



Universidad de las Ciencias
Informáticas

**Universidad de las Ciencias
Informáticas**

**Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas**

**Arquitectura y diseño de la Base de Datos Única
de los Sistemas de Identificación, Inmigración
y Extranjería de la República de Cuba.**

Autores: Elizabetha Rojas Santiesteban

Angel Erlys Boloy Boado

Tutores: MsC. Yudenia Ramírez Mastrapa

MsC. Erik de la Vega García

Ciudad de la Habana, junio de 2010



Albert Einstein.



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de este trabajo y autorizamos a la Universidad de la Ciencias Informáticas y a la Dirección de Tecnología y Sistema del Ministerio del Interior a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste se firma la presente a los ____ días del mes de junio del año 2010

Elizabeth Rojas Santiesteban

Autor

Angel Erllys Boloy Boado

Autor

Yudenia Ramírez Mastrapa

Tutor

Erik de la Vega García

Tutor



DATOS DE CONTACTO

Tutor: MsC. Yudenia Ramírez Mastrapa.

- Ingeniera Informática, CUJAE, 2003.
- Categoría docente: Profesora Asistente.
- Máster en Gestión de Proyectos Informáticos.
- Profesora del Departamento de Sistemas Digitales, Facultad 1, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Jefa de Departamento de Soluciones de Software del Centro de Identificación y Seguridad Digital, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Correo electrónico: yudenia@uci.cu

Tutor: MsC. Erik de la Vega García.

- Ingeniero en Ciencias Informáticas, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2007.
- Categoría docente: Adiestrado
- Máster en Informática Aplicada.
- Profesor del Departamento de Ingeniería de Software y Práctica Profesional, Facultad 1, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Correo electrónico: edelavega@uci.cu



DEDICATORIA

Elizabeta:

En mi vida siempre han existido aquellas personas que han estado a mi lado en todo momento, quienes han sido mi guía y apoyo, esas a las que les debo quien soy y seré, a toda mi familia gracias por llenarme de amor y confianza. A mis abuelos Rosalba y "Abito" quienes no se encuentran hoy entre nosotros. A mi mamá que es la persona más noble que conozco y con el carácter más parecido al mío, en quien confío plenamente y me brinda todo el amor que tiene para dar. A mi papá a quien quiero mucho y sé que me quiere aún más. A mi hermano porque hemos compartido todos los buenos y malos momentos. A mi tío Enrique quien ha estado pendiente de mi desarrollo intelectual y personal desde pequeña. A mi tía Yusi y mis primos Adri y Enriquito. A mi abuelo Abel, tíos y primos de Holguín que siempre hemos sido muy unidos y a los que quiero mucho. Pero sobre todo a "mamiabuela" que es mi luz y me ha criado con todo el amor que profesa, quien me ha dado el tamaño que tengo y me ha formado como la profesional que un día seré.

Hace más de 4 años y 5 meses cuento con la dicha de contar con el apoyo y el amor de otra bella familia que me acogió como parte de ella, que ha estado ahí en todos los momentos de mi Universidad. A Belia, Enrique, Yaya, Milagritos y en especial a mi novio Enrique Almeida Maldonado, que se ha ganado mi amor incondicional y confianza.

Otra parte importante de mi han sido las amistades que desde la primaria y hasta los días de hoy han sido incondicional, quienes me han brindado sus consejos oportunos y su compañía. A Dayamí, Daysimí, Yanet, Niurkita, Anabel, Guille, Sai, Yasi y Yeny gracias por haber estado siempre ahí para mí.

A todos les dedico este trabajo de diploma que es el fruto de cerca de 18 años de estudio y esfuerzo.



Angel Erllys:

Quisiera dedicar el presente trabajo a mi familia por haberme dado todo su apoyo incondicional, en especial:

A mi abuelo, por dotarme de su enseñanza y sabiduría. Sin la confianza que depositó en mí, yo no fuese la persona que soy.

A mi madre que es la mujer más dulce que jamás he conocido. Todo lo que soy, se lo debo a ella. Atribuyo todos mis éxitos en esta vida, a la enseñanza moral, intelectual y física que recibí de ella.

A mi padre por todos sus consejos.

A mi abuela querida que es mi segunda madre, por haber tenido que aguantar todas mis malacrianzas y por darme todo su cariño y entrega.

A mi hermano por su exigencia, que me ha hecho querer ser mejor cada día.

A mi tío Níco, por haber estado ahí cuando más lo he necesitado.



AGRADECIMIENTOS

Elizabeta:

Primeramente dar gracias por haber nacido en esta Revolución que es digno ejemplo de fuerza y entrega, en especial a nuestro Comandante en Jefe Fidel quien fue el gestor de la Universidad en la que hoy me gradué como profesional de las ciencias informáticas y es guía indiscutible para todas las generaciones de cubanos.

A mi compañero de tesis Boloy y los tutores Erik y Yude, quienes nos han transmitido sus amplios conocimientos para convertirnos en mejores estudiantes y futuros profesionales.

Dar gracias por toda la ayuda brindada para la realización del presente trabajo de diploma a Joan Esteban Robira, Tc. Adrián Bravo, Alejandro Manuel Dueñas, Reibel Machado y en general a todos los compañeros del proyecto que hemos sido en este curso como una familia.

A mis compañeros de años de sacrificios y entrega en la FEU, esos que me brindaron su apoyo ante cualquier tarea realizada.

Agradezco de corazón a mis buenos amigos por los bellos momentos que hemos vivido juntos. A mis amistades del piquetón del IPVCE que era muy unido y alegre, a todos mis compañeros de los grupos por lo que pasé en la Universidad, que sumaron tres, en especial a Yeny, Sai, Yasi y al grupo más loco y divertido que tuvo la misión UCI en Venezuela. A Ronald, Yim y Manu por estar ahí desde que los conozco.

A mis profesores por el empeño que ponen día a día en la formación de las nuevas generaciones.

A mi familia y mi novio que han estado a mi lado brindándome su apoyo y confianza, con los que he compartido los buenos y malos momentos de mi vida, por eso y más gracias.



Angel Erllys:

Quisiera agradecer a todas las personas que de una forma u otra han compartido un pedacito de su tiempo conmigo.

A mi familia por confiar en mí y darme la fuerza y el valor para seguir siempre adelante, aunque las condiciones sean adversas.

A mis tutores por su gran aporte, no solo para la realización de este trabajo, sino para mi formación profesional.

A todos mis amigos, tanto los que se encuentran en la universidad como los que están fuera.

A mi hermanito Kendry, por haber estado ahí cuando más lo he necesitado.

A mis compañeros de la Cátedra de Programación Avanzada, en especial a Abel y Ballester.

A todos los profesores que a lo largo de mi carrera estudiantil han contribuido con mi formación profesional, en especial a Elena, Luisa y Eneida.



RESUMEN

La información es uno de los recursos fundamentales para cualquier organización, por ello se necesita de un manejo eficiente de la misma. El almacenamiento de los datos ha evolucionado desde el papel hasta los Sistemas de Bases de Datos actuales. El Ministerio del Interior, específicamente la Dirección de Identificación y Registro y la Dirección de Inmigración y Extranjería se encuentran inmersas en la modernización de sus sistemas actuales y como parte de ello se necesita una base de datos para el manejo de la información que se gestiona. Es por ello que se plantea como objetivo diseñar la arquitectura y el modelo de datos de la base de datos para la identificación de la población, tanto nacional como extranjera, que garantice la integridad, unicidad, y seguridad en el acceso y distribución de los datos, relativos a los procesos de identificación, inmigración y extranjería. Para dar cumplimiento al mismo en el presente trabajo de diploma se analizan los principales conceptos referentes a las bases de datos, sus tipos de arquitectura y modelos de datos, los Sistemas Gestores de Bases de Datos más comunes en la actualidad, así como las formas normales y otras restricciones que se imponen a un modelo de datos relacional. Se realiza el diseño de la arquitectura y el modelo de datos de la Base de Datos Única para los nuevos sistemas que se deben implantar en ambas Direcciones. Se analiza el alcance, condiciones y restricciones presentes para la realización de dicha arquitectura, así como los servicio de intercambio de información que se establecen entre la Red Interna y la Red Externa del MININT. Se especifica el diseño detallado de la base de datos, incluyendo tablas, índices, restricciones de llaves primarias, foráneas, de dominios y otras, necesarias para almacenar, recuperar y suprimir objetos persistentes almacenados, que garantizan la unicidad y consistencia de los datos. Se declaran las principales reglas para la replicación de los datos. Se efectúan pruebas de normalización e integridad al modelo de datos de la solución propuesta, así como la validación con el cliente. Se realizan las conclusiones y recomendaciones del mismo.

Palabras claves:

Sistemas de Bases de Datos, Sistemas Gestores de Bases de Datos, arquitectura, modelo de datos



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 6

1.1 Introducción 6

1.2 Bases de datos 6

1.3 Arquitectura de las bases de datos 7

 1.3.1 Arquitectura de tres niveles..... 7

 1.3.2 Tipos de arquitectura 8

1.4 Sistemas Gestores de Bases de Datos 10

 1.4.1 Microsoft SQL Server..... 11

 1.4.2 PostgreSQL 12

 1.4.3 MySQL..... 13

 1.4.4 Oracle 13

1.5 Modelos de diseño de las bases de datos 15

 1.5.1 Restricciones de un modelo de datos 15

 1.5.2 Tipos de diseños de bases de datos 16

 1.5.3 Normalización 19

1.6 Réplicas..... 20

 1.6.1 La réplica asincrónica (básica)..... 21

 1.6.2 La réplica sincrónica (avanzada)..... 22

1.7 Seguridad 22

1.8 Herramientas Oracle..... 24

 1.8.1 Oracle Real Application Clusters (RAC)..... 24

 1.8.2 Oracle Grid Control 25

 1.8.3 Oracle Active Data Guard 25

 1.8.4 Oracle Advanced Compression..... 25

 1.8.5 Oracle Advanced Security..... 25

 1.8.6 Oracle Database Vault 26

 1.8.7 Oracle Label Security..... 26

 1.8.8 Automatic Storage Management (ASM) 27



1.8.9 Oracle Partitioning	27
1.8.10 Oracle Streams.....	27
1.9 Ambiente de desarrollo.	28
1.9.1 Metodología de desarrollo de software	28
1.9.2 Entorno de desarrollo integrado (IDE)	28
1.9.3 Herramientas de modelado (CASE)	29
1.9.4 Lenguaje de desarrollo.....	29
1.10 Conclusiones	30
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA	31
2.1 Introducción	31
2.2 Alcance del sistema.....	31
2.2.1 Dirección de Identificación y Registro (DIR)	31
2.2.2 Dirección de Inmigración y Extranjería (DIE).....	33
2.3 Condiciones y restricciones	34
2.4 Arquitectura de software propuesta	35
2.5 Arquitectura de la BD del sistema	37
2.5.1 Centro de Datos Nacional	40
2.5.2 Bases de Datos de Oficinas	40
2.6 Servicios Externos	41
2.6.1 Servicios de notificación.....	42
2.6.2 Servicios de búsqueda.....	43
2.6.3 Servicio de Identificación	44
2.6.4 Servicio de Certificación de Identidad y Notificación de errores	45
2.6.5 Servicio APIS/ Operacionales	45
2.7 Réplicas.....	45
2.8 Seguridad	46
2.9 Conclusiones	47
CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LA BASE DE DATOS	48
3.1 Introducción	48
3.2 Conceptos más importantes	48



3.3 Restricciones del modelo de datos	49
3.3.1 Integridad de datos	49
3.3.2 Nomenclatura.....	51
3.3.3 Normalización	51
3.3.4 Redundancia de la información.....	53
3.4 Impacto de la arquitectura en el proceso de replicación de los datos.....	53
3.5 Estructura de la BD.....	54
3.5.1 Vista global	54
3.5.2 Vista por esquemas	57
3.5.3 Vista por submodelos.....	58
3.6 Migración de los datos	60
3.7 Conclusiones	63
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN	64
4.1 Introducción	64
4.2 Validación teórica del diseño	64
4.2.1 Normalización	64
4.2.2 Integridad.....	64
4.3 Pruebas de aceptación	69
4.4 Conclusiones	71
CONCLUSIONES GENERALES	72
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Arquitectura en tres niveles.....	7
Figura 2 Sistema de Base de Datos Centralizado.....	9
Figura 3 Sistema de Base de Datos Distribuida.....	10
Figura 4 Estructura de una base de datos jerárquica.....	17
Figura 5 Estructura de una base de datos de red.....	17
Figura 6 Representación espacial de una variable multidimensional.....	18
Figura 7 Estructura de una base de datos relacional.....	19
Figura 8 Réplica asincrónica.....	21
Figura 9 Transporte de la información.....	22
Figura 10 Sistemas de los órganos DIR y DIE.....	31
Figura 11 Estructura Organizativa DIR.....	32
Figura 12 Estructura Organizativa DIE.....	34
Figura 13 Esquema de comunicación entre la RIM y la REM.....	35
Figura 14 Capas de la arquitectura del software propuesto.....	36
Figura 15 Arquitectura del Sistema de Base de Datos propuesto.....	37
Figura 16 Conexión Database Link.....	39
Figura 17 Interacción del sistema con bases de datos externas.....	41
Figura 18 Entidades externas a los sistemas de la DIR y la DIE.....	42
Figura 19 Servicios de intercambio de información.....	42
Figura 20 Ejemplo de un buzón que se genera para cada entidad externa.....	43
Figura 21 Submodelo de Documento, modelo entidad-atributo-valor.....	50
Figura 22 Entidades del submodelo CNI, del tipo entidad-atributo-valor.....	50
Figura 23 Relación N:M entre dPersona y dDireccion.....	53
Figura 24 Vista de la arquitectura del sistema propuesto para la red interna.....	55
Figura 25 Vista de la arquitectura del sistema propuesto para la red externa.....	56
Figura 26 Esquemas de la BD propuesta.....	57
Figura 27 Submodelos del esquema Identidad.....	58
Figura 28 Aplicación para la migración de los datos de las personas.....	62
Figura 29 Ejemplo del error que emite el gestor cuando se viola la integridad referencial.....	65



Figura 30 Ejemplo del error que emite el gestor cuando se insertar valores nulos no permitidos.....	66
Figura 31 Ejemplo del error que emite el gestor cuando se viola el dominio de un atributo.....	67
Figura 32 Ejemplo del error que emite el gestor al insertar una tupla duplicada.....	68
Figura 33 Ejemplo de la restricción <i>UNIQUE</i> para la clave primaria <i>idmunicipio</i>	69



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de búsquedas.	44
Tabla 2 Conceptos fundamentales del modelo de datos.	49
Tabla 3 Ejemplo de nomencladores definidos en el modelo de datos.	51
Tabla 4 Descripción de las vistas de la BD Interna.	56
Tabla 5 Descripción de las vistas de la BD Externa.	57
Tabla 6 Características del esquema Identidad.....	58
Tabla 7 Submodelo de Persona.....	60
Tabla 8 Distribución de las tablas y figuras que describen cada submodelo.	60



INTRODUCCIÓN

La sociedad de la información es el fruto de una revolución tecnológica sin precedentes, impulsada por el desarrollo de las telecomunicaciones, la informática y las comunicaciones, que amplían y hacen posibles procesos sociales, políticos, económicos y culturales de la vida de las personas en todo el mundo.

