	30,00
Cobertura de Agua	100,00

ITEM	SISTEMA	Presión Inicial	Presión Final	Presión Promedio
1	SISTEMA 1			
2	SISTEMA 2			

ITEM	SISTEMA	VOLUMEN DE AGUA	MANTENIMIENTO	AGUA SUPLENIDA
1	SISTEMA 1			
2	SISTEMA 2			

ITEM	SISTEMA	Presión Inicial	Presión Final	Presión Promedio
1	SISTEMA 1			
2	SISTEMA 2			

## **Anexo B. Evidencia entrevista para obtención de requisitos**



## **Anexo C. Socialización de la Solución BI para la visualización y análisis de indicadores de eficiencia y Agua No Contabilizada de EMAPA-I**



## Sondeo de Satisfacción PMV versión Alpha BI - Agua no contabilizada EMAPA

El propósito de la presente encuesta es evaluar el nivel de satisfacción de los usuarios finales con respecto a la versión Alpha de la solución tecnológica de BI para la visualización y análisis de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I, que por objetivo tiene validar el cumplimiento de los requerimientos y necesidades del equipo de investigadores y conocer algunos comentarios o sugerencias del BI para una mejora de la solución.

*La encuesta tardará aproximadamente 6 minutos.*

Sección 1



### Datos Informativos

#### 1. Edad \*

- Hasta 20 años
- Entre 21 y 24 años
- Entre 25 y 34 años
- Entre 35 y 44 años
- Entre 45 y 54 años
- Mayor de 55 años

2. Sexo \*

- Masculino
  - Femenino
- 

3. Formación de grado \*

- Ciencias aplicadas y-o afines
  - Ciencias de la vida y-o afines
  - Salud y-o afines
  - Administración y-o afines
  - Ciencias sociales, Educación y-o afines
- 

4. Relación con el proyecto \*

- Investigador Asociado (externo a la UTN)
- Docente Investigador UTN
- Técnico Docente UTN
- Tesista UTN
- Estudiante de Apoyo UTN
- Personal de Laboratorio UTN
- Personal Administrativo UTN

## Valoración de la Solución de Business Intelligence

*\*Business Intelligence: Se define en español como Inteligencia Empresarial, Inteligencia Institucional o Inteligencia de Datos*

5. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

**¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los requerimientos de usuario? \***

	Nada	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
HU1. Página con reporte de indicadores base de agua potable	<input type="radio"/>				
HU2. Página con gráficas de evaluación por sistemas y subsistemas	<input type="radio"/>				
HU3. Página con estrategia para recuperación de perdidas comerciales	<input type="radio"/>				
HU4. Página con composición del parque de medidores (clasificación, años, distribución por parroquias)	<input type="radio"/>				
HU5. Página con medidores instalados con consumos en 0 m3/anual y menores a 10 m3/anual	<input type="radio"/>				
HU6. Página con gráficas de comparaciones anuales y evolución de los indicadores base de agua	<input type="radio"/>				
HU7. Página con balances hídricos de los sistemas de agua potable	<input type="radio"/>				
HU8. Página o panel de inicio	<input type="radio"/>				

6. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

**¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución de BI? \***

	Nada	Bajo	Medio	Alto
Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso adecuado de los colores en la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Representación de botones e íconos en la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Presentación de informes en la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

---

7. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

**¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución? \***

	Nada	Bajo	Medio	Alto
Fortalecimiento de la visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Funcionalidad completa de la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Herramienta para la toma de decisiones y acciones basada en los datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Generación de nuevo conocimiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Representación de toda la información en la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

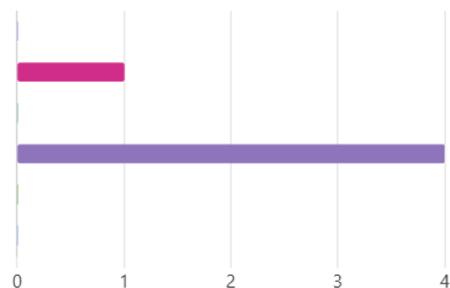
8. **¿Cómo calificaría la primera versión de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I? \***

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nada Satisfecho						Muy Satisfecho				

