

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**PROTOTIPO DE OPTIMIZACIÓN Y ANÁLISIS  
ESTRATÉGICO DEL REGISTRO NACIONAL DE PERSONAS  
NATURALES A TRAVÉS DE LA INTELIGENCIA DE  
NEGOCIOS**

PRESENTADO POR:

**LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA**

**GABRIEL ALEJANDRO DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA PARA LA INDUSTRIA CON  
ESPECIALIZACIÓN EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE DE 2024**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA**

**SECRETARIO GENERAL:**

**LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**DECANO:**

**ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA**

**SECRETARIO:**

**ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DIRECTOR:**

**MSc. ELMER ARTURO CARBALLO RUÍZ**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**MAESTRO EN INGENIERÍA PARA LA INDUSTRIA CON  
ESPECIALIZACIÓN EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

Título:

**PROTOTIPO DE OPTIMIZACIÓN Y ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL  
REGISTRO NACIONAL DE PERSONAS NATURALES A TRAVÉS DE LA  
INTELIGENCIA DE NEGOCIOS**

Presentado por:

**LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA**

**GABRIEL ALEJANDRO DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

**Ph.D. MANUEL NAPOLEÓN CARDONA GUTIÉRREZ**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE DE 2024**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor(a):

**Ph.D. MANUEL NAPOLEÓN CARDONA GUTIÉRREZ**

## Resumen

El presente prototipo se desarrolló con el objetivo de interpretar y optimizar el proceso de emisión del Documento Único de Identidad (DUI) en el Registro Nacional de las Personas Naturales (RNPN) de El Salvador. Para ello, se propone el diseño e implementación de una herramienta de Inteligencia de Negocios, que permitirá visualizar y monitorear el comportamiento de este proceso, tanto a nivel nacional como en el exterior.

El estudio adopta un enfoque cualitativo y cuantitativo, utilizando métodos de análisis de datos para evaluar la eficiencia del proceso de emisión del DUI. En la fase inicial, se recopilará información relevante del proceso, seguida de la selección y adaptación de un diseño de interfaz de usuario intuitivo. La programación se ejecutará utilizando recursos tecnológicos específicos, Oracle como base de datos y Pentaho para la extracción, transformación y carga (ETL) de datos, hacia otra base de datos en MySQL.

En la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación, se desarrollará un módulo específico para el sistema ERP institucional, con el objetivo de estructurar y gestionar los datos relacionados con las emisiones del DUI, permitiendo la generación de informes detallados mediante la integración con Looker Studio de Google.

Los resultados esperados incluyen la mejora en la eficiencia del proceso de emisión del DUI, un mayor control y monitoreo de este, y la provisión de una herramienta integral que facilite la toma de decisiones basada en datos concretos. Este enfoque asegura una mayor transparencia y eficacia en la gestión del proceso, optimizando los recursos y elevando la calidad del servicio prestado a los ciudadanos.

## Abreviaturas y siglas utilizadas en el documento

<b>BDL</b>	Business Dimensional Lifecycle
<b>BI</b>	Business Intelligence
<b>DUI</b>	Documento Único de Identidad
<b>ERP</b>	Enterprise Resource Planning
<b>ETL</b>	Extract, Transform and Load
<b>OLTP</b>	Online Transaction Processing
<b>ORDBMS</b>	Object-Relational Data Base Management System
<b>RNPN</b>	Registro Nacional de las Personas Naturales
<b>3FN9</b>	Tercera Forma Normal

# Índice

<b>I.</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>i</b>
<b>II.</b>	<b>Planteamiento del problema</b> .....	<b>ii</b>
<b>III.</b>	<b>Justificación del proyecto</b> .....	<b>iii</b>
<b>IV.</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>v</b>
	a. <i>Objetivos General</i> .....	v
	b. <i>Objetivos específicos</i> .....	v
<b>V.</b>	<b>Preguntas de Investigación - Hipótesis</b> .....	<b>vi</b>
<b>VI.</b>	<b>Alcances, limitaciones y restricciones</b> .....	<b>vii</b>
	a. <i>Alcances</i> .....	vii
	b. <i>Limitantes</i> .....	vii
	c. <i>Restricciones</i> .....	vii
<b>CAPITULO I: Marco Teórico</b> .....		<b>1</b>
	1.1 <i>Descripción de la empresa</i> .....	1
	1.2 <i>Misión, Visión y Valores</i> .....	3
	a. <i>Misión</i> .....	3
	b. <i>Visión</i> .....	3
	c. <i>Valores</i> .....	3
	1.3 <i>Descripción del escenario del problema o prototipo</i> .....	4
	1.4 <i>El ciclo del proyecto</i> .....	6
	1.4.1 <i>Etapa de formulación</i> .....	6
	1.4.2 <i>Etapa de evaluación</i> .....	7
<b>CAPITULO II: Metodología de la Investigación</b> .....		<b>9</b>
	2.1 <i>Descripción de la metodología a utilizar</i> .....	9
	2.1.1 <i>Planificación del Proyecto</i> .....	11
	2.1.2 <i>Especificación de los Requerimientos del Negocio</i> .....	11
	2.1.3 <i>Modelado Dimensional</i> .....	11
	2.1.4 <i>Diseño Físico</i> .....	11
	2.1.5 <i>Diseño y Desarrollo de Presentación de Datos</i> .....	11
	2.1.6 <i>Diseño de la Arquitectura Técnica</i> .....	12
	2.1.7 <i>Selección de Productos</i> .....	12
	2.1.8 <i>Especificación de Aplicaciones para Usuarios Finales</i> .....	12
	2.1.9 <i>Desarrollo de Aplicaciones para Usuarios Finales</i> .....	12
	2.1.10 <i>Implementación</i> .....	13
	2.1.11 <i>Mantenimiento y crecimiento</i> .....	13
	2.1.12 <i>Gerenciamiento del Proyecto</i> .....	13
	2.1.13 <i>Descripción de las tecnologías a utilizar</i> .....	13
	2.2 <i>Diseño de la propuesta de solución</i> .....	14
	2.2.1 <i>El origen de datos transaccional</i> .....	15
	2.2.2 <i>Procesamiento de Extracción, Transformación y Carga (ETL)</i> .....	15
	2.3 <i>Descripción de los componentes de solución</i> .....	15
	2.3.1 <i>Arquitectura de Software</i> .....	15
	2.3.1.1 <i>Pentaho Data Integration</i> .....	16
	2.3.1.2 <i>Oracle Database</i> .....	16

2.3.1.3 Looker Studio .....	16
2.3.2 Arquitectura de Hardware .....	17
2.4 <i>Presupuesto de la implementación</i> .....	17
2.4.1 Presupuesto de Inversión en Infraestructura de Hardware .....	17
2.4.2 Presupuesto de Inversión en Infraestructura de Software .....	17
2.4.3 Inversión total .....	17
2.5 <i>Estrategia de la implementación</i> .....	18
<b>CAPITULO III: Análisis de los Resultados</b> .....	<b>19</b>
3.1. <i>Resultado de la implementación</i> .....	19
3.2. <i>Base OLTP - Oracle</i> .....	19
3.3. <i>Modelo Lógico Base de Datos</i> .....	20
3.4. <i>Diseño de ETL</i> .....	20
3.5. <i>Diseño de portal de reportes</i> .....	23
3.6. <i>Resultado de comparación con antes y después del prototipo</i> .....	28
<i>Conclusiones y Recomendaciones</i> .....	29
a. Conclusiones.....	29
b. Recomendaciones.....	30
<b>Referencias</b> .....	<b>31</b>
<b>Anexo</b> .....	<b>33</b>
<i>Anexo 1. Manual de Usuario</i> .....	33
<i>Anexo 2. Glosario de Términos</i> .....	40
<i>Anexo 3. Cálculo de Métrica</i> .....	47

## Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Plazos y Niveles de Beneficio</i> .....	iv
<i>Tabla 2. Cuadro Comparativo: Indicadores de desempeño antes y después</i> .....	28

## Índice de Figuras

<i>Figura 1. Pirámide de la Información</i> .....	4
<i>Figura 2. Business Dimensional Lifecycle propuesto por Ralph Kimball</i> .....	10
<i>Figura 3. Análisis de requerimientos de la solución de inteligencia de negocios.</i> .....	14
<i>Figura 4. Diseño conceptual del desempeño para la elaboración de la propuesta.</i> .....	14
<i>Figura 5. Conexión al servidor Windows.</i> .....	19
<i>Figura 6. Base de datos Oracle.</i> .....	19
<i>Figura 7. Diseño de Modelo Lógico de base Transaccional.</i> .....	20
<i>Figura 8. Versión instalada de PENTAHO.</i> .....	21
<i>Figura 9. Transición de datos de la base de datos Oracle a la base de datos MySQL</i> .....	23
<i>Figura 10. Pantalla de Looker Studio</i> .....	24
<i>Figura 11. Despliegue de la consulta Consulados que están teniendo mayor producción.</i> .....	25
<i>Figura 12. Despliegue de la consulta enrolamientos en cada Consulado.</i> .....	25
<i>Figura 13. Despliegue de la consulta Consulados que generan mayor tipo de trámite.</i> .....	26
<i>Figura 14. Despliegue de la consulta producciones que se obtiene por país.</i> .....	26
<i>Figura 15. Despliegue de la consulta promedio de enrolamiento y aprobación.</i> .....	27
<i>Figura 16. Gráfico de Comparación de tiempos.</i> .....	28

## I. Introducción

Uno de los activos más valiosos en toda organización es la información, acompañada de herramientas que permitan dar un vistazo del estado actual de la institución, su entorno social y económico, así como el modelamiento probabilísticas que permitan mejorar la toma de decisiones y optimizar recursos.

En el presente documento se describe el desarrollo de una solución informática, enfocada en los principios de manejo de datos en Oracle y MySQL, con el objetivo que la organización pueda adquirir una herramienta sistemática que permita tener información consolidada, relevante y lo suficientemente íntegra para dar soporte a las decisiones gerenciales para que esta tenga una transición de información mucho más rápida y su reintegro a la vez sea factible.

En la parte introductoria se plantea la descripción del problema actual en cuanto a la sistematización de sus procesos y la generación de información; uno de los principales problemas es la obtención de información relevante para toma de decisiones en tiempo y recursos necesarios para obtenerla.

En el primer capítulo se describe una breve historia y trayectoria de la institución, datos importantes como misión, visión y el entorno sobre el cual se propone diseñar la solución de inteligencia de negocios.

En el segundo capítulo se pretende dar a conocer el modelo de solución propuesto, el cual incluye los datos técnicos sobre el diseño conceptual, software y hardware recomendados para su posible desarrollo, así como el presupuesto y los beneficios para la organización.

En el tercer capítulo se ilustra y grafican los resultados obtenidos en el desarrollo de la propuesta de solución agregando algunas conclusiones y recomendaciones.

## II. Planteamiento del problema

El Registro cuenta únicamente con un sistema transaccional, que soluciona los procesos operativos diarios. Todas las transacciones son procesadas en línea desde sus diferentes consulados, realizando con regularidad cierres periódicos de sus transacciones.

Con base en la necesidad identificada en el Registro Nacional de las Personas Naturales (RNPN) de El Salvador, el objetivo principal de este proyecto es proponer una solución integral de Inteligencia de Negocios para optimizar el proceso de emisión del Documento Único de Identidad (DUI).

Hasta el momento solo se cuenta con la información almacenada en la base de datos Oracle y se tiene que generar reportes diarios para determinar los diferentes tipos de procesos que realiza el Registro.