Después del elemento humano, la información es el recurso más importante de cualquier organización. (1) El control de la misma es actualmente determinante en la competitividad organizacional y el sustento de la toma de decisiones, lo cual constituye un factor crucial para el progreso social y económico. Es además el único elemento capaz de crear conocimiento y satisfacer las necesidades de quienes trabajan en las organizaciones. (2)

En la actualidad la información generalmente se organiza en soportes informáticos que facilitan su localización y utilización. Los programas y datos cada vez son más complejos y grandes, por tal motivo se requiere de un almacenamiento que garantice cierto número de condiciones y que permita operaciones complejas. Entre las diversas formas de almacenar los datos las más eficientes y populares empleadas a nivel empresarial son las bases de datos (BD), que se definen como una serie de datos organizados y relacionados entre sí, los cuales son recolectados y explotados por los sistemas de información de una empresa o negocio en particular. (3)

Para lograr la independencia, integridad y seguridad de los datos contenidos en las bases de datos, así como una mayor rapidez y efectividad en su gestión, se necesita de Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD); diseñados para optimizar las respuestas a los clientes, y que obtienen de manera organizada y rápida la información que necesitan.

La Informatización de la Sociedad se define en Cuba como el proceso de utilización ordenada y masiva de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para satisfacer las necesidades de información y conocimiento de todas las personas y esferas de la sociedad. Este proceso busca lograr más eficacia y eficiencia, que permitan y hagan sustentable el aumento sistemático de la calidad de vida de los ciudadanos. (4)

La necesidad de crear en Cuba un sistema de identidad seguro y su impacto en las actividades de la sociedad fueron enunciados desde inicios del siglo pasado por Fernando Ortiz¹, fecha que puede ser citada como punto de partida para la aparición de diferentes regulaciones relativas a esta actividad en el territorio nacional. (5)

Como parte del desarrollo tecnológico, el Ministerio del Interior (MININT) tiene la responsabilidad de

¹ Fernando Ortiz Fernández (Habana, 16 de julio de 1881 - 10 de abril de 1969). Es una de las figuras científicas de mayor trascendencia de América Latina y el más importante etnólogo y antropólogo cubano.



modernizar los procesos de identificación, inmigración y extranjería, que son la base de los sistemas vigentes de los órganos de la Dirección de Identificación y Registro (DIR) así como de la Dirección de Inmigración y Extranjería (DIE). Dichos sistemas informáticos datan de los años noventa mayoritariamente. La información está soportada por SGBD obsoletos y que carecen de herramientas administrativas potentes, a la altura de las que proveen las versiones modernas de dichos gestores. Existen problemas en la actualización de los datos debido a que las réplicas son muy lentas y hay que convertir la información, ya que los sistemas viejos no soportan a los nuevos. La falta de integración de dichos sistemas y de la información contenida provoca la segmentación de los datos, lo que originó que el MININT posea hoy más de treinta y cuatro millones de registros con información de personas distribuidos en más de quince bases de datos ministeriales (Base de Poseedores, Base de Inmigración, Registro Electoral, entre otras), cuyo por ciento de semejanza oscila entre el veinte y setenta por ciento. Esto trae como consecuencia que cada persona pueda tener diferentes datos identificativos según la base de datos que se consulte. (6) Por otra parte el tratamiento de los ciudadanos extranjeros residentes en el país no se integra al registro de personas nacionales residentes, lo cual crea una falta de unicidad en el manejo de las personas residentes en sentido general.

Teniendo como base lo descrito anteriormente, que constituye la **situación problemática** presente, el MININT inicia la ejecución del proyecto de transformación de estos sistemas de conjunto con la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), como parte de un convenio de colaboración, donde uno de los objetivos a cumplir es *“Integrar las bases de datos que existen actualmente relativas a la identidad del ciudadano logrando un registro único de la población que garantice la seguridad en los datos.”* (7).

Para manejar toda la información de los sistemas a crear y permitir el despliegue del mismo en todo el país, se necesita de una base de datos única de los ciudadanos y los trámites asociados a los mismos, que facilite los procesos de gestión de manera rápida y segura, y establezca mecanismos de administración para la manipulación de los datos.

Partiendo de la necesidad de lograr el éxito del proyecto “Identificación, Inmigración y Extranjería de la República de Cuba” y al ser la base de datos un elemento vital dentro de la gestión de la información, se arriba al siguiente **problema de investigación**:

¿Cómo gestionar los datos relativos a los procesos de identificación, inmigración y extranjería de manera tal que garantice la identificación única de los ciudadanos, así como el acceso y distribución seguros de los datos?

A partir del problema de investigación planteado se define como **objeto de estudio**: Proceso de gestión de datos; aplicado este al **campo de acción**: Arquitectura y diseño de la Base de Datos Única relativa a los procesos de identificación, inmigración y extranjería de la República de Cuba.



Para responder a la interrogante anteriormente expuesta se trazó el siguiente **objetivo general**: Diseñar la arquitectura y el modelo de datos de la base de datos para la identificación de la población, tanto nacional como extranjera, que garantice la integridad, unicidad, y seguridad en el acceso y distribución de los datos, relativos a los procesos de identificación, inmigración y extranjería.

Del análisis del objetivo general se derivan los siguientes **objetivos específicos**:

- Diseñar la arquitectura de la base de datos para la gestión de datos relativos a los procesos de identificación, inmigración y extranjería.
- Realizar la modelación de la base de datos para la gestión de datos relativos a los procesos de identificación, inmigración y extranjería de manera integrada.
- Definir los servicios externos que debe brindar el sistema a las entidades externas.
- Migrar la información que existe en las bases de datos actuales del Ministerio del Interior referente a los procesos de identificación, inmigración y extranjería.
- Validar el diseño de la arquitectura y modelo de datos, de la base de datos, para la gestión de la información relativa a los procesos de identificación, inmigración y extranjería de manera integrada.

Teniendo en cuenta la situación descrita se formuló la siguiente **hipótesis de investigación**:

Si se desarrolla una correcta arquitectura y diseño de la Base de Datos Única de los sistemas de Identificación, Inmigración y Extranjería de la República de Cuba, se logrará la integridad, unicidad, y seguridad en el acceso y distribución de los datos, relativos a los procesos de identificación, inmigración y extranjería.

Para lograr los objetivos trazados y demostrar la hipótesis planteada, se plantean las siguientes **tareas de investigación**:

- Análisis bibliográfico y caracterización del estado actual de los Sistemas de Bases de Datos.
- Análisis de las necesidades y restricciones organizacionales para la definición de la arquitectura y diseño de la nueva base de datos.
- Estudio de la metodología y herramientas definidas a utilizar para la gestión de datos de los procesos de identificación, inmigración y extranjería.
- Definición del tipo de arquitectura a desarrollar para la gestión de datos de los procesos de identificación, inmigración y extranjería.
- Modelación de la arquitectura de la base de datos para la gestión de datos relativos a los procesos



de identificación, inmigración y extranjería.

- Obtención de las clases persistentes relativas a los procesos de identificación, inmigración y extranjería.
- Realización de los modelos lógicos y físicos de la base de datos para la gestión de datos relativos a los procesos de identificación, inmigración y extranjería.
- Confección del diccionario de datos relativo al modelo de datos realizado para los procesos de identificación, inmigración y extranjería.
- Definición de los servicios de intercambio de información con otros órganos del Ministerio del Interior y con las entidades externas.
- Recopilación y migración de los datos existentes en las bases de datos actuales del Ministerio del Interior relativas a los órganos de Identificación, Inmigración y Extranjería.
- Realización de pruebas de aceptación del diseño de la arquitectura y el modelo de datos de la base de datos para la gestión de datos de los procesos de identificación, inmigración y extranjería.
- Realización de pruebas de normalización e integridad al modelo de datos de la base de datos para la gestión de datos de los procesos de identificación, inmigración y extranjería.

Los **métodos científicos** utilizados fueron:

Teóricos:

- **Histórico-Lógico:** Permite analizar la trayectoria completa de los fenómenos de gestión de la información y gestión de datos, que se llevaba a cabo para la creación de los distintos modelos de bases de datos existentes, realizando un estudio histórico de los mismos, lo que permitió definir deficiencias y proponer soluciones acorde a las necesidades de la organización.
- **Hipotético-Deductivo:** A partir de la hipótesis planteada y siguiendo la lógica de deducción se llega a nuevos conocimientos y predicciones, que son sometidos a verificaciones. Se deduce que la arquitectura y el modelo que se realiza permitirá la gestión de los datos relativos a los procesos de identificación, inmigración y extranjería.
- **Analítico-Sintético:** Se analiza y resume la documentación recopilada, a través de los diferentes medios bibliográficos, para de esa forma desarrollar un mejor diseño e implementación del sistema que se propone.
- **Modelación:** Se modela el problema planteado, creando una arquitectura y modelo de datos, que cumplen con el objetivo de dar una mejor solución a la situación presente. Se crean abstracciones



con el objetivo de explicar la realidad.

Empírico:

- Observación: Es usado en la recolección de la información, es factible y práctico, nos permite a partir de examinar la situación presente llegar a nuevos conocimientos para lograr una solución práctica del problema planteado, llevando a cabo el registro visual del fenómeno en cuestión.

Con el correcto cumplimiento de las tareas se espera obtener como posible resultado:

- Diseño de una arquitectura de base de datos que garantice la integridad, confiabilidad y disponibilidad del acceso y distribución de los datos en la gestión de los procesos de identificación, inmigración y extranjería.
- Diseño de un modelo de datos que garantice la integridad, unicidad, y seguridad en el acceso y distribución de los datos relativo a los procesos de identificación, inmigración y extranjería.

El presente trabajo está estructurado en 4 capítulos, donde se describe la investigación realizada y los resultados obtenidos con la misma.

Capítulo I. Fundamentación Teórica: En este capítulo se expone la fundamentación teórica que da sustento al trabajo de diploma. Se brinda información sobre las definiciones de las bases de datos y los Sistemas Gestores de Bases de Datos, los tipos de arquitectura y modelos de bases de datos, el proceso de réplica, los mecanismos de seguridad aplicados a las bases de datos, así como las herramientas, gestores y lenguajes empleados para la realización de la propuesta.

Capítulo II. Arquitectura de la base de datos: En este capítulo se explica la arquitectura a utilizar para la realización de la base de datos, su organización física, alcance y restricciones. Se explican los mecanismos de seguridad adoptados para la base de datos que se propone. Se describen los servicios externos que brindará el sistema propuesto a los demás órganos del MININT o a las entidades externas a dicho ministerio.

Capítulo III. Diseño de la base de datos: En este capítulo se explica el modelo general de la base de datos para la red interna y la red externa al MININT. Se analiza el modelo propuesto por esquemas y submodelos. Se exponen las restricciones que tiene dicho modelo de datos producto a la arquitectura de BD propuesta. Se mencionan las reglas definidas para el proceso de replicación del Sistema de Base de Datos propuesto.

Capítulo IV. Validación de la propuesta de solución: En este capítulo se exponen los resultados de las pruebas de aceptación, luego de las validaciones con el cliente. Se muestran los datos de las pruebas de normalización e integridad realizadas al modelo de datos.



CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción

En el presente capítulo se hace un breve estudio de los principales conceptos y definiciones referentes a los Sistemas de Bases de Datos (SBD), su arquitectura y diseño, así como de los Sistemas Gestores de Bases de Datos más usados. Se brindan elementos para el uso de las réplicas y de técnicas de seguridad, que permiten garantizar la integridad y evitar anomalías en las bases de datos. Se enuncian las ventajas de las principales herramientas que brinda Oracle para la administración de las bases de datos. Se caracterizan las herramientas y metodología que se utilizarán para el desarrollo de la Base de Datos Única de los sistemas de Identificación, Inmigración y Extranjería de la República de Cuba.

1.2 Bases de datos

Existen diversas definiciones referentes a las bases de datos, enunciados por diferentes autores, entre las mismas se encuentran:

- Según el Dr. Rogelio S Silverio Castro: “son un conjunto de ficheros o tablas que residen de forma permanente en la memoria de la computadora.” (8)
- María Mercedes Marqués Andrés enuncia: “Una base de datos es un conjunto de datos almacenados entre los que existen relaciones lógicas y ha sido diseñada para satisfacer los requerimientos de información de una empresa u organización. En una base de datos, además de los datos, también se almacena su descripción.” (9)
- Christopher J. Date declara: “Un sistema de bases de datos es básicamente un sistema computarizado cuya finalidad general es almacenar información y permitir a los usuarios recuperar y actualizar esa información.” (10)
- Amado Albuquerque Arias define: “Colección o depósito de datos, donde los datos están lógicamente relacionados entre sí, tienen una definición y descripción común y están estructurados de una forma particular. Una base de datos es también un modelo del mundo real y, como tal, debe poder servir para toda una gama de usos y aplicaciones.” (11)

Resumiendo, se define a las bases de datos como una colección de datos estructurados, no redundantes, interrelacionados de manera lógica, que son variables en el tiempo y están organizados independientemente de su utilización y su implementación, en máquinas accesibles en tiempo real y compatible con usuarios concurrentes con necesidad de información diferente.