## Anexo E. Resultados Sondeo de Satisfacción PMV versión Alpha BI - Agua no contabilizada EMAPA-I

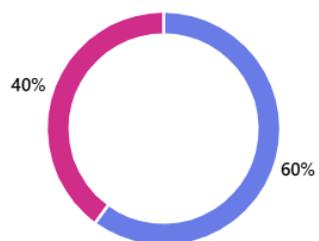
### 1. Edad

● Hasta 20 años	0
● Entre 21 y 24 años	1
● Entre 25 y 34 años	0
● Entre 35 y 44 años	4
● Entre 45 y 54 años	0
● Mayor de 55 años	0



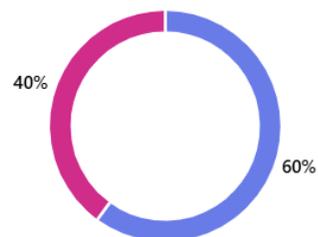
### 2. Sexo

● Masculino	3
● Femenino	2



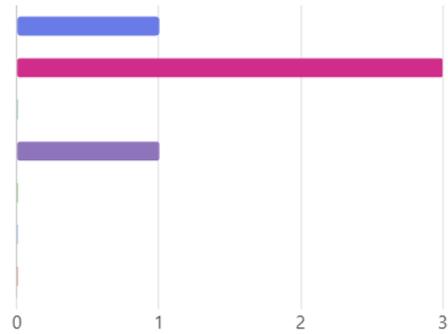
### 3. Formación de grado

● Ciencias aplicadas y-o afines	3
● Ciencias de la vida y-o afines	2
● Salud y-o afines	0
● Administración y-o afines	0
● Ciencias sociales, Educación y-o afines	0



#### 4. Relación con el proyecto

● Investigador Asociado (externo a la UTN)	1
● Docente Investigador UTN	3
● Técnico Docente UTN	0
● Tesista UTN	1
● Estudiante de Apoyo UTN	0
● Personal de Laboratorio UTN	0
● Personal Administrativo UTN	0



5. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

[M](#)

**¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los requerimientos de usuario?**

● Nada ● Bajo ● Medio ● Alto ● Muy Alto

HU1. Página con reporte de indicadores base de agua potable

HU2. Página con gráficas de evaluación por sistemas y subsistemas

HU3. Página con estrategia para recuperación de perdidas comerciales

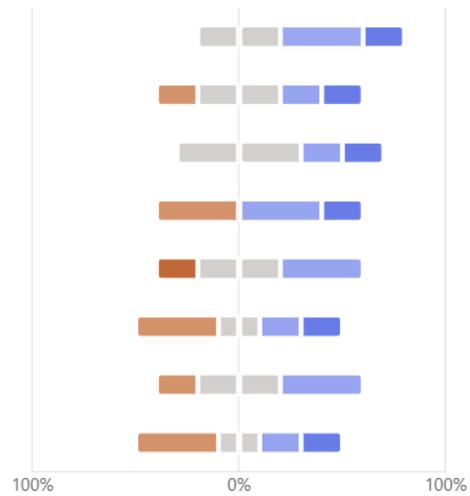
HU4. Página con composición del parque de medidores (clasificación, años, distribución por parroquias)

HU5. Página con medidores instalados con consumos en 0 m3/anual y menores a 10 m3/anual

HU6. Página con gráficas de comparaciones anuales y evolución de los indicadores base de agua

HU7. Página con balances hídricos de los sistemas de agua potable

HU8. Página o panel de inicio



6. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

**¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución de BI?**

● Nada ● Bajo ● Medio ● Alto ● Muy Alto

Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas

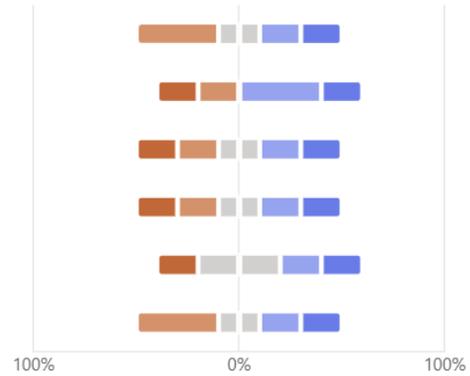
Uso adecuado de los colores en la solución de BI