Toda la documentación se hace llegar a diario a diferentes unidades para determinar los movimientos de cada día.

Todo lo anterior, es un proceso normal y eficiente para los fines de la institución que de hecho le ayudan a cumplir con sus obligaciones; pero en definitiva no es lo ideal cuando se trata de tener información específica y modelada en diferentes dimensiones o escenarios, desde diferentes puntos de vista y comportamientos en el transcurso del tiempo.

Para llegar a algo parecido a un entorno de información para la toma de decisiones, es necesario otro largo proceso para consolidar y aplicar técnicas de agrupamiento y generación de gráficas con la herramienta Excel; para luego ser impresas o enviadas por correo hacia las gerencias respectivas, todo esto se puede optimizar utilizando una herramienta de inteligencia de negocios.

Las diferentes jefaturas manifiestan que se adolece del problema de no tener información clara y oportuna y que la única forma de tener información a ese nivel es por ahora de la

forma descrita anteriormente y está consciente que se debe avanzar hacia una mejor tecnología que le permita tener toda esta información de manera eficiente.

Actualmente la institución tiene un procesamiento de datos no óptimo que se puede solventar utilizando una herramienta de inteligencia de negocios, la cual, puesta en marcha el tiempo aproximado para realizar el proceso será de cinco horas laborales, reduciendo el tiempo que se tienen de 5 días.

### III. Justificación del proyecto

Debido a que la institución opta por procesos manuales con base a la información transaccional que posee, se propone diseñar una solución de inteligencia de negocios que les permita a las gerencias contar con información oportuna en tiempo real y en cualquier lugar.

Los beneficios que se obtendrán de la solución propuesta son:

- ✓ **Construir conocimiento del negocio:** mediante la transformación de los datos transaccionales en información relevante.
- ✓ **Optimización del tiempo:** el tiempo se reducirá del proceso actual hasta un 60% de lo que se ejecuta.
- ✓ **Información detallada:** la información será mucho más exacta, en el detalle de cada uno de los reportes.

Además de reducir los tiempos de procesamiento, la solución propuesta mejorará considerablemente la calidad y precisión de los datos. Esto permitirá que las decisiones estratégicas, tácticas y operativas no solo sean más rápidas, sino también más fundamentadas en información exacta y confiable. Con esta mejora en la precisión, la institución podrá identificar con mayor claridad las tendencias en la emisión de DUI,

optimizar la asignación de recursos en los consulados, y generar reportes más detallados y precisos, adaptados a las necesidades de cada nivel gerencial.

Los beneficios según el detalle de información que requiere pueden estar comprendidos en periodos de tiempo para el cumplimiento de estos (Tabla 1) Conforme a los reportes que se podrán generar, la gerencia podrá optar a decisiones como:

<b>Plazo</b>	<b>Nivel</b>	<b>Beneficio</b>
<b>Corto</b>	Administrativo	Mejores Decisiones Operativas.
<b>Mediano</b>	Planeamiento	Mejores Decisiones Tácticas. Evaluar gastos realizados para cambios dentro de cada Consulado.
<b>Largo</b>	Directivo	Mejores Decisiones Estratégicas Por la zona, el uso puede pasar a otro Consulado por gastos constantes y justificados

*Tabla 1. Plazos y Niveles de Beneficio.*

Son variados los beneficios que la institución puede obtener al implementar la solución de Inteligencia de Negocios; sin embargo, lo que se busca de manera prioritaria es ayudar a la gestión del conocimiento para favorecer la toma de decisiones para la institución.

Con el adecuado desarrollo de actividades para la implementación de Inteligencia de Negocios se espera obtener mejoras en los procesos de:

- ✓ Reportes de tipo de trámite.
- ✓ Información ejecutiva (datos que la alta gerencia utiliza).
- ✓ Soporte de Decisiones. (Respaldo para toma de decisiones).
- ✓ Conocimiento del Negocio.

## **IV. Objetivos**

### **a. Objetivos General**

Desarrollar un prototipo de sistema de inteligencia de negocios que optimice el proceso de emisión del Documento Único de Identidad en el Registro Nacional de las Personas Naturales de El Salvador.

### **b. Objetivos específicos**

- ✓ Analizar el proceso actual de emisión del DUI en el Registro Nacional de las Personas Naturales de El Salvador, para identificar las áreas de mejora.
- ✓ Realizar el levantamiento de requerimientos, para identificar las funcionalidades, comprender y documentar las necesidades de los usuarios del sistema y las características que debe cumplir por El Registro Nacional de las Personas Naturales.
- ✓ Diseñar un modelo conceptual y arquitectónico para el sistema de inteligencia de negocios, que incluya la estructura de la base de datos, los componentes de extracción, transformación y carga (ETL), y los paneles de visualización de datos necesarios para el análisis estratégico.
- ✓ Diseñar un modelo conceptual y arquitectónico multidimensional para un sistema de inteligencia de negocios que incluirá la estructura de una base de datos, la definición de un proceso ETL y paneles de visualización interactivos que faciliten la toma de decisiones estratégica.

## V. Preguntas de Investigación - Hipótesis

En función del problema identificado en el proceso de emisión del DUI en el Registro Nacional de las Personas Naturales y con el objetivo de optimizar este proceso mediante una solución de Inteligencia de Negocios, se formulan las siguientes preguntas de investigación. Estas preguntas buscan orientar el estudio para evaluar cómo la implementación de esta solución mejorará los tiempos de procesamiento, la calidad de los datos, y la toma de decisiones estratégicas dentro de la institución:

1. ¿Cómo puede una solución de Inteligencia de Negocios reducir el tiempo de procesamiento y consolidación de datos en el RNPN, facilitando la toma de decisiones estratégicas?
2. ¿Qué impacto tiene la visualización en tiempo real de los datos transaccionales en la eficiencia operativa del proceso de emisión del DUI?
3. ¿Cuáles son las áreas críticas del proceso de emisión del DUI que podrían beneficiarse más de la implementación de un sistema de Inteligencia de Negocios?
4. ¿Cómo puede un sistema de inteligencia de negocios ayudar a las gerencias a obtener información detallada y oportuna para mejorar la toma de decisiones?
5. ¿De qué manera se pueden optimizar los procesos de generación de reportes ejecutivos en el RNPN mediante una herramienta de BI, en comparación con el proceso manual actual?

## **VI. Alcances, limitaciones y restricciones**

### **a. Alcances**

El alcance del proyecto para el Registro Nacional de las Personas Naturales de El Salvador se enfoca en diseñar e implementar una solución integral de Inteligencia de Negocios que aborde de manera completa la gestión del proceso de emisión del Documento Único de Identidad. Este proyecto comprenderá los siguientes elementos:

- ✓ los procesos actuales de emisión del DUI en el RNPN para comprender la situación actual y las necesidades específicas de información para la toma de decisiones.
- ✓ Diseñar y desarrollar un proceso de Extracción, Transformación y Carga (ETL) de datos que permita la recopilación eficiente de la información relacionada con las emisiones del DUI desde diversas fuentes hacia la base de datos MySQL.
- ✓ Desarrollar un Dashboard que sirva como interfaz para la presentación de gráficos, consultas y reportes. Este portal incluirá funcionalidades clave, como:
  - Reporte de movimientos en los Consulados.
  - Reporte de tipos de trámites en general.
  - Reporte de enrolamientos.

### **b. Limitantes**

Actualmente no existe una limitante (económico, recursos humanos, legal y tecnológico) por la cual no se pueda desarrollar el proyecto.

### **c. Restricciones**

Los recursos tecnológicos y las herramientas utilizadas para la implementación del prototipo, como las plataformas de ETL y de visualización de datos, están limitados a aquellas que la institución ha proporcionado y autorizado.

# CAPITULO I: Marco Teórico

---

## 1.1 Descripción de la empresa

Institución Registro Nacional de las Personas Naturales RNPN (El Salvador); Sede ubicada en la ciudad de San Salvador [1].

El Registro Nacional de las Personas Naturales en El Salvador desempeña una función esencial en la sociedad al proporcionar servicios relacionados con la identificación y documentación de los ciudadanos. Aunque su función principal es administrar y mantener registros civiles, la actividad económica asociada principalmente proviene de los servicios que ofrece.

El RNPN genera ingresos a través de la emisión de documentos vitales, como partidas de nacimiento, matrimonio y defunción. Estos documentos son fundamentales para una variedad de trámites legales y administrativos, lo que contribuye a la generación de ingresos para la institución. Además, el registro facilita la obtención del Documento Único de Identidad.

La institución también obtiene ingresos mediante la prestación de servicios en línea, facilitando el acceso a la información vital de manera rápida y eficiente. La recaudación de tasas por servicios y la implementación de medidas para la protección y seguridad de los datos contribuyen a la sostenibilidad financiera del RNPN.

El RNPN fue creado por Decreto Legislativo N° 488 el 27 de octubre de 1995, publicado en el Diario Oficial N|. 227, Tomo 329 del 7 de diciembre de 1995.

Su compromiso es asegurar y resguardar el derecho a la identidad e identificación de los salvadoreños.

Realiza la labor encomiable de prestar un servicio de emisión y entrega del DUI en el país y en el exterior – Estados Unidos, Canadá, México, Milán e Italia de manera eficaz y oportuna.

Facilita el servicio de DUI a Domicilio para quienes no se pueden desplazar por diferentes problemas permanentes de salud al Consulado O Duicentro más cercano.

A través de las seis sedes de Ciudad Mujer, brinda asistencia jurídica, certificaciones de Documento Único de Identidad, certificaciones de imagen de partidas de nacimiento, entre otras.

Participa en actividades de atención ciudadana sobre identidad e identificación en diferentes comunidades a nivel nacional a través de Ferias de Identidad, dando seguimiento a cada caso, así como, Ferias de Identidad en el exterior.

Apoya el Derecho a la Identidad de niños, niñas y adolescentes, los cuales incluyen asentamientos de partidas de nacimiento: recibidos en el plazo legal de 90 días; asentamientos tardíos solicitando a la Procuraduría General de la Republica que se pronuncie al respecto y reconocimientos voluntarios de paternidad.

La colaboración del RNPN con los Registros del Estado Familiar, que incluye las capacitaciones y realizar diariamente la entrega de diferentes servicios de asesoría, búsqueda de partidas y la entrega de certificaciones para efectos de reposición en las correspondientes oficinas municipales, atendiendo al mismo tiempo con eficacia y eficiencia al público en general.

El RNPN continúa haciendo esfuerzos en profundizar la mejora de los servicios a la ciudadanía, contribuyendo a la garantía del derecho humano sobre la identidad e identificación

## **1.2 Misión, Visión y Valores**

### **a. Misión**

“Ser la institución que vela por la plena identidad e identificación de las personas naturales y que administra los sistemas de Registro Nacional de las Personas Naturales y el Registro de Documento Único de Identidad, con el fin de identificar fehacientemente a la población salvadoreña dando certeza oficial de los hechos y actos jurídicos relacionados a la identidad y seguridad en el resguardo y manejo de la información.”

### **b. Visión**

“Constituirse como la institución única en el manejo integral de la administración, sistematización, resguardo de la identidad e identificación de las personas naturales de El Salvador; consolidándose como una institución de vanguardia, proveyendo servicios eficientes a los usuarios y contando con tecnología de punta en lo relativo a seguridad de la información.”

### **c. Valores**

Los valores que sostienen el trabajo de la institución RNPN son:

- ✓ Confidencialidad
- ✓ Lealtad
- ✓ Constancia
- ✓ Innovación
- ✓ Servicio
- ✓ Responsabilidad

### 1.3 Descripción del escenario del problema o prototipo

Como toda institución, la obtención de conocimiento del negocio es esencial para el establecimiento de objetivos claros y la creación de estrategias que permitan dichos objetivos.

