



Facultad de Ciencias y Tecnologías Computacionales

CITEC

**Actualización del almacén de datos para el Sistema
Electoral Cubano**

Trabajo de diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autora: Káterin Lezcano Hechavarría

Tutor: Lic. Lisdan Rodríguez Pérez

Tutora: Ing. Angelica Rodríguez Pérez

Co-tutor: Ing. Daynier Ramiro García Prats

La Habana, noviembre de 2022

“Año 64 de la Revolución”



Es mejor intentar algo que no funcione y aprender de
ello,
que no hacer nada.

Mark Zuckerberg

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro ser la autora del presente trabajo de diploma con título “**Actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral Cubano**” y concedo a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la investigación, con carácter exclusivo. Para que así conste firmo la presente a los ___ días del mes de noviembre del año 2022.

Káterin Lezcano Hechevarría

Lic. Lisdan Rodríguez Pérez

Ing. Angelica Rodríguez Pérez

Ing. Daynier Ramiro García Prats

DATOS DE CONTACTO

Tutor: Lic. Lisdan Rodríguez Pérez

Lugar de trabajo: Centro de Representación y Análisis de Datos

Cargo: Especialista "A" en Ciencias Informáticas

Categoría Docente: Asistente

Correo Electrónico: lisdanrp@uci.cu

Tutora: Ing. Angelica Rodríguez Pérez

Lugar de trabajo: Centro de Representación y Análisis de Datos

Cargo: Especialista "A" en Ciencias Informáticas

Correo Electrónico: arguez@uci.cu

Co-Tutor: Ing. Daynier Ramiro García Prats

Lugar de trabajo: Facultad de Ciencias y Tecnologías Computacionales

Categoría Docente: Instructor

Cargo: Profesor

Correo Electrónico: drgarcia@uci.cu

Autora: Káterin Lezcano Hechevarría

Correo Electrónico: katerinh@estudiantes.uci.cu

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi madre Isabel Hechevarría por haber confiado en mí desde el momento en que me dijo: “pon la UCI en la boleta”, por haberme impulsado a continuar mis estudios, por cada consejo, y por ser la madre luchadora y guerrera que es. A mi padre Angel Lezcano, que, aunque hoy no se encuentra entre nosotros en su momento me dijo que quería que fuera universitaria y que siguiera el ejemplo de mi madre. A mi hermano Angel Ernesto Lezano por todo el apoyo y los buenos momentos juntos. A mi esposo Lázaro Ibañez por ser el motor impulsor de mis días, por estar conmigo a pie de cañón en esta etapa final, por las risas, los buenos momentos y los que faltan por venir. A mis suegros Maribel Batista y Víctor Sarda por tenerme siempre presente. A mi amiga de la vida Daniela Martínez por los buenos y malos momentos juntos, por decirme tu puedes con esto y más... y por ser la persona tan especial que es. A mi familia general por aportar su granito de arena en cada una de las fases de mi vida. A todas las amistades que he creado en la universidad: Arianna Rodríguez, Elizabeth García, Raydel Zumeta, Amanda Sánchez. A todos mis compañeros de aula y de residencia. A todos los profesores que de una forma u otra contribuyeron con mi formación profesional. A mis tutores pero en especial a mi cotutor Daynier y a Yerania Sarda por el apoyo y el tiempo que me dedicaron.

Datos de contacto

A todos los llevo en lo más profundo de mi corazón gracias...

Káterin Lezcano

DEDICATORIA

A mi madre en especial, a mi hermano para que vea que, si se puede, a esposo y a mi familia en general.

RESUMEN

En función de la democracia participativa, la autenticidad y la transparencia del Sistema Electoral cubano, la información de los procesos manejados (elecciones, consultas populares, plebiscitos y referendos) por el Consejo Electoral Nacional, es administrada por el Sistema de Gestión de Información del Proceso Electoral. La solución del presente trabajo de diploma enmarca su objetivo en realizar una actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano que contribuya a la toma de decisiones vinculada a los procesos de consultas populares. Como guía en el proceso de diseño e implementación de la actualización se empleó la “Metodología para el desarrollo de proyectos de Almacenes de Datos”, definida por el Centro de Representación y Análisis de Datos perteneciente a la Universidad de las Ciencias Informáticas que se toma como base la metodología de Kimball, haciendo uso de las herramientas *Visual Paradigm*, *PostgreSQL*, *pgAdmin 4* y las herramientas de inteligencia de negocio que componen la *suite* del *Pentaho*. Como resultado se obtuvo la estructura del modelo de datos dimensional que engloba: las tablas de hechos con sus medidas correspondientes y las tablas dimensionales imprescindibles para la visualización de los datos; la implementación de los procesos extracción, transformación y carga de los datos; la implementación de los cubos multidimensionales y el desarrollo de la capa de inteligencia de negocio para la visualización de las vistas de análisis y *dashboards*. Además, se realizaron las pruebas para validar el funcionamiento, la calidad y la aceptación del producto.

Palabras clave: sistemas de inteligencia de negocio, almacén de datos, proceso electoral cubano, consultas populares.

ABSTRACT

As a function of participatory democracy, authenticity and transparency of the Cuban Electoral System, the information of the processes managed (elections, popular consultations, plebiscites and referendums) by the National Electoral

Council is administered by the Electoral Process Information Management System. The solution of the present diploma work aims at updating the data warehouse for the Cuban Electoral System in order to contribute to the decision making process related to the popular consultation processes. As a guide in the design and implementation process of the update, the "Methodology for the development of Data Warehouse projects" was used, defined by the Center for Data Representation and Analysis belonging to the University of Informatics Sciences, which is based on Kimball's methodology, making use of Visual Paradigm, PostgreSQL, pgAdmin 4 and the business intelligence tools that make up the Pentaho suite. As a result, the structure of the dimensional data model was obtained, which includes: the fact tables with their corresponding measures and the dimensional tables essential for data visualization; the implementation of the data extraction, transformation and loading processes; the implementation of the multidimensional cubes and the development of the business intelligence layer for the visualization of the analysis views and dashboards. In addition, tests were performed to validate the performance, quality and acceptance of the product.

Keywords: *business intelligence systems, data warehouse, Cuban electoral process, popular consultations.*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS Y REFERENTES TEÓRICO-METODOLÓGICOS SOBRE LOS SISTEMAS DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO Y LOS ALMACENES DE DATOS VINCULADOS A LOS PROCESOS ELECCIONARIOS.....	6
1.1 Inteligencia de Negocios.....	6
1.1.1 Herramientas y componentes sistemas de inteligencia de negocio.....	8
1.1.2 Tipos de sistemas de inteligencia de negocio.....	9
1.1.3 Tendencias actuales de la inteligencia de negocio.....	10
1.1.4 Beneficios de los sistemas de inteligencia de negocio.....	12
1.2 Almacén de datos.....	13
1.2.1 Arquitectura de los almacenes de datos.....	15
1.2.2 Ventajas y desventajas de los almacenes de datos.....	20
1.3 Análisis de los sistemas homólogos.....	21
1.4 Metodología para el desarrollo de Almacenes.....	23
1.4.1 Herramientas para el desarrollo de la actualización del almacén para el Sistema Electoral Cubano.....	29
CAPÍTULO II: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL ALMACÉN DE DATOS PARA EL SISTEMA ELECTORAL CUBANO.....	34
2.1 Estudio preliminar del Sistema Electoral cubano.....	34
2.2 Necesidades del Usuario.....	41
2.3 Especificación de requisitos.....	42
2.3.1 Requisitos de información.....	42
2.3.2 Requisitos funcionales.....	44
2.3.3 Requisitos no funcionales.....	47
2.4 Reglas del Negocio.....	52
2.5 Modelo de Caso de Uso del Sistema (CUS).....	53
2.6 Arquitectura del Almacén de datos.....	59
2.6.1 Subsistema de almacenamiento.....	60

	<i>Índice</i>
2.6.2 Subsistema de integración.....	66
2.6.3 Subsistema de visualización.....	68
CAPÍTULO III: IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN	
PROPUESTA.....	72
3.1 Implementación del Subsistema de Almacenamiento.....	72
3.2 Implementación del Subsistema de Integración.....	74
3.3 Implementación del Subsistema de Visualización.....	74
3.3.1 Implementación de los cubos OLAP.....	75
3.3.2 Implementación de la capa de visualización.....	75
3.4 Pruebas de <i>software</i>	79
CONCLUSIONES FINALES.....	84
RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Áreas de análisis.....	40
Tabla 2: Requisitos Funcionales.....	43
Tabla 3: Descripción de los actores del sistema.....	53
Tabla 4: Especificación de requisitos del caso de uso “Mostrar información sobre los miembros de las estructuras electorales”	54
Tabla 5: Descripción de las tabla de hechos.....	59
Tabla 6: Descripción de las tablas de dimensiones.....	60
Tabla 8: Matriz bus.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Resumen de los Modelos de Madurez de los sistemas de inteligencia de negocio.....	10
Figura 2 : Puntos clave de la definición de Inmon.....	14
Figura 3: Arquitectura de un almacén de datos.....	16
Figura 4 : Esquema en estrella.....	18
Figura 5 :Esquema copo de nieve.....	19
Figura 6 : Esquema constelación.....	20
Figura 7: Ciclo de vida de la Metodología de desarrollo para proyectos de Almacenes de datos.....	27
Figura 8: Diagrama de caso de uso del sistema.....	54
Figura 9: Arquitectura de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.....	58
Figura 10: Modelo lógico de datos.....	64
Figura 11: Diseño de las transformaciones para cargar las dimensiones.....	66
Figura 12: Diseño de las transformaciones para cargar los hechos.....	67
Figura 13: Estructura de navegación de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.....	68
Tabla 9: Roles y permisos.....	69
Figura 14: Esquema public actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.....	72
Figura 15: Transformación de la dim_comision_electoral.....	73
Figura 16 :Transformación del hech_comision_electoral.....	74
Figura 17: Implementación de los Cubos OLAP.....	75
Figura 18 :Arquitectura de información de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.....	76
Figura 19: Vista de análisis correspondiente al hech_comision_electoral.....	78
Figura 20: Dashboard Miembros de la comisión electoral.....	79
Figura 21: Modelo en V.....	80
Figura 22: Escenario 1 de Caso de Uso del Sistema “Mostrar información sobre los miembros de las estructuras electorales”.....	83
Figura 23: Resultado de las pruebas de software.....	84

OPINIÓN LOS TUTORES

<Contenido de la opinión de los tutores>

AVAL DEL CLIENTE

<Contenido del aval del cliente

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la ciencia, la tecnología y la creciente informatización de la sociedad en el mundo, han dado lugar a la generación de grandes volúmenes de información. En la actualidad es un imperativo social el almacenamiento, análisis, procesamiento y gestión de datos en a escala planetaria aupados por el avance en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC); estas solventan con mayor celeridad, apoyadas en nuevos métodos, las insuficiencias teóricas y prácticas de la sociedad, propiciando un mayor éxito en la resolución de los mismos.

En Cuba, las TIC están enfocadas en la informatización de las instituciones públicas para garantizar integridad, el manejo correcto de la información y eliminar la ineficiencia en cuanto a la toma de decisiones que involucra el factor humano. Una de las instituciones que más se ha beneficiado del proceso de informatización en el país, es el Consejo Electoral Nacional (CEN), órgano del Estado con la misión de: “organizar, dirigir y supervisar las elecciones, consultas populares, plebiscitos y referendos” (Ley No. 127 Ley Electoral, 2019).

El desarrollo de las tecnologías en el CEN está sustentado por la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), institución que realiza el soporte de todos los sistemas informáticos con que cuenta dicho consejo, desarrollándose estos desde el año 2015 en el Centro de Representación y Análisis de Datos (CREAD) de esta casa de altos estudios (González et al., 2021).

Uno de los productos desarrollados por el centro es el Sistema de Gestión de Información del Proceso Electoral (SIGEL), que según Rodríguez et al. (2019) está:

orientado a la gestión de los datos manejados durante el proceso de las elecciones nacionales, provinciales y municipales que son realizadas en Cuba. También, agiliza la comunicación y aprobación de la información, así como la generación de estadísticas y reportes necesarios, estableciendo además comparaciones con procesos anteriores a través de un almacén de datos, el cual in-

tegra datos para mantener un récord histórico de todos los procesos realizados durante el período electoral.

Sin embargo, con la puesta en vigor de la Ley Electoral No. 127 del año 2019, la Asamblea Nacional del Poder Popular (ANPP) adquiere la potestad de convocar determinada disposición jurídica a consulta popular. Con este nuevo mecanismo de participación ciudadana el pueblo expresa su opinión sobre temas de trascendencia nacional. La iniciativa legislativa tuvo lugar con el proceso de Consulta Popular del Código de las Familias en los primeros días del mes de febrero del año 2022 y se prolongó hasta el 30 de abril del mismo año.

Debido a la inclusión de este nuevo mecanismo al Sistema Electoral cubano, los especialistas del CEN, no cuentan con la disponibilidad de la información recopilada durante los procesos de consulta, necesitan establecer comparaciones de carácter histórico entre los períodos en que se realizan y tener una visión gráfica de los principales indicadores del negocio.

Por todo lo antes descrito se plantea como **problema de investigación**: ¿Cómo contribuir la toma de decisiones vinculada a los procesos de consultas populares en el Consejo Electoral Nacional?

Definiéndose como **objeto de estudio**: los sistemas de inteligencia de negocio y como **campo de acción**: los almacenes de datos vinculados a los procesos electorales.

Para darle solución al problema planteado, se concretó como **objetivo general**: realizar una actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano que contribuya a la toma de decisiones vinculada a los procesos de consultas populares, a partir de los siguientes objetivos específicos:

Elaborar el marco teórico de la investigación relacionado con la inteligencia de negocio y los almacenes de datos.

Elaborar los fundamentos teóricos de la metodología y herramientas a emplear en la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.

Realizar el análisis y diseño de la actualización del almacén de datos para el

Sistema Electoral cubano.

Realizar la implementación de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.

Realizar las pruebas de necesarias para validar la propuesta de actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.

Para dar respuesta a las preguntas de investigación anteriormente definidas, se proponen las siguientes **tareas de investigación:**

1. Caracterización de la metodología, herramientas y tecnologías a utilizar en el desarrollo de los almacenes de datos, para determinar cuales se utilizarán en el desarrollo de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.
2. Levantamiento de requisitos para identificar las necesidades del cliente.
3. Descripción de los casos de uso de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral, con vista a especificar cada una de las funcionalidades del sistema.
4. Diseño del subsistema almacenamiento para definir los hechos, las medidas y las dimensiones de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.
5. Diseño del modelo lógico de los datos para identificar los elementos que componen el modelo físico de los datos.
6. Definición de la arquitectura de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano lo que permitirá identificar los principales subsistemas que componen la solución.
7. Implementación del modelo de datos para definir la estructura de la base de datos.
8. Diseño del subsistema de integración para guiar la carga de los hechos y las dimensiones.
9. Diseño del subsistema de visualización que permita la definición de la capa de presentación y realizando el diseño de los cubos OLAP (Procesamiento Analítico en Línea).
10. Diseño de los casos de pruebas para identificar si la actualización realizada al almacén de datos para el Sistema Electoral cubano cumple con las exigencias del usuario.
11. Implementación del subsistema de integración para poblar el almacén de datos con las dimensiones, los hechos y las medidas correspondientes.
12. Implementación del subsistema de visualización para mostrar las vistas de análisis a los usuarios finales.

13. Realizar pruebas pertinentes a la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano en pos de garantizar la calidad de los procesos de integración y el correcto funcionamiento del sistema.

Los métodos científicos usados para respaldar la investigación se describen a continuación:

Métodos teóricos:

Analítico–sintético: Posibilitó el estudio de la bibliografía en función de la inteligencia de negocio y los almacenes de datos vinculados a los procesos electorarios con el fin de definir los conceptos, las peculiaridades, las tecnologías y herramientas a utilizar para el desarrollo de la propuesta de solución.

Inductivo-deductivo: Permitió la vinculación de las abstracciones teóricas con la práctica y la articulación de la solución que se propone con la propuesta utilizada para perfeccionar la toma de decisiones en los procesos electorarios

Histórico-lógico: Permitió el orden lógico de los resúmenes y capítulos de la tesis, el diseño de los elementos claves de la solución, el ordenamiento y referencias de las citas bibliográficas y las conclusiones.

Modelación: Viabilizó el proceso de visualización y representación de datos, teniendo en cuenta el modelado conceptual, lógico y físico de los datos además de la interrelación de los componentes de la actualización del almacén.

Revisión bibliográfica: Permitió la conformación del estado del arte y fundamento teóricos-metodológicos desde bases de datos de reconocimiento científico y actualizadas.

Método empírico

Entrevista: Facilitó la recopilación de información para comprender la esencia del Sistema de Gestión de Información del Proceso Electoral (SIGEL), la importancia del almacén de datos en funcionamiento, así como permitió realizar un diagnóstico de las carencia o limitaciones del almacén que se está utilizando.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS Y REFERENTES TEÓRICO-METODOLÓGICOS SOBRE LOS SISTEMAS DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO Y LOS ALMACENES DE DATOS VINCULADOS A LOS PROCESOS ELECCIONARIOS

Este capítulo está encaminado a plantear los elementos teóricos que definen la investigación. Se exponen y relacionan los conceptos que desde el punto de vista teórico que permiten un mejor entendimiento de lo planteado en la situación problemática. También se estudiarán las tecnologías y las herramientas que se emplearán para dar cumplimiento al objetivo general de la investigación, así como la metodología utilizada para el desarrollo de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.

1.1 Inteligencia de Negocios

Según Oramas (2009) la inteligencia de negocios es un concepto informático y al respecto expone:

Diferente a lo que podría esperarse el concepto inteligencia de negocio no es un resultado de desarrollos en el mundo de las Ciencias Administrativas, sino que es un producto del progreso de la Informática o de la recientemente denominada "infotecnología". (p.42).

Ante lo expuesto por Orama se asume que el término inteligencia de negocio a pesar de estar vinculado a otros contextos, tiene un auge de gran impacto en el campo de la informática influenciado por el desarrollo tecnológico y los sistemas de información.

Según Morbaraki (2017) la inteligencia de negocio desde la perspectiva de la tecnología se define como:

un sistema inteligente que mediante la provisión de prerequisites técnicos y arquitectónicos, trata de mejorar y hacer un uso optimizado de los recursos y herramientas de software y hardware para detectar, recoger, procesar, sacar conclusiones y mostrar los datos y la información requerida por la organización y se basa en el procesamiento analítico en línea (pp. 5026-5027).

Esta definición resalta la importancia de los sistemas de inteligencia de negocio en los procesos de recopilación, procesamiento y análisis de datos de una entidad determinada con el uso de eficiente de la tecnología.

También Merchán et al. (2019) en su investigación asumen el término sistemas de inteligencia de negocio como:

la integración del procesamiento y almacenamiento actual e histórico de grandes cantidades de datos, los cuales requieren de un tratamiento adecuado para convertirse en información precisa, oportuna y comprensible gracias a las herramientas de análisis que permiten obtener conocimiento para escoger la alternativa más conveniente y realizar acciones rentables (p.65).

El término antes citado hace énfasis en el conocimiento como resultado final del proceso de inteligencia de negocio tomando como punto de partida el procesamiento de datos para su posterior almacenamiento.

Así mismo, Vergara (2020) considera la inteligencia de negocios como:

una práctica que busca fortalecer la toma de decisiones a partir de la utilización de información relevante de alta calidad, y maximizar su valor a través del análisis, la definitividad y la interpretación. Agregando además que los sistemas de inteligencia de negocio constituyen una tecnología que facilita la recopilación y el procesamiento de datos para identificar correlaciones y patrones significativos para apoyar las decisiones dentro de una organización. (p.190-191)

Lo antes expuesto hace alusión sistemas de inteligencia de negocio un factor primordial para respaldar la toma de decisiones teniendo en cuenta la naturaleza de los datos.

A partir de los criterios de los autores consultados, la autora de la presente investigación sintetiza que los sistemas de inteligencia de negocios son el resultado de la interrelación entre métodos, estrategias y herramientas que permiten el procesamiento de los datos para convertirse en información útil; con el objetivo de respaldar la toma de decisiones.

1.1.1 Herramientas y componentes sistemas de inteligencia de negocio

Las implementaciones de inteligencia de negocio se componen de un conjunto de herramientas y componentes que se utilizan para la visualización el análisis e interpretación de los datos. Ellas son:

- **Proceso Analítico en Línea (OLAP):** proceso que establece la representación gráfica de los datos de forma multidimensional, genera la posibilidad de seleccionar y extraer información desde diferentes puntos de vista, cubriendo una o varias necesidades optimiza el uso de consultas y minimiza los tiempos de respuesta mostrando en un solo resultado múltiples variables del negocio que son objeto de análisis (Carrillo et al, 2019).
- **Extracción, Transformación y Carga (ETL):** Es un método de integración de datos que no están optimizados que consiste en extraer, transformar y cargar múltiples fuentes de información para almacenarlas en un solo destino o almacén de datos que simplifica su gestión y análisis. Sus funciones principales están basadas en la depuración, transformación y verificación los datos, cuando provienen de diferentes fuentes (Sordo, 2022).
- **Reporte y consultas avanzadas:** se basan en sistemas relacionales, hacen uso de operadores clásicos (selección, el agrupamiento, la concatenación etc.) mostrando el resultado en forma de tablas e informes. Los sistemas de consulta avanzada se basan en una interfaz sencilla que permite una conexión a la base de datos y la ejecución de consultas SQL. Por otra parte, las herramientas de *reporting* brinda una experiencia visual al usuario, a través de interfaces elaboradas que permiten al usuario mapear la información en gráficos y tablas, su funcionamiento está basado en almacenes de datos pues minimizan la complejidad de este tipo de herramientas y el tiempo de respuesta (Monge, 2019).
- **Sistemas de Información Ejecutiva:** Son software de apoyo orientado a la alta dirección de las compañías, permite acceder a través de una interfaz gráfica sencilla a la información más relevante referente a la gestión de las diferentes áreas de la empresa. Garantizan un análisis inmediato en los procesos más críticos a partir de indicadores clave y suelen trabajar con

almacenes de datos restringidos específicamente para el personal ejecutivo y modelos multidimensionales de datos (cubos) para la explotación de la información (Monge, 2019).