Representación de botones e íconos en la solución de BI

Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas

Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI

Presentación de informes en la solución de BI



7. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

**¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución?**

● Nada ● Bajo ● Medio ● Alto ● Muy Alto

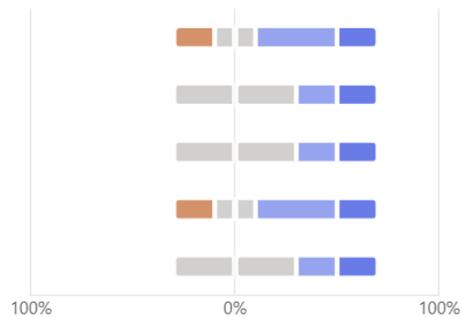
Fortalecimiento de la visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable

Funcionalidad completa de la solución de BI

Herramienta para la toma de decisiones y acciones basada en los datos

Generación de nuevo conocimiento

Representación de toda la información en la solución de BI



8. ¿Cómo calificaría la primera versión de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I?

Promotores	3
Pasivos	0
Detractores	2



## Anexo F. Encuesta: Solución BI para la visualización de datos de Dotación del servicio de agua potable EMAPA-I

# Solución BI para la visualización de datos de Dotación del servicio de agua potable EMAPA-I

El propósito de la presente encuesta es evaluar la importancia de una solución de BI como herramienta tecnológica para fortalecer el análisis, visualización e interpretación de los datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I, además, de validar el cumplimiento de los requerimientos y necesidades del equipo de investigadores del área de gestión del agua

Su participación contribuirá a fortalecer la cooperación multidisciplinaria y la calidad de la educación de nuestra Universidad Técnica del Norte.

Saludos

Ing. Alexander Guevara Vega, MSc.  
Docente Tutor CSOFT UTN

Ing. Paul Arias, MSc.  
Docente Asesor

Srta. Nayeli Alexandra Cuásquer Narváez  
Estudiante CSOFT UTN

## Datos informativos

---

### 1. Edad \*

- Hasta 20 años
- Entre 21 y 24 años
- Entre 25 y 34 años
- Entre 35 y 44 años
- Entre 45 y 54 años
- Mayor de 55 años

### 2. Genero \*

- Masculino
  - Femenino
-

### 3. Formación de grado \*

- Ciencias aplicadas y-o afines
- Ciencias de la vida y-o afines
- Salud y-o afines
- Administración y-o afines
- Ciencias sociales, Educación y-o afines

### 4. Relación con el proyecto \*

- Investigador Asociado (externo a la UTN)
- Docente Investigador UTN
- Técnico Docente UTN
- Tesista UTN
- Estudiante de Apoyo UTN
- Personal de Laboratorio UTN
- Personal Administrativo UTN

## Proceso de análisis y visualización de los datos de indicadores de dotación de agua potable

---

5. **PD1. ¿Considera usted, que se han presentado problemas relacionados al proceso de visualización y análisis de datos indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable? \***

Si

No

---

6. **PD2. ¿Considera usted, que se han presentado inconsistencias o confusión al momento de realizar un análisis de datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable? \***

Si

No

7. **PD3. ¿Considera usted, que los datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable podrían ser representados de tal manera, que generen mayor valor y una mejor visualización de los mismos? \***

Si

No

8. **PD4. ¿Cree usted, que es necesario aplicar herramientas tecnológicas en el proceso de análisis, interpretación y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable? \***

Si

No

9. **PD5. ¿Considera usted, útil implementar una solución de BI sobre los datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, para poder mejorar la toma de decisiones de los investigadores del área de gestión del agua? \***

Si

No

10. **PD6. ¿Considera usted, útil que la solución de BI de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del agua potable se encuentre disponible en la web y en dispositivos móviles? \***

Si

No

11. **PD7. ¿Estaría usted, dispuesto a usar una solución de BI que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable? \***

Si

No

## Valoración de la Solución de Business Intelligence

*Business Intelligence se define en español como Inteligencia Empresarial*

12. Una vez entregada la versión Beta de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

**PV1. ¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los requerimientos del usuario? \***

	Nada	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
HU1. Página con reporte de indicadores base de agua potable	<input type="radio"/>				
HU2. Página con gráficas de evaluación por sistemas y subsistemas	<input type="radio"/>				
HU3. Página con estrategia para recuperación de pérdidas comerciales	<input type="radio"/>				
HU4. Página con composición del parque de medidores (clasificación, años, distribución por parroquias)	<input type="radio"/>				
HU5. Página con medidores instalados con consumos en 0 m3/anual y menores a 10 m3/anual	<input type="radio"/>				
HU6. Página con gráficas de comparaciones anuales y evolución de los indicadores base de agua	<input type="radio"/>				
HU7. Página con balances hídricos de los sistemas de agua potable	<input type="radio"/>				
HU8. Página o panel de inicio	<input type="radio"/>				