El Registro Nacional de las Personas Naturales genera diariamente un considerable volumen de datos producto de las transacciones que se llevan a cabo en cada Consulado y no posee un método ágil que le permita procesar la información en un solo instante.

Para tener volumen de datos sin gestionar implica a no tener información y eso conlleva a no tener conocimiento y por lo tanto no se tiene la inteligencia suficiente en los mandos de niveles estratégicos para actuar como es debido en la dirección. (Figura 1).

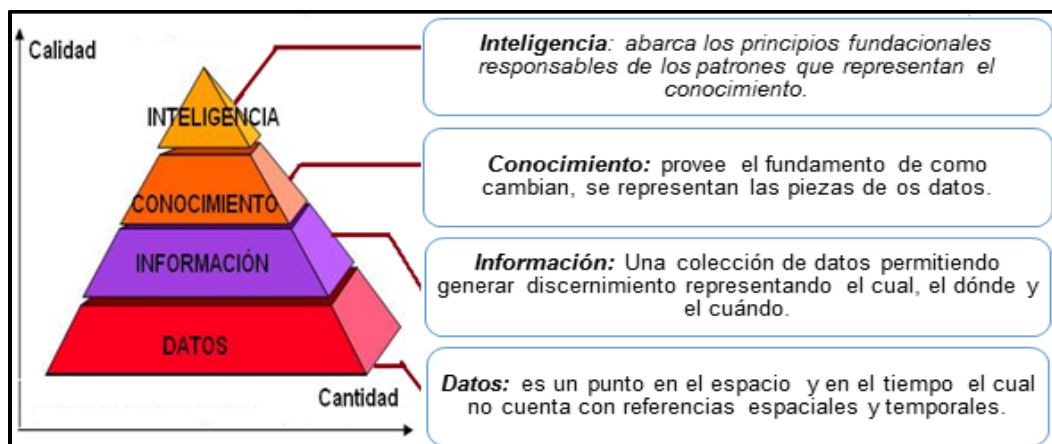


Figura 1. Pirámide de la Información [2]

En el RNPN, los datos generados diariamente en consulados son extensos y diversos, incluyendo información sobre enrolamientos, trámites y otras operaciones. Sin embargo, el uso de herramientas tradicionales como Excel y PowerPoint para consolidar esta información implica un proceso manual y laborioso que puede tardar hasta cuatro días. Este retraso limita la capacidad de los niveles estratégicos para responder ágilmente a las demandas del entorno y afecta la eficiencia institucional.

En la actualidad, la falta de un sistema automatizado y ágil para procesar y analizar datos genera varios problemas:

- ✓ **Falta de conocimiento del negocio:** La acumulación de datos sin un procesamiento adecuado se traduce en una falta de información útil, lo que dificulta la transformación de datos en conocimiento.
- ✓ **Dificultades en la toma de decisiones:** Las herramientas actuales no permiten responder preguntas estratégicas. Esto limita la capacidad de la gerencia para actuar de manera proactiva.
- ✓ **Retrasos en la generación de reportes:** Los procesos manuales actuales generan demoras significativas, afectando la oportunidad y relevancia de los informes presentados.

En la investigación realizada, las jefaturas externaron puntualmente algunas de las preguntas que todavía no se han podido responder:

- ✓ **¿Cuáles son los consulados que están teniendo mayor producción?**
- ✓ **¿Cuántos son los enrolamientos en cada Consulado?**
- ✓ **¿Cuáles son Consulados que generan mayor tipo de trámite?**
- ✓ **¿Cuáles son las producciones que se obtiene por país?**
- ✓ **¿Cuál es el promedio de enrolamiento y aprobación en cada Consulado?**

El objetivo principal del proyecto es implementar una solución de Inteligencia de Negocios BI que optimice estos procesos. La BI se define como un conjunto de tecnologías, aplicaciones y metodologías diseñadas para recopilar, integrar, analizar y presentar datos de manera que apoyen la toma de decisiones empresariales. Al aplicar una solución de BI en el RNPN, se espera alcanzar varios beneficios:

- ✓ **Acceso rápido a información consolidada:** Permitir a los usuarios clave obtener información procesada en tiempo real o en períodos mucho más cortos que los actuales.
- ✓ **Visualización clara y precisa:** A través de cuadros de mando, gráficos interactivos y reportes dinámicos, la gerencia podrá comprender las tendencias y patrones relevantes.
- ✓ **Optimización de la toma de decisiones:** Al contar con información confiable y oportuna, los niveles estratégicos podrán responder rápidamente a los desafíos y oportunidades del entorno.

Es por ello por lo que el propósito de la propuesta de Inteligencia de Negocios a la institución pretende cumplir con las expectativas del manejo y la presentación rápida y oportuna de la información a la gerencia; esto con el único fin de garantizar y agilizar de manera óptima la toma de decisiones para el cumplimiento de metas.

## **1.4 El ciclo del proyecto**

El ciclo de un proyecto es un enfoque sistemático que permite planificar, ejecutar, monitorear y evaluar iniciativas de manera ordenada. Según diversos autores, este ciclo consta de varias etapas interrelacionadas, cuyo propósito principal es garantizar que los proyectos sean viables, alcanzables y sostenibles. Las etapas comunes del ciclo incluyen la identificación, formulación, ejecución, monitoreo y evaluación, y cada una de ellas juega un papel crucial para el éxito del proyecto.

### **1.4.1 Etapa de formulación**

La formulación es una de las fases más críticas dentro del ciclo del proyecto, ya que establece las bases para su desarrollo. En esta etapa, se definen los objetivos, se identifican las necesidades, se analizan los recursos disponibles y se diseña la estrategia para llevar

a cabo el proyecto. En el contexto del Registro Nacional de las Personas Naturales, la formulación del prototipo de inteligencia de negocios implica:

- ✓ **Identificación del problema:** Reconocer que el procesamiento manual de datos en los consulados limita la capacidad de análisis y decisión estratégica de la institución.
- ✓ **Definición de objetivos:** Establecer metas claras, como la optimización del tiempo de procesamiento de datos y la mejora en la calidad de los reportes.
- ✓ **Diseño del prototipo:** Planificar el desarrollo de una solución de BI que permita la integración de datos, la generación de indicadores clave y la presentación de información a través de cuadros de mando.
- ✓ **Estudio de viabilidad:** Evaluar los recursos técnicos, humanos y financieros necesarios para implementar la solución, asegurando que el proyecto sea factible y sostenible.

### 1.4.2 Etapa de evaluación

La evaluación es una fase esencial que permite medir el impacto y los resultados del proyecto. En el caso del prototipo de BI para el RNPN, esta etapa se centra en analizar si los objetivos planteados en la formulación se han cumplido y en qué medida la solución implementada ha optimizado los procesos de la institución.

- ✓ **Evaluación ex ante:** Realizada antes de la implementación del prototipo, esta evaluación considera escenarios hipotéticos y compara los métodos actuales con las proyecciones del nuevo sistema. Esto incluye establecer indicadores clave, como tiempo promedio de generación de reportes, precisión de la información y satisfacción de los usuarios.
- ✓ **Evaluación intermedia:** Durante la ejecución del proyecto, se monitorean los avances para garantizar que las actividades se realicen conforme a lo planificado.

Por ejemplo, se podría analizar la integración de datos en tiempo real o la capacitación del personal en el uso de la herramienta de BI.

- ✓ **Evaluación ex post:** Una vez implementado el prototipo, se realiza un análisis comparativo para identificar mejoras tangibles, como la reducción en el tiempo de procesamiento de datos y el aumento en la disponibilidad de información para la toma de decisiones. Esta evaluación también ayuda a identificar oportunidades de mejora para futuros proyectos

## CAPITULO II: Metodología de la Investigación

---

### 2.1 Descripción de la metodología a utilizar

La metodología a emplear en el diseño y construcción del modelo sirve de guía para el desarrollo de una solución de inteligencia de negocios y dentro de las metodologías que más se destacan se encuentra la metodología propuesta por Bill Inmon y la de Ralph Kimball.

Algunos ejemplos que propone el señor Kimball, es uno de los más conocidos y usados para diseñar una solución de Inteligencia de Negocios, y que permite ser implementada en poco tiempo, lo que supone un rápido retorno de la inversión.

El señor Ralph Kimball propone para la implementación de una bodega de datos un enfoque que utiliza el modelamiento dimensional, la cual es una técnica para el diseño del modelado lógico de los datos. En el enfoque se construyen la Data Marts para cada proceso importante del negocio de manera incremental. De esta forma, la bodega de datos está conformada por la unión de cada uno de la Data Marts.

Kimball propone para el modelado de los datos, el modelo dimensional, el cual es bastante diferente del modelo relacional. La diferencia clave entre estos dos modelos reside en el grado de normalización. Mientras que en un modelo relacional los datos se encuentran normalizados, por lo general en la Tercera Forma Normal, en un modelo dimensional los datos se encuentran des normalizados, violando las reglas de normalización a fin de lograr un alto desempeño en las consultas [3].

El modelo relacional está orientado a consultas que utilizan pocos registros simultáneamente, en cambio, un modelo dimensional está orientado a procesar consultas que pueden involucrar cientos o miles de registros simultáneamente. De este modo, debido a que una bodega de datos se construye con fines analíticos, es necesario utilizar una

técnica para el modelado de los datos que permita registrar las relaciones entre los datos para ofrecer nuevos tipos de consulta que faciliten el análisis y la toma de decisiones que sea de fácil uso y que mejore el rendimiento de las consultas hechas por los usuarios finales.

La metodología presentada por Ralph Kimball con el nombre de Business Dimensional Lifecycle (BDL) o ciclo de vida dimensional, ilustra las diferentes etapas por las que debe pasar todo proceso de Data Warehouse, El diagrama siguiente (*Error! No se encuentra el origen de la referencia.*) ilustra la secuencialidad de tareas de alto nivel requeridas para el efectivo diseño, desarrollo e implementación de un Data Warehouse, cada rectángulo es una etapa que indica dónde están ubicados, que etapas se han realizado y hacia dónde se debe dirigir [4].

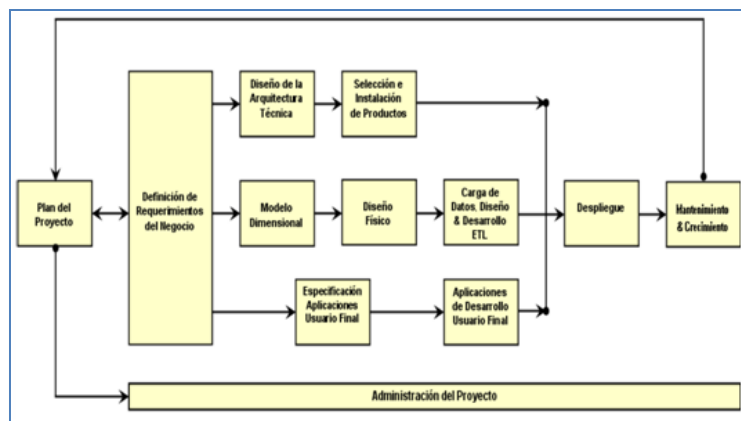


Figura 2. Business Dimensional Lifecycle propuesto por Ralph Kimball [5].

Es importante aclarar que el BDL no intenta reflejar un proyecto en término de tiempos y plazos. Y que ha sido utilizado en este trabajo como una guía ilustrativa y no supone que se han seguido al pie de la letra cada una de las actividades.