1.3 Arquitectura de las bases de datos

Hay tres características importantes inherentes a los SBD: la separación entre los programas de aplicación y los datos, el manejo de múltiples vistas por parte de los usuarios y el uso de un catálogo para almacenar el esquema de la base de datos. Para conseguir estas características en los sistemas de bases de datos se propone una arquitectura de tres niveles.

1.3.1 Arquitectura de tres niveles

La arquitectura propuesta por el grupo *ANSI/SPARC*² se divide en tres niveles: interno, conceptual y externo o de vistas, tal como se muestra en la figura 1. Hay que destacar que los tres esquemas no son más que descripciones de los mismos datos pero con distintos niveles de abstracción.

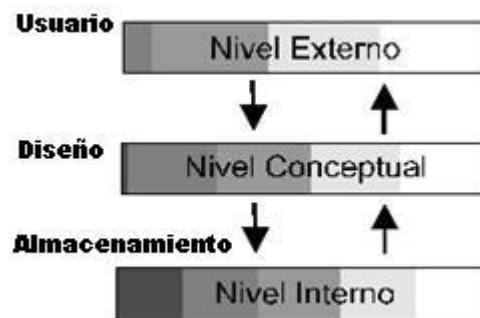


Figura 1 Arquitectura en tres niveles.

Nivel interno:

Es el nivel más cercano al almacenamiento físico de los datos. Emplea un modelo físico y los únicos datos que existen están realmente en este nivel. (12) Permite escribir los datos tal cual están almacenados en el ordenador. En este nivel se diseñan los archivos que contienen la información, la ubicación de los mismos y su organización, es decir, se crean los archivos de configuración. (13)

Nivel conceptual:

Describe la estructura de toda la base de datos para una comunidad de usuarios mediante un esquema conceptual. Este esquema oculta los detalles de las estructuras de almacenamiento y describe entidades, atributos, relaciones, operaciones de los usuarios y restricciones. En este nivel se puede utilizar un modelo conceptual o un modelo lógico para especificar el esquema. (12)

² Comité con el nombre *American National Standard Institute - Standards Planning and Requirements Committee* que propuso una arquitectura de tres niveles para los sistemas de bases de datos en el año 1975.



Nivel externo:

Describe varios esquemas externos o vistas de usuario. Cada uno describe la parte de la base de datos que le interesa y lo oculta al resto de grupo. En este nivel se puede utilizar un modelo conceptual o un modelo lógico para especificar los esquemas. Es el más cercano al usuario.

1.3.2 Tipos de arquitectura

Los SBD actuales se clasifican acorde a cómo están distribuidos los procesos y el soporte de los datos. Aquel sistema que puede guardar datos en un solo sitio se considera como una base de datos centralizada, mientras que si la organización de los datos se encuentran en múltiples sitios se dice que es distribuida, la cual puede soportar procesamiento de datos en un solo sitio o en varios. Seguidamente se muestran los tipos de arquitectura que presentan los SBD, los cuales permitirán analizar cómo quedarán ubicados y organizados los datos.

Centralizada:

Es una base de datos que está físicamente ubicada en un lugar en específico, la cual es controlada por un mismo computador. Esta arquitectura tiene dos partes fundamentales: la de descripción de datos y la de manipulación de datos, organizadas en torno al diccionario de datos³. A su vez, cada una de estas dos partes se organiza en torno a los tres niveles de la arquitectura. Se caracteriza porque el almacenamiento de los datos es en un solo servidor.

Ventajas:

- Facilita la manipulación de los datos.
- Brinda seguridad a la información almacenada.
- Instalación poco costosa.
- Evita la redundancia e inconsistencia de los datos.
- Garantiza la integridad en los datos.

Desventajas:

- En caso de un fallo de conexión el sistema entero se cae.
- En caso de catástrofes o desastres, la recuperación de los datos es difícil de sincronizar.

³ Es el lugar donde se deposita información sobre los datos que forman la BD. Es una guía en la que se describe la BD y los objetos que la forman.



Capítulo 1. Fundamentación teórica

- Menor proporción precio/rendimiento que los microprocesadores en los sistemas distribuidos.
- Menor cómputo en las consultas con respecto a los sistemas distribuidos.

La figura 2 ilustra cómo un SBD Centralizado maneja las interacciones entre el usuario final y la base de datos. Todas las actividades de intercambio ocurren de manera transparente para el usuario. (14)



Figura 2 Sistema de Base de Datos Centralizado.

Distribuida:

Una base de datos distribuida guarda datos lógicamente relacionados en dos o más sitios físicamente independientes, conectados mediante una red de computadoras. La base de datos se divide en fragmentos, cada uno de los mismos pueden colocarse en un nodo de red diferente. Un SBD distribuido debe realizar todas las funciones de uno centralizado y manejar todas las funciones necesarias impuestas por la distribución y procesamiento de los datos, todas de manera transparente al usuario. El diseño de una base de datos distribuida debe tener en cuenta cómo dividir la base de datos en fragmentos, cuál de ellos replicar y dónde localizar esos fragmentos y réplicas.

Ventajas:

- Mejora el rendimiento.
- Mayor fiabilidad y control de los datos.
- Mayor compartición y disponibilidad de los datos.

Desventajas:

- Redundancia de la información.



- Costo en el desarrollo del software.

La figura 3 ilustra un ejemplo de SBD distribuido, compuesto por fragmentos. Los usuarios pueden consultar la BD como si fuera local, ellos ven solo una base de datos lógica y no tienen que saber los nombres de los fragmentos. De hecho ni siquiera tienen que conocer que la base de datos está dividida en varias partes distintas, ni necesitan saber la ubicación física de estas.



Figura 3 Sistema de Base de Datos Distribuida.

Por las características propias del sistema que se piensa implementar se considera que la arquitectura más conveniente para dar solución al problema es la distribuida.

1.4 Sistemas Gestores de Bases de Datos

El software de base de datos ha experimentado un auge extraordinario, además de rapidez y efectividad en los procesos. Con la existencia de múltiples entornos de desarrollo y la notable demanda de soluciones informáticas, así como por la necesidad de lograr la gestión de los SBD, han surgido los Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD).

Los SGBD son un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre la BD, el usuario y las aplicaciones que la utilizan. Según el Dr. Rogelio S Silverio Castro *“sus funciones principales son la creación, mantenimiento y eliminación de bases de datos, el control de accesos, la manipulación de información de acuerdo a las necesidades del usuario, el cumplimiento de las normas de tratamiento de datos, evitar redundancias e inconsistencias y mantener la integridad.”* (8) Se compone de un lenguaje de



definición de datos (DDL), de un lenguaje de manipulación de datos (DML) y de un lenguaje de consulta. Un SGBD permite definir los datos a distintos niveles de abstracción y manipularlos, garantizando la seguridad e integridad de los mismos. (15)

Los sistemas gestores brindan abstracción al usuario sobre la forma de almacenamiento de la información, independencia y seguridad de la información, capacidad para realizar salvajes y recuperaciones, así como un control de la concurrencia.

Entre los SGBD que más se destacan se encuentran *Oracle* (16), *MySQL* (17) (ambos actualmente de la Empresa *Oracle*), *Microsoft SQL Server* y *PostgreSQL*. (18). (19)

A continuación se exponen algunas de las características fundamentales de los SGBD mencionados anteriormente.

1.4.1 *Microsoft SQL Server*

Microsoft SQL Server permite la gestión de un entorno de base de datos relacional, abarca tanto el área de diseño como la de administración. Es nombrado *SQL* porque hace uso de este lenguaje para la definición y manejo de los datos, y se llama *Server* porque dispone de una parte servidora que es responsable de atender a los procesos clientes, que son aquellos que realizan las peticiones al servidor, cumpliendo con una arquitectura cliente-servidor.

Ventajas:

- Arquitectura de almacenamiento en disco, permite la escalabilidad desde BD de equipos portátiles hasta BD empresariales de tamaño de terabyte.
- Permite el acceso y la realización de consultas desde *URL*⁴ a través de *HTTP*⁵, donde el optimizador de consultas con múltiples fases busca el plan óptimo de consultas para mejorar el rendimiento de consultas complejas.
- Soporta consultas en múltiples servidores.
- Simplifica la configuración y gestión de un clúster⁶ de caídas. Permite que las BD permanezcan en

⁴ Localizador Uniforme de Recursos, comúnmente denominado URL (sigla en inglés de Uniform Resource Locator), es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato modélico y estándar, que se usa para nombrar recursos en Internet para su localización o identificación.

⁵ Protocolo de Transferencia de Hipertexto, comúnmente denominado HTTP (siglas en inglés de *Hypertext Transfer Protocol*), es un protocolo orientado a transacciones y sigue el esquema petición-respuesta entre un cliente y un servidor.

⁶ Se aplica a los conjuntos o conglomerados de computadoras construidos mediante la utilización de componentes de hardware comunes y que se comportan como si fuesen una única computadora.



línea durante la mayoría de las operaciones. Activa salvos instantáneas.

- Los servicios de transformación de datos sirven para importar, exportar y transformar datos heterogéneos.
- Soporte enriquecido con Lenguajes de Marcas Extensibles o *Extensible Markup Language* (XML por sus siglas en inglés). (20)

Desventajas:

- Es un SGBD propietario.
- Las funciones definidas por el usuario tienen algunas restricciones.
- No todas las sentencias SQL son válidas dentro de una función.

1.4.2 PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema gestor objeto-relacional, ya que incluye características de la orientación a objetos, como puede ser la herencia, tipos de datos, funciones, restricciones, disparadores, reglas e integridad transaccional. (18)

Ventajas:

- Aproxima los datos a un modelo objeto-relacional, y es capaz de manejar complejas rutinas y reglas.
- Usa una arquitectura proceso por usuario cliente/servidor: Hay un proceso maestro que se ramifica para proporcionar conexiones adicionales para cada cliente que intente conectarse a PostgreSQL.
- Altamente Extensible: Soporta los tipos de datos base y otros como los de fechas, monetarios, elementos gráficos, datos sobre redes (MAC, IP), cadenas de bits, etc. Además operadores, funciones, métodos de acceso y tipos de datos definidos por el usuario.
- Integridad Referencial: Es utilizada para garantizar la validez de los datos de la BD.
- Tiene soporte para lenguajes procedurales internos, incluyendo un lenguaje nativo denominado PL/pgSQL. Además tiene habilidad para usar Perl, Python, o TCL como lenguaje procedural embebido.
- Control de Concurrencia Multi-Versión: Es usado para evitar bloqueos innecesarios, permite la lectura sin que sea bloqueada por los que escriben y actualizan registros.
- Incrementa la dependencia de la BD al registro de cambios antes de que estos sean escritos en la base de datos. Esto garantiza que en caso de que la BD se caiga, existirá un registro de las transacciones a partir del cual se podrá restaurar la BD desde el punto en que se quedó.



Desventajas:

- Consume muchos recursos y carga con facilidad el sistema.
- Velocidad de respuesta lenta al gestionar BD relativamente pequeñas, aunque esta misma velocidad la mantiene al gestionar BD realmente grandes.

1.4.3 MySQL

MySQL es un SGBD cliente/servidor, que usa programación multihilo y permite la conexión de múltiples usuarios de manera concurrente. Se compone de un servidor SQL, varios programas clientes y bibliotecas, herramientas administrativas, y una gran variedad de interfaces de programación (APIs⁷). Se puede obtener también como una biblioteca multihilo que se puede enlazar dentro de otras aplicaciones para obtener un producto más pequeño, más rápido, y más fácil de manejar. (21)

Ventajas:

- Dispone de borrados multi-tablas.
- Mejores utilidades de administración (salvas, recuperación de errores, etc.), contando con un sistema de replicación multihilo en los servidores esclavos.
- Los registros de replicación contienen los marcadores de transacción necesarios para asegurarse que las transacciones son replicadas apropiadamente.
- Recuperación automática ante fallas.
- Integridad referencial: se pueden definir llaves foráneas entre tablas relacionadas para asegurarse de que un registro no puede ser eliminado de una tabla si aún está siendo referenciado por otra tabla.

Desventajas:

- No es viable para su uso con grandes BD, a las que se acceda continuamente, ya que no implementa una buena escalabilidad.
- Carece de soporte para transacciones, subconsultas y revertimiento de cambios realizados.

1.4.4 Oracle

Es un SGBD Relacional (*RDBMS* por el acrónimo en inglés de *Relational Data Base Management System*), que utiliza arquitectura cliente/servidor, fabricado por *Oracle Corporation*. Es considerado uno de

⁷ Del inglés *Application Programming Interface*, es el conjunto de funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.



Capítulo 1. Fundamentación teórica

los sistemas de BD más completos, destacando su soporte de transacciones, estabilidad, escalabilidad y el ser multiplataforma. (22)

Representa *Oracle*, como gestor de BD, la herramienta más potente del mercado en cuanto a su capacidad para procesar datos; sus técnicas de protección, manipulación y distribución de los mismos son realmente eficientes. (19)

Ventajas:

- Es un manejador de BD relacional que hace uso de los recursos del sistema informático en todas las arquitecturas de hardware, para garantizar su aprovechamiento al máximo en ambientes cargados de información.
- Corre automáticamente en más de ochenta arquitecturas de *hardware* y *software* distinto sin tener la necesidad de cambiar una sola línea de código, esto se debe a que más del ochenta por ciento de los códigos internos de *Oracle* son iguales a los establecidos en todas las plataformas de sistemas.
- Está disponible en múltiples plataformas como *Windows*, *Linux* y todas las versiones de *Unix*, lo que lo convierte en una verdadera solución empresarial.
- Puede ser usado tanto para el manejo de información personal, como para gigantescas bibliotecas multimedia, y corre en laptops, computadoras personales (PC), microcomputadoras, mainframes y computadoras con procesamiento paralelo masivo.
- Soporta la mayoría de los lenguajes de computación al igual que veintiséis idiomas diferentes.
- Soporta datos alfanuméricos ubicados en las tradicionales "filas y columnas" de las BD, además de textos sin estructura, imágenes, audio y video.
- Incluye mejoras de rendimiento y de utilización de recursos.
- Soporta aplicaciones de Procesamiento de Transacciones Online (*OLTP* por sus siglas en Inglés) y de Depósito de Datos (*Data Warehousing*) mayores y más exigentes.
- Soporta ambientes de clúster en modo activo-pasivo, es decir que un solo nodo utiliza la base de datos mientras el(los) otro(s) nodo(s) está(n) pendiente(s) de entrar en funcionamiento en el momento que el servidor primario tenga una falla.
- Permite tener copias de la BD productiva en lugares lejanos a la ubicación principal, a través de réplicas, que pueden estar en modo de solo lectura.
- A partir de la versión *Oracle11g R2* en adelante los bloques se recuperan de forma automática en ambientes de BD de reserva o espera (*Standby* por sus siglas en inglés).