- Cuadros de mando (*dashboards*): condensan grandes volúmenes de información en una interfaz amigable, dinámica, intuitiva e interactiva con el usuario, la cual muestra información de alto valor para generar nuevos conocimientos y crear oportunidades de negocio (Carrillo et al., 2019).
- Minería de datos: concierne un grupo de técnicas y tecnologías que permiten la investigación de grandes bases de datos de manera automática o semiautomática, con el propósito de encontrar patrones en la información, tendencias o reglas que expliquen el comportamiento de los datos en un determinado contexto (Parra, 2015).
- Almacén de datos: es un tipo de sistema de gestión de datos que está diseñado para habilitar y respaldar las actividades de inteligencia de negocio, especialmente las analíticas. Centraliza y consolida grandes cantidades de datos de múltiples fuentes y están destinados únicamente a realizar consultas y análisis de información. Además, sus capacidades analíticas permiten a las organizaciones obtener conocimientos a partir de sus datos para mejorar la toma de decisiones (González, 2021).

1.1.2 Tipos de sistemas de inteligencia de negocio

Los sistemas de inteligencia empresarial no suelen ser un programa unificado, sino que incluyen varios componentes que se relacionan entre sí de forma precisa, de modo que permiten seleccionar, analizar los datos, recopilar y mostrar los resultados con facilidad. Desde el punto de vista arquitectónico, incluye las bases de datos operativas y datos externos y el proceso de extracción, transformación y carga (Mobaraki, 2017).

Los sistemas de inteligencia de negocio se dividen por etapas dependiendo del grado de madurez que haya alcanzado la empresa, ya que la implantación de este tipo de soluciones debe ser de forma progresiva. Como se expresa en la Figura 1:

Modelo	Aspectos	Niveles	Observaciones
Modelo de madurez de TDWI	- Alcance - Patrocinio - Financiamiento - Valor - Arquitectura - Datos - Desarrollo - Entrega	- N.1: Lactante - N.2: Niño - N.3: Adolescente - N.4: Adulto - N.5: Sabio	- La herramienta de evaluación y la documentación está disponible en la Web. - Se concentra en puntos de vista técnicos, y en especial en el almacenamiento de datos. - Se puede mejorar el punto de vista de negocio, especialmente en el cultural y organizacional.
Madurez Jerárquica de Inteligencia de Negocios (BI Maturity Hierarchy)	- Conocimiento	- N.1: Datos - N.2: Información - N.3: Conocimiento - N.4: Sabiduría	- Los niveles de madurez están contruidos desde el punto de vista técnico. - La documentación de este modelo no es suficiente para la evaluación del nivel de madurez.
Modelo Enterprise Intelligence	- Datos - Procesos - Sistemas	- N.1: Administración - N.2: Identificación - N.3: Preparación - N.4: Utilización - N.5: Apalancamiento	- Abarca análisis de datos, sistemas y procesos, además de arquitectura y gestión de conocimiento.
Modelo de madurez de Gartner	- Personas - Habilidades - Procesos - Tecnología	- N.1: Desconocido - N.2: Oportunista - N.3: Estándares - N.4: Empresa - N.5: Transformativo	- Usos para evaluar los niveles de madurez de negocios y la madurez de los distintos departamentos. - Proporciona visión más técnica y no se concentra en el aspecto técnico del negocio. - Bien documentado y disponible en la Web.
Modelo de Madurez de Información de Negocios	- Cultura Empresarial	- N.1: "Qué" - N.2: "Quién, Cuándo, Dónde" - N.3: "Cómo"	- Cuestionario de autoevaluación bien documentado. - Los criterios para evaluar el nivel de madurez no están bien definidos.
Rendimiento de la Inteligencia de Negocios /AMR	- Área de gestión y desempeño	- N.1: Como reacción - N.2: Anticipando - N.3: Colaborar - N.4: Articular	- Se concentra en la gestión del rendimiento. - Poco documentado. - Los criterios para evaluar el nivel de madurez no están bien definidos. - Sin cuestionario para evaluar los niveles de madurez.
Modelo de Madurez de la Optimización de la Infraestructura	- Eficacia en la presentación de informes - Eficacia en el análisis	- N.1: Básico - N.2: Estandarizado - N.3: Avanzado - N.4: Dinámico	- Se centra en los productos y tecnologías en lugar del punto de vista empresarial. - Los criterios para la evaluación no están bien definidos.
Escala de inteligencia de negocios (LOBI)	- Tecnología - Procesos - Personas	- N.1: Hechos - N.2: Datos - N.3: Información - N.4: Conocimiento - N.5: Entendimiento - N.6: Intuición	- Aplicado a la gestión del conocimiento. - El autor construye niveles de madurez desde el punto de vista técnico. - Los criterios para evaluar el nivel de madurez no están bien definidas.

Figura 1: Resumen de los Modelos de Madurez de los sistemas de inteligencia de negocio.

[Fuente: (Castillo et al., 2020)]

1.1.3 Tendencias actuales de la inteligencia de negocio

En el último lustro, sobre todo tras la pandemia del COVID-19, la inteligencia de negocio ha tomado mayor protagonismo pues juega un rol significativo en el trabajo y desarrollo de las empresas a nivel organizativo, ayudándolas a optimizar su trabajo y establecer ventajas competitivas. Teniendo en cuenta el impacto de la pandemia en la economía, muchas empresas tuvieron que innovar en cuanto a equipos y modelos de trabajo y como consecuencia se produjo un auge de la transformación digital, la modernización de los flujos de información y las aplicaciones.

Agraz (2021) enuncia algunas de las principales tendencias que hoy se utilizan en los diferentes sectores:

- Nube conectada: las empresas han traspasado las herramientas de negocio a la nube para poder mantener la actividad en entornos virtuales, obteniendo mayor flexibilidad y acceso a los datos desde cualquier dispositivo.

- Inteligencia de negocio colaborativa: las herramientas de inteligencia de negocio y de colaboración online se unen para instaurar el teletrabajo y la interactividad entre todos los usuarios/trabajadores y el análisis de información.
- Analítica aumentada: el aprendizaje automático y la inteligencia artificial consolidan la analítica de los datos para acrecentar exploración y el análisis de los datos en las plataformas de inteligencia de negocio y como obtenemos conocimientos de ellos.
- Inteligencia de negocio móvil: el uso de dispositivos móviles permite el acceso a la información en cualquier momento y lugar, no se escapan de esta tendencia los datos relacionados con la inteligencia de negocio (KPI, métricas empresariales y cuadros de mando).
- Gestión de la calidad de los datos (DQM): se basa en una combinación de la tecnología adecuada, los mejores profesionales, organización y procesos para proporcionar datos relevantes, precisos y útiles.
- Hiper automatización: es la aplicación generalizada de tecnologías en una empresa para automatizar decisiones.

1.1.4 Beneficios de los sistemas de inteligencia de negocio

El uso de la inteligencia de negocio a nivel de empresarial representa una ventaja competitiva en relación con las demás empresas del mercado. Según Carrillo et al. (2019) las soluciones de inteligencia de negocio generan los siguientes beneficios:

- Respuestas con mayor eficiencia: permite reaccionar de manera rápida a hechos presentados en el negocio y simplificar el proceso de extracción de información en un formato apropiado para la toma de decisiones.
- Incremento de la eficiencia: permite obtener respuestas rápidas en tan solo minutos y genera un mayor rendimiento en cuanto a tiempos, por ende, un menor costo.
- Conocimiento de los clientes: posibilita el análisis del comportamiento de los clientes.
- Manejo transversal de la compañía: posibilita tener una idea real y acertada de la situación interna de la empresa, desde la optimización de los recursos hasta identificar las mejoras internas en ambientes laborales.
- Mejora de procesos: agiliza la actividad empresarial ofreciendo a grupos estratégicos importantes dentro y fuera de la organización el punto de vista específico de los datos corporativos que se requieren para obtener el éxito.

A partir de las características y beneficios de las soluciones de inteligencia de negocio se contrasta que su uso en los procesos electorarios representaría un ascenso en la calidad del mismo. El procesamiento, manejo eficiente y disponibilidad de la información serían factores claves para comprender que está ocurriendo y por qué ocurre durante los períodos de consultas populares, en los que se pone a disposición de la voz popular determinadas disposiciones jurídicas, que dan pie a debates y opiniones al respecto. Además, permitiría pronosticar futuros escenarios y tomar decisiones desde el punto de vista estratégico que minimicen riesgos e inseguridades y maximicen en el control y la transparencia de este tipo de procesos.

La inteligencia de negocio que hoy conocemos motivada por la inmediatez y la disponibilidad de la información, está basada en datos, no en intuiciones y comprende el tratamiento y análisis de la información por medios informáticos. La base de estos sistemas de información la proporciona generalmente un depósito central de datos que se conoce como almacén de datos (IONOS Digital Guide, 2020).

Pues al decir de Azeem (2022) “detrás de cada sistema de inteligencia de negocio exitoso, hay un poderoso almacén de datos”. Se considera entonces que estas dos tecnologías se complementan para brindar una arquitectura de inteligencia de negocio confiable.

1.2 Almacén de datos

Al definir conceptualmente la terminología almacén de datos es preciso partir de los criterios de destacados investigadores en esta área del conocimiento, tales como:

Un almacén de datos según Inmon (2005) es: “una colección de datos orientados por tema, integrados, variantes en el tiempo y no volátiles que se emplea como apoyo a la toma de decisiones estratégicas”.

Desatancando cuatro puntos clave en su definición:

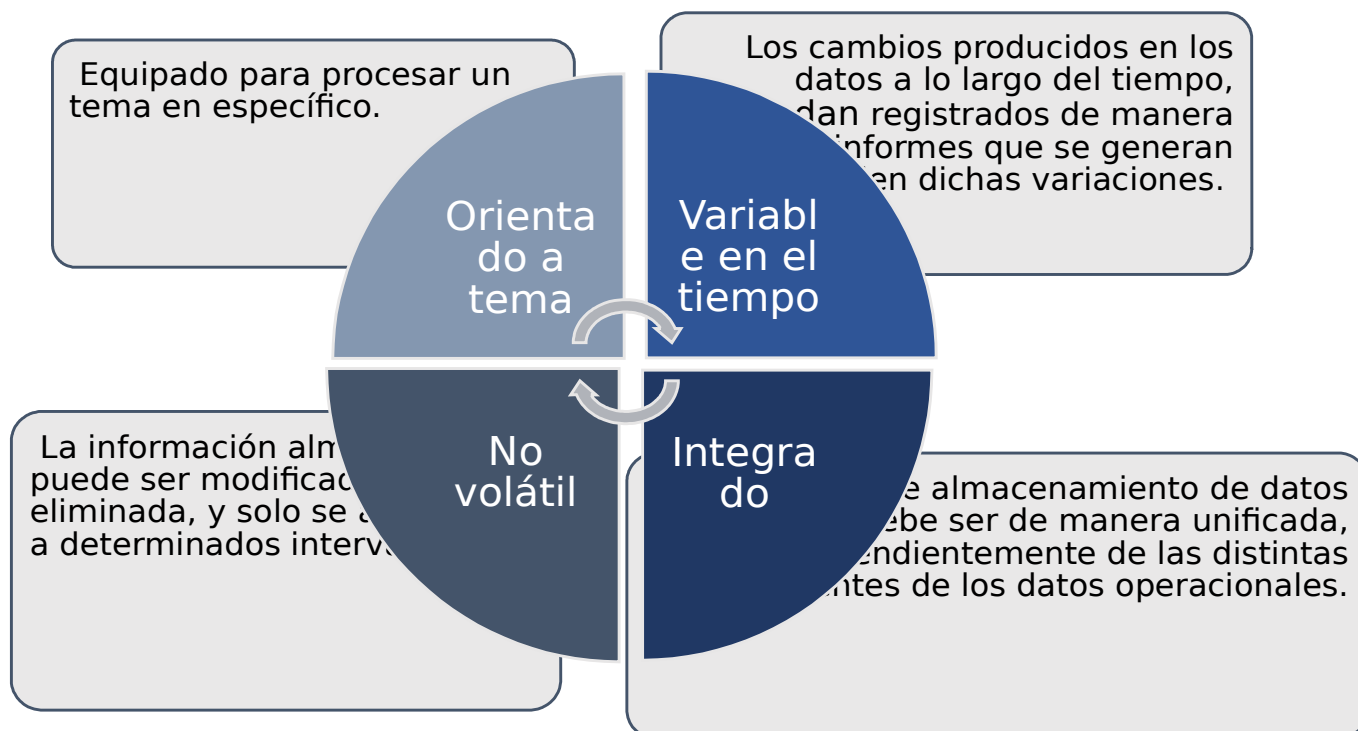


Figura 2 : Puntos clave de la definición de Inmon
 [Fuente: Elaboración propia basada en Inmon (2005)]

De igual forma Kimball (2013), expone que un almacén de datos es: “una copia de las transacciones de datos específicamente estructurada para la consulta y el análisis”.

Como especialista en el diseño de almacenes de datos Kimball hace énfasis en el procesamiento de la información desde sus orígenes hacia el almacén en función de la consulta y el análisis de datos.

Por su parte Ortí (2021) lo considera como: “una colección de datos de distintos orígenes, estructurada y orientada al uso en un determinado ámbito empresarial siendo integrada no volátil y variable en el tiempo” (p. 15).

Este autor coincide en los cuatro puntos clave que resalta Inmon en su definición lo que demuestra que a pesar del tiempo transcurrido el concepto de almacén de datos mantiene su esencia teniendo en cuenta la opinión de este autor.

Dados los términos anteriores, básicamente, los almacenes de datos son sistemas de consulta y análisis, dirigidos a la extracción de datos históricos y actuales previamente almacenados para ser utilizados en la toma de decisiones estratégicas de una entidad.

Un almacén de datos maneja una gran cantidad de información por lo que el acceso a esta, no siempre es necesario a todos los departamentos de una entidad. En estos casos, intervienen los *data marts*, los cuales constituyen pequeños almacenes de datos enfocados en una línea de negocio y suelen ser usados por un departamento determinado para un conjunto definido de tareas. Existen dos tipos de *data marts* los independientes, que toman sus datos directamente desde sistemas transaccionales y no dependen de otros almacenes de datos y los dependientes que hacen referencia al uso de un almacén de datos (Carrillo et al., 2019).

1.2.1 Arquitectura de los almacenes de datos

La arquitectura general de un almacén de datos compuesta por distintos elementos que interactúan y cumplen funciones específicas. En función de lo antes expuesto ella opera de la siguiente forma: los datos son extraídos de sus fuentes de origen (bases de datos, aplicaciones, archivos planos, etc.), son integrados, transformados y depurados para luego ser cargados al almacén de datos, por último la información se estructura en cubos multidimensionales para responder a consultas dinámicas a los que los tomadores de decisiones, que casi siempre son los usuarios finales podrán acceder a través de las herramientas de inteligencia de negocio. Como se aprecia en la Figura 3.

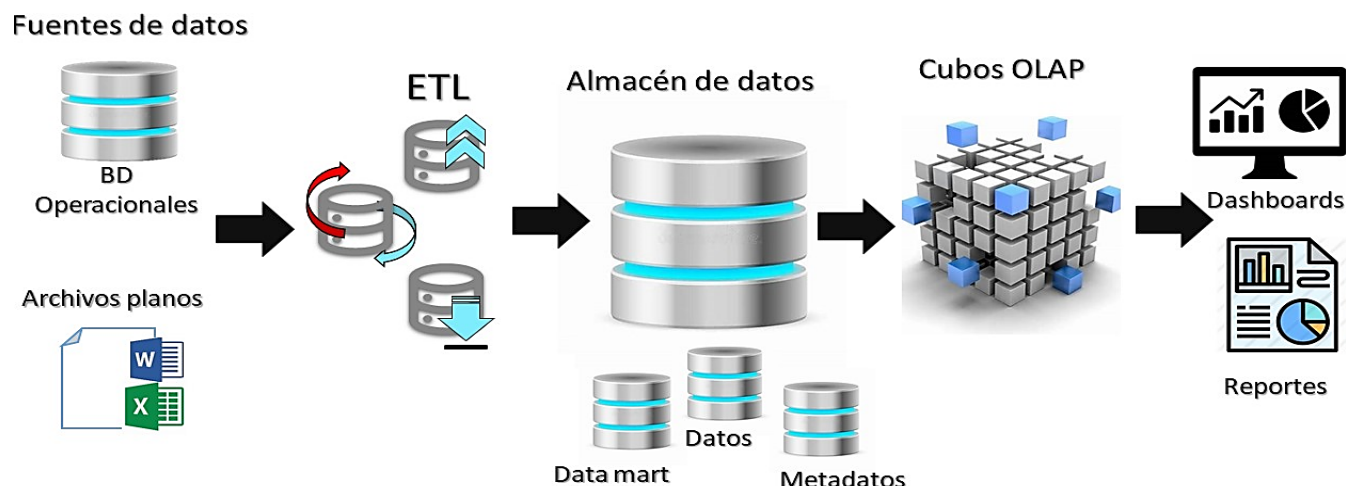


Figura 3: Arquitectura de un almacén de datos

[Fuente: Elaboración propia]

En la figura anterior se pueden apreciar que uno de los componentes que interviene en la arquitectura de un almacén de datos son los cubos OLAP o cubos multidimensionales. Estos a través de la herramienta OLAP permiten el análisis multidimensional y son creados a partir de un modelo lógico multidimensional, que no necesariamente se tiene que almacenar previamente en una base de datos multidimensional, sino que plantea que puede acceder directamente a múltiples fuentes de información, como base de datos relacionales, archivos planos, hojas de cálculo e incluso algunos datos pueden ser introducidos por usuarios finales (Caraveo y Mayo, 2020).

Los sistemas OLAP se clasifican según su arquitectura:

- OLAP multidimensional (MOLAP): compuesta por una base de datos multidimensional y un motor de analítico.
- OLAP relacional (ROLAP): compuesta por una base de datos relacional que maneja los requerimientos de almacenamiento de datos, y el motor ROLAP proporciona la funcionalidad analítica.
- OLAP híbrido (HOLAP): mezcla las dos arquitecturas antes mencionadas para almacenar algunos datos en un motor relacional y otros en una base de datos multidimensional.

Para implementar la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral Cubano se selecciona la arquitectura ROLAP, debido a que puede contener un gran número de dimensiones y soportan análisis OLAP contra grandes volúmenes de datos elementales (bases de datos relacionales) coincidiendo con el origen de los datos.

El modelo multidimensional es una técnica de diseño lógico que intenta representar los datos en un estándar que se rige por una disciplina que aplica el modelo entidad-relación, el modelado de los almacenes de datos se basa en la visión multidimensional de la información donde los datos que son objeto de estudio se representan mediante una tabla llamada tabla de hechos junto con los indicadores que interesa analizar acompañado de tablas que caracterizan la actividad que son las tablas de dimensiones. Este tipo de estructuración de la información lleva a la simplicidad de las bases de datos siendo muy eficientes en los tiempos en los cuales el software de inteligencia de negocio devuelve los resultados de los informes solicitados por el usuario (Ortí, 2021).

Tablas de hechos: representan los procesos que ocurren en una entidad, no se relacionan unas con otras tablas de este tipo y almacenan medidas numéricas que corresponden a datos insertados en las dimensiones. Se identifican por una llave compuesta por las llaves primarias de las tablas dimensionales a las que se encuentra unida.

Tablas de dimensiones: alimentan a las tablas de hechos y por lo general contienen una llave primaria y un conjunto de atributos que describen la dimensión.

Esta colección de tablas de hechos y dimensiones se conoce como esquema multidimensional y posee 3 variantes de modelamiento:

Esquema en estrella (*Star Scheme*): se caracteriza por tener una tabla de hechos y una serie de dimensiones en profundidad simple, por lo que no tiene relación con otras tablas más allá de la misma dimensión (Ferrer et al., 2019).