A continuación, se describen cada una de las etapas empleadas en el presente trabajo:

### **2.1.1 Planificación del Proyecto**

En la planificación se ha identificado la definición y el alcance del proyecto de Inteligencia de Negocio, incluyendo beneficios para la unidad de Inteligencia de Negocio. Se ha identificado la existencia de lo que serán los datos de origen para alimentar la estructura de almacenamiento de datos, los recursos disponibles, perfiles de usuario y las necesidades específicas de cada una de las áreas de la información que este siendo recibida por las diferentes unidades.

### **2.1.2 Especificación de los Requerimientos del Negocio**

Se ha indagado sobre los requerimientos de información que las jefaturas correspondientes necesitan para la toma de decisiones, y es en base a ellos que se ha determinado los alcances de la solución propuesta.

### **2.1.3 Modelado Dimensional**

Se ha basado en las preguntas que la gerencia necesita responder con respecto al estado y distribución de los diferentes delegados, para el conocimiento de cada jefatura, y la participación de cada Consulado y por supuesto al comportamiento de sus operaciones en el tiempo, como tal se muestra en el capítulo 2 del presente trabajo.

### **2.1.4 Diseño Físico**

Se ha seleccionado las estructuras necesarias para soportar el diseño lógico. Algunos de los elementos principales de este en este proceso son la definición de convenciones estándares de nombres y características específicas del ambiente de la base de datos.

### **2.1.5 Diseño y Desarrollo de Presentación de Datos**

Se ha analizado las condiciones y el entorno sobre el cual serán procesados los datos. Principalmente definir el proceso de extracción, transformación y carga de los datos para

incorporarlos al diseño físico acordado. Tomando en consideración todos los elementos propuestos en el modelo físico para cumplir con las exigencias que supone responder de manera eficaz a las necesidades de información de la gerencia.

### **2.1.6 Diseño de la Arquitectura Técnica**

Para establecer el diseño de la arquitectura técnica del ambiente de Data Warehouse y debido a que este tipo de ambientes requieren la integración de numerosas tecnologías, se han considerado tres factores: los requerimientos del negocio (que hoy por hoy constituyen un solo Data Mart), los actuales ambientes técnicos (que responden a una sola necesidad, procesar las operaciones diarias) y las futuras necesidades de implementación de nuevos Data Mart como son los de ventas, mercadeo o recursos humanos.

### **2.1.7 Selección de Productos**

Utilizando como referencia el diseño de arquitectura técnica expuesto en el párrafo anterior, se han seleccionado los componentes específicos de la arquitectura como lo es la plataforma de hardware, el motor de base de datos, la herramienta de ETL y los desarrollos adicionales pertinentes.

### **2.1.8 Especificación de Aplicaciones para Usuarios Finales**

No todos los usuarios de la herramienta propuesta necesitan el mismo nivel de análisis. Por ello se identifican los diferentes roles o perfiles de usuarios, para determinar los diferentes tipos de accesos según los diferentes perfiles.

### **2.1.9 Desarrollo de Aplicaciones para Usuarios Finales**

Una vez que se ha cumplido con todos los pasos de la especificación y se tiene la posibilidad de trabajar con algunos datos de prueba, se comienza el desarrollo de la aplicación y pruebas de resultados.

### **2.1.10 Implementación**

La implementación representa la convergencia de la tecnología, los datos y las aplicaciones de usuarios finales accesible desde el escritorio del usuario del negocio. (Esta etapa no ha sido llevada a cabo hasta el momento).

### **2.1.11 Mantenimiento y crecimiento**

En el diseño de un Data Warehouse existen etapas bien definidas, con comienzo y fin, pero puede repetirse con el afán de incorporar nuevos elementos al diseño para conseguir y aportar mayor valor a la información y conocimiento a las instituciones. (Esta etapa no ha sido llevada a cabo hasta el momento).

### **2.1.12 Gerenciamiento del Proyecto**

El gerenciamiento del proyecto asegura que las actividades del ciclo de vida se lleven en forma clara y sincronizada. Aunque no ha existido un gerenciamiento como tal, el diagrama del ciclo de vida ha servido como una guía clara de los pasos a seguir en cada una de las etapas de construcción de una herramienta de Inteligencia de Negocios.

### **2.1.13 Descripción de las tecnologías a utilizar**

Para la construcción del prototipo se ha utilizado un servidor que ya tiene instaladas las herramientas necesarias para la construcción de la solución. sobre un sistema operativo Windows.

A continuación, el detalle de cada una de ellas:

1. Un servidor con el Sistema operativo Windows 10 que contiene la herramienta Pentaho Data Integration para la realización de Extracción, Transformación y Carga de datos (ETL).

2. Looker Studio es una herramienta gratuita que convierte tus datos en informes y paneles claros, totalmente personalizables y fáciles de consultar y compartir.

## 2.2 Diseño de la propuesta de solución

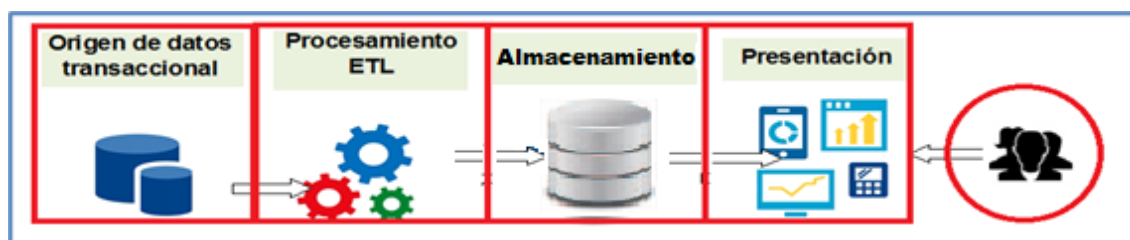
Integralmente la propuesta de solución está basada en el desarrollo de una herramienta de Inteligencia de Negocios en la que se busca dar respuestas puntuales a las preguntas que no han sido respondidas por la gerencia (*Figura 3*).

Con un análisis de lo actual y lo que se alcanza con la solución de inteligencia de negocios.



*Figura 3. Análisis de requerimientos de la solución de inteligencia de negocios.*

La solución de inteligencia de negocios que se propone tiene los componentes esenciales de toda solución de su clase la cual se describe a continuación (*Figura 4.*)



*Figura 4. Diseño conceptual del desempeño para la elaboración de la propuesta.*

### **2.2.1 El origen de datos transaccional**

Consta de una base de datos OLTP gestionada por el motor de base de datos transaccional, tecnología que es la usada por la institución en sus sistemas transaccionales cuyo único fin es el envío y recepción de datos a grandes velocidades, estas bases son muy poco comunes y están dirigidas por lo general al entorno de análisis de calidad, datos de producción e industrial, es importante entender que su fin único es recolectar y recuperar los datos a la mayor velocidad posible, por lo tanto la redundancia y duplicación de información no es un problema como con las demás bases de datos, por lo general para poderlas aprovechar al máximo permiten algún tipo de conectividad a bases de datos.

### **2.2.2 Procesamiento de Extracción, Transformación y Carga (ETL)**

Fase en la que se hace uso de la herramienta Pentaho Data Integration para realizar la conexión a la base de datos transaccional que consiste en extraer los datos desde los sistemas de origen. La mayoría de los proyectos de almacenamiento de datos fusionan datos provenientes de diferentes sistemas de origen. Cada sistema separado puede usar una organización diferente de los datos o formatos distintos. Los formatos de las fuentes normalmente se encuentran en bases de datos relacionales o ficheros planos, pero pueden incluir bases de datos no relacionales u otras estructuras diferentes. La extracción convierte los datos a un formato preparado para iniciar el proceso de transformación.

## **2.3 Descripción de los componentes de solución**

Dentro de los componentes considerados para la implementación se ha considerado tanto hardware y herramientas de software que tiene la institución.

### **2.3.1 Arquitectura de Software**

Como componentes de solución propuestas para la implementación del proyecto en el área de software se presentan la siguiente herramienta:

### **2.3.1.1 Pentaho Data Integration**

Este software de gestión avanzada de datos utiliza técnicas ETL (Extract, Transform y Load) para analizar y extraer un gran volumen de datos con el objetivo de transformar números ininteligibles para el ser humano en informes gráficos más sencillos de entender, y que bien interpretados, se convierten en conocimiento muy útil y valioso para las instituciones.

### **2.3.1.2 Oracle Database**

Es un sistema de gestión de base de datos objeto relacional ORDBMS desarrollado por Oracle Corporation. Y es la que contiene la institución donde guarda todos sus datos [6].

Se considera a Oracle como uno de los sistemas de bases de datos más completos, destacando:

- ✓ soporte de transacciones.
- ✓ Estabilidad.
- ✓ Escalabilidad.
- ✓ Soporte multiplataforma.

### **2.3.1.3 Looker Studio**

Es una herramienta gratuita que convierte datos en informes y paneles claros, totalmente personalizables y fáciles de consultar y compartir. Usa el editor de informes con la función de arrastrar y soltar para hacer lo siguiente:

Cuenta la historia de tus datos mediante gráficos, como los de líneas, de barras y circulares, mapas geográficos, gráficos de área y de burbujas, tablas de datos paginados, tablas dinámicas y muchos más.

Informes sean interactivos con los filtros del lector y los controles del periodo. Con el control de datos puedes convertir cualquier informe en uno de plantilla flexible que todo el mundo podrá usar para ver sus propios datos.

### **2.3.2 Arquitectura de Hardware**

Al tratarse de un proyecto de Inteligencia de Negocios el cual puede crecer exponencialmente en procesamiento, almacenamiento y consulta de información, se recomienda un servidor dedicado de última generación de altas prestaciones para cubrir la demanda de las herramientas a utilizar en sus diferentes capas de procesamiento, almacenamiento y presentación de información.

Las especificaciones técnicas se encuentran señaladas en el presupuesto de la arquitectura de hardware.

## **2.4 Presupuesto de la implementación**

Como parte consultora del proyecto se ha realizado el presupuesto de inversión necesario para la implementación de la solución de Inteligencia de Negocio. Siendo que las herramientas propuestas para la solución suponen un incremento considerable en la implementación, se tiene como justificante la potencia y confiabilidad de cada una de ellas sin dejar de lado toda la trayectoria y altos estándares de calidad de las soluciones Oracle.

### **2.4.1 Presupuesto de Inversión en Infraestructura de Hardware**

El presupuesto de inversión de Hardware que se trabajará es lo que ya posee la institución y no habrá ningún gasto.

### **2.4.2 Presupuesto de Inversión en Infraestructura de Software**

El presupuesto de inversión de software que se trabajará y sobre la cual se implementará la solución la herramienta PENTAHO es una herramienta gratuita y la base de Oracle y MySQL ya lo posee la institución y no recurrirá a gastos.

### **2.4.3 Inversión total**

La inversión estimada del proyecto es de cero dólares ya que la institución posee las herramientas necesarias para generar el proyecto

## **2.5 Estrategia de la implementación**

Se puede dar inicio con la implementación del proyecto porque no recae ningún monto extra y la institución posee algunas herramientas mencionadas anteriormente.

# CAPITULO III: Análisis de los Resultados

## 3.1. Resultado de la implementación

Como parte de la propuesta de solución se ha construido un prototipo haciendo uso de las tecnologías mencionadas, utilizándolas en cada fase del modelo conceptual de la solución, presentado en el capítulo dos de este trabajo. (Figura 5) Todo se encuentra desplegado en un servidor de Windows.