- Brinda numerosas herramientas para una administración eficiente, así como para facilitar el proceso de replicación de la base de datos. (20)
- Permite innovar con mayor rapidez y confianza utilizando la herramienta Real Application Testing.
- Permite almacenar más información utilizando una mayor compresión de los datos y particionamiento avanzado de tablas.
- Permite una mayor disponibilidad y seguridad de los datos. (5)

Desventajas:

- Es un software propietario
- Tiene un elevado costo de soporte técnico. (20)

Oracle es el SGBD que solicita el cliente en su versión *11g R2 Enterprise Edition* a partir de las amplias mejoras de rendimiento y operatividad, así como de las ventajas y desventajas mencionadas anteriormente. Además brinda numerosas herramientas que permiten la completa administración y la realización de los procesos de réplica y seguridad de la BD, entre otros.

1.5 Modelos de diseño de las bases de datos

El diseño de BD se convierte en una actividad crucial en el manejo de sistemas complejos, este se simplifica cuando se utilizan modelos. Los modelos son abstracciones simplificadas de eventos y condiciones del mundo real, que permiten explorar las características de entidades y las relaciones que se pueden crear entre ellas. Si los modelos no son lógicamente buenos, no se lograrán diseños de BD funcionales que permitan obtener información útil. Los buenos modelos dan como resultado correctos diseños de bases de datos que son la base para aplicaciones funcionales. (14)

1.5.1 Restricciones de un modelo de datos

Dos pasos importantes en el diseño de las tablas son la identificación de valores válidos para una columna y la determinación de cómo forzar la integridad de los datos en la columna. La integridad de datos puede verse en entidades, dominios, referencias o algunas definidas por el usuario.

Integridad de entidad:

Define una fila como entidad única para una tabla determinada. La integridad de entidad exige la integridad de las columnas de los identificadores o la clave principal de una tabla, mediante índices y restricciones.

Integridad de dominio:



Viene dada por la validez de las entradas para una columna determinada. La integridad de dominio se crea para restringir los tipos de datos, el intervalo de valores posibles o el formato mediante reglas y restricciones.

Integridad referencial:

Protege las relaciones definidas entre las tablas cuando se crean o se eliminan filas. En *Oracle* la integridad referencial se basa en las relaciones entre claves externas y claves principales o entre claves externas y claves exclusivas. La integridad referencial garantiza que los valores de clave sean coherentes en las distintas tablas. Cuando se exige la integridad referencial, se impide a los usuarios:

- Agregar o cambiar filas en una tabla relacionada si no hay ninguna fila asociada en la tabla principal.
- Cambiar valores en una tabla principal que crea filas huérfanas en una tabla relacionada.
- Eliminar filas de una tabla principal cuando hay filas relacionadas coincidentes.

Integridad definida por el usuario:

Permite definir reglas de empresas específicas que no pertenecen a ninguna otra categoría de integridad. Todas las categorías de integridad admiten la integridad definida por el usuario, esto incluye las restricciones a nivel de columna y nivel de tabla, procedimientos almacenados y desencadenadores.

1.5.2 Tipos de diseños de bases de datos

Existen varios modelos que con frecuencia son utilizados para el diseño de las bases de datos, entre ellos se encuentran el Modelo Orientado a Objetos y el Modelo Relacional. Otros, no tan populares, son el Modelo Jerárquico, el Modelo de Red, el Modelo de Datos Objeto Relacional y el Modelo Multidimensional.

Bases de Datos Jerárquicas:

Surgieron a mediados de 1960 y almacenan su información en una estructura jerárquica, la cual se representa en la figura 4. En este modelo los datos se organizan en forma similar a un árbol. (23) Las BD jerárquicas son especialmente útiles en el caso de aplicaciones que manejan un gran volumen de información y datos muy compartidos, permitiendo crear estructuras estables y de gran rendimiento. El modelo de datos jerárquico presenta importantes inconvenientes, que provienen principalmente de su rigidez, lo cual deriva de la falta de capacidad de las organizaciones jerárquicas para representar sin redundancias ciertas estructuras muy difundidas en la realidad, como son las interrelaciones reflexivas y N:M⁸. (24)

⁸ Se refiere a las relaciones entre tablas, para el caso de que la correspondencia es de muchos a muchos.

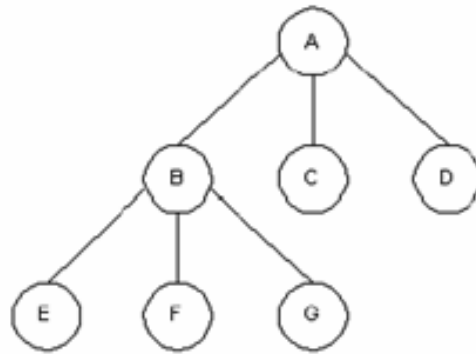


Figura 4 Estructura de una base de datos jerárquica.

Bases de Datos en Red:

Es un modelo ligeramente distinto del jerárquico, y surge a finales de 1960. Su diferencia fundamental es la modificación del concepto de un nodo, permitiendo que un mismo nodo tenga varios padres, su representación se evidencia en la figura 5. (23) Ofrece una solución eficiente al problema de redundancia de datos. Aún así, la dificultad que implica administrar la información en una Base de Datos de Red, ha significado que sea un modelo utilizado en su mayoría más por programadores que por usuarios finales.

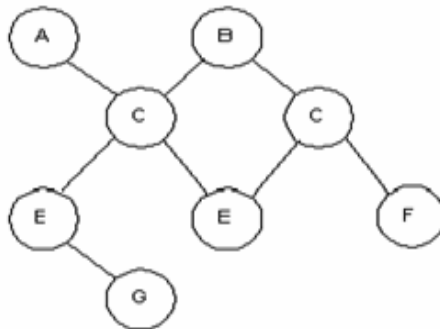


Figura 5 Estructura de una base de datos de red.

Bases de Datos Multidimensionales:

Estas bases de datos fundan los cimientos para el desarrollo de los cálculos y análisis multidimensionales, que requiere la inteligencia empresarial. (25) Son BDs estructuradas como un hipercubo, con un eje por dimensión, de estructura basada en dimensiones orientadas a consultas complejas y alto rendimiento. Estos modelos tienen gran aplicación en la bioinformática. (26) En la figura 6 se muestra una



representación espacial de una variable multidimensional con una, dos y tres dimensiones. En esta figura los cubitos representan valores de dimensión, y las esferas son datos.

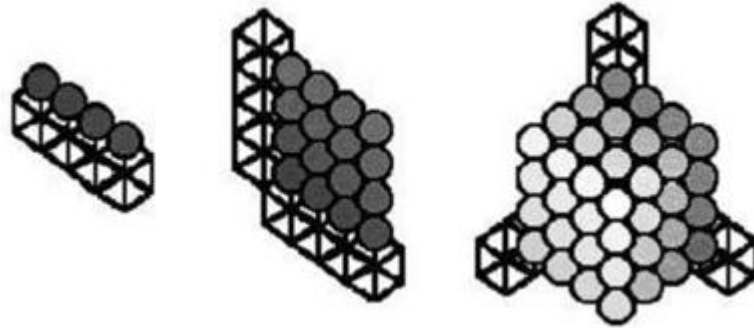


Figura 6 Representación espacial de una variable multidimensional.

Bases de Datos Orientadas a Objetos:

A finales de la década de los ochenta aparecieron las primeras Bases de Datos Orientadas a Objetos (BDOO). Diseñadas para ser eficaces, desde el punto de vista físico, con el objetivo de almacenar objetos complejos y métodos. (10) El modelo de objetos conjuga de forma centralizada los conceptos de abstracción, jerarquía, encapsulación, modularidad, persistencia, tipos y concurrencia, donde los primeros cuatro conceptos son fundamentales, lo cual significa que si un modelo carece de estos elementos pues no es orientado a objetos. Refleja una nueva forma de pensar acerca de la descomposición, haciendo que el diseño orientado a objetos sea diferente a la forma que existía de diseño estructurado hasta el momento, y que por consiguiente su arquitectura sea diferente también. (27)

Este modelo trata de almacenar en la base de datos los objetos completos, estado y comportamiento. Las Bases de Datos Orientadas a Objetos representan la sucesiva evolución de las bases de datos para soportar análisis, diseño y programación orientada a objetos.

Bases de Datos Relacionales:

El modelo relacional, desde el punto de vista estructural, organiza la información en forma de tablas relacionadas, lo cual está representado en la figura 7, compuestas por tuplas⁹ y campos¹⁰. Desde el punto de vista de la integridad se puede decir que el modelo establece varias restricciones de integridad, las cuales deben ser cumplidas por todas sus tablas. Teniendo en cuenta la manipulación de los datos, define

⁹ En la teoría de bases de datos, una tupla se define como una función finita que mapea (asocia unívocamente) los nombres con algunos valores. Se refiere a las filas de una tabla que se identifican unívocamente por su llave primaria.

¹⁰ Se refiere a los atributos de una tabla, que forman una columna en la misma. Es la unidad básica de una Base de Datos.



un grupo de operadores a través de los cuales interactúa con la información almacenada en las tablas de la base de datos. (10)

En este modelo, el lugar y la forma en que se almacenen los datos no tienen relevancia. La información puede ser recuperada o almacenada por medio de consultas que ofrecen una amplia flexibilidad y poder para administrarla.

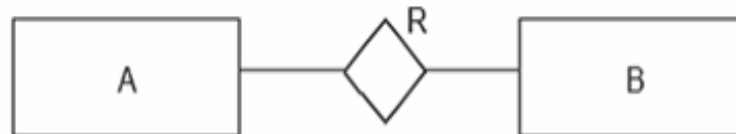


Figura 7 Estructura de una base de datos relacional.

Para la realización del modelo de datos que se propone se selecciona el modelo relacional que permite la creación de entidades y sus relaciones, así como el establecimiento de restricciones de integridad. Permite además que se eviten errores a la hora de insertar y actualizar los datos, gracias a las teorías planteadas por Edgar.F.Codd¹¹ en la teoría de BDs relacionales y su normalización.

1.5.3 Normalización

El concepto de normalización fue introducido por Codd y fue pensado para aplicarse a sistemas relacionales. La teoría de normalización se ha desarrollado para obtener estructuras de datos eficientes que eviten las anomalías de actualización. (28) El proceso de normalización busca eliminar anomalías de actualización y redundancia de la información. Se han definido las siguientes Formas Normales (FN):

1ra FN: Una relación está en dicha forma normal si los valores de sus atributos son atómicos, los dominios no tienen elementos que a su vez sean conjuntos y la relación no incluye ningún grupo repetitivo.

2da FN: Debe estar en 1ra FN y además define que los atributos no llaves son funcional y completamente dependientes de la llave primaria, por lo general compuesta.

3ra FN: Debe estar en 2da FN y señala que no pueden existir dependencias transitivas entre los atributos no llaves, los atributos no llaves son independientes de cualquier otro atributo no llave primaria.

3ra FN Fuerte o FN Boyce-Codd (FNBC): Además de cumplir con lo de las tres FN anteriores, debe satisfacer que cada determinante es una llave (candidata o primaria). (28)

¹¹ Edgar Frank Codd (*Ted Codd*). Científico informático inglés (23 de agosto de 1923 - 18 de abril de 2003), conocido por sus aportes a la teoría de bases de datos relacionales.



4ta FN: Debe estar en FNBC y que además existan tres o más atributos formando parte de la llave primaria. Debe cumplir que no existan dos o más atributos independientes con dependencia respecto a un conjunto de atributos, formando parte de la llave junto a dicho conjunto, es decir no dependencia entre atributos llaves.

5ta FN (SSI, project join): Cumple que toda dependencia de agregación (*join dependency*) es implicada por las llaves candidatas. Diseñada para reducir la redundancia en relaciones que almacenan hechos multivaluados a través del aislamiento de relaciones semánticamente relacionadas. Una relación está en 5FN cuando su contenido no puede ser reconstruido a partir de un conjunto de tablas, se excluye la posibilidad de tablas con los mismos atributos llave.

FN de dominio/llave (DKNF): No depende de las FN anteriores. Declarar de manera explícita todas las reglas de negocios como reglas de la base de datos. Con ella se evitan las anomalías no temporales a la hora de insertar y eliminar datos o entidades completas con relaciones de dependencias. Define como “llave” al Identificador único de una tupla y como “dominio” a los valores de un atributo, que son permitidos (tanto física como semánticamente). Dentro de sus características fundamentales se define:

- Proceso más simple: no se necesita saber que se elimina una dependencia transitiva. Sólo se debe aplicar las restricciones que surgieron como consecuencia lógica de las definiciones de llaves y del dominio.
- Resultado más robusto: aplicando 3FN se conoce que se ha eliminado un conjunto de anomalías; aplicando DKNF se sabe que se han eliminado las anomalías de actualización.

Para la realización del modelo de datos que se propone se tiene en cuenta la primera, segunda y tercera forma normal, además de la forma especial de dominio/llave.

1.6 Réplicas.

La replicación de los datos se refiere al almacenamiento de copias de datos en múltiples sitios, servidos por una red de computadoras. (14) La replicación es útil para mejorar el funcionamiento y para proteger la disponibilidad de aplicaciones, porque existen las opciones alternas del acceso de los datos. La aplicación puede continuar funcionando si el servidor local experimenta una falla porque otros servidores con datos replicados siguen siendo accesibles. (14)

Los datos replicados se someten a la regla de consistencia mutua. La regla de consistencia mutua requiere que todas las copias de fragmentos de datos sean idénticas. Por tanto, para mantener la consistencia de los datos entre las réplicas, el SBD debe garantizar que se realice una actualización de la base de datos en todos los sitios donde existan réplicas. El hecho de contar con BDs de réplicas produce



un mejor desempeño ya que las aplicaciones pueden operar sobre copias locales en vez de tener que comunicarse con sitios remotos; puede significar una mejor disponibilidad debido a que de todo objeto estará disponible una copia como mínimo, que puede ser utilizada ante una recuperación del sistema. Aunque la replicación tiene algunos beneficios, también exige más complejidad de procesamiento del SBD, porque cada copia de los datos debe ser mantenida por el sistema. La principal desventaja de la réplica es que al momento de copiar un nuevo objeto, debe de ponerse al día todas las réplicas de ese objeto. En el anexo1 se muestran los entornos de réplicas más utilizados.