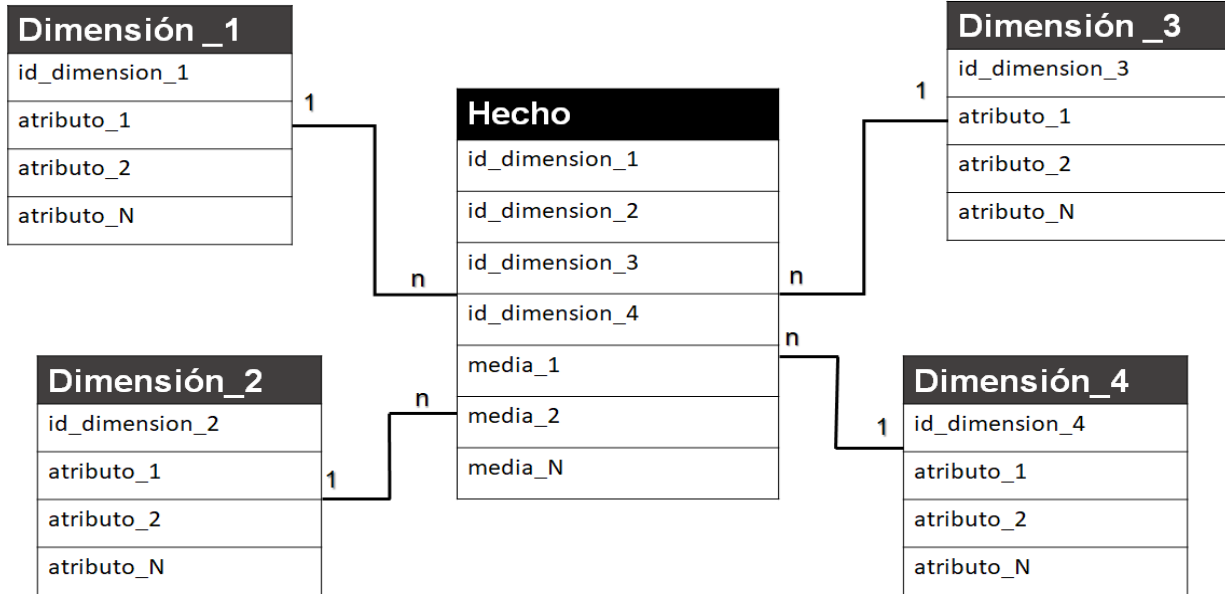


Figura 4 : Esquema en estrella

[Fuente: Elaboración propia]

Esquema copo de nieve (*Snowflake Scheme*): representa una extensión del modelo en estrella cuando las tablas de dimensiones se organizan en jerarquías de dimensiones. Contiene una tabla de hechos central relacionada con una o más tablas de dimensiones, quienes a su vez pueden estar relacionadas o no con una o más tablas de dimensiones (Ferrer et al., 2019).

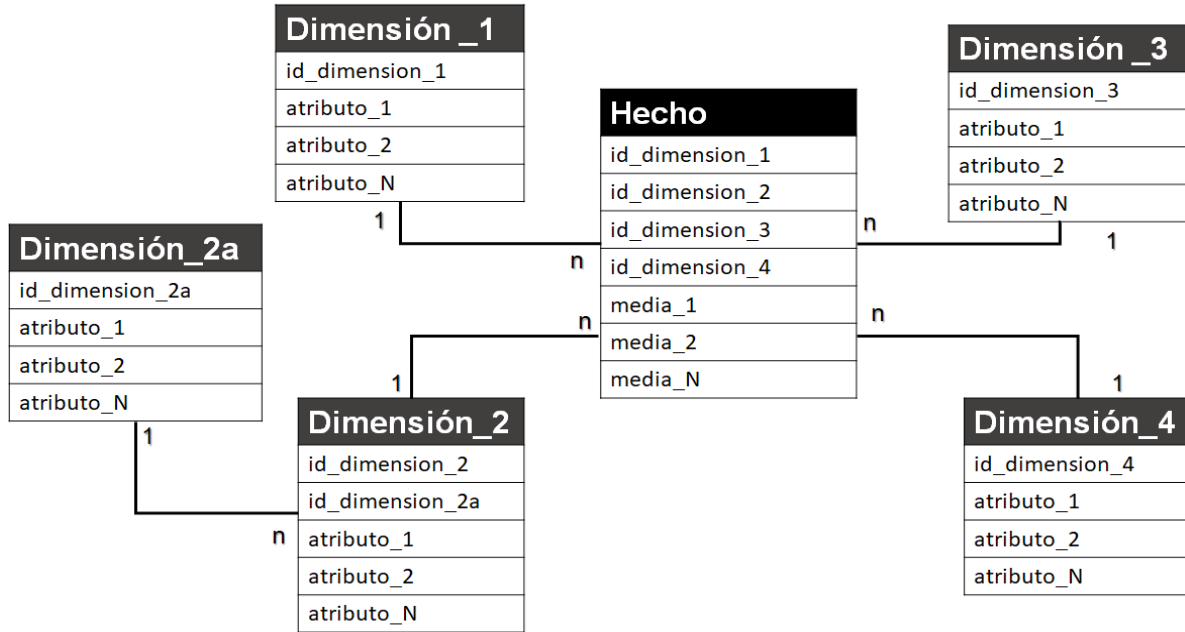


Figura 5 :Esquema copo de nieve

[Fuente: Elaboración propia]

Esquema Constelación o copo de estrellas (*Starflake Scheme*): constituido por más de una tabla de hechos y que comparten dimensiones (Ferrer et al., 2019).

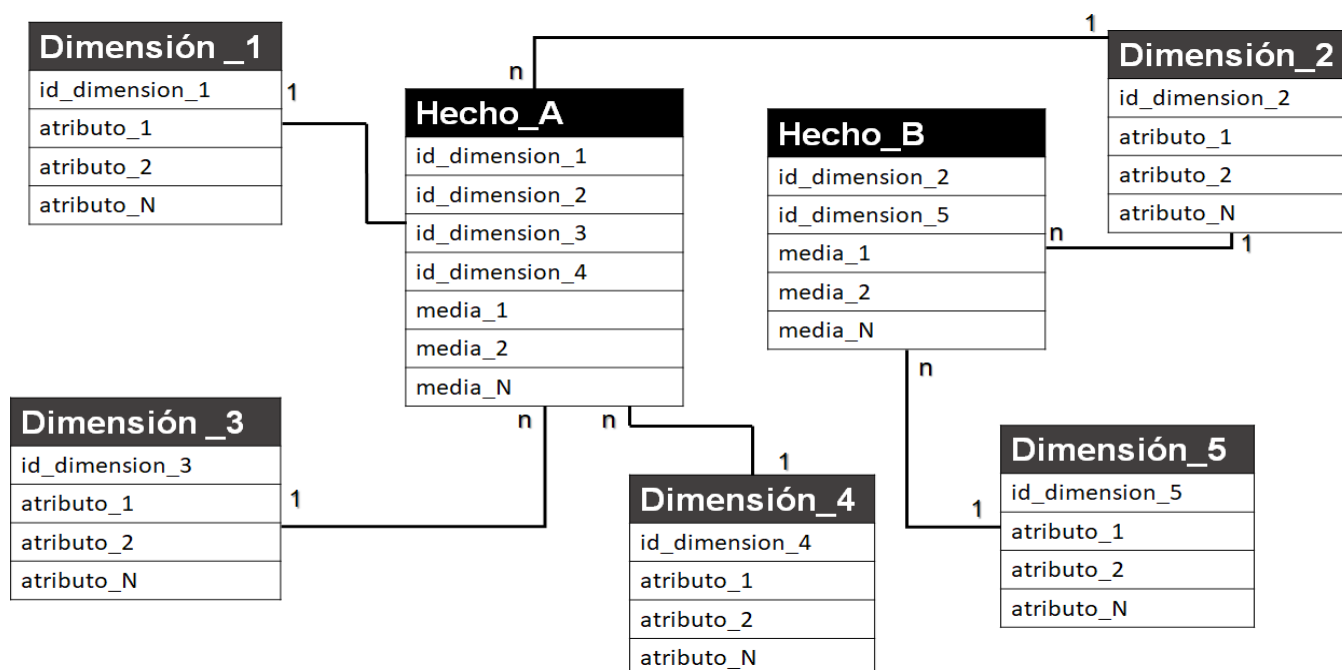


Figura 6 : Esquema constelación

[Fuente: Elaboración propia]

Se considera que el esquema constelación es el indicado para la realización del diseño multidimensional de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano por contener en su arquitectura más de una tabla de hechos, factor que permite analizar más de un área del proceso de consultas populares y referendos y navegar de un hecho a otro teniendo en cuenta que estos compartan varias dimensiones

1.2.2 Ventajas y desventajas de los almacenes de datos

Los almacenes de datos constituyen una arquitectura de almacenamiento ampliamente difundidas en las empresas contemporáneas, pues según su uso trae consigo (Torres y Martínez, 2017):

Ventajas:

1. Transforma datos orientados a las aplicaciones en información orientada a la toma de decisiones.

2. Integra y consolida diferentes fuentes de datos y departamentos empresariales, en una única plataforma sólida.
3. Provee la capacidad de analizar y explotar las diferentes áreas de trabajo y de realizar un análisis inmediato de las mismas.
4. Permite reaccionar rápidamente a los cambios del mercado.
5. Aumenta la competitividad en el mercado.
6. Mejora la entrega de información completa, correcta, consistente, oportuna y accesible en el momento adecuado y en el formato apropiado.
7. Logra un impacto positivo sobre los procesos empresariales.

Desventajas :

1. Son sistemas costosos y difíciles de mantener.
2. Los beneficios de los almacenes de datos son apreciados en el mediano y largo plazo.
3. Infravaloración del esfuerzo necesario para su diseño y creación.
4. Con el transcurso de los años el valor de los datos puede ser discutible, pues la información puede resultar inútil.

1.3 Análisis de los sistemas homólogos

La inteligencia de negocio es aplicable en múltiples esferas del mercado empresarial. A día de hoy se aplica en áreas como las ventas, la logística, la administración, el marketing, las finanzas, etc., pero se adapta a cualquier proceso que genere datos medibles que puedan ser analizados. Los beneficios de su implementación aportan a la empresa capacidad predictiva, mayor conocimiento de la información que se genera, precisión en el análisis y como consecuencia procesos más eficaces con menor margen de error en la toma de decisiones. Por estas razones, la inteligencia de negocio se ha incorporado a procesos como los sistemas electorales y aunque aún no se encuentra muy extendida en este campo, se pudo comprobar en la búsqueda de los antecedentes científicos que su uso se encuentra en progreso.

En el ámbito internacional:

El Sistema de Inteligencia Institucional (SII) implementado por Vergara (2020) para el Instituto Nacional Electoral (INE) en México, se compone de un repositorio unificado de información o almacén de datos, un componente de analítico que permite el modelado y el análisis de la información que alberga un componente de visualización para la producción de gráficos y análisis visuales.

También el almacén de datos para conocer, analizar y gestionar la información relacionada a la participación, ejecución y transparencia de los senadores de la República de Colombia con el objetivo de contribuir a la mejora el proceso electoral en ese país desarrollado por Parra (2015).

En ámbito nacional:

Según (González et al., 2021) los procesos electorales en Cuba están:

ampliamente soportados por tecnologías y sistemas que permiten un control de los procesos y la inmediatez en la información. Teniendo un impacto directo en la transparencia y auditabilidad de los procesos. La transformación digital de la sociedad cubana tiene en este escenario una fortaleza garantizada como expresión de su apuesta por la democracia y la ética de los procesos electorales.

En tal sentido cuentan con los Sistemas de Gestión e Información del Proceso Electoral (SIGEL), para la gestión de la información de las actividades electorales entre los diferentes niveles, el cual contiene un almacén de datos para el análisis y la generación de reportes de la información que se genera durante los procesos electorales realizados en el país.

Además contiene los sistemas: SIGEL Miembro y Sistema de Información de Electos (Silectos) para la gestión de miembros y de electos respectivamente durante los períodos no electorales. Esto cubre todo el ciclo de procesos definido en el artículo 1 y 2.1 Ley Electoral No. 127 del 2019, excepto la realización de consultas populares para la cual se implementa actualmente un sistema en fase de pruebas.

Y posee un ecosistema de software llamado Decidimos que constituye un espacio de trabajo donde conviven los sistemas antes mencionados, garantizando la ges-

ción de procesos electorales que comparten conceptos, estructuras y datos para garantizar la integridad entre los procesos electorales que se desarrollan. Este ecosistema de software está basado en una arquitectura orientada a componentes, desacoplada y con buenas prácticas tecnológicas y de seguridad para garantizar la escalabilidad y la funcionalidad de las soluciones. Dicho ecosistema permite además el soporte de los procesos fuera de tiempo de elecciones tales como el control de los miembros de las estructuras electorales, la gestión de procesos de cubrir plazas vacantes, el análisis de información histórica de los procesos electorales y la generación de reportes.

Después del análisis realizado a los sistemas homólogos en el ámbito nacional e internacional se asume de ellos que, el uso de inteligencia de negocio recalca la propuesta del empleo de los almacenes de datos como herramienta clave para la toma de decisiones durante proceso electoral cubano, tomando como punto de partida que el sistema que gestionan el proceso electoral cubano ya cuenta con un almacén de datos, sin embargo necesita una actualización en aras de incorporar nuevos requisitos de información referentes a las consultas populares.

1.4 Metodología para el desarrollo de Almacenes

El éxito de un proyecto de software depende de disímiles factores, entre ellos una planeación adecuada, objetivos estratégicos bien definidos e involucrados claves para el proyecto, actualmente los proyectos gestionados con metodologías ágiles y pequeños equipos con experiencia demuestran tener una mayor tasa de éxito, pues las metodologías ágiles son más económicas, rápidas, flexibles ante cambios, inclusivas pues involucra a todo el equipo de trabajo y van encaminada a suplir las necesidades del cliente.

Según Sommerville (2011) una metodología constituye: “un enfoque estructurado para el desarrollo de software que incluye modelos de sistemas, notaciones, reglas, sugerencias de diseño y guías de procesos”, es decir, hace referencia a un conjunto de procedimientos para alcanzar un objetivo, en este caso un software.

Para la implementación de un almacén de datos es necesario la selección de una metodología adecuada, un diseño conceptual compuesto por los requisitos de

información del usuario y las fuentes de datos operacionales a partir del cual se obtiene un modelo lógico basado en una tecnología de base de datos específica que orienta la implementación. A continuación, se hace mención de algunas de las metodologías existentes.

Metodologías Kimball

Según Kimball y Ross (2013) el marco de trabajo del ciclo de vida de desarrollo de un almacén de datos, contiene 4 principios básicos: centrarse en el negocio, construir una infraestructura de información adecuada, realizar las entregas en incrementos significativos y ofrecer una solución completa. Se clasifica en 3 caminos (tecnología, datos y aplicaciones de inteligencia de negocio) los cuales contienen las fases y capas que unidas entre sí conformaran el ciclo de vida de la misma.

- Capa de planificación: se determinan las actividades, el alcance, los objetivos, se identifican y programan las tareas, se planifica el uso de los recursos, la gestión de riesgos y se elabora la documentación del plan del proyecto.
- Capa de definición de requerimientos: se realiza el levantamiento de los requerimientos
- Capa de modelado Dimensional: se creación del modelo dimensional.
- Capa de Diseño Físico ejecuta la implementación del modelo dimensional.
- Capa de diseño e Implementación del Subsistema de ETL: se define el diseño e implementación del subsistema de ETL.
- Capa de implementación se entrelazan el diseño lógico, físico y la visualización de la solución para dar lugar al almacén de datos. Además, da comienzo a un ciclo de soporte, mantenimiento y estrategias de crecimiento para la solución.

Otra de las metodologías es Hefesto creada por Bernabeu (2009) está enfocada en la construcción de almacenes de datos de forma sencilla ordenada e intuitiva.

Cuenta con 4 fases de desarrollo:
Análisis de requerimientos

- a) Identificar preguntas.
- b) Identificar indicadores y perspectivas.

c) Modelo conceptual.

Análisis de los OLTP

a) Conformar indicadores.

b) Establecer correspondencias.

c) Nivel de granularidad.

d) Modelo conceptual ampliado.

Modelo lógico del Almacén de datos

a) Tipo de modelo lógico del Almacén de datos.

b) Tablas de dimensiones.

c) Tablas de hechos.

d) Uniones.

Integración de datos

a) Carga Inicial.

b) Actualización.

La idea principal, es comprender cada paso que se realizará, para no caer en el tedio de tener que seguir un método al pie de la letra sin saber exactamente qué se está haciendo, ni por qué. Puede ser utilizada en cualquier ciclo de vida que no involucre fases extensas de requerimientos. Lo que se busca es entregar una primera implementación que satisfaga las necesidades, para demostrar las ventajas del almacén de datos y motivar a los usuarios.

Y como cierre la “Metodología de desarrollo para proyectos de Almacenes de Datos” creada por la Máster Yanisbel González Hernández para el Centro de Representación y Análisis de Datos (CREAD) de la UCI con el fin de guiar el proceso de desarrollo de almacenes de datos en la entidad, a partir de un estudio realizado sobre las principales metodologías y tendencias existentes en el desarrollo de almacenes de datos.

Según González (2013) esta metodología entre sus principales ideas resalta que:

Se fundamenta en la metodología de Kimball para definir los aspectos específicos del desarrollo de almacenes de datos y la Guía para los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) para incorporar los principios básicos que permiten una adecuada gestión del proyecto, cuenta con siete fases, algunas se ejecutan de forma paralela lo que facilita que el desarrollo del almacén de datos sea ágil, como es el caso de las fases Requisitos y Arquitectura, y las fases de Diseño e Implementación. El flujo de trabajo de Gestión del Proyecto se ejecuta durante todo el ciclo de vida del proyecto.

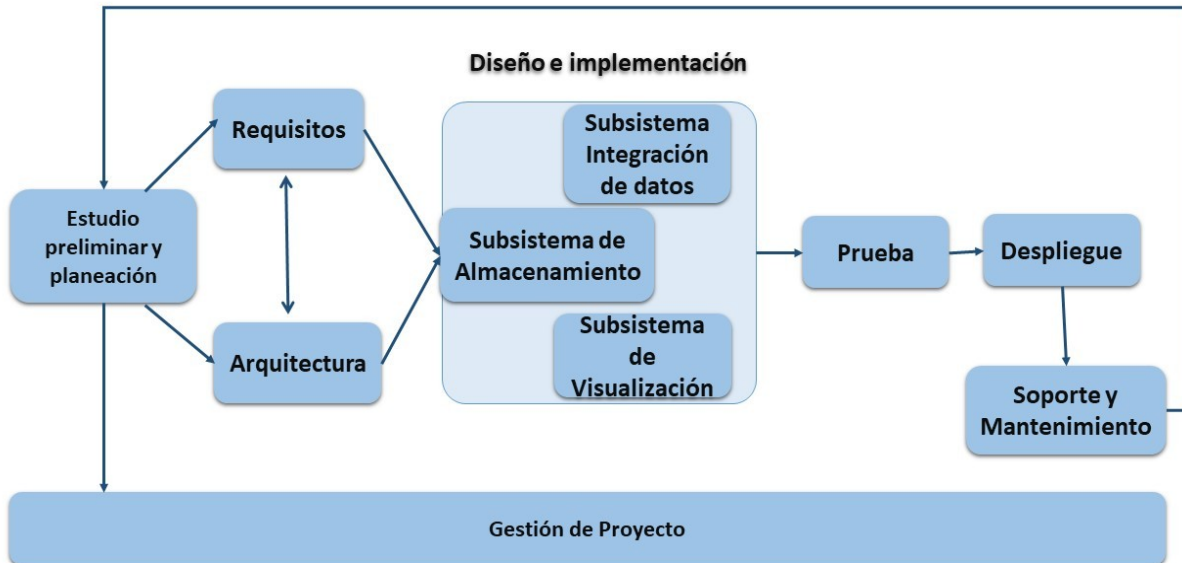


Figura 7: Ciclo de vida de la Metodología de desarrollo para proyectos de Almacenes de datos

[Fuente: (González, 2013)]

Ciclo de vida de la metodología (González, 2013):

1. Estudio preliminar y planeación: En esta fase se compone por dos procesos estudio preliminar del proyecto y la planeación inicial. Este primero se basa en el diagnóstico integral de la empresa y se encuentra dividido en tres áreas: diagnóstico del negocio, de los datos y de la infraestructura tecnológica. Durante esta fase también se realiza el proceso de planeación donde se estima el alcance del proyecto, riesgos, calidad del producto, recursos, humanos, adquisiciones, cronograma, entregables, costos y presupuestos.
2. Requisitos: En esta fase se realizan el levantamiento de los requisitos de información los cuales se definen a partir de las necesidades de información identificadas en el negocio y describen la información y los datos que el sistema debe proveer o debe acceder, los funcionales y no funcionales.

3. **Arquitectura:** Se definen las vistas arquitectónicas de la solución (Vista de Arquitectura de Sistema, Vista de Arquitectura de Tecnología, Vista de Arquitectura de Infraestructura) y se puede desarrollar en paralelo con la fase de Requisitos, siempre y cuando los resultados del diagnóstico de la infraestructura tecnológica realizado durante la fase de Estudio preliminar y Planeación dejen bien definidas las características técnicas de la organización.
4. **Diseño e implementación:** En esta etapa se obtiene el producto de software, pues se diseñan e implementan los tres subsistemas que conforman un almacén de datos, definiéndose el diseño de las estructuras de almacenamiento de datos, los procesos de integración, como el mapa lógico, los cubos OLAP, y se implementa el repositorio de datos, la integración de datos y la visualización de la información siendo el repositorio de datos los cimientos para la posterior implementación del resto de los subsistemas.
5. **Prueba:** En esta fase se realizan pruebas con el objetivo de validar la calidad de la solución implementada.
 - **Pruebas unitarias:** Permiten probar el correcto funcionamiento de un componente o subsistema específico y son desarrolladas por los desarrolladores durante la implementación.
 - **Pruebas de integración:** Permite verificar la correcta integración de los componentes y subsistemas que conforman la solución. Pone a prueba algunas de las vistas arquitectónicas del sistema. Estas pruebas son ejecutadas por los arquitectos de software.
 - **Pruebas de sistema (validación):** Permiten validar el cumplimiento de los requisitos de información y funcionales definidos por los clientes. Son las pruebas más cercanas a la realidad del cliente, debido a que los probadores utilizan el sistema de la misma manera que será usado por los clientes. Estas pruebas constituyen las actividades fundamentales de la fase de Prueba.