Figura 5. Conexión al servidor Windows.

## 3.2. Base OLTP - Oracle

Base de datos transaccional (Figura 6) del Registro Nacional de las Personas Naturales en sql Developer [7].

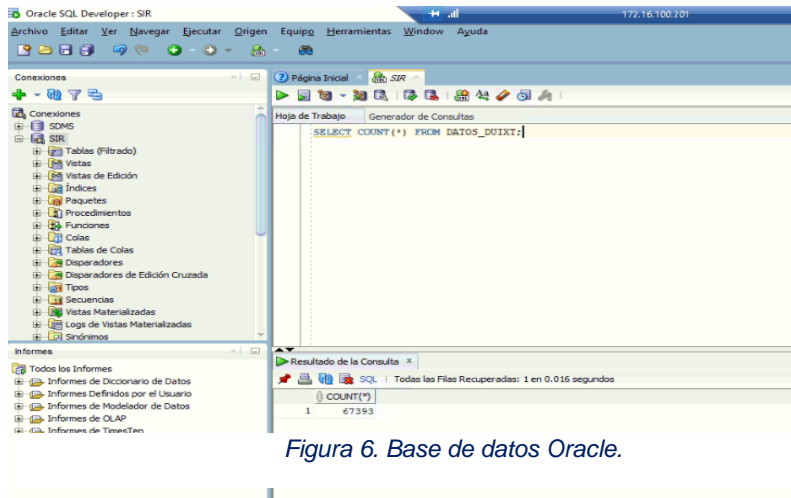


Figura 6. Base de datos Oracle.

### 3.3. Modelo Lógico Base de Datos

Se detalla una parte del modelo lógico de la Base de Datos Transaccional del Registro Nacional de las Personas Naturales (*Figura 7*).

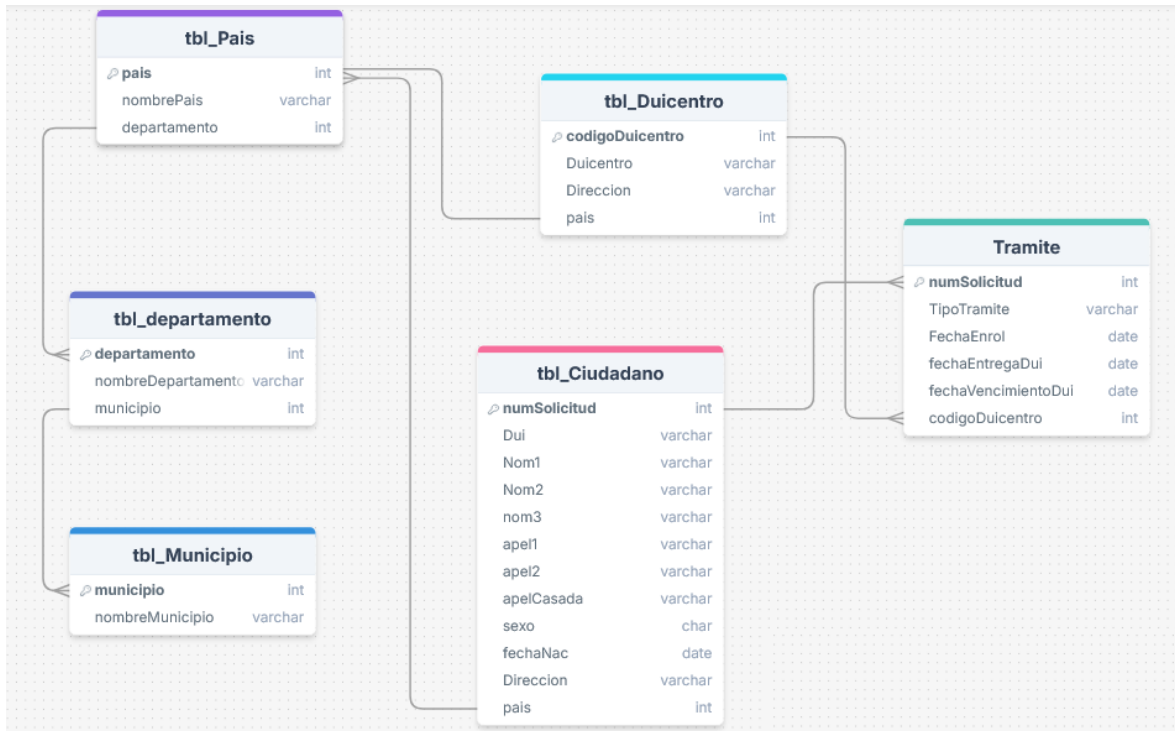


Figura 7. Diseño de Modelo Lógico de base Transaccional.

### 3.4. Diseño de ETL

**ETL** son las siglas en inglés de Extraer, Transformar y Cargar. Es el proceso que permite a las organizaciones mover datos desde múltiples fuentes, reformatearlos y limpiarlos, y cargarlos en otra base de datos, Data Mart, o data Warehouse para analizar, o en otro sistema operacional para apoyar un proceso de negocio [6].

Para el diseño de la ETL se ocupó la herramienta PENTAHO (*Figura 8*) es una plataforma completa para el manejo de alto volumen, provee lotes de alto desempeño a procesos dirigidos a eventos y servicios de integración de datos incluyendo el Data Warehouse.



*Figura 8. Versión instalada de PENTAHO.*

La funcionalidad de la ETL direcciona la transformación de datos a la base de datos destino, cambiando el orden de operación a extraer los datos de las distintas fuentes y cargarlos la data de Oracle a MySQL motivo que toda la producción se encuentra en la base de Datos de Oracle y solamente será necesario algunos campos de algunas tablas entonces se optó en pasar la data a MySQL.

### **Proceso de ETL (Extracción, Transformación y Carga)**

Como parte de la implementación del prototipo, se desarrolló un proceso ETL utilizando Pentaho Data Integration, (*Figura 9*) con el objetivo de sincronizar los datos entre una base transaccional en Oracle y una base en MySQL. Este proceso se diseñó para garantizar la integridad y consistencia de los datos mediante una validación eficiente de los registros.

#### **1. Conexión y extracción:**

Se estableció una conexión a la base transaccional en Oracle para extraer las tablas necesarias. La llave única utilizada para identificar los registros fue el número de solicitud de cada trámite.

#### **2. Ordenamiento y validación de datos:**

Los datos extraídos se procesaron en un flujo de trabajo con los siguientes pasos:

- **Ordenamiento (Sort Rows):** Los registros se ordenaron por su ID en orden ascendente, requisito necesario para asegurar un procesamiento correcto en Pentaho.
- **Comparación (Merge Rows):** Este paso comparó los datos de la base transaccional en Oracle con los ya existentes en MySQL, clasificando los registros en dos categorías: nuevos o existentes.
- **Validación (Case):** Se definió un flujo condicional:
  - i) **Registros nuevos:** Los datos clasificados como nuevos se enviaron a un paso "Select Value" para preparar su inserción en la base de MySQL.
  - ii) **Registros existentes:** Aquellos clasificados como iguales fueron dirigidos a un paso "Dummy" a través de otro "Select Value", donde no se realizó ninguna acción adicional.

### 3. Carga en MySQL:

Los registros validados como nuevos fueron insertados en la base de datos de destino, completando el flujo de integración.

### 4. Generación de logs:

Durante cada ejecución, se generaron logs detallados para monitorear las operaciones realizadas, incluyendo los registros insertados y cualquier cambio efectuado, permitiendo así un control y supervisión adecuados del proceso.

permite una migración eficiente y controlada de los datos, optimizando recursos al evitar redundancias y minimizando riesgos de inconsistencias entre ambas bases.

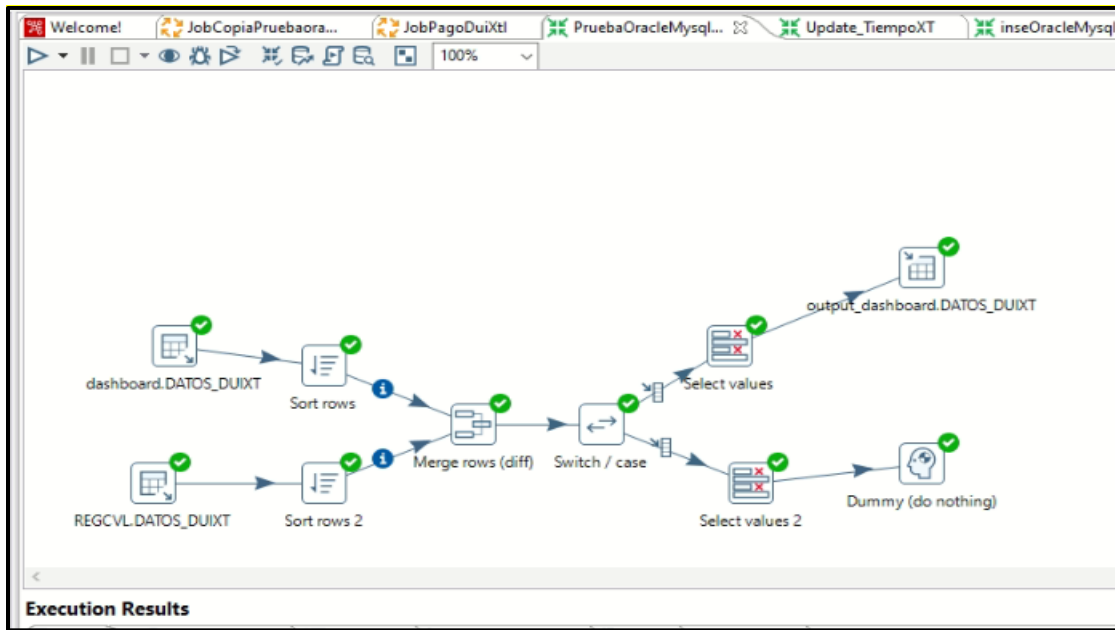


Figura 9. Transición de datos de la base de datos Oracle a la base de datos MySQL

### 3.5. Diseño de portal de reportes

Para el diseño de portería se ocupó la herramienta Looker Studio de Google (**Figura 10**) para facilitar en mostrar el Dashboard en línea y cualquiera que tenga el enlace para mostrar el reporte, y se ha podido contestar las preguntas planteado en la descripción del problema.

Una vez que los datos han sido insertados en la base de datos MySQL a través del proceso ETL, se establece una conexión con Looker Studio de Google, herramienta seleccionada para el diseño y visualización de reportes.

La integración con Looker Studio permite acceder de manera directa y en tiempo real a la información almacenada en MySQL, facilitando la creación de reportes interactivos y personalizados. Estos reportes están diseñados para:

**Visualizar métricas clave:**

Representar indicadores relevantes de manera clara y comprensible, optimizando la toma de decisiones estratégicas.

### **Explorar tendencias:**

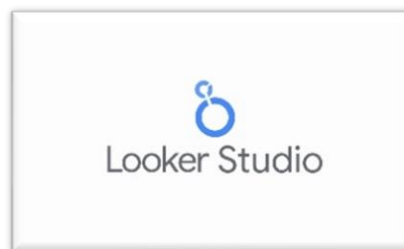
Analizar patrones y comportamientos en los datos para identificar áreas de mejora y oportunidades.

### **Facilitar la presentación de resultados:**

Proveer una herramienta visualmente atractiva y fácil de interpretar para compartir los resultados del proyecto con diferentes audiencias.

La conexión entre MySQL y Looker Studio se configura utilizando credenciales seguras y seleccionando las tablas relevantes como fuente de datos. Esto asegura la actualización automática de los reportes cada vez que se actualiza la base de datos.