Existen dos modelos de distribución de datos aplicados a la replicación de los mismos:

- Asíncrono: a menudo llamado almacena y reenvía.
- Sincrónico: también conocida como la réplica en tiempo real.

1.6.1 La réplica asíncrona (básica)

Este tipo de réplica captura cualquier cambio local, los almacena en una cola, y a intervalos regulares, propaga y aplica estos cambios en sitios remotos. Con esta forma de réplica, hay un período de tiempo antes de que todos los sitios alcancen la convergencia de datos. Las aplicaciones pueden preguntar datos de las réplicas de datos locales para evitar el acceso a la red, sin importar su disponibilidad. (29) En la figura 8 se ilustra la réplica asíncrona.



Figura 8 Réplica asíncrona.

La replicación básica puede ser útil como mecanismo del transporte de la información. Por ejemplo, puede mover periódicamente datos desde una base de datos de procesamiento transaccional de producción a un almacén de datos, lo cual se muestra en la figura 9.

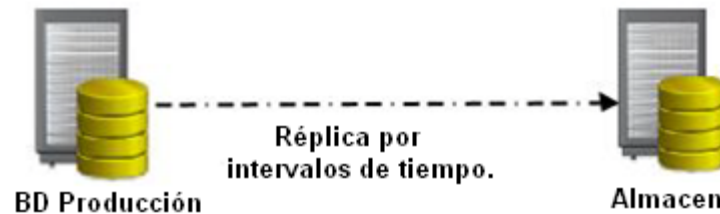


Figura 9 Transporte de la información.

1.6.2 La réplica sincrónica (avanzada)

La réplica en línea es una estrategia mucho más moderna y novedosa, sustentada principalmente en la interconexión entre las bases de datos utilizando protocolos de comunicación y a través de redes como por ejemplo Internet. Aplica cualquier cambio o ejecuta cualquier procedimiento reproducido en todos los sitios que participan en el ambiente de réplica como parte de una sola transacción. Si el procedimiento falla en cualquier sitio, entonces la transacción entera se anula. La réplica sincrónica asegura la consistencia de datos en todos los sitios en tiempo real.

Para el proceso de replicación de la BD que se propone se selecciona la réplica asincrónica, con un tiempo mínimo entre un momento de réplica y otro.

1.7 Seguridad

La seguridad de la BD es la protección de la misma frente a usuarios no autorizados. Define cuáles usuarios podrán realizar determinadas operaciones sobre ciertos datos. Con este aspecto se protege al SBD contra la revelación no autorizada (Confidencialidad), alteración no autorizada (Integridad) y la destrucción intencional o involuntaria. Sin buenas medidas de seguridad, la integración de datos en los SBD hace que éstos sean más vulnerables que en los sistemas de ficheros (3)

La seguridad no se aplica solamente a los datos, brechas en la seguridad pueden afectar otras partes del sistema, que a su vez pueden afectar otras partes de la BD. Para tratar este tema se tienen aspectos relativos a la seguridad, como suelen ser:

- **Morales-Éticos:** pueden haber razones morales que regulen quienes tienen acceso a determinada información.
- **Requisitos Legales:** se requiere que las organizaciones usen con discreción los datos personales de los individuos. Esta información debería poder ser verificada por los individuos mismos.
- **Seguridad comercial:** la información perteneciente a una empresa es un recurso valioso que puede ser útil para la competencia.



Capítulo 1. Fundamentación teórica

- Fraude-Sabotaje: la información podría ser mal utilizada, por un novato o alguien que tiene intenciones de confundir.
- Errores: Cambios accidentales en los datos, no maliciosos.

Para garantizar este tema de vital importancia en la BD es común usar algunos mecanismos de seguridad, dentro de ellos se encuentran:

- Control de accesos.
- Control de flujo.
- Control de inferencia.
- Encriptado.

Control de accesos:

Métodos para el controlar de accesos:

- Discrecional: garantiza privilegios a usuarios, incluyendo la capacidad para acceder a archivos de datos específicos, registros o campos para operar de una manera determinada (*read, delete, insert, update*).
- Mandatorio: clasifica usuarios y datos en múltiples niveles de seguridad, y luego fuerza determinadas reglas acorde a cada nivel. Dicho control es rígido, porque hay que asignar permisos de una determinada clase a cada objeto y sujeto. En el mundo real, los privilegios de acceso están asociados con el rol de una persona en la organización. Cada rol debe ser creado con determinados privilegios y los usuarios son asociados a los roles.

Control de flujo:

- Consiste en tener un seguimiento del rastro, si alguien entra a la BD se conoce a que datos accedió y que hizo con ellos, controlando de esta manera el flujo de datos.

Control de inferencia:

- No se permiten consultas cuyos resultados incluyan menos de un cierto número N de tuplas.
- Se prohíbe una secuencia de consultas que se refieran repetidamente a la misma población.
- Puede particionarse la BD en grupos con un tamaño mayor que un cierto mínimo.

Encriptado de los datos:

- Los datos son ilegibles a menos que se tenga conocimiento del código, haciendo uso de algoritmos



criptográficos se garantiza que los datos viajen por la red (a través de protocolos TCP/IP o HTTP) de manera segura.

- Algunas bases de datos privativas como *Oracle* permiten encriptar todo el repositorio de datos.

1.8 Herramientas Oracle.

Existen numerosas herramientas que proporciona *Oracle 11g R2 Enterprise Edition*, que contribuyen a una eficiente administración de la BD y a mantener la seguridad, integridad, rentabilidad y el control de acceso en el SBD. (30) Todas ellas poseen numerosas ventajas para la mejora de dichos temas en cuestión.

1.8.1 *Oracle Real Application Clusters (RAC)*

- *Oracle RAC* es una base de datos en clúster con una arquitectura en caché compartida que supera las limitaciones de los enfoques de disco compartido y no compartido, para brindar una solución de BD disponible y altamente escalable para todas sus aplicaciones comerciales.
- Soporta la implementación transparente de una sola BD a través de un clúster de servidores y brinda tolerancia ante las fallas de hardware o los cortes planificados de servicio.
- Al eliminar el único punto de falla con un solo servidor, *Oracle RAC* brinda la más alta disponibilidad para sus aplicaciones. Si un nodo en el clúster falla, la BD *Oracle* continúa ejecutándose en los nodos restantes. Los nodos individuales pueden dejar de funcionar por motivos de mantenimiento mientras los usuarios de aplicaciones continúan trabajando.
- Ofrece el máximo nivel de capacidad de *Oracle* en términos de disponibilidad, escalabilidad e informática de bajo costo.
- Soporta *OLTP*¹², *DSS*¹³ y la capacidad exclusiva de *Oracle* para soportar de manera efectiva los entornos *OLTP/DSS* combinados.
- Incluye mecanismos para la recuperación, detección de fallas, el bloqueo y la mensajería en clúster. (31)

12 Procesamiento de Transacciones En Línea (*OnLine Transaction Processing*) es un tipo de sistemas que facilitan y administran aplicaciones transaccionales, usualmente para entrada de datos y recuperación y procesamiento de transacciones (gestor transaccional).

13 Sistema de Ayuda a la Decisión (*Decision Support System*), es una serie de programas que permiten extraer la información estratégica de la compañía y, mediante la aplicación de técnicas de análisis de éstas, saber qué resultados generarán unas u otras decisiones.



1.8.2 Oracle Grid Control

- Proporciona la gestión centralizada para la infraestructura *Oracle* y no-*Oracle* al completo.
- Permite amplias capacidades de administración, gestión de configuración, aprovisionamiento, monitorización extremo a extremo y seguridad.
- Reduce el coste y complejidad del manejo de entornos *Grid Computing*.
- La robusta funcionalidad de gestión del nivel de servicio incluida en *Oracle Grid Control* mejora sustancialmente los niveles de servicio a través de abundantes niveles de monitorización de transacciones y rendimiento de usuario final, así como profundos diagnósticos para entornos Internet multi-capa.
- Ofrece un marco de extensibilidad para la gestión de aplicaciones de terceros e integración con otras herramientas de gestión. (32)

1.8.3 Oracle Active Data Guard

- Con *Oracle Active Data Guard*, se obtiene acceso de sólo lectura a una base de datos física de reserva para realizar consultas, organizar información, solicitar informes, etc., al tiempo que se aplican constantemente los cambios provenientes de la base de datos de producción.
- Tiene la capacidad de abrir una base de datos de reserva a los efectos de realizar pruebas y después revertir las modificaciones con una base de datos de reserva viable si fuese necesaria la recuperación en caso de desastre.
- Es posible usar salvatas incrementales rápidas cuando se descargan a una base de datos de reserva.
- Cuenta con los beneficios adicionales de la alta disponibilidad y la protección en caso de desastre o interrupción del servicio planificada o espontánea en el lugar de producción. (16)

1.8.4 Oracle Advanced Compression

- Ayuda a administrar de manera rentable las cantidades de información en constante incremento que se originan.
- Comprime cualquier tipo de información sean datos estructurados o no, como documentos, imágenes y archivos multimedia, información sobre tráfico de red y datos en proceso de back-up.
- Como resultado, hace que sus recursos sean más eficaces y que se reduzcan los costos de almacenamiento. (16)

1.8.5 Oracle Advanced Security



- Proporciona funciones de cifrado transparente para los datos guardados en la base de datos y cifrado de redes para la información que circula en la red.
- También incluye una completa *suite* de servicios de autenticación de la BD de *Oracle*.
- El cifrado de redes se implementa por medio de algoritmos de cifrado y de integridad de los datos.
- Incluye algoritmos de cifrado para el momento de la implementación.
- Los sólidos servicios de autenticación sirven de apoyo a un amplio paquete de opciones de autenticación de terceros.
- Las opciones de autenticación incluyen servicios de inicio único de sesión en la BD de *Oracle* mediante la interoperación con estructuras de autenticación existentes, y opciones de autenticación de dos factores, como las tarjetas inteligentes o tarjetas *token*.

1.8.6 *Oracle Database Vault*

- Permite controlar quién accede a las aplicaciones y los datos, en qué momento y en qué lugar. De esa manera, se protege el sistema contra la amenaza más común a la seguridad: los usuarios internos con malas intenciones.
- Se controla el acceso a las aplicaciones y la base de datos, incluso cuando se trata de superusuarios u otros usuarios con grandes privilegios.
- También aplica autorización multifactor a través de reglas empresariales flexibles y efectúa un seguimiento de qué personas acceden a la información, en qué momento y los datos en cuestión mediante informes de seguridad listos para usar.
- Con *Oracle Database Vault* los controles de acceso se pueden aplicar de manera transparente y superponer con aplicaciones existentes.
- Se puede evitar que los usuarios accedan a datos específicos de aplicaciones o que usen la BD fuera de los horarios normales.
- Posibilita aplicar los requisitos de separación de tareas a diferentes administradores de base de datos (DBA) sin un ejercicio costoso de privilegio mínimo.

1.8.7 *Oracle Label Security*

- La herramienta de control de acceso *Oracle Label Security* incorpora el poder de protección necesario para manejar información delicada.
- Tiene capacidades de seguridad multinivel para la protección del acceso a los datos.



- *Oracle Label Security* se puede usar junto con *Virtual Private Database*, *Secure Application Roles* y *Oracle Database Vault* con el fin de ofrecer potentes soluciones para salvaguardar la información personal identificable.

1.8.8 Automatic Storage Management (ASM)

- Está basado en el principio de que la BD debe administrar el almacenamiento.
- Elimina la necesidad de administrar los ficheros de la base de datos.
- Distribuye la Entrada/Salida a través de un grupo de discos.
- Permite establecer niveles de redundancia (*Mirroring*) y rebalancear los datos automáticamente al adicionar o eliminar discos en el grupo.
- Permite una implementación segura y confiable del almacenamiento sin llegar a utilizar tecnologías complejas de hardware.
- Puede ser desplegado tanto en ambientes de servidores simples como en ambientes RAC.

1.8.9 Oracle Partitioning

- Mejora el entorno de gestión de datos para procesamiento de transacciones en línea y aplicaciones del almacén de datos y de almacenes de datos especializados, incrementando la capacidad de administración, la disponibilidad y el rendimiento de grandes tablas e índices de bases de datos subyacentes.
- Se logra la división de tablas grandes en partes más pequeñas de administración individual sin perder la visión integral de los datos a nivel de la aplicación.
- El particionamiento también contribuye a un mejor rendimiento, ya que el optimizador se encargará de limpiar las consultas para poder usar solamente las particiones pertinentes de una tabla o de un índice durante una búsqueda.

1.8.10 Oracle Streams

- Propaga y administra datos, transacciones y eventos en una fuente de datos ya sea dentro de una base de datos, o de una base de datos a otra.
- Permite a los usuarios controlar qué información quiere replicar.
- Permite conocer cómo los datos replicados viajan de nodo a nodo, los eventos que ocurren hasta terminar el proceso.
- La arquitectura del *Oracle Streams* es muy flexible, está compuesta por tres elementos



fundamentales: la captura, la organización y el consumo de los datos.

1.9 Ambiente de desarrollo.

A continuación se caracterizan la metodología y herramientas, así como el lenguaje de programación, que permiten la realización del presente trabajo de diploma. Todas son utilizadas según las políticas definidas en el proyecto “Identificación, Inmigración y Extranjería de la República de Cuba”.

1.9.1 Metodología de desarrollo de software

En la confección de cualquier sistema es necesario conducir el proceso a través de una metodología, la cual será la encargada de elaborar “el plano” sobre el cual se apoyará el equipo de desarrollo y de esta forma lograr una mayor organización durante las etapas de realización del software.