13. Una vez entregada la versión Beta de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

**PV2. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución BI? \***

	Nada	Bajo	Medio	Alto
Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso adecuado de los colores en la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Representación de botones e íconos en la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Presentación de informes en la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Una vez entregada la versión Beta de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

**PV3. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución? \***

	Nada	Bajo	Medio	Alto
Fortalecimiento de la visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Funcionalidad completa de la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Generación de nuevo conocimiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Representación de toda la información en la solución de BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

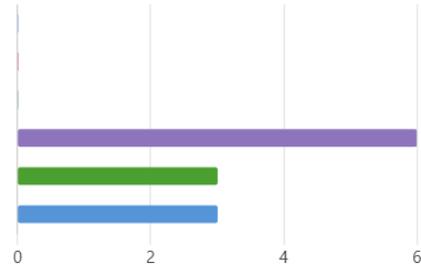
15. **PV4. ¿Cómo calificaría usted, de manera general la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I? \***

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nada Satisfecho						Muy Satisfecho				

## Anexo G. Resultados de la encuesta: Solución BI para la visualización de datos de Dotación del servicio de agua potable EMAPA-I

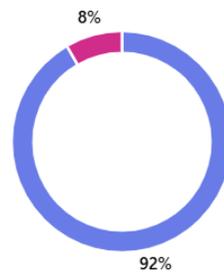
### 1. Edad

● Hasta 20 años	0
● Entre 21 y 24 años	0
● Entre 25 y 34 años	0
● Entre 35 y 44 años	6
● Entre 45 y 54 años	3
● Mayor de 55 años	3



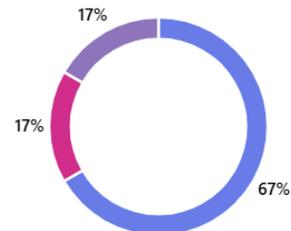
### 2. Genero

● Masculino	11
● Femenino	1



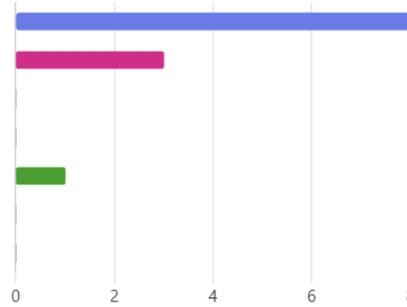
### 3. Formación de grado

● Ciencias aplicadas y-o afines	8
● Ciencias de la vida y-o afines	2
● Salud y-o afines	0
● Administración y-o afines	2
● Ciencias sociales, Educación y-o afines	0



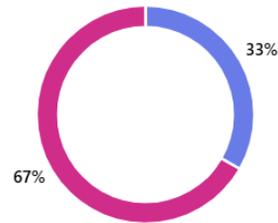
4. Relación con el proyecto

● Investigador Asociado (externo a la UTN)	8
● Docente Investigador UTN	3
● Técnico Docente UTN	0
● Tesista UTN	0
● Estudiante de Apoyo UTN	1
● Personal de Laboratorio UTN	0
● Personal Administrativo UTN	0



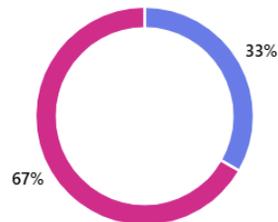
5. PD1. ¿Considera usted, que se han presentado problemas relacionados al proceso de visualización y análisis de datos indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable?

● Si	4
● No	8



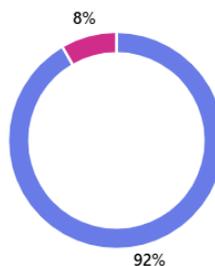
6. PD2. ¿Considera usted, que se han presentado inconsistencias o confusión al momento de realizar un análisis de datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable?