6. Despliegue: Este espacio se divide en dos etapas. Una primera etapa, que consiste en un despliegue piloto, donde se configuran los servidores, se instalan las herramientas en base a la arquitectura definida y se carga una muestra de los datos en un ambiente controlado que le demostrará al cliente que la solución funciona, para luego realizar la carga histórica de los datos. La segunda etapa consiste en la capacitación y transferencia tecnológica de la solución al cliente que tiene como finalidad, una solución desplegada en un entorno real y con un correcto funcionamiento.
7. Soporte y mantenimiento: Esta fase comienza cuando la solución está implementada y en explotación según las condiciones de soporte establecidas. Tiene como objetivo evitar que el sistema quede fuera de servicio debido a fallos en su funcionamiento u obsoleto.

Gestión de proyecto: Es un flujo de trabajo que se ejecuta durante todo el ciclo de vida del proyecto, constituyendo la columna vertebral del mismo, pues en esta parte del ciclo se aplican los habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo.

Respetando el modelo de trabajo del centro CREAD se decidió tomar como guía para el desarrollo de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano la “Metodología de desarrollo para proyectos de Almacenes de Datos” y se desarrollarán las 5 primeras fases que constituyen el ciclo de vida de la metodología.

1.4.1 Herramientas para el desarrollo de la actualización del almacén para el Sistema Electoral Cubano

La selección de las herramientas para la solución propuesta está enfocada en el tipo de información que necesita el cliente y en los procesos que llevara a cabo una vez concluida la implementación. Destacando son herramientas de software libre para minimizar los costos de implementación y multiplataforma.

Lenguaje de modelado unificado

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés) es un lenguaje

que permite modelar, construir y documentar los elementos que forman un producto de software que responde a un enfoque orientado a objetos. Se ha convertido en el estándar internacional para definir la estructura, organizar y visualizar los elementos que configuran la arquitectura de un sistema. Con este lenguaje, se pretende unificar las experiencias acumuladas sobre técnicas de modelado e incorporar las mejores prácticas actuales en un acercamiento estándar (Carrillo Ramos, 2009).

Visual Paradigm for UML v8.0 es una herramienta Ingeniería de Software Asistida por Computación (CASE) que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, implementación y pruebas. Posee licencia gratuita y comercial, es multiplataforma e interoperable. Permite realizar desde conversiones de diagramas entidad relación a tablas de bases de datos hasta la generación del código fuente de los programas y la documentación (Hernández et al., 2016).

PostgreSQL: es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, multiplataforma y clasifica como software libre por su distribución bajo la licencia BSD (Berkeley Software Distribution). Utiliza un modelo Cliente/Servidor y multiprocesos en vez de multihilos para garantizar que el sistema sea estable. Posee estabilidad, potencia, robustez, facilidad de administración e implementación de estándares con más de 16 años de desarrollo. Trabaja perfectamente con grandes cantidades de datos y con una alta concurrencia ya que puede procesar muchas solicitudes en paralelo al mismo tiempo (Ordóñez, Ríos y Castillo, 2017).

PostgreSQL v12.4 en especial, incluyen notables mejoras en el rendimiento de las consultas, especialmente en conjuntos de datos más grandes, y en la utilización general del espacio. Esta versión proporciona a los desarrolladores de aplicaciones nuevas capacidades como el soporte de expresiones de ruta SQL/JSON, optimizaciones en la ejecución de consultas de expresión de tabla común (WITH) y columnas generadas. Esta versión también introduce la interfaz de almacenamiento de tablas conectable, que permite a los desarrolladores crear

sus propios métodos de almacenamiento de datos (PostgreSQL Global Development Group, 2019).

pgAdmin 4 v4.24. Es la principal herramienta de gestión de código abierto para Postgres, está diseñada para satisfacer las necesidades sus usuarios, tanto principiantes como experimentados, proporcionando una potente interfaz gráfica que simplifica la creación, el mantenimiento y el uso de los objetos de la base de datos. Consiste en un servicio web desarrollado en *Python* que permite acceder a todas las funcionalidades de la base de datos, consulta, manipulación y gestión de datos. Además, puede ser ejecutadas en múltiples plataformas entre ellas Linux, Mac OS X y Windows (pgAdmin, 2021).

Herramienta de consulta y análisis de los datos

Pentaho BI Suite v8.3 es una herramienta multiplataforma de código abierto, actualmente líder mundial de sistemas de inteligencia a nivel empresarial. Incluye todo tipo de herramientas que están dirigidas principalmente a mejorar el proceso de toma de decisiones empresariales: software de gestión de almacenes de datos, herramientas de integración y análisis interactivo, Cuadros de Mando, ETL y Minería de Datos (Leite et al., 2019).

El *Pentaho BI Suite* dispone de módulos de diseño desarrollados para perfeccionar el flujo de modelado, transformación, almacenamiento y visualización de datos a continuación se describen los que se emplearan en el desarrollo de la propuesta de solución:

- *Pentaho Data Integration (PDI)*
Cuenta con un motor ETL (extracción, transformación y carga) y una interfaz de usuario que le permite la gestión y desarrollo de los flujos de la integración de datos, es decir, la recopilación de estos, la depuración y/o transformación, y la posterior conservación en un formato apropiado y accesible para el usuario y otras aplicaciones. Es aplicable a diferentes tipos de bases de datos como *PostgreSQL*, *SQL server*, *MySQL*, etc.
- *Pentaho Schema Workbench (PSW)*
Cuenta con una interfaz de usuario y elementos para la creación y edición de modelos multidimensionales (MDX - *multi-dimensional expressions*) de forma gráfica o manual.
- *Pentaho BI Server*

Brinda el soporte y la infraestructura para crear soluciones de inteligencia de negocio. Presta servicios de autenticación, registro, auditoría, servicios web y motor de reglas. Además, incluye un motor de solución que integra reportes, análisis, tableros de comandos y componentes de minería de datos.

Conclusiones del capítulo

El estudio de los referentes teóricos abordados permitió comprender en que consiste la inteligencia de negocio, las particularidades de este tipo de soluciones, en concreto las de los almacenes de datos, así como su papel fundamental en el proceso de toma de decisiones y su vinculación a los procesos electorales tanto en Cuba como el mundo. Respetando el estilo de trabajo del centro CREAD se seleccionó como guía para el desarrollo de la propuesta de solución la “Metodología de desarrollo para proyectos de Almacenes de Datos” que cubre de forma ágil las etapas por las que transita el desarrollo de un almacén de datos y su construcción. Por último, en la búsqueda de mejores prestaciones y versiones más actualizadas se seleccionaron las herramientas para el desarrollo de la actualización del almacén de patos para el Sistema Electoral cubano. Para desarrollar el proceso ETL se seleccionaron las herramientas *Pentaho Data Integration* en su versión 8.3. El uso de *Pentaho Schema Workbench* en su versión 8.3 para crear el cubo multidimensional después de ser publicado en el *Pentaho BI Server* en su versión 8.3 permitirá la implementación de la capa de visualización de los datos integrados a la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano con el objetivo de mostrar las vistas de análisis y representaciones gráficas que servirán de apoyo a la toma de decisiones.

CAPÍTULO II: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL ALMACÉN DE DATOS PARA EL SISTEMA ELECTORAL CUBANO.

En este capítulo se realizará el análisis del Sistema Electoral cubano con vista a la actualización del almacén de datos del mismo. Se identifican los requisitos de información, los funcionales, no funcionales y se definen las reglas del negocio. Se detalla la arquitectura base de la actualización del almacén de datos.

2.1 Estudio preliminar del Sistema Electoral cubano

El Sistema Electoral cubano actual está respaldado por la Constitución de la República de Cuba ratificada en Referendo Constitucional, la cual establece los principios que sustentan lo sustentan y en su Disposición Transitoria Primera requería de la elaboración de una nueva ley que regulara la elección de los diputados a la Asamblea Nacional, su presidente, vicepresidente y secretario; el Consejo de Estado, el presidente y vicepresidente de la República, los miembros del Consejo Electoral Nacional, los gobernadores y vicegobernadores provinciales, los delegados a las asambleas municipales del Poder Popular, su presidente y vicepresidente. Es por esta razón que la Asamblea Nacional del Poder Popular, en sesión ordinaria celebrada el 13 de julio de 2019, correspondiente al Tercer Período Ordinario de sesiones de la Novena Legislatura, aprobó la LEY No. 127 “LEY ELECTORAL” la cual tiene como objetivo fundamental regular (Hernández, 2019):

- a) La elección o designación de los integrantes de los órganos electorales, su constitución, atribuciones y funcionamiento;
- b) la nominación y elección de los delegados a las asambleas municipales del Poder Popular, la constitución de estas y la elección de su presidente y vicepresidente;
- c) la nominación y elección de los diputados, la constitución de la Asamblea Nacional del Poder Popular, la elección de su presidente, vicepresidente, secretario y los demás miembros del Consejo de Estado;
- d) la nominación y elección del presidente y el vicepresidente de la República;
- e) la elección de los gobernadores y vicegobernadores provinciales;

- f) el modo de cubrir los cargos que queden vacantes;
- g) la organización y realización de consultas populares, referendos y plebiscitos;
- h) la organización y funcionamiento de las comisiones de candidaturas;
- i) la tramitación de las reclamaciones que se establezcan en materia electoral;
- j) el Registro Electoral; y
- k) la ética electoral.

En cuanto a las elecciones se realizarán cada 5 años anteceditas por la correspondiente convocatoria que libra el Consejo de Estado, , siendo estas elecciones municipales, en las que se eligen a los delegados a las asambleas municipales del Poder Popular, se constituyen estas y se eligen sus respectivos presidente y vicepresidente; elecciones nacionales, en las que se eligen a los diputados, se constituye la Asamblea Nacional del Poder Popular, se elige a su presidente, vicepresidente, secretario y demás miembros del Consejo de Estado, así como al presidente y vicepresidente de la República y las elecciones de gobernadores y vicegobernadores provinciales.

Consejo Electoral Nacional

El Consejo Electoral Nacional como el órgano encargado de organizar, dirigir y supervisar las elecciones, consultas populares, plebiscitos y referendos que se convoquen. Se compone de veintiún (21) miembros electos por la Asamblea Nacional del Poder Popular o el Consejo de Estado según corresponda; lo integran un presidente, un vicepresidente, un secretario y dieciocho (18) vocales.

Consejo Electoral Provincial

El Consejo Electoral Provincial como la máxima autoridad electoral en su demarcación, estructurado con independencia funcional de cualquier otro órgano local; solo rinde cuenta al Consejo Electoral Nacional. Se compone de hasta diecisiete (17) miembros; de estos son profesionales hasta tres (3), previa aprobación del Consejo Electoral Nacional, de acuerdo con las características del territorio.

Consejo Electoral municipal

El Consejo Electoral Municipal como la máxima autoridad electoral del municipio, estructurado con independencia funcional de cualquier otro órgano; rinde cuenta a su Consejo Electoral Provincial. Se compone de hasta diecisiete (17) miembros; de estos son profesionales hasta dos (2) en correspondencia con las características del territorio; excepcionalmente se podrán aprobar tres (3). En ambos casos la decisión corresponde al Consejo Electoral Nacional.

Otras estructuras electorales

Para organizar, dirigir y ejecutar los procesos electorales que define esta Ley, además de los órganos electorales, se constituyen las estructuras siguientes:

- a) Las comisiones electorales especiales;
- b) las comisiones electorales de circunscripción;
- c) las comisiones electorales de distrito para la elección de diputados a la Asamblea Nacional del Poder Popular; y
- d) las mesas de los colegios electorales.

Estas estructuras se constituyen una vez convocados los procesos electorales, referendos y plebiscitos; cesan al concluir estos.

Comisiones electorales especiales

Las comisiones electorales especiales son constituidas a propuesta de los consejos electorales municipales; ejercen sus funciones en demarcaciones específicas, tienen su sede en los locales habilitados al efecto y pueden constituirse en cualquier momento del desarrollo del proceso. Las comisiones electorales especiales están integradas por un presidente, un secretario y hasta ocho (8) vocales. Una vez aprobadas se constituyen y sus integrantes toman posesión ante un representante del Consejo Electoral Municipal. Las comisiones electorales especiales cumplen las funciones siguientes:

- a) Mantener el control de las comisiones electorales de circunscripción de su demarcación, con el objetivo de facilitar la realización de los procesos que se convoquen;

- b) controlar lo establecido para el proceso electoral y cumplir las tareas que les asigne el Consejo Electoral Municipal en el proceso de selección, capacitación y evaluación del desempeño de las autoridades electorales de circunscripción y de las mesas de los colegios electorales;
- c) organizar las vías y medios necesarios que garanticen la recepción, revisión y entrega de la información que reciben de las comisiones electorales de circunscripción de su demarcación, el día de las elecciones; y
- d) realizar el cómputo de los resultados de las votaciones en su demarcación en los casos que se decidan por el Consejo Electoral Nacional.

Comisiones electorales de circunscripción

Los consejos electorales municipales, dentro del plazo que acuerde el Consejo de Estado, designan a los miembros de las comisiones electorales de circunscripción y determinan la fecha en que estos se reúnen por derecho propio, se constituyen y toman posesión de sus cargos ante el miembro del Consejo Electoral Municipal designado. Las comisiones electorales de circunscripción ejercen sus funciones en sus respectivos territorios, tienen su sede en los locales habilitados al efecto y están integradas por cinco (5) miembros, de ellos un presidente, un secretario y tres (3) vocales. Las comisiones electorales de circunscripción tienen las funciones siguientes:

- a) Establecer en su territorio las áreas de nominación de candidatos a delegados a la Asamblea Municipal del Poder Popular, conforme a las disposiciones del Consejo Electoral Nacional y someterlas a la aprobación del respectivo Consejo Electoral Municipal;
- b) organizar, dirigir y presidir las asambleas de nominación de candidatos a delegados a las asambleas municipales del Poder Popular;
- c) informar al Consejo Electoral Municipal los resultados de la nominación en cada una de las áreas de acuerdo con lo regulado;
- d) circular y exponer en lugares públicos las biografías y fotos de los candidatos;
- e) participar en el proceso de exposición y actualización de la Lista de Electores;

- f) hacer pública la Lista de Electores de cada colegio;
- g) someter a la aprobación del Consejo Electoral Municipal las cifras de colegios electorales y su ubicación;
- h) garantizar que los colegios electorales se acondicionen adecuadamente, divulgar su localización y que todos los electores en esa área estén registrados;
- i) designar a los miembros de las mesas de sus colegios electorales de entre los electores de la demarcación y expedir las credenciales correspondientes;
- j) garantizar la correcta ejecución de los escrutinios en los colegios electorales;
- k) realizar el cómputo final de la votación cuando exista más de un Colegio Electoral en la circunscripción en los procesos de elección de los delegados a la Asamblea Municipal del Poder Popular;
- l) realizar el cómputo inicial de los votos en la elección de los diputados a la Asamblea Nacional del Poder Popular, referendos y plebiscitos cuando exista más de un colegio en su demarcación;
- m) hacer público el resultado de la votación, según el proceso que se realiza;
- n) rendir informe final al Consejo Electoral Municipal dentro de los tres (3) días siguientes a su terminación;
- ñ) hacer funciones de Mesa del Colegio Electoral cuando solo exista uno en la circunscripción; y
- o) cualquier otra que le sea atribuida por las autoridades electorales.

Colegios y las mesas electorales

Los colegios electorales funcionan como centros de votación y están conformados por los electores de su demarcación y los integrantes de la Mesa del Colegio Electoral que lo dirige. El Consejo Electoral Nacional determina en cada elección el número máximo de electores por colegio y en atención a ello, en una circunscripción electoral se crean tantos colegios electorales como resulten necesarios, determina

la cantidad de colegios en su demarcación y su ubicación y el día de las elecciones en el Colegio Electoral se constituye la mesa integrada por un presidente, un secretario, un vocal y dos suplentes,

Los integrantes de la Mesa del Colegio Electoral cesan su actuación una vez que hayan entregado a la Comisión Electoral de Circunscripción los resultados de la votación y demás documentos utilizados en el proceso de que se trate.

Los procesos electorales en Cuba están enfocados en garantizar la participación institucional de las masas populares con derecho al voto en la dirección del Estado Cubano y en la toma de decisión de aquellas cuestiones de mayor interés y utilidad económica, social y política del país. Hasta ahora solo se habían realizado referendos constitucionales, pero a través del artículo 256 de la Ley No. 127 Ley Electoral del año 2019, la Asamblea Nacional del Poder Popular (ANPP) tiene el poder para convocar a consulta popular, mediante el cual los ciudadanos con derecho electoral, a través del voto libre, igual, directo y secreto, expresan si ratifican, aprueban, modifican o derogan determinada disposición jurídica, lo que da pie para someter el nuevo Código de las Familias a consulta popular.

Una vez convocada, quedaron constituidas las 12.513 comisiones electorales de circunscripción, 109 especiales, las de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR) y el Ministerio de Relaciones Exteriores de Cuba (MINREX). También se crearon más de 78.000 puntos de reuniones en todo el territorio, a razón de 150 electores promedio por cada uno, cifra que responde al cumplimiento estricto de las medidas frente a la pandemia del covid-19. El CEN tomó la decisión de realizar las reuniones de consulta en las embajadas y oficinas consulares en el exterior, durante el mes de marzo. Para la recepción de las propuestas en cada punto de reunión, se establecieron las categorías de modificación, adición, eliminación y dudas, y se han incluido las de favorable y otras, aclaró, que los electores podrían entregar sus opiniones por escrito o exponerlas, así como mediante una app, desarrollada para tales fines, y revisar sus propuestas. (DemoAmLat y Observatorio de Derechos Electorales, 2022)

La consulta especializada del proyecto representa una innovación en el proceso de creación legislativa del país. A partir de ahí, todas las normas jurídicas derivadas del proceso intenso y complejo de actualización del ordenamiento jurídico cubano han sido sometidas a consultas especializadas. Entre los avances que presenta el anteproyecto subrayan entre otros:

- El reconocimiento del matrimonio igualitario.
- El reconocimiento de diferentes roles de las personas dentro del hogar.
- El reconocimiento del papel de los abuelos.
- La incorporación de alternativas de filiación por reproducción asistida y socio-afectiva.

Según Fernández de Lara (2022) , la versión final del Código de las Familias se encuentra aprobada desde el 26 de septiembre del año 2022. La versión aprobada corresponde a la número 25, la cual modificó el 49,15 por ciento (%) de los artículos en relación a la propuesta anterior, a partir de los planteamientos derivados de los debates, y también incorporó cuestiones que representan un 2,06 % del documento.

Para el referendo popular en Cuba se crearon 224 colegios especiales, ubicados en terminales aéreas, de ferrocarril y de ómnibus, así como en hospitales, hoteles, residencias estudiantiles y otros lugares con alta aglomeración de electores con derecho al voto, en virtud de lo establecido legalmente.

El proceso se realizó con un parte de ocho millones 457 mil 978 electores, del total de electores, ejercieron el derecho al voto seis millones 269 mil 427, cifra que representa el 74,12 por ciento (%) de asistencia a las urnas. Durante el proceso de votación las boletas en blanco representaron el 3,22 % y las anuladas el 2,51 %; fueron declaradas válidas, por reunir los requisitos establecidos en la ley, cinco millones 909 mil 385 boletas, lo que representa el 94,25 %. Votaron por el “Sí” tres millones 950 mil 288 electores, el 66,85 % del total de boletas válidas, mientras que por el “No” lo hicieron un millón 959 mil 097 electores, el 33,15 %. Actualmente, las informaciones manejadas durante el proceso electoral cubano se realizan mediante un almacén de datos y un sistema de gestión (SIGEL) en conjunto con una base de datos para el proceso de elecciones. Los reportes solicitados se realizan a través de consultas MDX Y SQL en el momento del pedido.

Teniendo en cuenta todo el estudio realizado anteriormente, el Consejo Nacional Electoral requiere ampliar el almacén de datos que se encuentra en funcionamiento; de manera tal que le permita consultar y analizar toda la información referente a las consultas populares realizadas en el país, pues el Código de Familia no será la única disposición jurídica que se someta a estos procesos con vista al futuro.

2.2 Necesidades del Usuario

Para la implementación de la solución propuesta se identificaron 4 áreas de análisis, teniendo en cuenta las necesidades de información requeridas por el cliente y el análisis de los datos ya que estos constituyen las bases para la toma de decisiones.

Tabla 1: Áreas de análisis

[Fuente: Elaboración propia]

Áreas de Análisis	Procesos
Circunscripciones	Gestiona información referente a las circunscripciones.
Miembros de las estructuras electorales	Gestiona la información referente a los miembros en las diferentes estructuras electorales.
Área de reunión	Gestiona la información referente a las reuniones de discusión del anteproyecto del Código de la familia.
Resultados de las consultas populares	Gestiona la información como resultado de las consultas populares realizadas.

2.3 Especificación de requisitos

Un requisito es una declaración abstracta de alto nivel de un servicio que debe proporcionar el sistema o una restricción de este. Definición formal de una función

del sistema (Sommerville, 2011).

2.3.1 Requisitos de información

Los requisitos de información describen las funcionalidades que debe tener el sistema en un lenguaje comprensible para el usuario (Sommerville, 2011). A continuación, se evidencian los requisitos definidos para el desarrollo de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral Cubano.

RI Circunscripción

- RI1.** Obtener la cantidad de circunscripciones por: ubicación geográfica, proceso electoral, tipo de circunscripción y rango de electores.
- RI2.** Obtener la cantidad de electores por: ubicación geográfica, proceso electoral, por CDR, y circunscripción.
- RI3.** Obtener la cantidad de CDR por: ubicación geográfica y proceso electoral.