Microsoft Solutions Framework (MSF) for Capability Maturity Model Integration (CMMI):

Esta es una metodología flexible e interrelacionada con una serie de conceptos, modelos y prácticas de uso, que controlan la planificación, el desarrollo y la gestión de proyectos tecnológicos. *MSF* se centra en los modelos de proceso y de equipo dejando en un segundo plano las elecciones tecnológicas. *MSF* es un proceso alineado con *CMMI* que utiliza tareas, iteraciones, roles, y reportes que proporcionan las métricas necesarias para valorar el estado del proyecto. Tiene documentos e informes más obligatorios que las versiones ágiles, y este proceso de desarrollo más formal, reduce el riesgo a la hora de desarrollar un software grande. Una de las ventajas de usar el proceso alineado con *CMMI* es la evaluación estándar por la cual puede compararse la capacidad de desarrollar el software en otras organizaciones.

Características:

- Adaptable: usado en cualquier parte como un mapa, del cual su uso es limitado a un específico lugar.
- Escalable: puede organizar equipos tan pequeños entre tres o cuatro personas, así como también, proyectos que requieren cincuenta personas a más.
- Flexible: es utilizada en el ambiente de desarrollo de cualquier cliente.
- Tecnología Agnóstica: porque puede ser usada para desarrollar soluciones basadas sobre cualquier tecnología.

1.9.2 Entorno de desarrollo integrado (IDE)

Un entorno de desarrollo integrado o *IDE* (acrónimo en inglés de *Integrated Development Environment*), es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación, que provee un marco de trabajo amigable para lenguajes de programación. (33)



PL/SQL Developer v7.1.4.1390:

PL/SQL Developer es un ambiente integrado para el desarrollo, prueba, depuración de errores y optimización de unidades de programa como paquetes, triggers y otros elementos de una BD. Contiene ayuda sensitiva al contexto, descripciones de bases de datos de objetos, sintaxis resaltada, edición y búsqueda de datos, buscadores gráficos y muchas otras características que le hacen la vida más fácil al usuario. Se usa para el desarrollo de Bases de datos de Oracle. Se enfoca en la facilidad de empleo, la calidad de código y la productividad, ventajas claves durante el desarrollo con Oracle. (34)

1.9.3 *Herramientas de modelado (CASE)*

Las herramientas *CASE (Computer Aided Software Engineering)* sirven de ayuda en todos los aspectos del ciclo de vida del desarrollo de un software, en tareas como el proceso de realizar un diseño del proyecto, cálculo de costes, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática, documentación o detección de errores. (35)

Embarcadero ER/Studio v8.0.0.5865:

Embarcadero ER/Studio, es una herramienta de modelado que ayuda a empresas a descubrir, documentar, y reutilizar los datos. Con el apoyo de base de datos de ida y vuelta, los arquitectos tienen el poder de realizar la ingeniería inversa, así como analizar, y optimizan bases de datos existentes.

Características:

- Es un ambiente de diseño conducido por modelos
- Presenta características que permiten caracterizarlo como modelo de administración.
- Presenta capacidades de comunicación con diferentes SGBD.
- Presenta soporte para la integración y los *data warehouse*.

1.9.4 *Lenguaje de desarrollo*

Cuando se desea realizar una aplicación completa para el manejo de una base de datos relacional, resulta necesario utilizar alguna herramienta que soporte la capacidad de consulta del *Structured Query Language (SQL)* y la versatilidad de los lenguajes de programación tradicionales. Para desarrollar en Oracle se utiliza el lenguaje *Procedural Language/Structured Query Language (PL/SQL)*, que permite una completa gestión de la BD. (22)

PL/SQL:

Incluye todas las características de los lenguajes de tercera generación. Esto nos permite manejar las variables, tener una estructura modular (procedimientos y funciones) y controlar las excepciones.



Características:

- Incorpora un completo soporte para la programación orientada a objetos (POO).
- Es un lenguaje estructurado en bloques, lo que constituye la unidad mínima de trabajo.
- Con PL/SQL se pueden construir distintos tipos de programas: procedimientos, funciones y bloques anónimos, paquetes, etc. (36)

1.10 Conclusiones

En el presente capítulo luego de analizarse los distintos tipos de arquitecturas existentes para organizar Sistemas de Bases de Datos se decidió que el idóneo para realizar la propuesta de solución era un sistema distribuido. Como SGBD, después de analizar los más potentes en el mercado actualmente, así como sus ventajas y desventajas, se escogió utilizar Oracle en su versión *11g R2 Enterprise Edition*, que brinda numerosas herramientas, las cuales también se especifican a lo largo del capítulo. Se estudiaron los modelos de datos y se decidió crear la propuesta de solución utilizando el Modelo Relacional. Adicionalmente se explican los mecanismos de seguridad que se tienen en cuenta para garantizar este tema que es de vital importancia para el sistema. Para finalizar se definió como metodología MSF for CMMI, como lenguaje de desarrollo PL/SQL, como herramienta para el modelado de la BD el ERStudio 8.0 y como entorno de desarrollo el PL/SQL Developer 7.1.4.1390.



CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA

2.1 Introducción

En el presente capítulo se hace un breve análisis del alcance del sistema, los principales procesos que se gestionan, así como las restricciones y condiciones de la red interna y externa del MININT. Se realiza además la propuesta de la arquitectura del sistema y la base de datos, el proceso de replicación y el mantenimiento de la seguridad del SBD.

2.2 Alcance del sistema

Los procesos relativos a la identificación, la inmigración y la extranjería en la República de Cuba son gestionados actualmente por la Dirección de Identificación y Registro (DIR) y la Dirección de Inmigración y Extranjería (DIE), del Ministerio del Interior (MININT), lo cual se muestra en la figura 10.

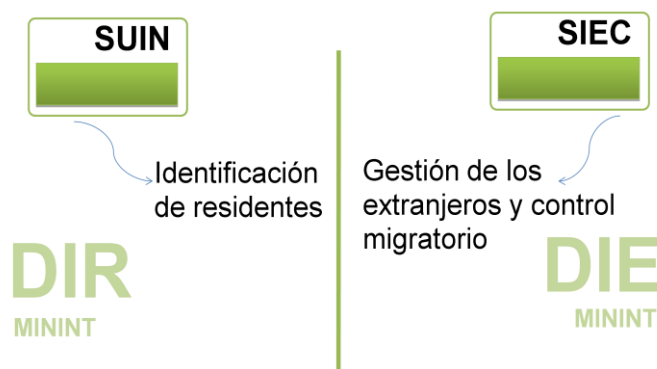


Figura 10 Sistemas de los órganos DIR y DIE.

2.2.1 Dirección de Identificación y Registro (DIR)

La DIR es el Órgano del MININT, que mediante la identificación, documentación, registro de personas y objetos a ellas asociados, participa en el cumplimiento de la política de Identificación de Personas, de los Archivos y Registros de la Institución, y la instrumentación y sostenimiento del Registro Permanente de Electores, así como en el enfrentamiento a la actividad enemiga, delictiva y criminal mediante el uso de esta información.

El MININT atiende en sus instalaciones a grandes volúmenes de ciudadanos, siendo las Unidades de Carné de Identidad y Registro de Población las más solicitadas, con casi un millón cuatrocientos mil trámites anualmente y donde Ciudad de la Habana atiende a más del veinticinco por ciento, aproximadamente.



Capítulo 2. Descripción de la arquitectura

En esta Dirección se llevan a cabo los procesos de Carné de identidad, Tarjeta de menor y Carné de residencia transitoria. Basándose en estos procesos, se realizan subprocesos y trámites asociados, entre ellos:

- Administración de las direcciones nacionales, cuestión fundamental para la ubicación geográfica de los ciudadanos residentes.
- Gestión de los nomencladores como elementos que regulan el negocio de la solución que se propone.
- Gestión de reportes que sustentan, entre otros aspectos, la toma de decisiones dentro de la organización.
- Gestión de las oficinas, que permite tener el control de sus recursos, organización y funcionamiento en un período. (37)

En resumen, dentro de la estructura organizativa de este ministerio, la DIR tiene entre sus funciones claves la gestión de los procesos de identificación de los ciudadanos cubanos residentes o no en Cuba, así como de los extranjeros residentes.

Para la modernización de los procesos mencionados anteriormente se ha concebido un Sistema Único de Identificación Nacional (SUIN), donde se integran las funcionalidades e informes que en la actualidad se encuentran dispersos en varios sistemas de esta dirección del MININT.

La estructura organizativa representada en la figura 11 es la presente en esta Dirección para dar cumplimiento a los objetivos trazados.



Figura 11 Estructura Organizativa DIR.



2.2.2 Dirección de Inmigración y Extranjería (DIE)

La DIE se plantea dentro de sus objetivos de trabajo aplicar y controlar el cumplimiento de las Leyes y Políticas aprobadas por el Gobierno en materia de Migración, Extranjería y Ciudadanía, con el propósito de garantizar el control migratorio sobre las personas, naves y aeronaves que entren, permanezcan y salgan del Territorio Nacional integrados en el Sistema de Enfrentamiento Ministerial, conjugando las prioridades de este con los intereses de la población y las necesidades crecientes de los sectores claves para la economía y el desarrollo de las relaciones internacionales. En esta Dirección se realizan los procesos de Trámites migratorios (Particulares y Oficiales), Control de prohibiciones de entrada y salida del país, Control de extranjeros y Control de fronteras (Marítima y Aérea).

En resumen, la DIE tiene entre sus principales funciones la gestión de los extranjeros, así como el control migratorio (ciudadanos cubanos, naves y aeronaves que entren, permanezcan y salgan del territorio nacional).

Para llevar a cabo la modernización de los procesos desarrollados en la DIE se ha previsto un Sistema de Inmigración, Extranjería y Ciudadanía (SIEC), en función de integrar las funcionalidades de los sistemas que hoy se encuentran distribuidos en las diferentes áreas, e incorporando nuevas funcionalidades que soporten el cambio en los procesos de negocio, la incorporación de datos y comprobaciones biométricas, lectura mecánica, lo cual garantizará la seguridad, unicidad de presentación, de manejo de la información y de eficiencia en la respuesta, así como el seguimiento seguro de las acciones durante la ejecución de los procesos.

Las actividades de trabajo en la DIE se gestionan con enfoque funcional mediante una estructura departamental bien definida, para dar cumplimiento a los objetivos que se propone esta dirección. En la figura 12 se muestra dicha estructura, la que cuenta con Secciones de Inmigración y Extranjería (SIE), diecinueve SIE Provinciales ubicadas en las diferentes provincias del país con excepción de Ciudad de La Habana, cuatro son SIE Territoriales ubicadas en la capital de país, además de SIE Municipales, localizadas a lo largo del territorio cubano.

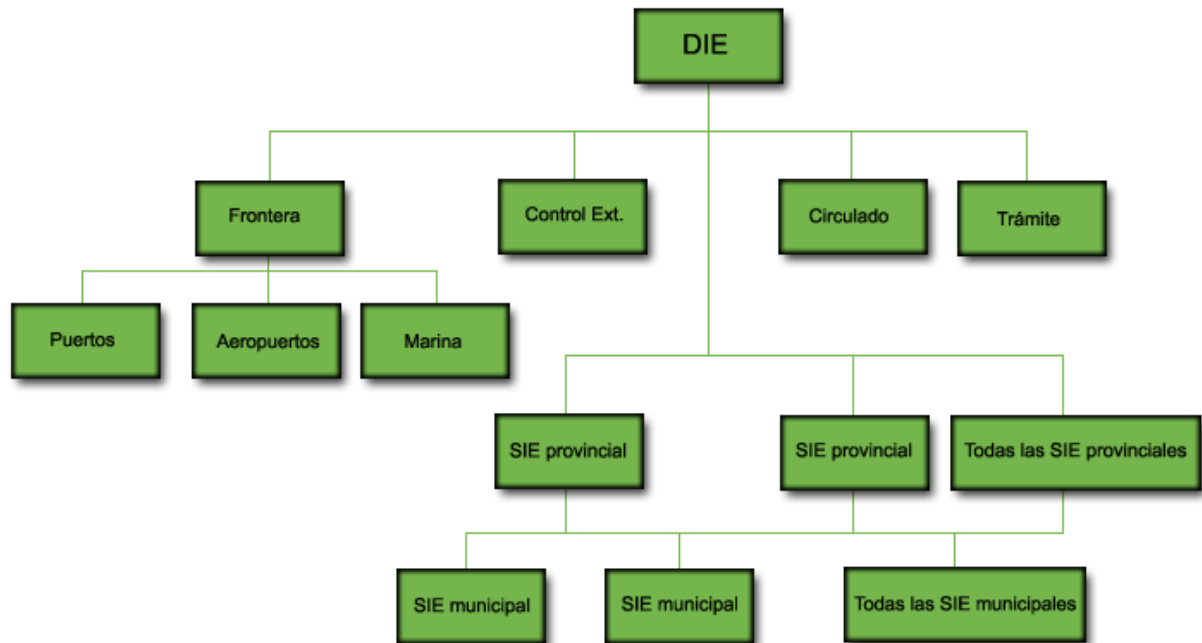


Figura 12 Estructura Organizativa DIE.

2.3 Condiciones y restricciones

El MININT, organismo encargado de preservar el orden interior y la seguridad del Estado, está formado por numerosos órganos y estructuras que llevan a cabo procesos de identificación y control de los ciudadanos en el país. Muchos de estos procesos son de carácter secreto o confidencial y requieren por ende gran seguridad y protección, por esta razón se plantean un grupo de restricciones y condiciones a tener en cuenta para el desarrollo y uso de aplicaciones de gestión de los mismos. Algunas de las restricciones se mencionan a continuación:

- Existencia de una red privada para el soporte de los sistemas.
- Comunicación segura con la intranet nacional e internet en general.
- Uso de codificadores ministeriales.
- Necesidad de integrarse con bases de datos y sistemas obsoletos que aún no serán modernizados.

Para satisfacer las dos primeras restricciones planteadas anteriormente se cuenta con las redes internas y externas, que mantienen una comunicación segura y cifrada, no TCP/IP. El intercambio de información entre ellas es de forma asincrónica mediante servicios definidos, garantizando una seguridad de los datos e información presente en los Sistemas del MININT. El esquema de comunicación es el mostrado en la



figura 13.