● Si	4
● No	8



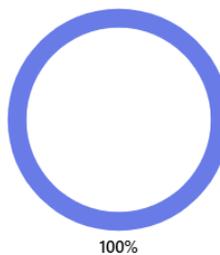
7. PD3. ¿Considera usted, que los datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable podrían ser re presentados de tal manera, que generen mayor valor y una mejor visualización de los mismos?

● Si 11  
● No 1



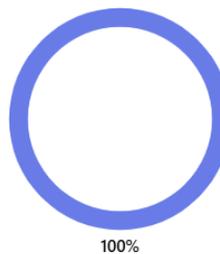
8. PD4. ¿Cree usted, que es necesario aplicar herramientas tecnológicas en el proceso de análisis, interpretación y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación de agua potable?

● Si 12  
● No 0



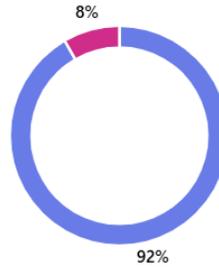
9. PD5. ¿Considera usted, útil implementar una solución de BI sobre los datos de indicadores de eficiencia en la d otación de agua potable que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, para poder mejorar la toma de decisiones de los investigadores del área de gestión del agua?

● Si 12  
● No 0



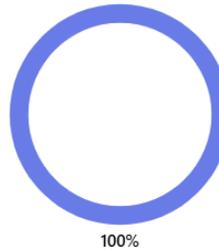
10. PD6. ¿Considera usted, útil que la solución de BI de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del agua potable se encuentre disponible en la web y en dispositivos móviles?

- Si 11
- No 1



11. PD7. ¿Estaría usted, dispuesto a usar una solución de BI que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable?

- Si 12
- No 0



12. Una vez entregada la versión Beta de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

[M.](#)

**PV1. ¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los requerimientos del usuario?**

- Nada
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy Alto

HU1. Página con reporte de indicadores base de agua potable

HU2. Página con gráficas de evaluación por sistemas y subsistemas

HU3. Página con estrategia para recuperación de pérdidas comerciales

HU4. Página con composición del parque de medidores (clasificación, años, distribución por parroquias)

HU5. Página con medidores instalados con consumos en 0 m3/anual y menores a 10 m3/anual

HU6. Página con gráficas de comparaciones anuales y evolución de los indicadores base de agua

HU7. Página con balances hídricos de los sistemas de agua potable

HU8. Página o panel de inicio



13. Una vez entregada la versión Beta de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

**PV2. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución BI?**

● Nada ● Bajo ● Medio ● Alto ● Muy Alto

Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas

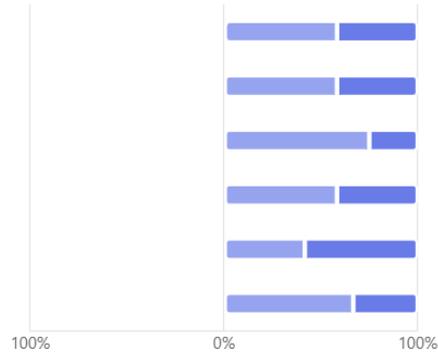
Uso adecuado de los colores en la solución de BI

Representación de botones e íconos en la solución de BI

Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas

Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI

Presentación de informes en la solución de BI



14. Una vez entregada la versión Beta de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I.

**PV3. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución?**

● Nada ● Bajo ● Medio ● Alto ● Muy Alto

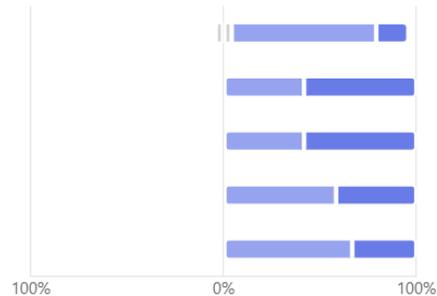
Fortalecimiento de la visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable

Funcionalidad completa de la solución de BI

Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos

Generación de nuevo conocimiento

Representación de toda la información en la solución de BI



15. **PV4. ¿Cómo calificaría usted, de manera general la solución de BI para el análisis y visualización de datos de indicadores de eficiencia en la dotación del servicio de agua potable de la empresa EMAPA-I?**

Promotores	10
Pasivos	2
Detractores	0