RI Miembros de las estructuras electorales.

- RI4.** Obtener la cantidad de miembros de las comisiones electorales por: tipo de comisión electoral, proceso electoral, sexo, color de piel, grupo de edad, tipo de cargo en la estructura electoral y ubicación geográfica.

RI Áreas de reunión

- RI5.** Obtener la cantidad de áreas de reunión por: ubicación geográfica, proceso electoral.
- RI6.** Obtener la cantidad de reuniones planificadas por: ubicación geográfica, proceso electoral y fecha de planificación.
- RI7.** Obtener la cantidad de reuniones realizadas por: ubicación geográfica, proceso electoral, tipo de reunión y rango por ciento de asistencia.
- RI8.** Obtener la cantidad de asistencia planificada de cada una de las reuniones realizadas por: ubicación geográfica, proceso electoral, tipo de reunión.
- RI9.** Obtener la cantidad de asistencia real de cada una de las reuniones realizadas por: ubicación geográfica, proceso electoral, tipo de reunión y rango por ciento de asistencia.
- RI10.** Obtener el por ciento de asistencia a las reuniones realizadas por: ubicación geográfica, proceso electoral, tipo de reunión y rango de asistencia.

- RI11.** Obtener la cantidad de incidencias de las reuniones por: ubicación geográfica, proceso electoral, tipo de incidencia y fecha.

RI Resultados de las consultas populares

- RI12.** Obtener cantidad de propuestas por tema teniendo en cuenta: la clasificación de la propuesta, ubicación geográfica y proceso electoral.

2.3.2 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales son declaraciones de los servicios que debe proporcionar el sistema, de la manera en que éste debe reaccionar a entradas particulares y de cómo se debe comportar en situaciones específicas, son capacidades o funciones que el sistema debe cumplir (Sommerville, 2011).

Tabla 2: Requisitos Funcionales

[Fuente: Elaboración propia]

No	Nombre	Descripción	Complejidad	Prioridad para el cliente
RF1.	Autenticar usuario.	Consiste en que el sistema autentifique solo los usuarios y contraseñas válidos en correspondencia con los permisos asignados.	Baja	Alta
RF2.	Adicionar rol.	Se refiere a que el sistema estará seccionado por roles que delimitaran los usuarios.	Baja	Media
RF3.	Eliminar rol.	Consiste en eliminar roles pertenecientes a usuarios del sistema.	Baja	Media
RF4.	Visualizar rol.	Consiste en visualizar los roles con los que se accede al	Baja	Media

		sistema.		
RF5.	Adicionar usuario.	Consiste en que se adicione al sistema todos los usuarios que accedan el mismo.	Baja	Media
RF6.	Eliminar usuario.	Consiste en eliminar usuarios que ya no estén autorizados a acceder el sistema.	Baja	Media
RF7.	Visualizar usuario.	Consiste en visualizar los usuarios que han o están accediendo el sistema.	Baja	Media
RF8.	Adicionar reporte.	Consiste en adicionar los reportes que estarán disponibles en el sistema.	Baja	Alta
RF9.	Eliminar reporte	Consiste en eliminar los reportes que han sido adicionados por el usuario.	Baja	Alta
RF10.	Modificar reporte.	Consiste en modificar los diferentes reportes que estarán disponibles en el sistema.	Baja	Alta
RF11.	Visualizar reporte.	Consiste en visualizar los diferentes reportes que estarán disponibles en el sistema.	Baja	Alta
RF12.	Extraer datos.	El objetivo del requisito consiste en realizar la extracción de los datos de los ficheros fuentes.	Media	Alta

RF13.	Realizar, transformación y carga.	El objetivo del requisito consiste en realizar los procesos de transformación y carga de los datos extraídos.	Media	Alta
RF14.	Abrir navegador OLAP.	El objetivo de este requisito consiste en seleccionar las columnas y filas, y poner los filtros necesarios para realizar el análisis.	Baja	Media
RF15.	Mostrar editor MDX.	El objetivo del requisito es permitir editar consultas MDX del reporte sobre el cual quiere realizar los cambios.	Baja	Media
RF15	Configurar tablas OLAP.	El objetivo de este requisito es ordenar los campos de filtración de forma jerárquica.	Baja	Media
RF17	Configurar impresión.	El objetivo del requisito es permitir imprimir el reporte que está visualizando.	Baja	Media
RF18	Exportar a PDF.	El objetivo del requisito es permitir exportar a .pdf el reporte que está visualizando.	Baja	Alta
RF19	Exportar a Excel.	El objetivo del requisito es permitir exportar a .xls el reporte que está visualizando.	Baja	Alta

2.3.3 Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales son restricciones de los servicios o funciones ofrecidas por el sistema. Incluyen restricciones de tiempo, sobre el proceso de desarrollo y estándares. Normalmente se aplican a características o servicios individuales del sistema. Propiedades o cualidades que el producto debe tener (Sommerville, 2011).

A continuación, los requisitos identificados en la investigación teniendo en cuenta su clasificación:

Usabilidad

La solución requiere de usuarios con conocimientos avanzados de Base de Datos y dominio del lenguaje Java Script y SQL.

- Tiempo de entrenamiento.

RNF1. El tiempo de entrenamiento para que los usuarios tengan el conocimiento requerido para operar el sistema en la ejecución de los procesos manuales y de administración deberá ser entre 15 y 30 días.

Confiabilidad

Para asegurar la disponibilidad y fiabilidad de la información se definen un grupo de propiedades que el sistema debe cumplir.

- Respaldo de la Información.

RNF2. La solución contará con un área para el almacenamiento intermedio de los procesos de integración de datos que permita mantener un respaldo de la información y copia local de fichero que guardará los archivos provenientes de las fuentes de datos para su recuperación en caso de algún fallo.

- Disponibilidad en tiempo del sistema.

RNF3. Las áreas de almacenamiento intermedio, los ficheros planos y el repositorio de datos, deberán estar disponible 100% las 24 horas del día los siete días de la semana.

RNF4. Los procesos de integración de datos se deben ejecutar según las demandas del cliente ininterrumpidamente.

- Recuperación ante fallos.

RNF5. El sistema no puede estar fuera de servicio por un período mayor a dos horas y solo puede seguir trabajando si posee como máximo; dos errores menores, un error significativo y ningún error crítico. Los errores que pueden provocar las fallas se categorizan como:

Errores menores

- Que no exista conectividad entre el sistema y las fuentes de datos.
- Que no se pueda realizar el respaldo de la integración de datos.

Errores significativos

- Que no se pueda conectar al almacén de datos para la carga de los datos.

Errores críticos

- Fallos de hardware en el servidor de integración de datos.
- Fallos en el sistema operativo donde se encuentra implementada la solución.
- Precisión y exactitud de la información.

RNF6. La información almacenada en el almacén de datos debe tener el 100% de precisión y exactitud según las reglas de negocio, en correspondencia con los datos enviados por las fuentes.

- Mantenimiento del sistema.

RNF7. El acceso para el mantenimiento del sistema deberá ser mediante un usuario con permisos de administración y debe realizarse cada 15 días emitiendo un informe del estado del sistema.

- Modo de funcionamiento ante fallos.

RNF8. La solución podrá estar en modo de funcionamiento degradado como máximo por 24 horas, no debe sobrepasar un día sin detectar el tipo de error que se está produciendo.

RNF9. Los procesos de integración de datos estarán disponibles para ser ejecutados siempre que los usuarios lo decidan.

RNF10. La información almacenada en el almacén de datos estará disponible en el repositorio de datos para su consulta, aunque existan fallos en los procesos de integración de datos.

Eficiencia

La eficiencia del sistema depende en gran medida del volumen de información a consultar en el repositorio de datos. Los tiempos de respuesta de las consultas dependen de los parámetros de entrada y de salida, deben estar entre los 600 ml/seg hasta los 5 seg.

- Utilización de los recursos.

RNF11. Para los procesos de integración de datos y la visualización de la información la utilización de recursos como mínimo es de:

- ✓ Memoria RAM: 6 GB.
- ✓ Disco duro: 60 GB.
- ✓ Comunicaciones: 100MB/seg.

RNF12. Para el repositorio de datos la utilización de recursos como mínimo es de:

- ✓ Memoria RAM: 4 GB.
- ✓ Disco duro: 100 GB.
- ✓ Comunicaciones: 100MB/seg.

Soporte

Los mecanismos de soporte estarán alineados al centro de soporte de la UCI según la estrategia que defina el mismo con las partes implicadas en el proyecto.

- Convenciones para nombrado.

RNF13. Para la creación de nuevos objetos en el repositorio de datos, ya sean dimensiones, hechos, tablas de nomencladores o vistas materializadas, se deben seguir las codificaciones que se describen a continuación:

No se deben utilizar mayúsculas ni espacios. Los espacios se deben representar con “_”.

Los atributos donde el nombre es compuesto se debe escribir de la siguiente manera:

- <Primer nombre>_<Segundo nombre>
- Ejemplo: (color_piel)

Todas las tablas de dimensiones comenzarán con las iniciales dim y seguidamente irá el concepto que almacenan. Para mejor comprensión ver los ejemplos siguientes:

- dim_<concepto>
- Ejemplo: (dim_sexo)

Todas las tablas de hechos comenzarán con las iniciales hech y seguidamente irá el concepto que almacenan. Para mejor comprensión ver los ejemplos siguientes:

- hech_<concepto>
- Ejemplo: (hech_reunion)

Las vistas materializadas comenzarán con las iniciales vm y luego el concepto que representan.

- vm_<concepto>
- Ejemplo: (vm_opiniones)

RNF14. Para administrar los procesos de integración deben seguirse las restricciones de nombrado definidas para mantener organizados los procesos y para facilitar el mantenimiento de los mismos.

En caso de crear un nuevo flujo de integración se deberán utilizar los nomencladores definidos que consiste en:

- <Nombre de la fuente>_<técnica a aplicar >.
- Ejemplo: (xiscop_extracciondedatos)

En caso de agregarse una nueva transformación en el proceso de integración de datos deben nombrarse de la siguiente manera:

- <Nombre de la fuente>_transf_<nombre>.
- Ejemplo:(xiscop _transf_extraccionelectores.ktr)

En caso de agregarse un nuevo flujo de trabajo en el proceso de integración de datos deben nombrarse de la siguiente manera:

- <Nombre de la fuente>_trab_<concepto>.
- Ejemplo: (xiscop _trab_persona.job)

Restricciones de diseño

RNF15. Para la programación en el repositorio de datos se utilizará *PL/pgSQL* como lenguaje dentro del SGBD y para la implementación de los procesos de integración de datos el lenguaje JavaScript.

Interfaces Software

RNF16. La solución por su naturaleza debe interactuar con una capa de servicios web para extraer los datos del sistema operacional.

Interfaces de Comunicación

RNF17. Se creará una Red Privada Virtual (VPN) que debe ofrecer ETECSA.

Requisitos de Licencia

No se posee ningún requisito de licencia o restricción en el uso del software puesto que se desarrollará con la utilización de herramientas libres como: Máquina Virtual de Java v8.0, *Postgres SQL* v12.4, *pgAdmin 4* v4.24, *Pentaho BI Server CE* v8.3, *Pentaho Data Integration* v8.3.

Requisitos Legales, de Derecho de Autor y otros

Al finalizar el desarrollo de la aplicación informática, la Dirección Jurídica de UCI definirá la licencia por la que se registrará el mismo.

Estándares Aplicables

RNF18. Durante el proceso de desarrollo de software cada entregable es sometido a pruebas de liberación, en las que se evalúan las características y sub-características de calidad definidas por la ISO/IEC 9126.

2.4 Reglas del Negocio

Las reglas del negocio describen las políticas, restricciones y definiciones del negocio que deben ser respetadas por el sistema a desarrollar (Toro, 2011).

- RN1.** Los resultados del cálculo de los porcentos deben de estar redondeado a 2 números decimales.
- RN2.** El código para el color de la piel estará definido como B para piel Blanca, M para Mestiza y N para Negra.
- RN3.** La edad estará comprendida entre los 16 y los 100 años y los grupos de edad entre mayores de jóvenes menores de 35 y mayores de 35.
- RN4.** El rango de habitantes estará comprendido por menos de 100 y más de 100 000 respectivamente.
- RN5.** El rango de electores estará comprendido entre más 30 000 y menos de 90 000 electores.
- RN6.** El porcentaje de asistencia estará definido entre menos del 60 y más del 100 %.
- RN7.** El código para el sexo se establece F para Femenino y M para Masculino.
- RN8.** El código de la clasificación de las propuestas de las consultas populares se establece A para la Adición, M para la Modificación, E para la eliminación, D para las Dudas y F para Favorable.
- RN9.** El código de la clasificación de los temas del código por propuesta se establece por Libro, Capítulo, Sección, Artículo, Apartado, Inciso, Por cuanto, Glosario de término, De propósito general, Disposiciones transitorias y Disposiciones finales.

Reglas de almacenamiento

- RN10.** Los valores de tipo texto *String* tendrán una capacidad de almacenamiento de 255 caracteres.
- RN11.** Los valores de tipo *Integer* tendrá una capacidad de almacenamiento de 32 caracteres.
- RN12.** El modelo no permite datos nulos.

2.5 Modelo de Caso de Uso del Sistema (CUS)

Un Caso de Uso (CU) es una secuencia de interacciones que se desarrollarán entre un sistema y sus actores en respuesta a un evento que inicia un actor principal sobre el propio sistema (Sommerville, 2011).

El modelo de casos de uso del sistema es una forma de representar gráficamente la relación entre los actores y casos de uso del sistema (CUS), de manera que sirva de guía para reflejar las metas y funcionalidades que persigue el negocio (Pressman, 2010).

La tabla siguiente muestra las responsabilidades atribuidas a cada uno de los actores que interactúan en el sistema y la figura detalla cada uno de las descripciones dadas anteriormente.

Tabla 3: Descripción de los actores del sistema

[Fuente: Elaboración propia]

Actores	Descripción
Administrador	Se encarga de asignar los permisos, administrar la BD y los usuarios.
Administrador de ETL	Se encarga de extraer los datos necesarios de las fuentes, realizar la transformación y carga de los datos.
Especialista	Se encarga del análisis y la realización de los pedidos de información, así como de la visualización de los mis-

	mos.
--	------

El diagrama de caso de uso presente está comprendido por los patrones de CU: CRUD Total pues el administrador de usuarios puede tener como actividad la gestión de roles, reportes y usuario, Múltiples actores - Rol común en este caso intervienen dos actores en un mismo caso de uso y Concordancia de Adición ya que se refleja que la subsecuencia común de casos de uso, extiende los casos de uso compartiendo la subsecuencia de acciones. Se identificaron 9 casos de usos y tres actores relacionados con cada uno de ellos en dependencia del rol.

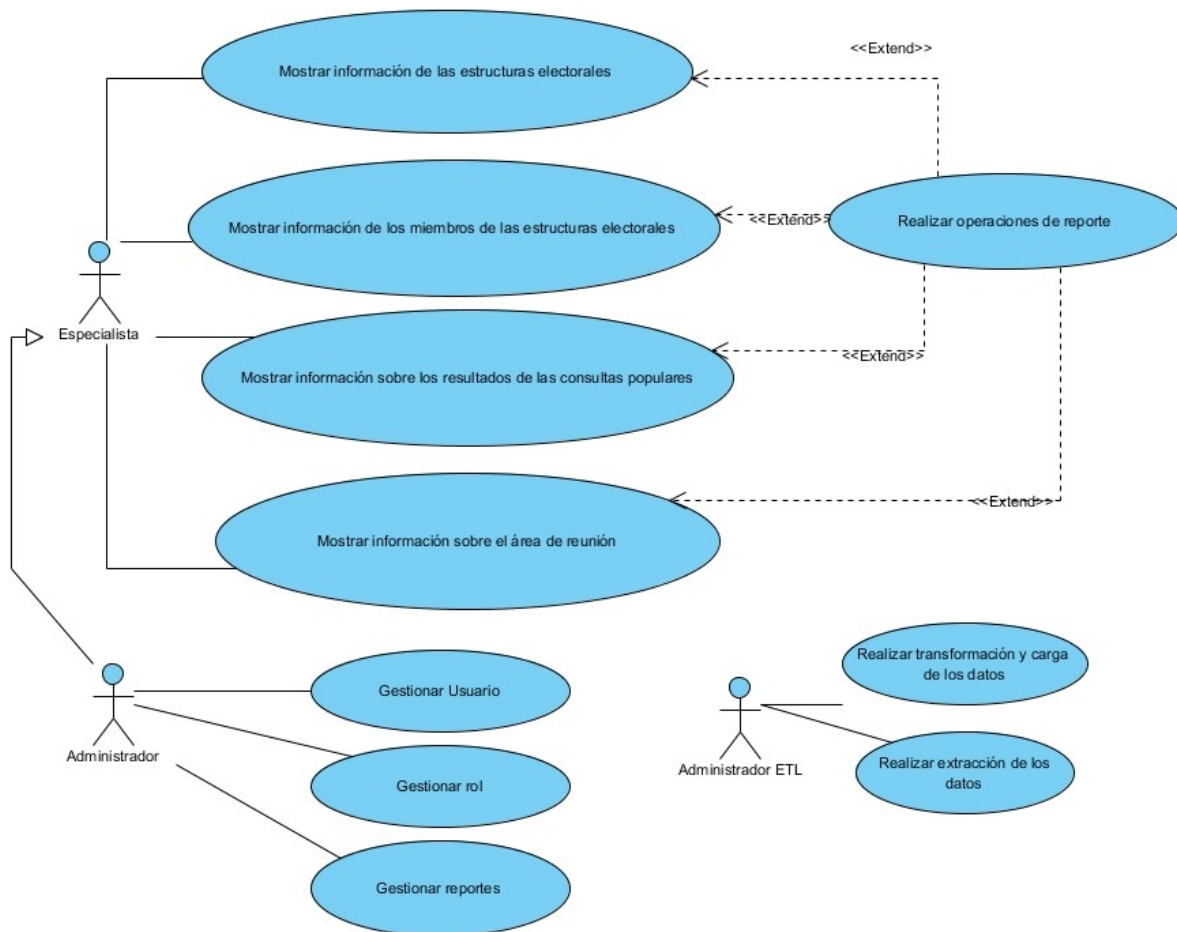


Figura 8: Diagrama de caso de uso del sistema

[Fuente: Elaboración propia]

Especificación de casos de uso

La tabla muestra la especificación del caso de uso “Mostrar información sobre los miembros de las estructuras electorales”.

Tabla 4: Especificación de requisitos del caso de uso “Mostrar información sobre los miembros de las estructuras electorales”.

[Fuente: Elaboración propia]

Objetivo	Mostrar información sobre los miembros de las estructuras electorales.	
Actores	Especialista.	
Resumen	El caso de uso inicia cuando el especialista decide consultar la información referente a los miembros de las estructuras electorales. El especialista selecciona el reporte que desea consultar y el sistema muestra la información contenida en él. El caso de uso finaliza cuando el especialista termina de analizar el reporte correspondiente a los miembros de las estructuras electorales.	
Complejidad	Media.	
Prioridad	Alta.	
Precondiciones	El especialista tiene que estar autenticado. La actualización del almacén de datos tiene que estar poblado. Los reportes relacionados con los miembros de las estructuras electorales fueron creados.	
Post condiciones	Los reportes correspondientes fueron consultados por el especialista.	
Flujo de eventos		
Flujo básico: Mostrar información sobre los miembros de las estructuras electorales.		
	Actor	Sistema
1	Selecciona el Área de Análisis (A.A) Miembros de las estructuras electorales	

2		Muestra los Libros de Trabajos (L.T) del área seleccionada.
3	Selecciona el Libro de Trabajo.	
4		Muestra los reportes contenidos en el Libro de Trabajo.
5	Selecciona los reportes que desea analizar.	
6		Muestra la información contenida en el reporte seleccionado y brinda opciones al especialista para visualizar los reportes durante su análisis. Ir al CU Realizar opciones sobre reportes. Finaliza el CU.

Flujos alternos

2ª Los datos son incorrectos

Actor	Sistema
	Muestra mensaje "Los datos son incorrectos". Vuelve al paso 1 del Flujo Básico de Eventos.

Opciones de Reportes

Perspectivas de análisis	Posibles resultados	
	Medidas	Periodicidad
Variables de entrada relacionadas con el CU: <ul style="list-style-type: none"> • tipo de comisión • proceso electoral • sexo • color de piel • grupo de edad • tipo de cargo • ubicación 	Variables de salida disponibles: <ul style="list-style-type: none"> • cantidad de miembros de las comisiones electorales 	Rango de tiempo en que se solicitan las variables de salida:

geográfica.		
Relaciones	CU incluidos	No aplica.
	CU extendidos	Realizar operaciones sobre reportes. Paso 6 del Flujo Básico.
Requisitos no funcionales	Requisitos no funcionales del documento: “Especificación de requisitos de software”.	
Asuntos pendientes		

2.6 Arquitectura del almacén de datos

La arquitectura del software alude a la estructura u organización de los componentes del programa (módulos), la manera en que estos componentes interactúan y la estructura de datos que utilizan los componentes (S.Pressman, 2002). Además, encapsula los subsistemas de almacenamiento, integración y visualización, las fuentes de datos que nutren el almacén y los usuarios finales de la solución.