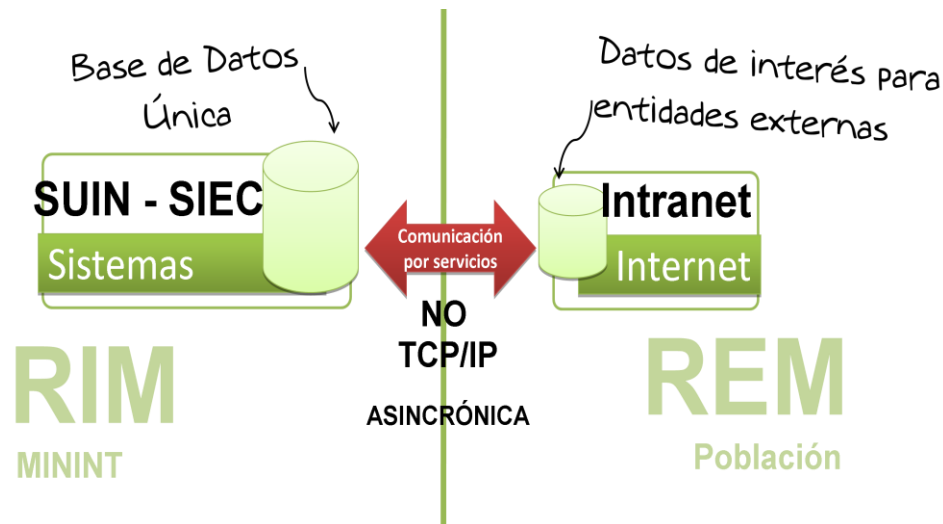


Figura 13 Esquema de comunicación entre la RIM y la REM.

Red Interna del MININT (RIM):

- Soporta la BD Única de los sistemas de Identificación, Inmigración y Extranjería de la República de Cuba (SUIN y SIEC), así como los demás sistemas de los órganos del MININT.
- En esta red se encuentra un Centro de Datos Nacional que intercambia información y se retroalimenta con BD de Oficinas. Desde el Centro de Datos Nacional se establece la comunicación con la REM.

Red Externa al MININT (REM):

- En ella se encuentran los sistemas de otros Ministerios, que intercambian información con los sistemas internos del MININT, dígame los del MINREX, MINJUS, MINSAP, FAR y otros (Intranet).
- Es en esta donde se soporta la comunicación con la Internet general.

2.4 Arquitectura de software propuesta

Con la modernización de los sistemas de la DIR y la DIE, se pretende que los mismos sean modernos, confiables, seguros y eficientes, que han sido denominados SUIN y SIEC respectivamente. Estos sistemas están soportados por una arquitectura que en su vista más abstracta es una solución cliente-servidor, desarrollada en la plataforma *.Net*, con el framework ofrecido por esta plataforma en su versión 3.5, la estructura de las capas de dicha arquitectura se muestra en la figura 14. El núcleo principal del



Capítulo 2. Descripción de la arquitectura

servidor de aplicaciones es un motor de procesos que utiliza la tecnología *Windows Workflow Foundation*, que centra su funcionamiento en una arquitectura orientada a servicios, posibilitando una alta flexibilidad en el diseño de las soluciones. Como repositorio de datos se utiliza una base de datos *Oracle* en su versión *11g R2 Enterprise Edition*.

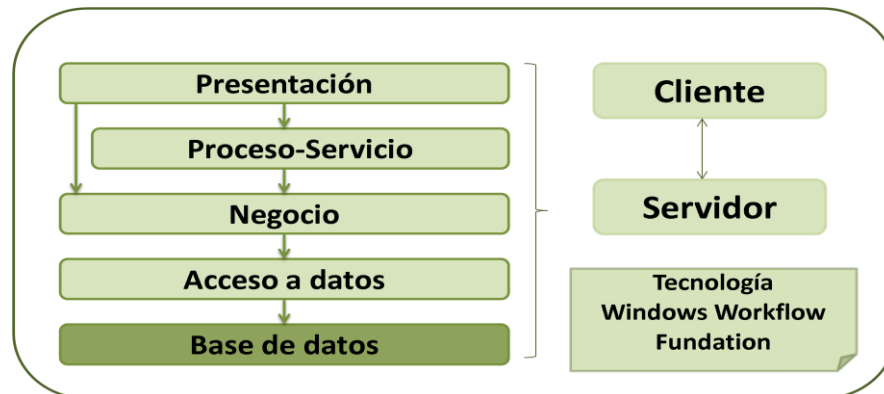


Figura 14 Capas de la arquitectura del software propuesto.

El *framework* se ha desarrollado con una estructura que permite el encapsulamiento en paquetes de las actividades, servicios y entidades que se encuentran relacionadas. Estos servicios representan un factor clave dentro de la aplicación ya que son los que permiten la interacción con las instancias de proceso creadas, ellos se comunican con la BD en el momento que lo necesiten para consultar o modificar la información.

Debido a requerimientos no funcionales de alta disponibilidad y posibilidad de uso del sistema en ciertos puntos críticos en caso de pérdida de conectividad, la implementación real del sistema se traduce en una red de nodos en el cual el principal mecanismo de intercambio de información entre los mismos es un sistema de réplica asincrónica. (38)

El sistema deberá ser desplegado en todo el país. El flujo de información que hay entre oficinas es de gran dimensión y debe soportar el tráfico de imágenes e información de un tamaño considerable. Se implantaría un servidor de aplicaciones y los de base de datos a nivel central y en cada provincia y aeropuertos (BD de Oficinas). En el anexo 2 se muestran algunas de las especificaciones de los servidores utilizados los que deben garantizar alta disponibilidad, gran almacenamiento y seguridad en el flujo de información. Por las características del sistema y de la información que es gestionada, se necesita que el mismo pueda ser accesible en todo momento, y en caso de fallas deben ser arregladas en el menor tiempo posible. Debe garantizarse un tiempo de respuesta rápido por ser un sistema de vital importancia para el país, en aeropuertos, puertos, marinas y otras oficinas. El sistema describe la estructura tradicional



Capítulo 2. Descripción de la arquitectura

de los sistemas distribuidos, y sus principales componentes son:

- Grupo de Servidores locales que ofrecen servicios a otros subsistemas.
- Conjunto de Clientes que invocan los servicios ofrecidos por los Servidores.
- Una red que permite que los Clientes accedan a los servicios. (5)

2.5 Arquitectura de la BD del sistema

La distribución de los servidores de BD y de los datos en sí viene dado por la arquitectura del sistema de BD que se propone, que es de tipo distribuida, el esquema de dicha arquitectura se representa en la figura 15.

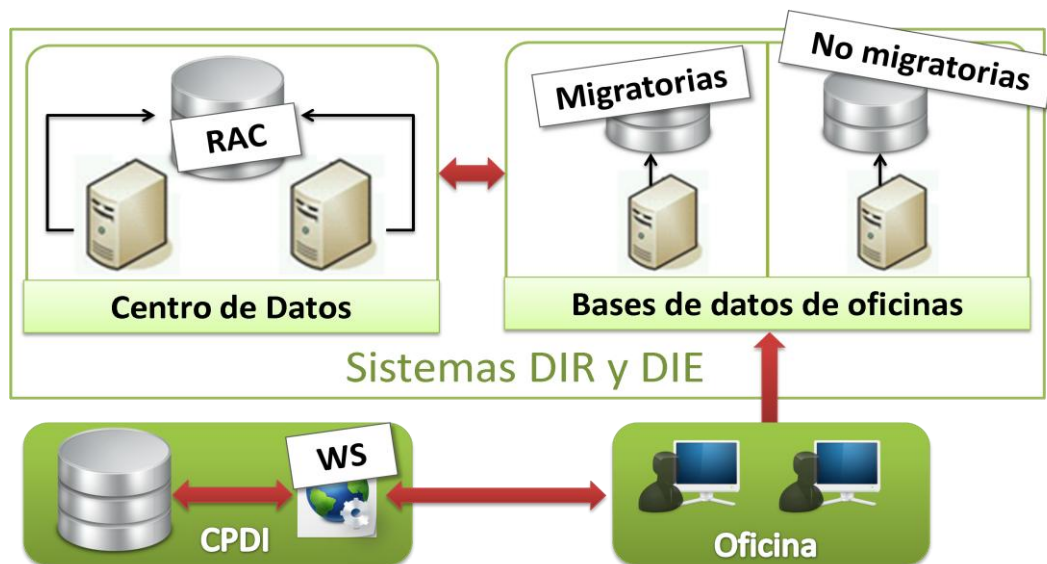


Figura 15 Arquitectura del Sistema de Base de Datos propuesto.

Características de la arquitectura propuesta:

- La BD Central ubicada en un Centro de Datos Ministerial replica y distribuye fragmentos realizados de ella hacia las BD de Oficinas, localizadas en cada una de las provincias y en los puntos migratorios (aeropuertos, puertos y marinas).
- La comunicación de los sistemas presentes en la DIR y la DIE con la BD se establece desde las estaciones de trabajo presentes en cada una de las oficinas hacia las BD de Oficinas que las atienden, estas BD de Oficinas sirven de repositorio.
- Los sistemas de la DIR y la DIE se comunican con el Sistema de Personalización de Documentos de



Capítulo 2. Descripción de la arquitectura

Identificación (SPDI) mediante un Servicio Web, que se encarga de obtener todas las solicitudes de las oficinas referentes a la personalización de documentos y darles respuestas.

- Este SPDI está estructurado básicamente por una BD que permite el control de los procesos de personalización para dar respuesta a las solicitudes captadas por el Servicio Web de Personalización.
- Todas las BD del sistema tienen la misma estructura, tanto en el modelo de datos como en la programación, lo que permite una óptima replicación desde el Centro de Datos Nacional a cada una de las BD de Oficinas y viceversa.
- Una estructura similar en todos sus nodos permite un intercambio fluido y rápido de los datos evitando conversiones complejas, además de facilitar el mantenimiento y actualización de las bases de datos.
- Las BD de Oficinas no son visibles entre sí, por lo que el flujo de información entre una u otra se hace siempre desde y a través del Centro de Datos Nacional.
- Como la comunicación es sólo a través de la BD Central se evita el trabajo con información desactualizada, teniendo en cuenta que las réplicas son asincrónicas y necesitan un tiempo, aunque muy corto, para actualizar los datos.
- Si la BD de Oficina no posee la información que se necesite para comenzar un proceso debe solicitarla a la BD Central y no a otra Oficina.
- Si las BD locales realizan solicitudes de sincronización se crea un esquema de datos, compuesto por tablas y parámetros, que luego es procesado por una aplicación quien sincroniza los datos en la base de datos.
- Las BD locales permiten realizar actividades que no necesiten intercambiar información con el Centro de Datos Nacional, en los momentos en que la red no esté disponible.
- Con la centralización de la información en un Centro de Datos y la descentralización de los procesos, se logra tener un sistema eficiente, que posibilita a los usuarios tener información del estado de su trámite en todo momento, así como ayudar a la toma de decisiones en la institución.
- Estas BD de Oficinas, que sirven de repositorio para cada una de las oficinas, realizan el bloqueo de las personas, a nivel del sistema, quienes no podrán ser modificadas por ninguna otra oficina en el momento del bloqueo. Esto evita conflicto en la réplica y la inconsistencia de los datos, porque no se podrá modificar y actualizar los datos en más de una oficina a la vez.



Capítulo 2. Descripción de la arquitectura

- El sistema no podrá iniciar ningún trámite y por ende no realizar ningún tipo de actualización sobre los datos de una persona mientras esta se encuentre bloqueada por otra oficina, para esto el sistema usa una conexión directa a la BD Central a través de la propiedad del objeto *Database Link (DB Link)* creado. Esta es una conexión que se establece entre las BD locales y el Centro de Datos Nacional, lo cual se representa en la figura 16, que permite saber si un proceso está libre de uso en un momento determinado.
- Las *DB Link* pueden ser públicas o privadas, definiendo con esto si el acceso al mismo será autorizado para todos los usuarios o sólo para el usuario que los crea. En el caso del sistema que se propone sería pública para que todas las oficinas tengan el acceso a saber si en determinado momento un proceso está siendo bloqueado. Tienen definidas un usuario fijo para la conexión, en cuyo caso se adquieren todos los privilegios asignados al mismo en el sitio remoto.

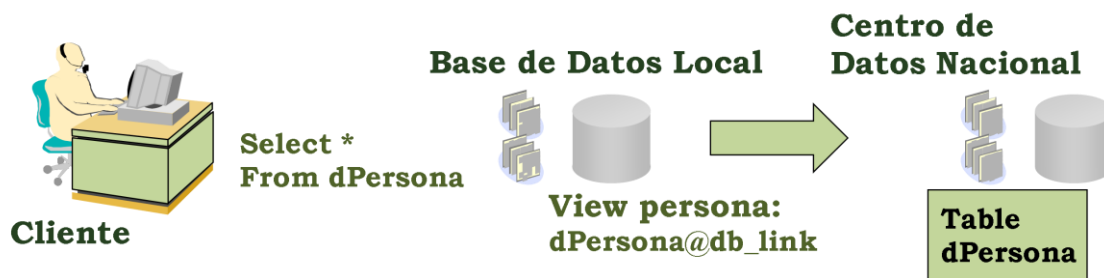


Figura 16 Conexión Database Link.

- Con el *Oracle Enterprise Edition* en su versión *11g R2* se consigue una elevada posibilidad para la corrección de errores humanos a través de las capacidades de reversión de cambios (*flashback*), característica que permite al administrador rebobinar la actividad en la base de datos, esto puede ser ejecutado a nivel de fila, transacción, tabla o incluso de la base de datos en su totalidad. De esta forma la recuperación hasta un punto en el tiempo puede ser realizada en pocos minutos, no hace falta una restauración de las salvallas realizadas y la consiguiente recuperación.

Con las características del sistema de BD propuesto se garantiza:

- Menor costo de instalación: solo se implementará un clúster en la BD central y en las demás solo servidores de menor capacidad de almacenamiento y más económicos.
- Se evita inconsistencia de la información: permite la integridad de los datos al tener las características de un sistema distribuido que mantiene los datos actualizados en la BD Central que es con quién único se pueden comunicar cada BD Oficina por independiente y que no deja modificar un mismo dato por más de una de esas BD a la vez.