Este enfoque combina la potencia del almacenamiento en MySQL con las capacidades visuales de Looker Studio, resultando en un sistema robusto y eficaz para la presentación y análisis de datos.



*Figura 10. Pantalla de Looker Studio*

✓ **Pregunta:** ¿Cuáles son los Consulados que están teniendo mayor producción?

**Solución propuesta:** La respuesta a esta pregunta se plantea con una consulta que muestra el total de registros agrupado por Consulados y representada por medio de una tabla de datos (*Figura 11*).

	ENROLAMIENTO (Fecha) / Record Count											Total
	1 oct 2023	2 oct 2023	3 oct 2023	4 oct 2023	5 oct 2023	6 oct 2023	7 oct 2023	8 oct 2023	9 oct 2023	10 oct 2023	11 oct 2023	
Enroladores												
Validadores												
Validadores												
Tabla tramites del ...												
Pagos												
Historico												
Impresion												
Movil vs fijo												
Tabla por dia por c...												
Overview - Historico												
Overview Diagram...												
Overview - Hoy												
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>529</b>	<b>647</b>	<b>402</b>	<b>576</b>	<b>588</b>	<b>128</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>954</b>		<b>72.076</b>

Figura 11. Despliegue de la consulta Consulados que están teniendo mayor producción.

**Pregunta: ¿Cuántos son los enrolamientos en cada Consulado?**

**Solución propuesta:** se plantea una consulta que muestra en una gráfica de barra y gráfico de pastel, agrupados por fecha de enrolamiento (Figura 12)

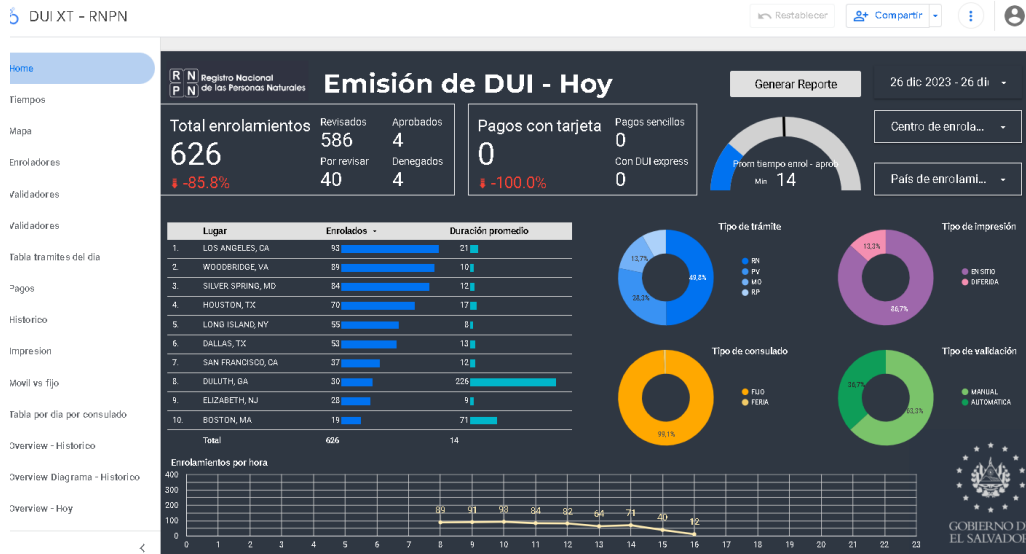


Figura 12. Despliegue de la consulta enrolamientos en cada Consulado.

✓ **Pregunta:** ¿Cuáles son los Consulados que generan mayor tipo de trámite?

**Solución propuesta:** para dar respuesta a esta interrogante, se plantea una consulta en la que muestra en una gráfica de pastel y su respectiva tabla con gráficos de barra, agrupados por trámites y Consulado (*Figura 13*).

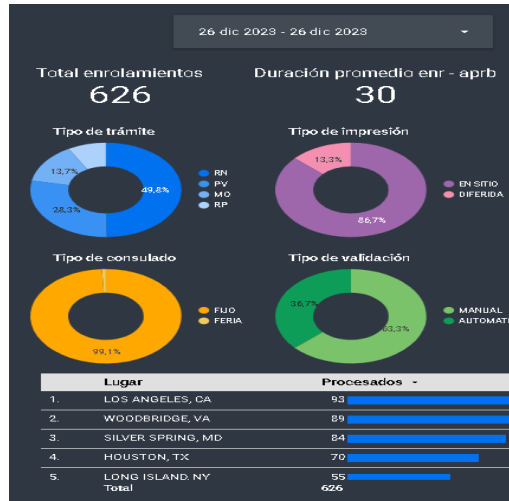


Figura 13. Despliegue de la consulta Consulados que generan mayor tipo de trámite.

✓ **Pregunta:** ¿Cuáles son las producciones que se obtiene por país?

**Solución Propuesta:** Se plantean consultas en función geográfico por país para hacer agrupaciones de acuerdo con lo solicitado, para el ejemplo se plantea por mes de octubre a diciembre (*Figura 14*).



Figura 14. Despliegue de la consulta producciones que se obtiene por país.

✓ **Pregunta** ¿Cuál es el promedio de enrolamiento y aprobación en cada Consulado?

**Solución Propuesta:** Se plantean consultas en función de tiempo para hacer agrupaciones de acuerdo con los enrolamientos (*Figura 15*).



*Figura 15. Despliegue de la consulta promedio de enrolamiento y aprobación.*

### 3.6. Resultado de comparación con antes y después del prototipo

En este tema encontrara la Métricas Clave para la Evaluación del Prototipo. Las métricas están diseñadas para demostrar la eficiencia operativa lograda mediante el prototipo, asegurando respuestas oportunas y precisas para la toma de decisiones. (Tabla 2)

Indicador	Antes del Prototipo	Después del Prototipo	% de Mejora
Tiempo promedio para consolidar información	4 días	5 horas	95%
Tiempo promedio para responder preguntas clave	3 días por consulta	Respuesta en tiempo real	99%
Consulados analizados por reporte	10 (limitado por Excel)	Todos los consulados	100%
Promedio de errores en los reportes	10% (por manejo manual)	0% (automatización)	100%
Capacidad de reportes generados por día	1 a 3	Más de 10	>900%

Tabla 2. Cuadro Comparativo: Indicadores de desempeño antes y después.

En la siguiente figura se muestra el gráfico de comparación de tiempos antes y después del prototipo. Los datos muestran claramente la reducción significativa en el tiempo necesario para completar cada fase del proceso (Figura 16)

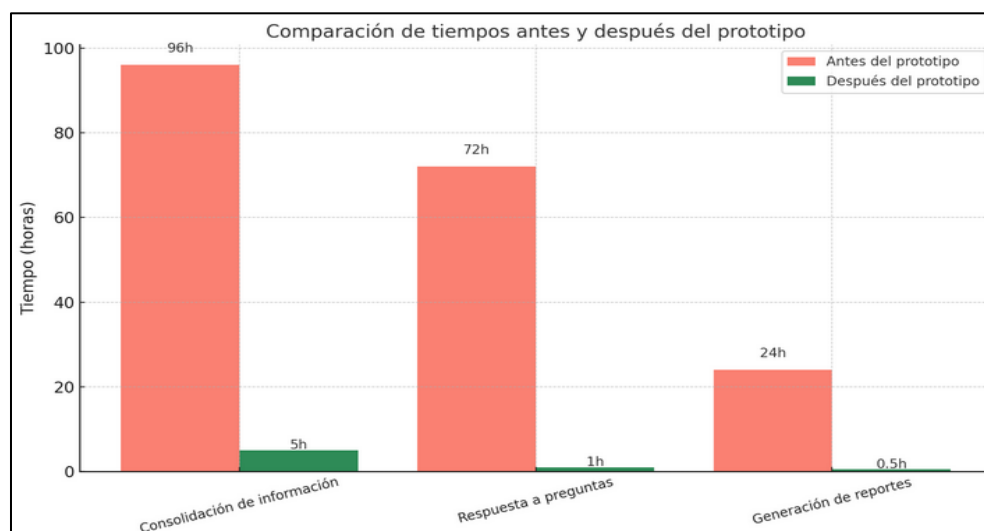


Figura 16. Gráfico de Comparación de tiempos.

Para calcular la métrica de optimización y reducción del tiempo de respuesta se realizaron un conjunto de pasos aplicando métodos estadísticos (Ver anexo 3).

## Conclusiones y Recomendaciones

En base a los resultados de la investigación para el Registro Nacional de las Personas Naturales, se proporcionan las conclusiones y recomendaciones respetivamente, concernientes a la elaboración de la propuesta de inteligencia de negocio.

### a. Conclusiones

A través de los resultados obtenidos, se determinó que la información que se puede analizar a través del Dashboard, siendo de vital importancia y de grandes beneficios, como los son el almacenamiento de cantidades de datos para darle una mayor fluidez y así obtener resultados de la manera más rápida posible.

- ✓ Como parte de la solución se determinó la necesidad de implementar una herramienta que permita la obtención de información mucho más rápido.
- ✓ Se realizó el diseño del diagnóstico necesario para poder utilizar una herramienta de inteligencia de negocios que ayude a la institución de manera más eficiente a la toma de decisiones, según el periodo de tiempo que necesite.
- ✓ Se presenta el prototipo de la solución junto con un Dashboard en el cual obtenga información relevante que beneficie a la institución.

## **b. Recomendaciones**

Considerando el acelerado desarrollo tecnológico que se está experimentando en las diferentes instituciones, así como también el alto grado de riesgo competitivo; para eso se le recomienda a la organización lo siguiente:

- ✓ Reestructurar procesos que actualmente absorben tiempo.
- ✓ Invertir herramientas de inteligencia de negocio que les ayudara a tener mejores tomas de decisiones corto, medio y largo plazo.
- ✓ Capacitar el personal para hacer un adecuado uso del sistema y de las herramientas de Inteligencia de Negocios.

## Referencias

- [1] R. N. d. I. P. N. RPN, «rpn.gov.sv,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.rpn.gov.sv/historia/>.
- [2] P. G. Dante, Gestión de la información en las organizaciones, Santiago de Chile, 1998.
- [3] M. Ortega, «Ciclo de vida de un Data Warehouse,» 12 02 2012. [En línea]. Available: <https://marielitaortega.wordpress.com/2012/02/12/ciclo-de-vida-de-un-data-warehouse/>.
- [4] CourseSidekick, «Computer Science: Oracle Database Overview,» [En línea]. Available: <https://www.coursesidekick.com/computer-science/3822781>.
- [5] Y. R. M. Yelena Islen, Mercados de Datos Agricultura, ganadería y silvicultura para el sistema de información del gobierno., Ciudad de la Habana, 2011.
- [6] B. Fuentes, Dirección, *Diseño de Cubo OLAP en Warehouse Builder 11g r2*. [Película]. 2012.
- [7] C. Fernandez, «DataPRIX, knowledge Is The Goal,» 30 04 2008. [En línea]. Available: <http://www.dataprix.com/oracle-sql-developer>.
- [8] K. Balkar, «THREADS OF FILE,» 27 05 2013. [En línea]. Available: <http://www.karanbalkar.com/2013/05/tutorial-29-connect-to-mysql-database-using-odi/>.



# Anexo

## Anexo 1. Manual de Usuario

### Pestaña “Home”

Muestra al día total de enrolamiento, cantidad de tipo de trámite, cantidad de DUI que se realizaron pagos con tarjeta, que puede hacer búsqueda país. (Figura 1 Pestaña Home)



Figura 1 Pestaña Home.