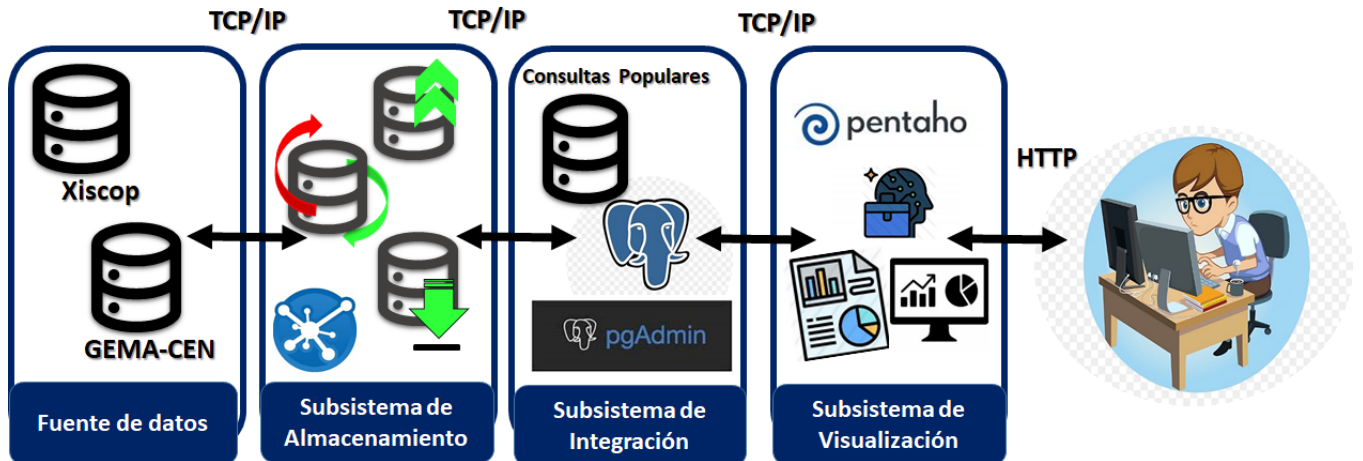


Figura 9: Arquitectura de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral Cubano.

[Fuente: Elaboración propia]

Fuentes de datos: están constituidas por GEMA-CEN un Sistema de Análisis de Datos y el programa para la Gestión de Consultas Populares Xiscop encargado de emitir reportes estadísticos, ambos se encuentran en el sistema gestor de base de datos *PostgreSQL*, el cual contiene la información que luego será almacenada en el esquema definido en el subsistema de almacenamiento con apoyo del administrador de base de datos *pgAdmin 4 v4.24* y el gestor de base de datos *PostgreSQL v12.4*.

2.6.1 Subsistema de almacenamiento

El subsistema de almacenamiento es el encargado de almacenar los datos asociadas a los procesos que se llevan a cabo en el Sistema Electoral cubano, a través de la identificación de los hechos, dimensiones y medidas que integran la actualización del almacén de datos y su relación.

Tablas de hechos: contiene los procesos de negocio gestionados en el Sistema Electoral cubano durante los procesos electorales de consultas y referendos populares.

Tablas de dimensión: representa una perspectiva para cierto proceso de negocio.

Medidas: representa los indicadores o conceptos cuantificables en el proceso electoral.

Tabla 5: Descripción de las tabla de hechos

[Fuente: Elaboración propia]

No	Hechos	Descripción	Medidas
H1	hech_comision_electoral	Gestiona la información asociada a las comisiones electorales por niveles Nacional, Provincial, Municipal, Circunscripción y Especiales	cantidad_miembros
H2	hech_circunscripcion	Gestiona datos asociados a los tipos de circunscripciones.	cantidad_circunscripciones cantidad_cdr cantidad_electores
H3	hech_reunion	Gestiona datos asociados a las reuniones realizadas.	cantidad_reuniones_realizadas cantidad_asistencia_real porcentaje_asistencia_real cantidad_intervenciones
H4	hech_resultado_consulta_popular	Gestiona el resultado de las consultas populares realizadas.	cantidad_propuestas
H5	hech_planificacion_reunion	Gestiona datos asociados a la planificación de la	cantidad_reuniones_planificadas

		reuniones.	cantidad_asistencia_planificada
H6	hech_incidencias	Gestiona las incidencias asociadas a las reuniones.	cantidad_incidencias_reuniones

Tabla 6: Descripción de las tablas de dimensiones

[Fuente: Elaboración propia]

No	Dimensiones	Descripción
D1	dim_cargo	Representa todos los cargos correspondientes al proceso electoral.
D2	dim_edad	Representa la edad de los miembros de las estructuras electorales.
D3	dim_sexo	Representa el sexo de los miembros de las estructuras electorales.
D4	dim_comision_electoral	Representa los tipo de comisiones del proceso electoral.
D5	dim_color_piel	Representa el color de piel de los miembros de las estructuras electorales.
D6	dim_proceso_electoral	Representa el tipo de proceso electoral.
D7	dim_dpa	Representa la división política administrativa.
D8	dim_incidencia	Representa el tipo de incidencias presentadas en las reuniones realizadas.
D9	dim_fecha	Especifica una línea de tiempo donde el nivel más bajo es la semana.
D1	dim_circunscripcion	Representa los tipo de circunscripciones

0		presentes en el proceso electoral.
D1 1	dim_rango_porcentaje_asistencia	Representa el rango de asistencia.
D1 2	dim_reunion	Representa el tipo de reunión.
D1 3	dim_clasificación_propuesta	Representa la clasificación de la propuesta realizada.
D1 4	dim_clasificación_tema_propuesta	Representa la clasificación de los temas a debatir
D1 5	dim_tema_propuesta	Representa la descripción de la propuesta por tema
D1 6	dim_rango_electores	Representa el rango de electores en dependencia del proceso electoral.

Matriz Bus

La matriz bus representa concepto abstracto de la visión arquitectónica del almacén de datos y en este caso, muestra la relación entre las tablas de hechos y dimensiones que componen el diseño de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano como marco para el análisis de datos. Las filas de la matriz representan los hechos (6), las columnas las dimensiones (16) y las celdas que contiene una X la asociación entre un hecho y su dimensión correspondiente, además detalla como las dimensiones D6 y D7 intervienen en todos los hechos que integran la matriz.

Tabla 7: Matriz bus
[Fuente: Elaboración propia]

		Dimensiones															
Hechos		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
H1		X	X	X	X	X	X	X									
H2							X	X			X						X
H3							X	X		X		X	X				
H4							X	X		X				X	X	X	
H5							X	X		X							
H6							X	X	X	X							

Modelo lógico de datos

Con el objetivo de asignar un espacio organizado a los datos del negocio, se crea una estructura lógica de la base de datos a partir del modelado de los mismos, teniendo en cuenta lo trazado por Inmon (2005) en su libro *Building the Data Warehousing*: “La partición de datos se refiere a la ruptura de los datos en unidades físicas separadas que pueden ser manejados de manera independiente.” En esta parte del diseño se confecciona el modelo lógico de los datos de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral Cubano. Para ello se define el tipo de modelo que se empleará se diseñan las tablas de hechos y dimensiones para finalmente establecer las relaciones pertinentes entre ellas. En este caso se seleccionó el esquema constelación, el cual quedo explicado en el capítulo anterior.



Figura 10: Modelo lógico de datos

[Fuente: Elaboración propia]

2.6.2 Subsistema de integración

En el subsistema de integración es donde se recrean las operaciones necesarias para unificar varias fuentes de datos y crear un enfoque común de un determinado proceso. Para la integración de los datos se empleó un enfoque (ETL) pues permitirá extraer la información de los sistemas fuentes, transformarlos para satisfacer las necesidades del cliente y cargarlos en el sistema destino en este caso en la base de datos Elecciones.

Diseño de las transformaciones

La Extracción, Transformación y Carga es el proceso clave para el análisis de datos, la inteligencia de negocio, la automatización de la información y la subsanación de errores, además permite la digitalización del entorno de negocio e integra datos de múltiples sistemas para convertirlos a una sola estructura y luego ser cargados, en este caso en un almacén de datos. Las transformaciones son el elemento fundamental del proceso de ETL, en el diseño de las mismas se detalla cada uno de los pasos a seguir para efectuar la carga de las dimensiones y los hechos en la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.

Diseño para la carga de dimensiones: A partir de la extracción de los datos de los sistemas de origen, en este caso de las bases de datos de GEMA-CEN y Xiscop, se seleccionan los datos a cargar en las dimensiones, se procede a la limpieza y transformación de los mismos y por último son insertados en la fuente de destino, la base de datos Elecciones.

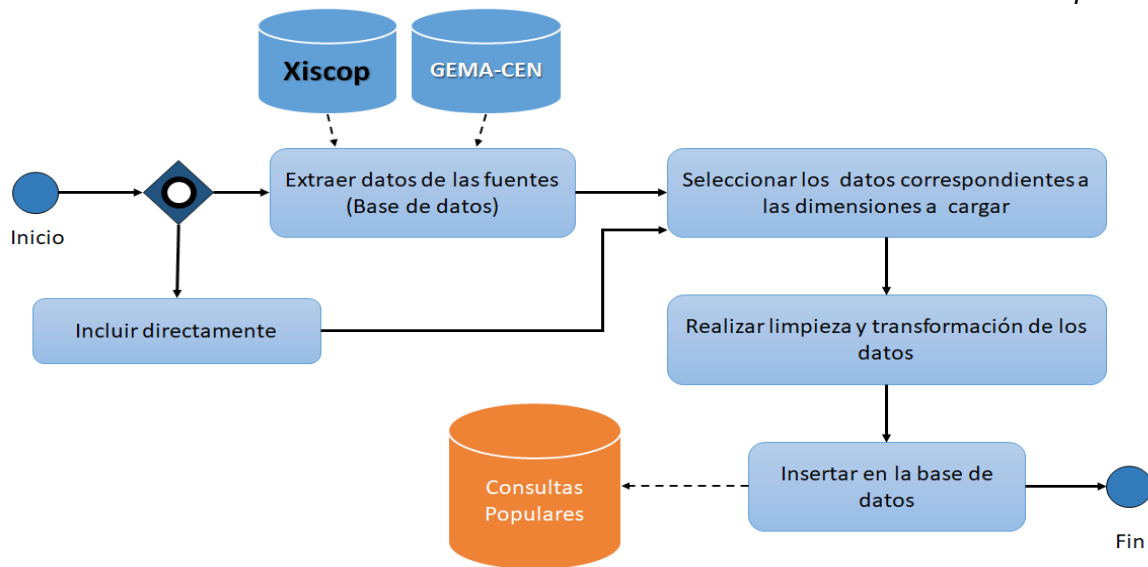


Figura 11: Diseño de las transformaciones para cargar las dimensiones
 [Fuente: Elaboración propia]

Diseño para la carga de hechos: Después de la extracción de los sistemas de origen: GEMA-CEN y Xiscop, se procede a la realización de la limpieza y transformación de los datos, seguidamente se busca en la base de datos los id de las dimensiones, se verifica que los datos cumplan con las validaciones requeridas, se calculan las medidas y se concluye con la inserción de los mismos en la base de datos de lo contrario son exportados a un fichero Excel para un posterior tratamiento.

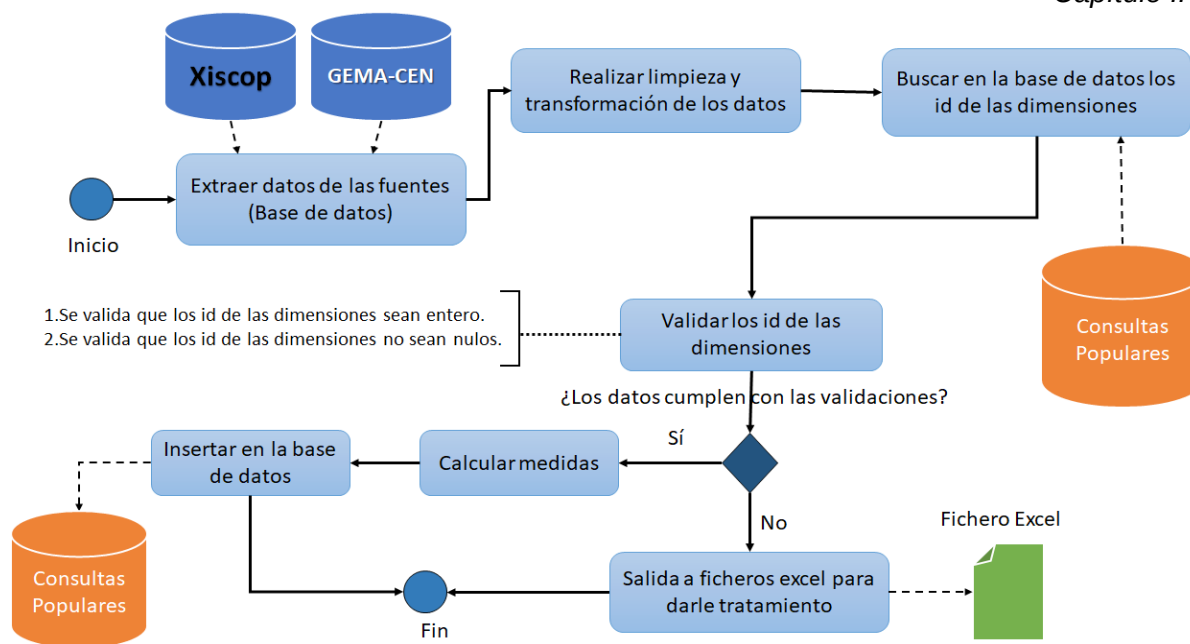


Figura 12: Diseño de las transformaciones para cargar los hechos

[Fuente: Elaboración propia]

2.6.3 Subsistema de visualización

El diseño del Subsistema de visualización se realiza con la finalidad de organizar las vistas de análisis, reportes analíticos, operativos, *dashboards* o tableros de control por áreas de análisis, facilitando a los usuarios finales la comprensión de los datos y la búsqueda eficiente de información.

Arquitectura de información

Con la implementación de la actualización al almacén de datos actual del Sistema Electoral Cubano se podrá almacenar toda la información referente a las consultas populares a realizar en el país contribuyendo al proceso de la toma de decisiones del Consejo Electoral Cubano, teniendo en cuenta la disponibilidad de la información y los análisis pertinentes por el personal calificado para esta labor. La investigación arrojó 4 Áreas de Análisis (A.A) con sus correspondientes Libros de Trabajo (LT). Cada LT incluye 3 carpetas relacionadas con las vistas OLAP, los reportes personalizados y los cuadros de mando, además cada carpeta contiene las Tablas de Salidas (TS) en correspondencia con los reportes candidatos asociados a las necesidades del cliente.

- **Área de análisis general (A.A.G):** contiene todas las áreas de análisis que abarca la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral Cubano.
- **Área de análisis (A.A):** son las secciones en las que se divide actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral Cubano.
- **Libro de trabajo (L.T):** son las diferentes categorías en las que se pueden agrupar cada una de las vistas de análisis y cuadros de mando que se implementen.
- **Vistas de análisis (V.A):** agrupan la información a partir de las dimensiones establecidas, que contiene los valores indicadores a analizar.

A continuación, se muestra la estructura de navegación definida para la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.

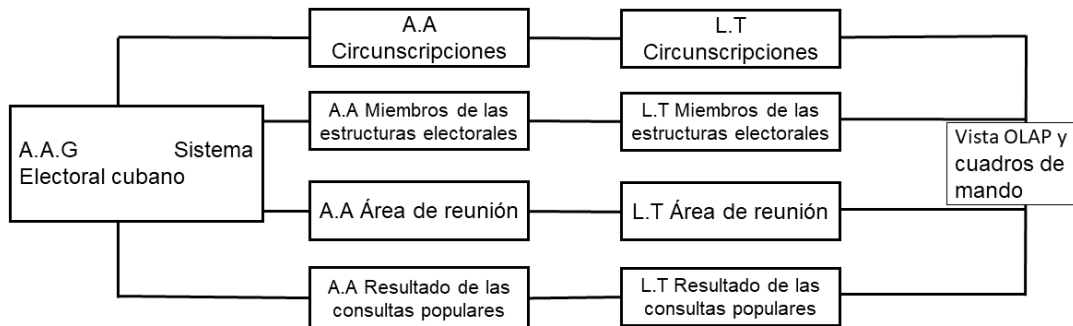


Figura 13: Estructura de navegación de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.

[Fuente: Elaboración propia]

Roles y Permisos

Según los roles de cada usuario del sistema se asignaron permisos los que se reflejan en la tabla siguiente:

Tabla 8: Roles y permisos

[Fuente: Elaboración propia]

Roles	Base de Datos		Aplicación	
	Lectura	Escritura	Lectura	Escritura
	a	a		

Administrador	X	X	X	
Administrador ETL	X	X		
Especialista			X	

Conclusiones del capítulo

El estudio detallado del proceso electoral cubano haciendo énfasis en los procesos de consultas populares permitió identificar según las necesidades del cliente 12 requisitos de información, 19 requisitos funcionales, 18 requisitos no funcionales y 13 reglas del negocio incluyendo las de almacenamiento. El Modelo de Caso de Uso del Sistema para el caso de uso “Mostrar información sobre los miembros de las estructuras electorales”, permitió definir los actores que intervienen en el flujo del mismo y como interactúan. Con vista a la implementación de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano y atendiendo a la metodología seleccionada, se perfiló la arquitectura del mismo compuesta por: las fuentes que la nutren (Xiscop y GEMA-CEN); el subsistema de almacenamiento en el cual se identificaron 6 hechos, 16 dimensionales, 11 medidas y la relación entre los hechos y las dimensiones a través una matriz bus, lo que permitió definir la estructura del modelo lógico a partir del esquema constelación; el subsistema de integración en el cual se diseñaron los procesos de extracción, transformación y carga de los datos y el subsistema de visualización para crear un panorama de la capa de presentación.

CAPÍTULO III: IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA DE LA ACTUALIZACIÓN DEL ALMACÉN DE DATOS PARA EL SISTEMA ELECTORAL CUBANO.

En este capítulo se realizará la implementación de la actualización del almacén de datos del Sistema Electoral teniendo en cuenta la arquitectura planteada en el capítulo anterior y se someterá a las pruebas necesarias para garantizar que la solución final cumpla con las necesidades planteadas por el usuario.

3.1 Implementación del Subsistema de Almacenamiento

Estándares de codificación

En la solución propuesta se mantienen los estándares de codificación del “Almacén de datos del Sistema Electoral Cubano” atendiendo a las estructuras de clasificación con el objetivo de lograr un patrón que contribuya a la creación de un código legible y fácil de comprender. Las tablas de dimensiones se nombran con las siglas “dim” seguidas de un guion bajo “_” y el nombre de la dimensión en cuestión, ejemplo: dim_circunscripcion. Las tablas de hechos con las siglas “hech” seguidas de un guion bajo “_” y el nombre del hecho, ejemplo: hech_comision_electoral.

En cuanto a los atributos de las dimensiones, las llaves primarias fueron denominadas: “dim_ dimension_id”, ejemplo dim_sexo_id. Para los códigos del negocio se definió “atributo_codigo”, ejemplo: tipo_circunscripcion_codigo al igual que con los nombres, ejemplo: tipo_circunscripcion_nombre. Sin embargo, las descripciones se anteponen al atributo separados por un guion bajo, ejemplo: descripcion_circunscripcion_codigo.

Las medidas contienen la palabra “cantidad”, seguidas de un guion bajo “_” y luego se especifica lo que se va a contar, ejemplo cantidad_miembros. El nombre de las transformaciones comienza con las siglas “trans”, luego un guion bajo “_” y finalmente el nombre de la misma, ejemplos trans_dim_circunscripcion y trans_hech_circunscripcion. Los trabajos comienzan con las siglas “trab”, seguidas de un guion bajo “_” y finalmente el nombre de la misma, ejemplo trab_dimensiones.

Durante la etapa de diseño se obtuvo el modelo lógico de los datos a partir del

cual se generó el código SQL, que permitió obtener el modelo físico de la base de datos a través de su ejecución en la herramienta *pgAdmin 4*. Este contiene en el Esquema public las tablas de hechos (6) y dimensiones (16) que corresponden a la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.

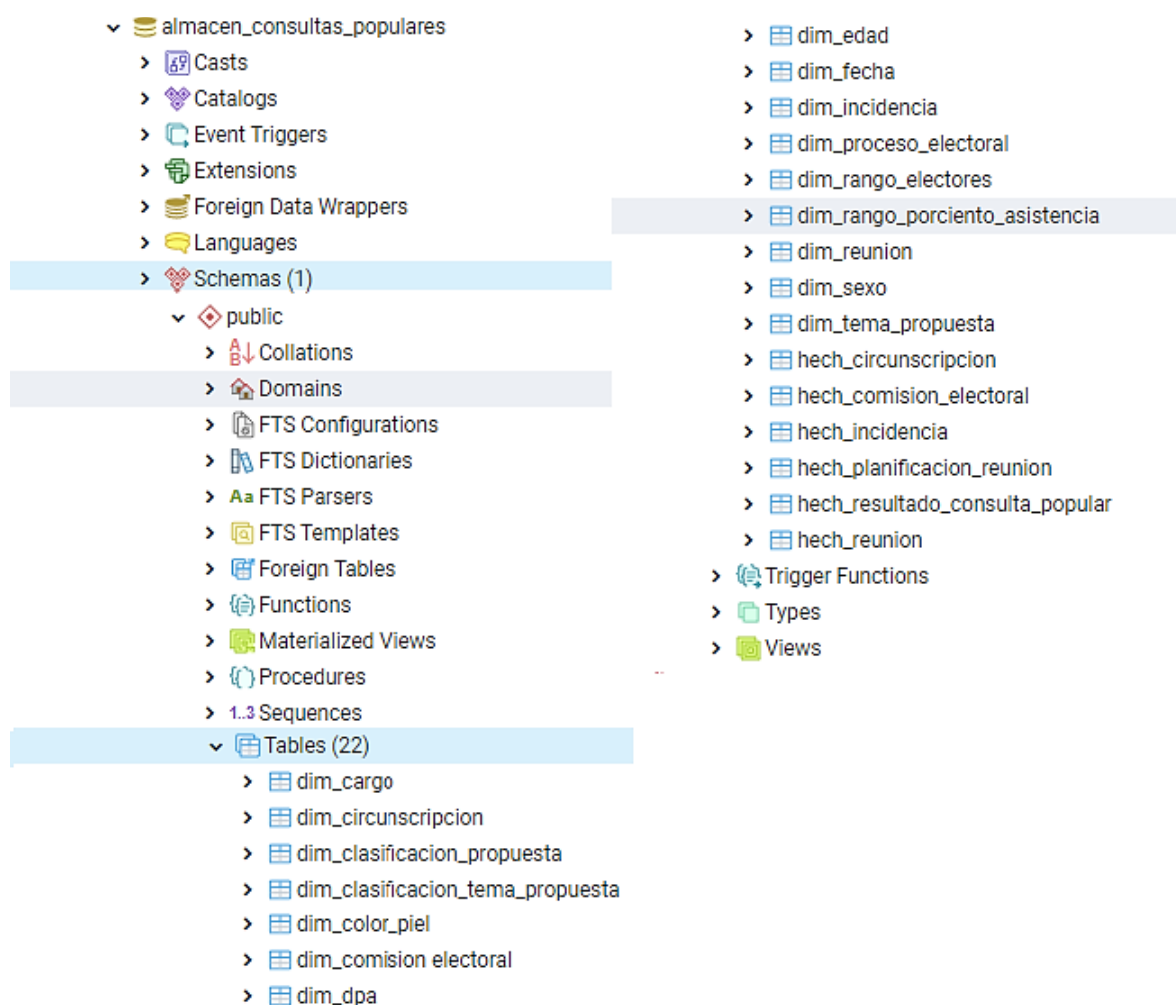


Figura 14: Esquema public actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.

[Fuente: Elaboración propia]

3.2 Implementación del Subsistema de Integración

En esta parte de la implementación se procede a poblar la base de datos a través los procesos ETL, que comienza con la extracción de los datos de la fuente de origen, luego se seleccionan los datos para su transformación, limpieza y estandarización y por último se realiza la carga de las tablas de hechos y dimensiones que componen el almacén. A continuación, algunos ejemplos de las transformaciones realizadas con la herramienta *Pentaho Data Integration v8.3* descrita en el capítulo I como un componente de la plataforma *Pentaho BI Suite*.

En la transformación que lleva por nombre *dim_comision_electoral*, se extraen los datos de la tabla *nestructura_pertenece* correspondiente los tipos de comisiones existentes, se seleccionan los campos a mostrar, se modifican los tipos de datos para que no existan conflictos con la base de dato destino y se cargan a la dimensión correspondiente.

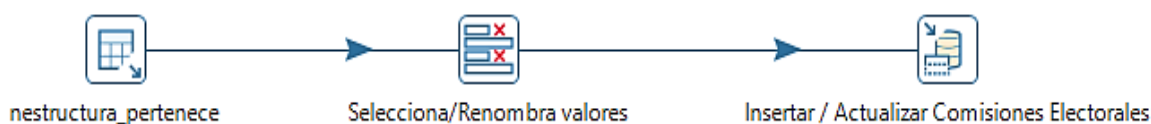


Figura 15: Transformación de la dim_comision_electoral

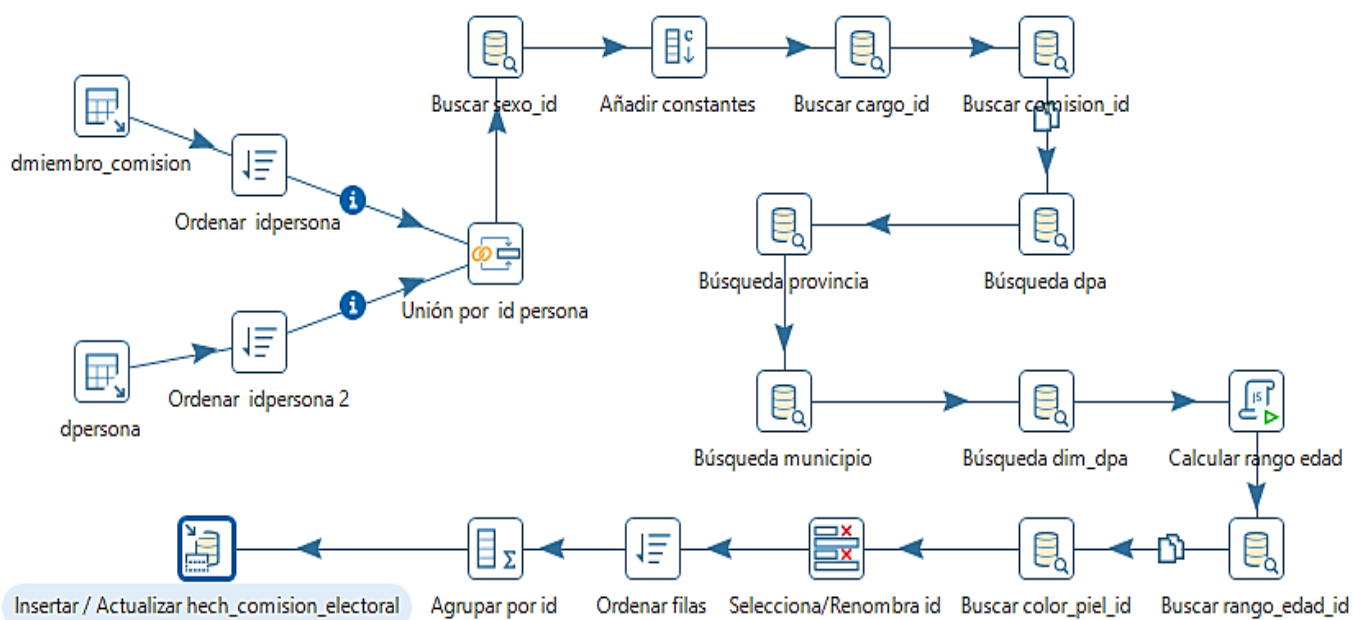
[Fuente: Elaboración propia]

En el caso del *hech_comision_electoral* se extraen los datos de las tablas *dmiembro_comision* y *dpersona*, ambas se ordenan y son unidas por la clave *id_persona*. Con el componente *Búsqueda en base de datos*, se verificas si los datos que entran por el flujo de información coinciden con los contenidos en las dimensiones y se devuelve el identificador de la tabla de búsqueda, ejemplo “*Buscar sexo_id*” devuelve el identificador de la dimensión *sexo* (*dim_sexo_id*). Posteriormente se añade la constante *dim_proceso_id* que es la que identifica el proceso de consultas populares, luego se continua con el componente *Búsqueda en base de datos* nuevamente, hasta recopilar los identificadores de la *dim_dpa*, la *dim_comisión_electoral* y la *dim_cargo*. El

Figura 16 :Transformación del hech_comision_electoral.

[Fuente: Elaboración propia]

siguiente paso en el flujo es calcular el rango de edad a través del componente Valor JavaScript modificado, que determina si el resultado de la función Calcular_edad pertenece al rango “Jóvenes menores de 35” o al de “Mayores de 35”. Solo queda realizar la búsqueda de los identificadores de la dim_rango_edad y de la dim_color_piel, seleccionar los identificadores a insertar en el hecho, ordenarlo por el nombre de los miembros que vienen por el hecho_comision_electoral.



3.3 Implementación del Subsistema de Visualización

Después de implementados los subsistemas de almacenamiento e integración, se procede a la implementación del subsistema de visualización con base en la arquitectura de la información que contiene las Áreas de Análisis y los Libros de Trabajo.

3.3.1 Implementación de los cubos OLAP

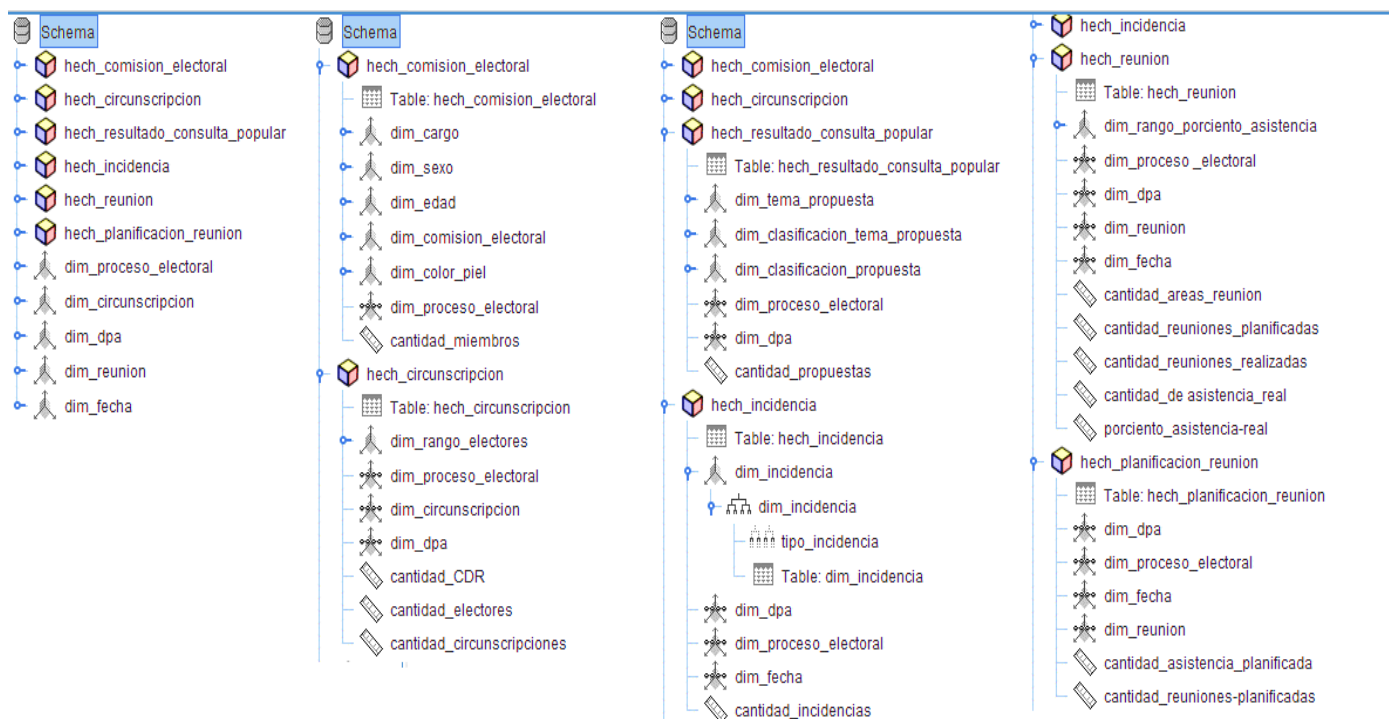


Figura 17: Implementación de los Cubos OLAP.

[Fuente: Elaboración propia]

Como se puede apreciar en la en la figura anterior, para la implementación de los cubos OLAP de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano se definió un cubo OLAP por cada hecho, con sus dimensiones y medidas correspondiente.

3.3.2 Implementación de la capa de visualización

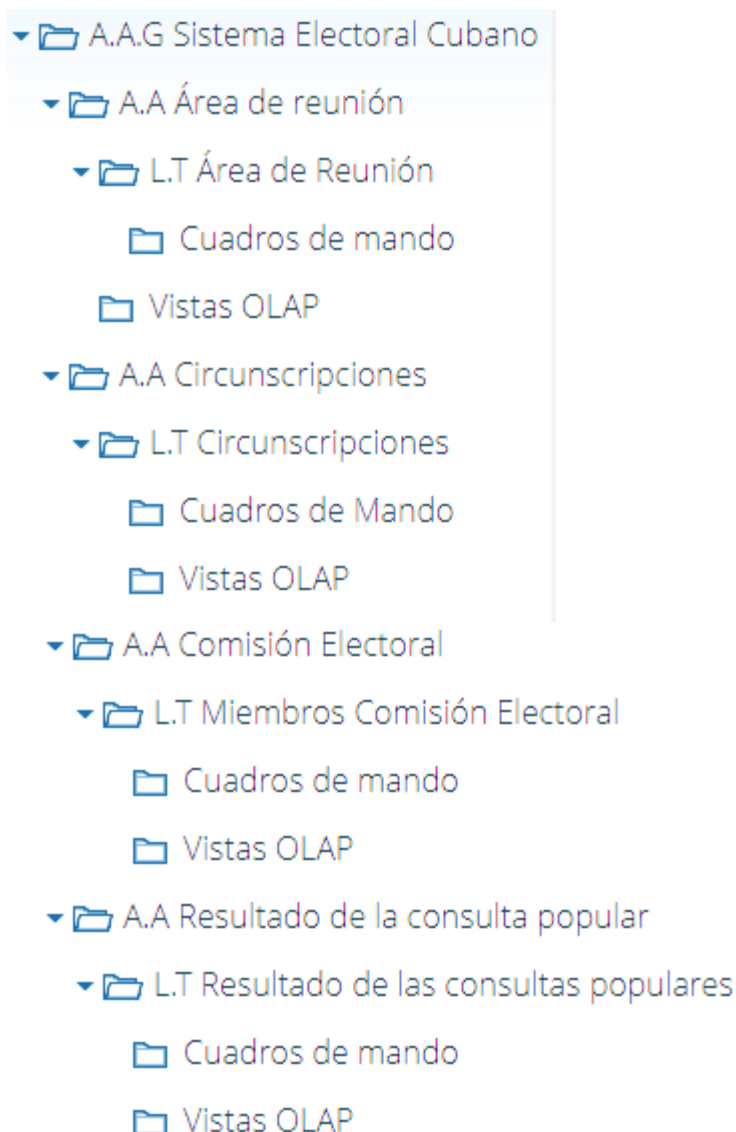


Figura 18 :Arquitectura de información de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.

[Fuente: Elaboración propia]

A continuación, se detalla la estructura de esta capa:

A.A.G SEC: agrupa la información referente al proceso de consulta popular del Código de la Familia.

A.A Área de reunión: contiene la información referente a la planificación y realización de las reuniones para debatir el proyecto del Código de la Familia.

L.T Área de reunión: contiene las vistas de análisis y cuadros de mando referentes a los indicadores de las reuniones.

A.A Circunscripciones: contiene la información referente las circunscripciones del país.

L.T Circunscripciones: contiene las vistas de análisis y cuadros de mando referente a los indicadores de las circunscripciones.

A.A Miembros de la comisión electoral: contiene la información referente los miembros por cada comisión electoral.

L.T Miembros de la comisión electoral: contiene las vistas de análisis y cuadros de mando referente a los indicadores de los miembros de la comisión electoral.

A.A Resultado de la consulta popular: contiene la información referente al resultado del proceso de consulta popular del Código de la Familia.

L.T Resultado de la consulta popular: contiene las vistas de análisis y cuadros de mando referente a los indicadores de las propuestas realizadas por tema como resultado de la consulta popular.

3.3.2.1 Implementación de las vistas OLAP

Las vistas de análisis pueden ser creadas o consultadas por el usuario a través de la herramienta de *Pentaho BI Server* después de publicados los cubos OLAP. A continuación se muestra la vista de análisis correspondiente al RI Obtener la cantidad de miembros de las comisiones electorales por: tipo de comisión electoral, proceso electoral, sexo, color de piel, grupo de edad, tipo de cargo en la estructura electoral y ubicación geográfica (Figura 19).

							Medidas	
Cargo	Género	Grupo de Edad	Comisión Electoral	Color piel	Proceso Electoral	DPA	● Cantidad de Miembros	
Carga	Sexo	Edad	Comision	Color Piel	Proceso Electoral	All dim_dpas	42.211	
					Consulta Popular	All dim_dpas	42.211	
				No registrada	Proceso Electoral	All dim_dpas	1.270	
				Blanca	Proceso Electoral	All dim_dpas	22.028	
				Mestiza	Proceso Electoral	All dim_dpas	11.417	
				Negra	Proceso Electoral	All dim_dpas	7.496	
				Consejo Electoral Nacional	Color Piel	Proceso Electoral	All dim_dpas	22.931
				Consejo Electoral Municipal	Color Piel	Proceso Electoral	All dim_dpas	179
				Comisión Electoral de Circunscripción	Color Piel	Proceso Electoral	All dim_dpas	9.675
				Comisión Electoral Especial	Color Piel	Proceso Electoral	All dim_dpas	9.426
	Femenino	Edad	Comision	Color Piel	Proceso Electoral	All dim_dpas	26.709	
		Jóvenes menores de 35	Comision	Color Piel	Proceso Electoral	All dim_dpas	5.807	
		Mayores de 35	Comision	Color Piel	Proceso Electoral	All dim_dpas	20.863	

Figura 19: Vista de análisis correspondiente al hech_comision_electoral.
 [Fuente: Elaboración propia]

3.3.2.2 Implementación de los dashboards

Los dashboards permiten la representación gráfica de los principales indicadores claves de una entidad, permite analizar tendencias y tomar decisiones de forma ágil. A continuación se muestra un ejemplo de un dashboards asociado a los miembros de la comisión electoral del Sistema Electoral cubano (Figura 20):

Miembros de la Comisión Electoral

Comisión a analizar: Consejo Electoral Nacional

Descripción:

Show 10 entries

Search:

Cargo	Grupo de Edad	Género	Tipo de Proceso	Color de Piel	Cantidad
Presidente	Jóvenes menores de 35	Masculino	Consulta Popular	No registrada	10
Presidente	Mayores de 35	Femenino	Consulta Popular	Mestiza	1877
Presidente	Mayores de 35	Masculino	Consulta Popular	No registrada	78
Presidente	Jóvenes menores de 35	Femenino	Consulta Popular	Mestiza	225
Presidente	Jóvenes menores de 35	Femenino	Consulta Popular	Negra	89
Presidente	Jóvenes menores de 35	Femenino	Consulta Popular	Blanca	473
Presidente	Mayores de 35	Masculino	Consulta Popular	Mestiza	1127
Presidente	Jóvenes menores de 35	Masculino	Consulta Popular	Negra	34
Presidente	Jóvenes menores de 35	Femenino	Consulta Popular	No registrada	29
Presidente	Jóvenes menores de 35	Femenino	Consulta Popular	Mestiza	225
Presidente	Jóvenes menores de 35	Femenino	Consulta Popular	Negra	89
Presidente	Jóvenes menores de 35	Femenino	Consulta Popular	Blanca	473
Presidente	Mayores de 35	Masculino	Consulta Popular	Mestiza	1127
Presidente	Jóvenes menores de 35	Masculino	Consulta Popular	Negra	34
Presidente	Jóvenes menores de 35	Femenino	Consulta Popular	No registrada	29
Presidente	Jóvenes menores de 35	Masculino	Consulta Popular	Mestiza	80

Showing 1 to 10 of 16 entries

Previous 1 2 Next

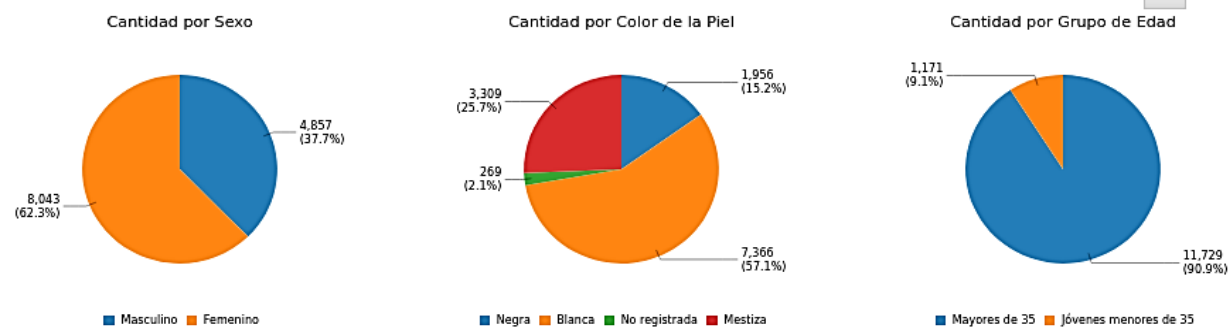


Figura 20: Dashboard Miembros de la comisión electoral

[Fuente: Elaboración propia]

3.4 Pruebas de software

La industria de *software* se desarrolla a un ritmo acelerado y la competitividad en el mercado exige a las empresas alta calidad en los procesos y productos. La calidad se obtiene al realizar una correcta gestión, aplicando actividades de planificación, aseguramiento y control de la calidad. (Figueredo, 2021)

Las pruebas de *software* constituyen un medidor de la calidad de cualquier producto informático. Estas son aplicadas durante todo el ciclo de vida del *software*, para garantizar que los resultados obtenidos son los esperados por el usuario final, teniendo en cuenta la funcionalidad, el rendimiento y la experiencia del usuario.

Existe una gran variedad de pruebas de software aplicables a las soluciones de almacenes de datos, en tal sentido el centro CREAD sigue el Modelo en V para garantizar la calidad de sus productos de *software*.

Este modelo se basa en actividades de pruebas más efectivas y productivas mediante la introducción de validaciones en la medida en que se avanza en el proyecto; dado que en el modelo tradicional las pruebas se introducían al final, los defectos aparecían en forma tardía (Gamboa, 2018).