### Pestaña “Tiempos”

Muestra el tiempo primero de enrolamiento de aprobado y validado, que puede ser filtrado por tipo de impresión, país y centro de enrolamiento (

Figura 2 Pestaña Tiempos)



Figura 2 Pestaña Tiempos

## Pestaña “Mapa”

Muestra por tipo de mapa el país de enrolamiento mostrando el tipo de trámite y tipo de impresión (Figura 3 Pestaña Mapa)

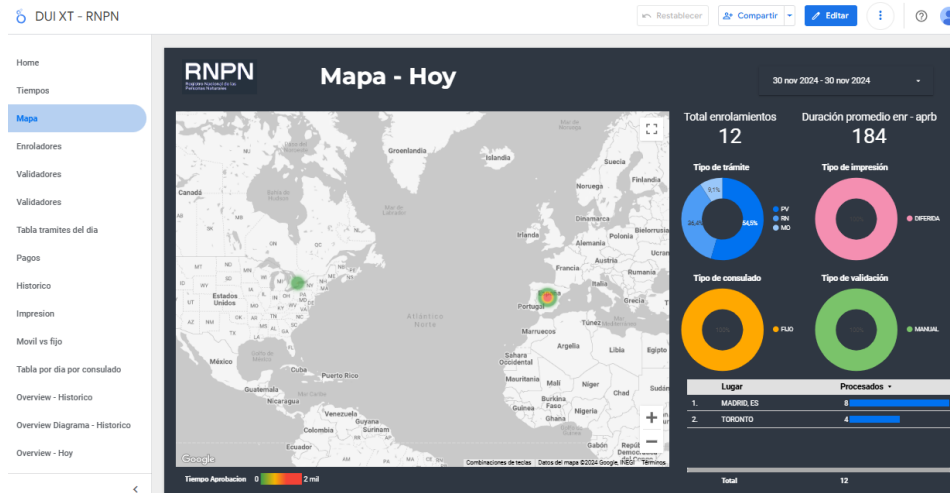


Figura 3 Pestaña Mapa

## Pestaña “Enroladores”

Por día total de enrolamiento de forma de listado el usuario que a enrolado. (Figura 4 Pestaña)



Figura 4 Pestaña Enroladores

## Pestaña “Validadores”

Agrupación por país aprobados y revisados por tipo de enrolamiento. (Figura 5 Pestaña)



Figura 5 Pestaña validadores

## Pestaña “Validadores”

Muestra el consulado específico que está pendiente por revisar (Figura 6 Pestaña validadores)



Figura 6 Pestaña validadores

## Pestaña “Tabla Trámites del día”

Muestra de forma de listado el trámite por enrolado, por hora de enrolamiento los minutos que se han tardado en aprobar. (Figura 7 Pestaña tabla trámites del día)

Restablecer Compartir Editar

**Listado de trámites - Hoy** Pais 30 nov 2024 - 30 nov 2024

APPLICATION\_ID Estado del trámite Centro de enrolamiento Validador

ID	Enrolador	Estado	Validador	Sitio	Hora enrolamiento	Hora aprobacion	Minutos totales	Minutos enrola...	Minutos aproba...
1	24113000292894	Approved	mayra.hernandez@RD...	MADRID, ES	30 nov 2024, 19:24:19	30 nov 2024, 19:24:40	120	9:19	119:85
2	24113000072895	Approved	mayra.hernandez@RD...	MADRID, ES	30 nov 2024, 19:04:29	30 nov 2024, 19:32:50	148,47	13,22	135,25
3	24113000052896	Approved	ciro.melgar@ROOT	MADRID, ES	30 nov 2024, 12:29:02	30 nov 2024, 15:26:41	191,02	1,52	169,82
4	24113000052897	Approved	ciro.melgar@ROOT	MADRID, ES	30 nov 2024, 11:42:28	30 nov 2024, 15:25:18	222,7	8,13	214,57
5	24113000042898	Approved	ciro.melgar@ROOT	MADRID, ES	30 nov 2024, 11:05:41	30 nov 2024, 15:23:05	237,28	7,12	250,17
6	24113000042708	ApprovalPending	null	TORONTO	30 nov 2024, 12:48:59	null	null	18,3	null
7	24113000032899	Approved	ciro.melgar@ROOT	MADRID, ES	30 nov 2024, 10:53:00	30 nov 2024, 15:20:07	247,45	6,1	261,85
8	24113000032709	Approved	joao.basilina@ROOT	TORONTO	30 nov 2024, 10:26:07	30 nov 2024, 11:19:20	43,72	17,28	24,44
9	24113000222893	Approved	ciro.melgar@ROOT	MADRID, ES	30 nov 2024, 10:24:36	30 nov 2024, 15:19:15	283,72	11,19	272,53
10	24113000222700	Approved	mayra.hernandez@RD...	TORONTO	30 nov 2024, 10:05:09	30 nov 2024, 11:13:44	68,19	26,43	41,7
11	24113000012891	Approved	ciro.melgar@ROOT	MADRID, ES	30 nov 2024, 9:58:19	30 nov 2024, 15:06:37	311,19	6,1	305,08
12	24113000012701	Approved	mayra.hernandez@RD...	TORONTO	30 nov 2024, 9:22:17	30 nov 2024, 11:26:58	134,07	22,37	101,7

1 - 12 / 12

Figura 7 Pestaña tabla trámites del día

## Pestaña “Pagos”

Muestra de forma de lista en que plataforma a sido el pago (Figura 8 Pestaña pagos).

Restablecer Compartir Editar

**Pagos plataforma RPNP - Hoy** 30 nov 2024 - 30 nov 2024

Centro enrolamiento NPE Consultar estatus del NPE

Pagos procesados 2 Monto \$70

Pagos sencillos 2 Monto \$70

Con DUI express 0 Monto -

Tx por hora del día

FECHA_DE_PAGO	DESC_CTR0_SERV	MONTO	NPE
30 nov 2024, 10:54:30	null	35	04633000000350020250228068106791998
30 nov 2024, 9:10:30	TORONTO	35	04633000000350020250228068106790867

GOBIERNO DE EL SALVADOR

Figura 8 Pestaña pagos

## Pestaña “Históricos”

Muestra los datos por país de enrolamiento y estado de residencia del trámite filtrado por mes actual. (Figura 9 Pestaña Históricos)



Figura 9 Pestaña Históricos

## Pestaña “Impresión”

Muestra por fecha de trámites con fecha de impresión (Figura 10 Pestaña impresión)



Figura 10 Pestaña impresión

## Pestaña “Tabla por consulado”

Listado Cantidad de enrolamiento por día agrupado por consulados (Figura 11)

DESC. CITRO_SERV	ENROLAMIENTO (Fecha) / Record Count													
	1 oct 2024	2 oct 2024	3 oct 2024	4 oct 2024	7 oct 2024	8 oct 2024	9 oct 2024	10 oct 2024	11 oct 2024	12 oct 2024	14 oct 2024	Total		
LOS ANGELES, CA	100	99	100	110	100	100	89	98	99	-	-	4.831		
SILVER SPRING, MD	84	59	60	62	91	63	35	32	75	-	-	3.162		
HOUSTON, TX	69	75	76	74	82	67	53	64	91	-	-	3.037		
WOODBRIE, VA	76	46	47	71	77	57	41	67	93	-	-	2.717		
LONG ISLAND, NY	27	39	63	58	67	46	41	45	58	-	-	2.112		
DALLAS, TX	27	34	23	46	48	39	40	30	41	-	-	1.701		
SAN FRANCISCO, CA	43	34	24	43	33	36	36	35	43	-	-	1.637		
ELIZABETH, NJ	15	16	36	37	24	26	21	19	41	-	-	1.125		
DULUTH, GA	18	17	17	25	19	18	18	25	42	-	-	1.071		
BOSTON, MA	13	14	13	24	32	17	22	17	20	-	-	857		
CHARLOTTE, NC	14	10	14	18	20	16	14	21	15	-	-	754		
DORAL, FL	-	19	23	21	24	9	6	-	8	-	-	754		
CHICAGO, IL	-	13	5	23	22	8	5	6	21	-	-	578		
NEW YORK, NY	12	7	14	10	15	8	7	6	11	-	-	506		
SPRINGDALE, AR	8	9	7	19	10	7	4	-	15	-	-	461		
AURORA, CO	5	8	10	15	7	14	13	8	13	-	-	406		
MILAN, IT	18	5	9	14	10	5	13	7	6	-	-	362		
MADRID, ES	3	-	14	5	9	9	9	5	11	7	-	360		
<b>Total</b>	<b>959</b>	<b>927</b>	<b>582</b>	<b>722</b>	<b>781</b>	<b>576</b>	<b>503</b>	<b>523</b>	<b>729</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>28.175</b>		

Figura 11 Pestaña tabla por día por consulado

## Pestaña “Overview – Histórico”

Muestra de forma de lista los días que han sido enrolados, revisados, por revisar, entregados y por entregar. (Figura 12)

Fecha -	Enrolados	Revisados	Por revisar	Impresos	Entregados	Por entregar
1 oct 2023	32	32	0	32	10	22
2 oct 2023	829	829	0	812	803	9
3 oct 2023	647	647	0	638	621	17
4 oct 2023	622	621	1	610	592	18
5 oct 2023	576	576	0	568	565	3
6 oct 2023	888	888	0	876	844	32
7 oct 2023	128	128	0	126	88	38
8 oct 2023	36	36	0	36	4	32
9 oct 2023	16	16	0	16	14	2
10 oct 2023	954	954	0	942	932	10
11 oct 2023	694	694	0	683	670	13
12 oct 2023	574	574	0	565	556	9
13 oct 2023	1.052	1.052	0	1.033	1.021	12
14 oct 2023	605	605	0	591	582	9
15 oct 2023	626	626	0	616	589	87
16 oct 2023	1.443	1.443	0	1.412	1.360	52
17 oct 2023	1.308	1.306	2	1.279	1.218	61
<b>Total</b>	<b>244.251</b>	<b>244.130</b>	<b>121</b>	<b>241.223</b>	<b>227.957</b>	<b>13.266</b>

Figura 12 Pestaña Overview - Historico

## Pestaña “Overview Diagrama – Histórico”

Muestra de forma de grafico los que han sido enrolados, revisados, por revisar, entregados y por entregar. (Figura 13)



Figura 13 Pestaña Overview diagrama - Historico

## Pestaña “Overview - Hoy”

Total enrolamiento por consulado, por tipo de impresión, tipo de trámite al día (Figura 14)

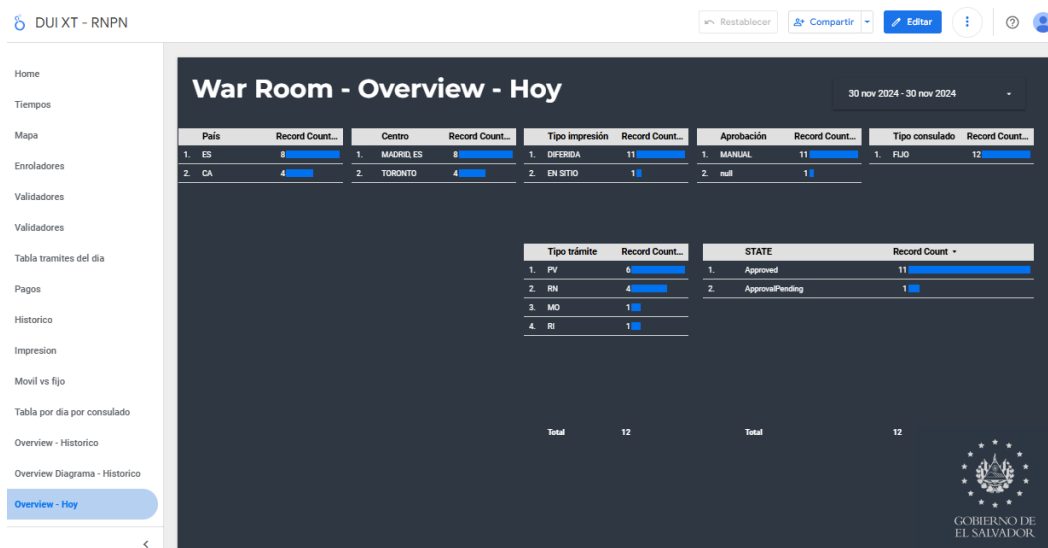


Figura 14 Pestaña Overview - hoy

## **Anexo 2. Glosario de Términos**

### **BASE DE DATOS**

Una base de datos tiene una estructura lógica y una física. La estructura física es el conjunto de ficheros del sistema operativo asociados a la base de datos.