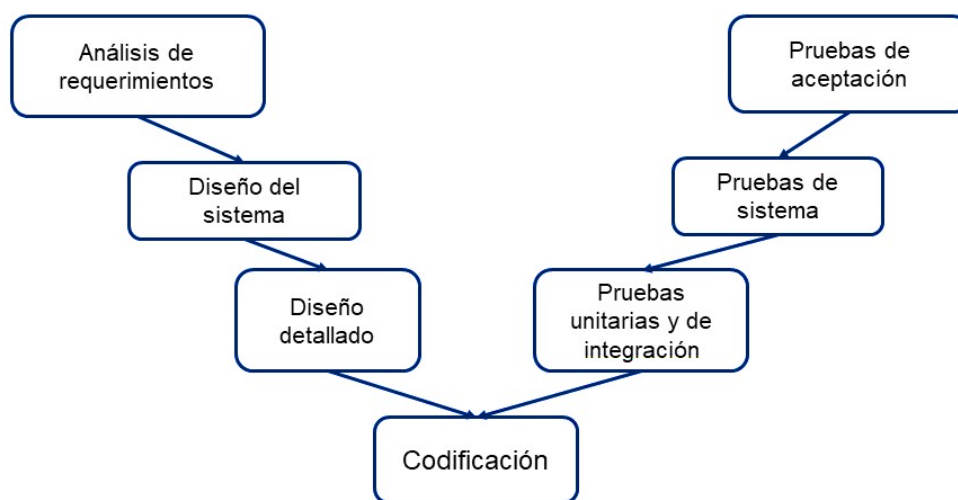


Figura 21 : Modelo en V.

[Fuente: Elaboración propia]

A continuación, se muestran las pruebas aplicadas a la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano:

Pruebas unitarias: son pruebas diseñadas y ejecutadas por los desarrolladores que consisten en probar de manera independiente los componentes de un sistema.

En la aplicación de las pruebas unitarias por parte de la desarrolladora del proyecto se del proyecto se detectaron la siguientes no conformidades (NC):

NC detectadas en el subsistema de almacenamiento

- En el hech_comision_electoral no contempla la dim_dpa.

NC detectadas en el subsistema de integración.

- No se realiza el tratamiento de errores para los valores *null* en la transformación hech_circunscpcion.
- No se realiza el tratamiento de los errores que arroja el JavaScript rango_edad en el hech_comision_electoral.
- No se realiza el tratamiento de los errores al resultado de la función Calcular_edad,

NC detectadas en el subsistema de visualización.

- Durante la implementación de los cubos OLAP a la dim_fecha no se definió como una dimensión de tiempo

Pruebas de integración: son pruebas diseñadas y ejecutadas por los desarrolladores y se realizan para comprobar la interacción de los componentes que integran el sistema.

- La aplicación de las pruebas de integración a la solución fue realizada, por parte de la desarrolladora del proyecto y los especialistas del centro CREAD, arrojaron a la detección de las NC que se describen a continuación:
- En la transformación dim_fecha realizada en el subsistema de integración no se define correctamente el año de inicio de la dimensión por lo que no coinciden las fechas vinculadas a las consultas con las de las cargadas en la dim_fecha.

- En la transformación *dim_dpa* realizada en el subsistema de integración no se define un componente que le modifique el tipo de datos a los campos *provincia_codigo* y *municipio_codigo*, lo que no permite que los datos de la fuente sean cargados en la base de datos destino contenida en el subsistema de almacenamiento.
- En la transformación *hech_resultado_consulta_popular* realizada en el subsistema de integración no se calcula la medida *cantidad_propuestas* correctamente, reflejándose este error de cálculo en la vista OLAP “Resultado de la consulta popular” del subsistema de visualización.
- En la transformación *hech_incidencia* la conexión de la tabla destino en el PDI no coincide con la del subsistema de almacenamiento.
- En la implementación del subsistema de visualización, el *JPivot* no permite el acceso directo al *Schema* que contiene el cubo *hech_comision_electoral*.
- El valor del campo contraseña en el subsistema de almacenamiento, no coincide con el definido en el subsistema de visualización, por lo que no se pueden visualizar los datos.

Pruebas de sistema: verifican el correcto funcionamiento del sistema como un todo y el cumplimiento de las especificaciones funcionales contra su comportamiento real.

La aplicación de las pruebas de sistema fue realizada por la desarrolladora del proyecto y los especialistas del centro CREAD. Para su ejecución se utilizó el artefacto Caso de Prueba (CP). A continuación, se muestra el caso de uso “Mostrar información sobre los miembros de las estructuras electorales”.

Id del escenario	Escenario	Variable 1	Variable 2	Variable 3	Variable 4	Variable 5	Variable 6	Variable 7	Respuesta del sistema	Resultado de la prueba
E.C.1 Mostrar información sobre los miembros de las Estructuras Electorales	Muestra cantidad de miembros por proceso electoral, tipo de comisión electoral, grupo de edad, sexo, color de piel, tipo de cargo y ubicación geográfica .	[V, I, N/A] Proceso Electoral	[V, I, N/A] Tipo Comisión Electoral	[V, I, N/A] Grupo de Edad	[V, I, N/A] Sexo	[V, I, N/A] Color de piel	[V, I, N/A] Tipo de cargo	[V, I, N/A] Ubicación geográfica	El sistema no muestra todas las opciones por las que se puede filtrar la cantidad de miembros	El usuario se autentica, selecciona el A.A.G SEC/ A.A Estructuras Electorales / L.T Miembros de la Comisión Electoral / Selecciona la carpeta deseada y el reporte, la vista o cuadro de mando correspondiente.

Figura 22: Escenario 1 de Caso de Uso del Sistema “Mostrar información sobre los miembros de las estructuras electorales”.

[Fuente: Elaboración propia]

Clasificación de la NC: Correspondencia

- La vista de análisis no muestra los datos contenidos en la de la variable ubicación geográfica.

Clasificación de la NC: Funcionalidad

- La opción de exportar a PDF de la barra de herramientas de la vista OLAP, no se ejecuta.

Clasificación de la NC: Error de idioma

- En la interfaz de logeo del sistema, los textos se muestran en idioma inglés.

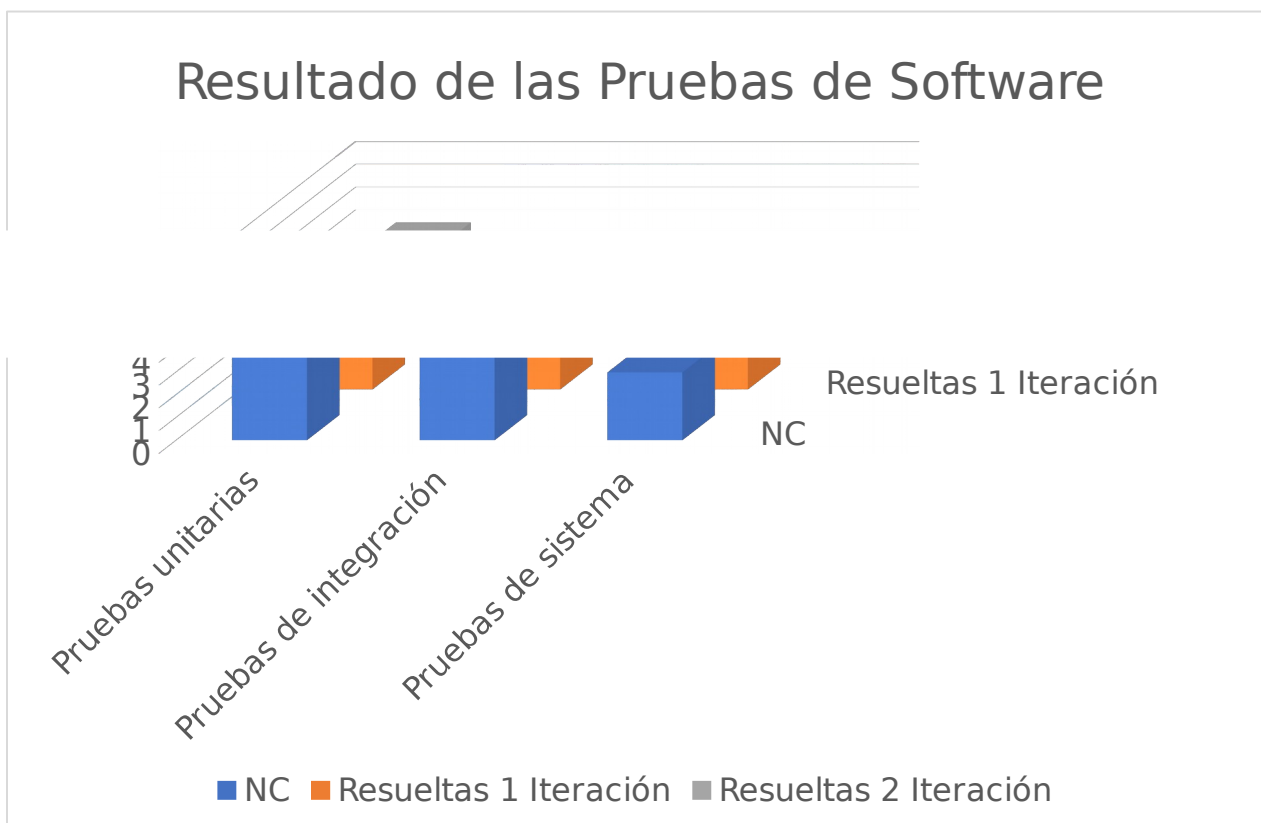
Pruebas de aceptación: se prueba el sistema en un entorno real con el usuario final y el equipo de desarrollo, para comprobar que el sistema cumple con las necesidades del cliente.

Las pruebas de aceptación de la solución se realizaron de conjunto con los especialistas del centro CREAD, las cuales arrojaron resultados satisfactorios, quedando comprobado que el sistema cumple con las necesidades del cliente y que están

Figura 23 : Resultado de las pruebas de software.

[Fuente: Elaboración propia]

satisfechos con el producto elaborado. De esta Forma se obtuvo la carta de aceptación por parte del cliente (ver anexo 2).



Conclusiones del capítulo

Después de realizados los procesos de implementación y prueba quedaron definidas las estructuras físicas de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano con 22 tablas y un esquema. En la implementación del subsistema de integración se ejecutaron 16 transformaciones para la carga de las dimensiones y 6 para la carga de hechos

A través de la implementación del subsistema de visualización quedaron definidas 4 A.A, 4 L.T, 6 vistas OLAP y 4 *dashboards*, los cuales fueron implementados, permitiendo la visualización de la información. Además, se realizaron pruebas a la actualización con la aplicación pruebas de unitarias, de integración, de sistema y aceptación. Como resultado de estas pruebas se encontraron y corrigieron un total de 15 NC en etapa de diseño e implementación de la misma.

CONCLUSIONES FINALES

De forma general al concluir la investigación, se plantea que fueron cumplidos los objetivos trazados y las tareas de la investigación propuestas:

- Se logró mediante una ardua investigación la selección de la metodología, tecnologías y herramientas que permitieron establecer las bases teóricas para el desarrollo de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.
- La ejecución de las fases propuestas por la metodología permitió obtener el diseño de una solución capaz de mantener integrada la información referente a los procesos de consultas populares del Sistema Electoral cubano, desde la obtención de los requisitos funcionales, no funcionales, de información y las reglas del negocio hasta la implementación de los subsistemas de integración, almacenamiento y la visualización de la información en forma de vistas de análisis y *dashboards*. La validación de la solución a través de las pruebas aplicadas a la actualización haciendo uso del Modelo en V, demostró que el mismo cumple con las necesidades del cliente.

RECOMENDACIONES

- Desplegar la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano.
- Enriquecer la solución con minería de datos para realizar análisis más profundos de la información de acuerdo con las necesidades del CEN.
-
-

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRAZ, M., 2021. Tendencias de Business Intelligence (BI). *Foxtter* [en línea]. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <http://www.foxtter.io/blog/tendencias-de-business-intelligence-bi>.
2. AZEEM, H., 2022. Business Intelligence y análisis de datos: obtención de valor de su almacén de datos. *Astera* [en línea]. [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.astera.com/es/tipo/blog/almac%C3%A9n-de-datos-e-inteligencia-de-negocios/>.
3. BERNABEU, R.D., 2007. *DATA WAREHOUSING: Investigación y Sistematización de Conceptos versión 0.1*. Córdoba, Argentina.: s.n.
4. CARAVEO, Z.K.G. y MAYO, H.A., 2020. Construcción de Cubo OLAP en Microsoft Analysis Services y Microsoft Excel. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, vol. 8, no. 15, pp. 41-49. ISSN 2387-0893.
5. CARRILLO, H.Z., TORRES, N.N. y HUÉRFANO, D.R.B., 2019. Nociones, consideraciones y ventajas de la inteligencia de negocios BI. *Revista Vínculos*, vol. 16, no. 2, pp. 280-287. ISSN 2322-939X. DOI 10.14483/2322939X.15592.
6. CARRILLO RAMOS, A., 2009. *Herramienta Multimedia de apoyo a la Enseñanza de la Metodología RUP de Ingeniería del Software* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 9 junio 2022]. Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2009c/587/index.htm>.
7. CASTILLO ABARCA, L., VEGA ZEPEDA, V., MENESES VILLEGAS, C., CASTILLO ABARCA, L., VEGA ZEPEDA, V. y MENESES VILLEGAS, C., 2020. Alineando el ciclo de vida de un proyecto con un modelo de madurez BI: una propuesta para la etapa de análisis preliminar. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 28, no. 4, pp. 629-644. ISSN 0718-3305. DOI 10.4067/S0718-33052020000400629.

8. DEMOAMLAT y OBSERVATORIO DE DERECHOS ELECTORALES, 2022. Informe sobre monitoreo ciudadano de la consulta popular en Cuba. En: Accepted: 2022-10-25T15:44:00Z [en línea], [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en: <https://dspace-4metrica.metabuscador.org/handle/001/110>.
9. FERNÁNDEZ DE LARA, A.L., 2022. Informan resultados del referendo sobre el Código de las Familias. *Agencia Cubana de Noticias* [en línea]. [Consulta: 30 octubre 2022]. Disponible en: <http://www.acn.cu/cuba/99980-informan-resultados-del-referendo-sobre-el-codigo-de-las-familias>.
10. FERRER, D.P., BETANCOURT, A.G., FERNÁNDEZ, R.E.M. y BELTRÁN, L.A.G., 2019. Arquitectura DATA WAREHOUSING para la operación de los Servicios de Tecnologías de la Información de ETECSA. *Tono, Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A*, vol. 15, no. 1, pp. 66-76. ISSN 1813-5056.
11. FIGUEREDO, L., 2021. Proceso de pruebas de software para un modelo de calidad en Cuba. *I+D Tecnológico*, vol. 17, no. 1, pp. 23-35. ISSN 2219-6714. DOI 10.33412/idt.v17.1.2914.
12. FORERO-CASTAÑEDA, D. y SÁNCHEZ-GARCÍA, 2021. Introducción a la inteligencia de negocios basada en la metodología KIMBALL | Tecnología Investigación y Academia. [en línea], [Consulta: 10 junio 2022]. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/18082>.
13. GARCÍA JARA, R.M., GUTIÉRREZ VILLANUEVA, K.S., RODRÍGUEZ ZEVALLLOS, K.V. y ESCOBEDO BAILÓN, F.E., 2022. Nuevas tendencias para la optimización de los procesos de Inteligencia de Negocios | Investigación Universitaria UNU. *Investigación Universitaria UNU*, vol. 11(1), pp. 524-539. DOI doi.org/10.53470/riu.v11i1.15.
14. GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, Yanisbel, 2013. *Metodología de desarrollo para proyectos de almacén de datos*. Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas.

15. GONZÁLEZ, L.M.C., LUNA, R.A., ROLO, L.C., COCA, L.L., PÉREZ, L.R., DOWINS, O.A. y DÍAZ, Y.C., 2021. Ecosistema de software para la gestión de procesos electorales. , pp. 10.
16. GRANMA, 2022. Cuba será el primer país en someter un Código de las Familias a consulta popular y a referendo. *Periódico Girón* [en línea]. [Consulta: 22 septiembre 2022]. Disponible en: <http://giron.cu/2022/09/18/cuba-sera-el-primer-pais-en-someter-un-codigo-de-las-familias-a-consulta-popular-y-a-referendo/>.
17. HERNÁNDEZ, E.L., 2019. LEY No. 127 “LEY ELECTORAL” | Juriscuba. [en línea]. [Consulta: 28 mayo 2022]. Disponible en: <http://juriscuba.com/ley-no-127-ley-electoral/>.
18. HERNÁNDEZ, L.R.B., PEÑA, D.M., VALDÉS, O.R. y CORNELIO, O.M., 2016. Extensión de la herramienta Visual Paradigm for UML para la evaluación y corrección de Diagramas de Casos de Uso. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas* [en línea], vol. 9, no. 7. [Consulta: 9 junio 2022]. ISSN 2306-2495. Disponible en: <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/822>.
19. INMON, W.H., 2005. *Building the Data Warehouse*. John Wiley&Sons. S.I.: s.n.
20. IONOS DIGITAL GUIDE, 2020. Los data warehouses y la toma de decisiones en la empresa. *IONOS Digital Guide* [en línea]. [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.ionos.es/digitalguide/online-marketing/analisis-web/los-data-warehouses-en-la-business-intelligence/>.
21. KIMBALL, R. y ROSS, M., 2013. *The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling (3rd ed.)*. S.I.: John Wiley & Sons. ISBN 978-1-118-53080-1.

22. LEITE, N., PEDROSA, I. y BERNARDINO, J., 2019. Open Source Business Intelligence on a SME: A Case Study using Pentaho. . S.l.: s.n., pp. 1-7. DOI 10.23919/CISTI.2019.8760740.
23. MOBARAKI, E., 2017. A Model for Improving the Business Intelligence of the Companies Envisaging Knowledge Management Approach: A Case Study of the Knowledge-Based Organizations of East Azarbaijan Science and Technology Park. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 12, pp. 5024-5034. DOI 10.36478/jeasci.2017.5024.5034.
24. MONGE SAINZ, A., 2019. *Herramientas de Inteligencia de Negocio para la explotación y análisis de fuentes Open Data* [en línea]. Máster. España: Universidad de Cantabria. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/16108/ADRIANMONGESAINZ.pdf?sequence=1>.
25. ORAMAS, J., 2009. La inteligencia de negocios, un concepto informático. *Repositorio Digital Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito* [en línea], [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1907>.
26. ORDÓÑEZ, M.P.Z., RÍOS, J.R.M. y CASTILLO, F.F.R., 2017. *ADMINISTRACIÓN DE BASES DE DATOS CON POSTGRESQL*. S.l.: 3Ciencias. ISBN 978-84-946684-6-3.
27. ORTÍ RODRÍGUEZ, J., 2021. Diseño, implementación y explotación de un almacén de datos. *Ingeniería del agua*, vol. 18, no. 1, pp. ix. ISSN 1886-4996, 1134-2196. DOI 10.4995/ia.2014.3293.
28. PARRA VARGAS, V.M., 2015. *Observatorio de participación electoral y su representación en el Senado de Colombia a través de una bodega de datos y las soluciones de Inteligencia de Negocios* [en línea]. masterThesis. S.l.: Universidad EAFIT. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.eafit.edu.co/handle/10784/8687>.

29. pgAdmin. [en línea], 2021. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en:
<https://www.pgadmin.org/docs/pgadmin4/development/>.
30. POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP, 2019. PostgreSQL 12 Released! *PostgreSQL News* [en línea]. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.postgresql.org/about/news/postgresql-12-released-1976/>.
31. RODRÍGUEZ, L., VELÁZQUEZ BLANCO, Y.L., PEREZ MANDINA, K., CACHO GONZALEZ, L.M. y RODRÍGUEZ ROSADO, M., 2019. *Colectivo de Proyecto de mayor aporte a la Informatización del País: Sistema de Gestión de Información del Proceso Electoral (SIGEL)*. 2019. S.l.: s.n.
32. SOMMERVILLE, I., 2011. *Ingeniería del Software. 9na Edición*. Pearson Educación, S.A. Madrid: s.n. ISBN 84-7829-074-5.
33. SORDO, A.I., 2022. ¿Qué es ETL? Definición, proceso y herramientas. [en línea]. [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en:
<https://blog.hubspot.es/marketing/que-es-etl>.
34. TORO, A.D., 2011. Requisitos para Sistemas de Información. , no. 30, pp. 12.
35. TORRES RIVAS, L.N. y MARTÍNEZ CHACÓN, R. de la C., 2017. *Almacén de datos para el apoyo a la toma de decisiones sobre los medios básicos en la residencia de la Universidad de las Ciencias Informáticas* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:
https://repositorio.uci.cu/jspui/bitstream/123456789/9369/1/TD_08969_17.pdf.

ANEXOS

- Anexo 1: Entrevista realizada a los especialistas del centro CREAD
- ¿Cómo se gestionan los nuevos procesos electorales concebidos a partir de la Ley No.127 Ley Electoral?
- ¿Qué información se necesita integrar al almacén de datos para Sistema Electoral cubano teniendo en cuenta los nuevos procesos electorales?
- ¿Sobre qué herramientas, metodología y tecnología está implementado el almacén de datos para Sistema Electoral cubano?
- ¿Qué características poseen las fuentes de datos que nutren el almacén de datos para Sistema Electoral cubano?
- ¿Cuáles son las expectativas en cuanto al resultado de la implementación de la actualización del almacén de datos para el Sistema Electoral cubano?
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

-
- Anexo 2: Carta de Aceptación
-