### **BULK COLLECT**

Bulk collect agrupa varias instrucciones y lo realiza en una sola ejecución, optimizando los cambios de contexto. Para más información entrar en el artículo: [BULK COLLECT](#)

### **BUSINESS INTELLIGENCE (BI)**

El objetivo del Business Intelligence tiene como objetivo facilitar el acceso y análisis de la información corporativa y proporcionar las herramientas tecnológicas adecuadas para la toma de decisiones. Además es un software que ingiere datos del negocio y los presenta en vistas fáciles de usar como informes, paneles, tablas y gráficos.

### **CACHÉ**

Es un área de almacenamiento implementada en la memoria RAM del computador que permite accesos más rápidos a la información ya que es mucho más veloz que la memoria. En Oracle, los buffers de bloques y el área shared pool son consideradas áreas caché. Estas guardan los datos que se utilizan con mayor frecuencia y los mantienen disponibles por si son requeridos en los procesos de consulta hasta que nuevos datos más frecuentemente usados los reemplazan.

### **DASHBOARD**

Es un tipo de interfaz gráfica de usuario que a menudo proporciona vistas rápidas de datos relevantes.

## **DATA MINING (MINERÍA DE DATOS)**

Herramientas de Business Intelligence diseñadas para resolver problemas concretos que requieran muchos cálculos y análisis. Es como encontrar un diamante en un montón de arena.

## **DATA WAREHOUSE**

Encarga de extraer datos de las bases de datos operacionales o fuentes externas, transformar, consolidar, integrar, chequear la integridad y centralizar los datos que la institución genera en su actividad diaria de negocios y/o información externa con la que esté relacionada. Una Data Warehouse permite el acceso y manipulación de la información, a través de análisis multi variables, con el objetivo final de dar soporte al proceso de toma de decisiones. Más información sobre Data Warehouse.

## **DBA**

DBA Significa Administrador de la Base de Datos, en inglés. Concepto manejado líneas arriba. Más información sobre administración de base de datos Oracle aquí.

## **DBMS**

El DataBase Management System o DBMS corresponde al software y grupo de herramientas que permiten manejar la base de datos. Un RDBMS es un DBMS relacional, es decir, cuya naturaleza es la formación de relaciones al interior de este.

## **DDL**

Los comandos DDL (Data Definition Language) son utilizados en la creación y modificación de objetos del esquema. Proveen la habilidad de crear, alterar e incluso eliminar objetos de un esquema, otorgar y revocar privilegios y roles a los usuarios, establecer opciones de auditoría e incluso agregar comentarios al diccionario de datos del sistema. Estos comandos están estrechamente relacionados con las labores de administración de la base de datos.

## **DICCIONARIO DE DATOS**

El diccionario de datos es un grupo de tablas de Oracle que se utilizan para almacenar información sobre el resto de las tablas, índices, clúster y otros objetos de la base de datos.

## **DML**

Los comandos DML (Data Manipulation Language) son menos poderosos que los comandos DDL en cuanto a administración se refiere, de hecho, implementan modificaciones sobre la información que se guarda en los objetos de una base de datos. Estas sentencias son del tipo DELETE, INSERT, SELECT y UPDATE, principalmente.

## **DSS**

Es una herramienta de Business Intelligence enfocada al análisis de los datos de una organización.

## **ENROLAMIENTO**

Procedimiento de carácter obligatorio que tiene como finalidad realizar el proceso de emisión del Documento Único de Identidad de El Salvador, independiente del tipo de trámite Primera Vez, Renovación, Reposición o Modificación, desde la toma de datos de la persona hasta la recepción de su documento.

## **ERP**

Es un sistema de software que incluye todas las herramientas y procesos necesarios para dirigir una empresa exitosa, incluidos RR. HH., manufactura, cadena de suministro, finanzas, contabilidad y más. (planificación de recursos empresariales).

## **ETL**

Es un proceso que consiste en extraer, transformar y cargar datos de diferentes fuentes para combinarlos en un solo repositorio

## **ESQUEMA**

Un esquema es una colección de objetos asociados dentro de una base de datos.

## **FUNCIÓN**

Una función es un grupo de sentencias SQL, escritas generalmente en PL/SQL que implementan una serie de rutinas que devuelven un valor. Son casi idénticas a los procedimientos y sólo se diferencian en esa última condición. Implementando funciones en el servidor de base de datos se reduce el tráfico de comunicaciones en la red, ya que sólo se envían a la función los parámetros de entrada y ésta sólo devuelve el valor al final de todo el proceso, el que es ejecutado en la misma máquina donde reside la base de datos mejorando así el rendimiento general del sistema.

## **INSTANCIA**

Es el conjunto de procesos tanto del SO como las estructuras que se guardan en memoria las cuales se utilizan para abrir o montar una base de datos. En un entorno RAC (Clúster) podemos tener varias instancias que abren una sola base de datos y cada una de estas instancias tendrá un nombre

## **KMS (KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM)**

Sistemas para Gestión del Conocimiento es una tecnología que facilita el acceso la información corporativa. Es una herramienta de Business Intelligence

## **LGWR (LOG WRITER)**

Graba los bloques del Redo Log del Fuffer a los archivos Redo Log File.

Escribe las transacciones que se encuentran en los Redo Log a Disco cuando ocurre un commit.

## **LOOKER STUDIO**

Es una herramienta gratuita que convierte tus datos en informes y paneles claros, totalmente personalizables y fáciles de consultar y compartir.

## **MEMORIA VIRTUAL**

Indica la memoria que puede ser utilizada por programas que corren en un sistema operativo. Está implementada sobre un disco duro y no en la RAM. El proceso de copiar datos de la RAM a la memoria virtual, se llama paginación. El archivo resultante es llamado fichero de intercambio o "swap file". Cuando un programa accede a la memoria virtual disminuye el rendimiento, debido a que estaría accediendo al disco en vez de la memoria RAM.

## **ONLINE TRANSACTION PROCESSING - OLTP**

Es un enfoque fundamental en la ingeniería de datos que se utiliza para gestionar operaciones y transacciones diarias en sistemas y aplicaciones.

## **PENTAHO**

Es una plataforma de código abierto que ofrece soluciones de inteligencia empresarial (BI) en áreas como: Análisis de información, Reportes, Tableros de mando, Flujos de trabajo, Minería de datos.

## **QUERY**

Es una consulta efectuada contra la base de datos en lenguaje SQL, para obtener una serie de datos. Se genera utilizando la sentencia SELECT. Su principal característica es que no efectúa cambios en la base de datos.

## **REDO LOG FILE**

Almacena los cambios hechos en la base de datos con propósito de recuperarlos en caso de fallo.

## **ROL**

Un rol es una forma de agrupar permisos, para asignarlos luego a los usuarios

## **SESIÓN**

Es una conexión específica de un usuario a un servidor Oracle. Se inicia cuando el usuario es validado por el servidor Oracle.

## **SQL PLUS**

Es una herramienta que permite al usuario comunicarse con el servidor, para procesar comandos SQL o PL/SQL.

## **SYSTEM GLOBAL AREA (SGA)**

El SGA es un área compartida de memoria que utiliza Oracle para guardar información de control en una instancia. Se asigna un espacio a esta área en cuando la instancia se levanta (startup) y se elimina cuando ésta se baja (shutdown). El SGA es utilizado para el intercambio de datos entre el servidor y las aplicaciones cliente. Cada instancia de Oracle maneja su propia SGA y guarda información de los buffers y la shared pool.

## **TABLESPACE**

Un espacio de tablas es una división lógica de una base de datos. Los espacios de tabla permiten agrupar usuarios o aplicaciones para mejor mantenimiento y desempeño. Cada base de datos debe contener por lo menos el espacio de tablas System. Cada espacio de tabla se guarda en disco en uno o más archivos denominados archivos de datos (data file). Cada archivo de datos pertenece a uno y sólo un espacio de tablas.

## **TRANSACCIÓN**

Una transacción es una unidad lógica de trabajo, que consiste en una o más sentencias SQL, que suelen finalizar con un commit o un rollback.

## **TRIGGER**

Un trigger o disparador es un mecanismo, que permite escribir procedimientos, que son ejecutados en forma automática, cuando ocurre un evento de INSERT, UPDATE o DELETE sobre una tabla o vista.

## **VISTA (VIEW)**

Es una tabla virtual que almacena una consulta. Los datos accesibles a través de la vista no están almacenados en la base de datos.

### Anexo 3. Cálculo de Métrica

Para calcular una métrica de optimización y reducción del tiempo de respuesta por consulta aplicado al contexto de inteligencia de negocios, se realiza basado en un enfoque estadístico adecuado donde podría incluir el uso de métodos como el análisis de tiempos de ejecución, la regresión estadística para identificar factores que afectan al tiempo de respuesta, y la utilización de modelos predictivos. A continuación, se resume algunos pasos y métodos específicos utilizados para establecer los indicadores para este prototipo:

1. Definir la métrica de tiempo de respuesta.
2. Recolección de datos históricos de tiempos de respuesta.
3. Análisis descriptivo para identificar patrones y distribuciones.
4. Modelos de regresión para entender los factores que afectan el tiempo de respuesta.
5. Pruebas de hipótesis (A/B) para evaluar la efectividad de las optimizaciones.
6. Aplicar modelos predictivos para prever el tiempo de respuesta bajo diferentes condiciones.
7. Cálculo de métricas de optimización, como el porcentaje de mejora.
8. Visualización de los resultados para facilitar la interpretación de los datos.

Para el caso en particular del cálculo de la las métricas claves se realiza:

Porcentaje de mejora en el tiempo de respuesta:

$$\text{Porcentaje de Mejora} = \frac{T_{\text{antes}} - T_{\text{despues}}}{T_{\text{antes}}} \times 100$$

Esto da una métrica clara del impacto de las optimizaciones implementadas.

**Índice de rendimiento:** Se calcula un índice de rendimiento que relaciona el tiempo de respuesta con otros parámetros, como la carga del servidor o la complejidad de la consulta.

Para la visualización y complementar los análisis, se utiliza Looker Studio como herramienta de visualización observando como varían los tiempos de respuesta según las distintas variables.

**Gráficos de dispersión (scatter plots):** Para visualizar la relación entre variables como la carga del servidor y el tiempo de respuesta.

**Curvas de rendimiento:** Para mostrar la evolución del tiempo de respuesta a lo largo del tiempo, antes y después de la optimización.