Capítulo 2. Descripción de la arquitectura

Aunque con este tipo de arquitectura se obtienen muchas mejoras se debe tener en cuenta como desventaja que se necesita de solicitudes de sincronización en cada una de las oficinas, para poder mantener los datos actualizados.

A continuación se describen algunas de las características fundamentales del Centro de Datos Nacional y de las Bases de Datos de Oficinas.

2.5.1 Centro de Datos Nacional

La propuesta se hace teniendo en cuenta las condiciones actuales de hardware existente y las imprescindibles para el correcto funcionamiento de las soluciones previstas, abarcando la solución global de red en el sentido de la arquitectura de red del Centro de Datos y su conexión con los demás componentes de la infraestructura informática.

El Centro de Datos es una BD clusterizada, lo que garantiza mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento, además de una eficiente administración. Para lograr el procesamiento del clúster se utiliza la herramienta que brinda el gestor seleccionado *Oracle Real Application Clusters* (RAC). Esta BD en RAC tiene asociada dos instancias que son administradas y controladas mediante la herramienta *Cluster Ware*, en ellas se instala además una herramienta que permite la administración automática del almacenamiento en discos, *Automatic Storage Management* (ASM por sus siglas en inglés)

El Centro de Datos permite incrementar, proteger y optimizar el funcionamiento de las organizaciones garantizando máxima disponibilidad y administración centralizada para los recursos informáticos críticos, reduciendo los costos operacionales y la complejidad de las aplicaciones implementadas.

Una de sus funciones principales es actuar como repositorio de datos para cada BD de Oficina, teniendo siempre toda la información y replicando a cada una de ellas sólo la información necesaria pueda darle solución a sus procesos. Contiene todos los datos de los procesos de identificación, inmigración y extranjería, como pueden ser los relativos a las personas, los documentos, los trámites, las oficinas y otros datos asociados. Además se tendrán de manera única las imágenes relativas a las personas, esta información no se replicará a las BD de Oficinas a menos que estas lo soliciten para la realización de sus trámites.

2.5.2 Bases de Datos de Oficinas

Se cuenta con BDs de Oficinas (que atienden oficinas de la DIR y la DIE) en cada provincia, y en cada punto migratorio (aeropuertos, puertos y marinas), las cuales contendrán solamente la información necesaria para realizar los procesos que se inicien en las estaciones de trabajo asociadas a las mismas, así como los datos referentes a las oficinas que atiende.

Las BD de Oficinas o locales, como también se les puede nombrar, implementan instancias *Oracle 11g R2*



Capítulo 2. Descripción de la arquitectura

Enterprise Edition, en las que se instala la herramienta *ASM* para la administración automática del almacenamiento.

Estas BDs solicitan y actualizan la información de la BD Central para cualquier proceso que lo necesite, se establece una comunicación distribuida en ambos sentidos. Actualizan la información de cada persona en el momento necesario para la realización de cada proceso y trámites asociados. Solicitan mediante réplica a demanda las imágenes de las personas a las que se les realiza algún trámite en alguna de las oficinas asociadas.

Las estaciones de trabajo de cada una de las oficinas establecen una comunicación centralizada con estas BDs, porque en ellas se almacenan los datos durante la realización de los trámites y recogen la información que es utilizada para cada proceso iniciado en particular.

2.6 Servicios Externos

La comunicación entre la RIM y la REM tal como se explica en el acápite 2.3 se establece mediante Servicios Externos que brindan los sistemas presentes en dicho flujo de información. El concepto de servicio, como componente con responsabilidades claramente delimitadas por su contrato de interfaz, permite una gran flexibilidad del sistema, posibilitando la modificación de cualquiera de ellos, sin afectar la definición de los procesos. La tecnología Windows Workflow Foundation permite un fácil diseño de los procesos definiendo de forma declarativa el intercambio de información con estos servicios.

Para ofrecer los servicios la BD Única interactúa con otras BDs, así como con otros sistemas, externos e internos. Entre las BDs con las que interactúa se encuentran la de Registros Operativos, Poseedores, entre otras. En la figura 17 se muestra un esquema de comunicación entre la BD Única y las BD mencionadas anteriormente.

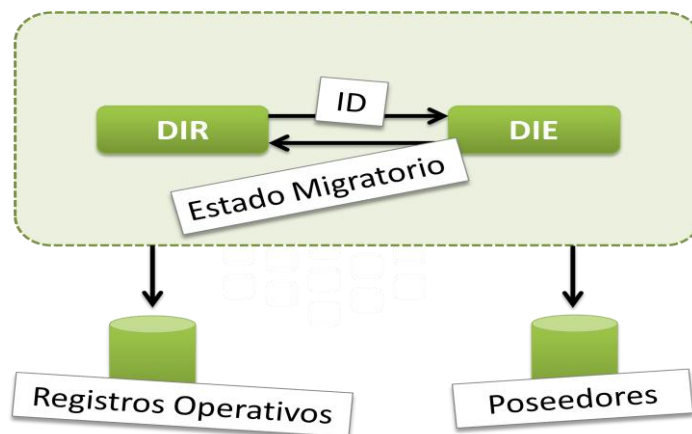


Figura 17 Interacción del sistema con bases de datos externas.



Capítulo 2. Descripción de la arquitectura

En la figura 18 se muestran las entidades externas con las que la BD Única intercambia información, agrupados según el órgano del MININT con el cual se realiza la comunicación.

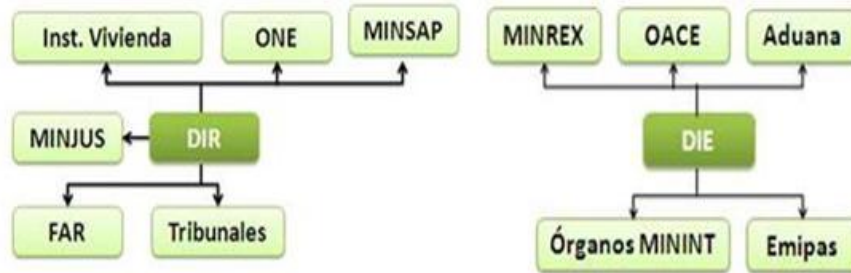


Figura 18 Entidades externas a los sistemas de la DIR y la DIE.

A continuación se describen los servicios que se brindan para mantener la comunicación RIM-REM y que son nombrados en el esquema de la figura 19.

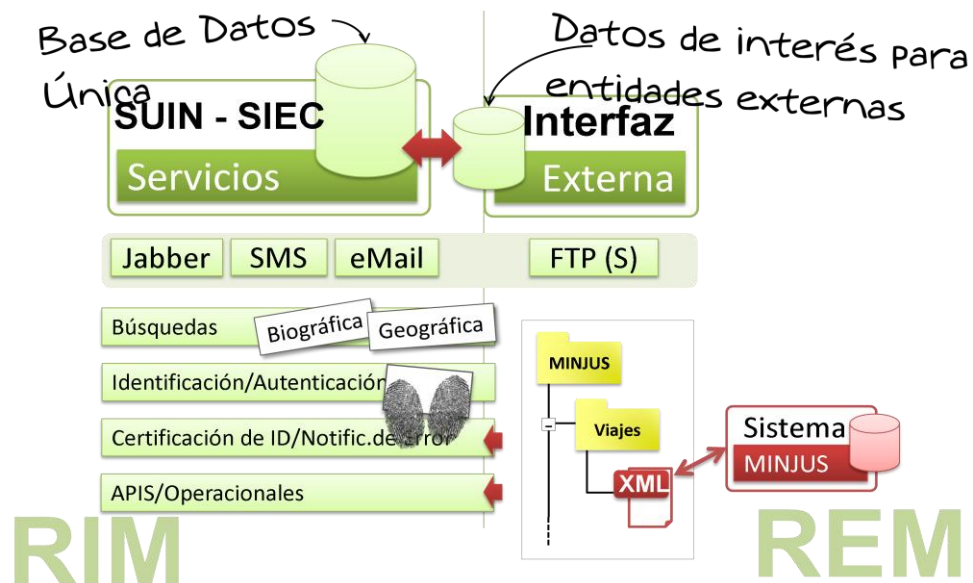


Figura 19 Servicios de intercambio de información.

2.6.1 Servicios de notificación

Los servicios de notificación son servicios que les permiten a los usuarios la interacción de manera directa con otros usuarios, sirviendo de ayuda para la realización de una tarea determinada, así como de guía para realizar un trabajo, estos se establecen entre portales. Dentro de ellos se encuentran los servicios de



Capítulo 2. Descripción de la arquitectura

Jabber (Servicio de mensajería instantánea), *SMS* (Sistema de mensajes cortos de texto para teléfonos móviles), *eMail* (Servicio de correo electrónico), *FTPS* (Servicio para transferencia de archivo de manera segura). Estos servicios, de manera general, se componen de un proceso de tipo “*MessagePipe*”, que tiene una bandeja de salida para conectarse a una Base de Datos y obtener los mensajes listos para enviar a los usuarios del portal Web y una bandeja de entrada, para enviar correos usando protocolo *Simple Mail Transfer Protocol* (*SMTP* por sus siglas en Inglés).

Algunos de los aspectos a tener en cuenta para las notificaciones generadas en el Sistema Único de Identificación Nacional se describen a continuación:

- Cada Entidad Externa que solicita determinadas notificaciones, debe definir el esquema o estructura de la información que necesita obtener (*XML* de datos).
- Se crea un buzón por el protocolo *FTPS* (*Secure FTP*) con el nombre de la entidad, y dentro varias carpetas o directorios con el nombre de cada notificación que haya solicitado. En cada una de estas carpetas se escribirán los archivos compactados en formato *ZIP*, que contienen archivos en formato *XML*, con los datos relativos a cada notificación específica. En la figura 20 se muestra un ejemplo del buzón que se genera para cada entidad externa.

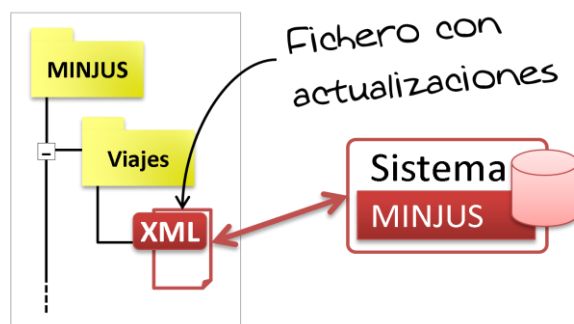


Figura 20 Ejemplo de un buzón que se genera para cada entidad externa.

- A la entidad externa se le crea un usuario que tendrán como nombre, el propio nombre de la entidad, para hacer la conexión a su buzón *FTPS*, y se le emite un certificado digital que permita establecer una comunicación segura.
- A medida que la entidad vaya consumiendo los archivos compactados con los datos de las notificaciones, se debe encargarse de ir borrándolos con cierta frecuencia o en el mismo proceso en que los consume, para evitar que se acumulen los archivos en su buzón.

2.6.2 Servicios de búsqueda



Capítulo 2. Descripción de la arquitectura

La infraestructura de servicios web de los sistemas SUIN y SIEC que se expondrá de cara a la sociedad y a los órganos internos del MINIT será estrictamente de búsquedas, para la identificación de personas nacionales y extranjeras. Esta búsqueda puede ser tanto geográfica como biográfica. En la tabla 1 se describen estos tipos de búsquedas.

Tipo de búsqueda	Definición	Parámetros
Geográfica	Estos servicios permiten obtener personas que residen en una dirección dada. Se basan en la estructura creada para el almacenamiento de las direcciones, permitiendo que las personas residentes apunten a una vivienda que a su vez se encuentra en un lugar, delimitado por vías, agrupaciones y localidades, municipio y provincia.	Personas nacionales: Datos de la vivienda, municipio y provincia. Coordenadas de la vivienda. Personas extranjeras: Dirección en el extranjero y si es residente los mismos datos que los nacionales.
Biográfica	Estos servicios permiten obtener personas utilizando los datos biográficos y parte del número de identidad. Los parámetros pueden opcionalmente tomar valores nulos, el número de identidad será siempre considerado como valor primario en caso de aparecer como parámetro.	Primer nombre. Segundo nombre. Primer apellido. Segundo apellido. Tipo de documento de identidad. Número de documento de identidad si es extranjero. CI si es cubano. Nacionalidad

Tabla 1 Tipos de búsquedas.

2.6.3 Servicio de Identificación

Este servicio es imprescindible para mantener la seguridad y la confidencialidad de los datos que son almacenados en el sistema, porque permite que la identificación y autenticación se efectúen de forma biométrica para cualquier persona del sistema.

Identificación:

La identificación es el proceso de comprobar quién es una persona a partir de su huella dactilar dentro del



Capítulo 2. Descripción de la arquitectura

conjunto total de personas cuyas huellas se conocen. Se usa fundamentalmente para verificar huellas de personas cuya identidad es desconocida, o para aquellas personas a las que se les emite el carné de identidad por primera vez. Este servicio permite realizar la comparación biométrica de una persona, sin requerir de su identidad, contra todo el universo de huellas existentes en la base de datos. Se realiza una verificación 1:N, que permite obtener una lista de posibles candidatos, además de que se especifica si existe o no una huella que coincida con un alto índice de semejanza.

Autenticación:

La autenticación es el proceso de comprobar que una persona es quien dice ser. Este servicio permite realizar la comparación biométrica de una persona con impresiones dactilares ya existentes en el Cubafis (Sistema Nacional del AFIS¹⁴), haciendo una verificación 1:1. En el caso de que se conozca el Identificador de la persona puede utilizarse este para la búsqueda de la persona en lugar del carné de identidad, o de igual manera para la búsqueda de extranjeros que no posean carné de identidad.

2.6.4 Servicio de Certificación de Identidad y Notificación de errores

Este servicio permite vía web notificar errores encontrados en la identidad de personas en procesos externos al SUIN-SIE. Este es el único servicio web que no tendrá respuesta a través de un servicio web, la respuesta será utilizando el servicio de notificación de mensajes a modo de información sobre la decisión tomada, mientras que la actualización de los datos será publicada mediante el servicio de notificación de cambio en datos, así como estarán disponible los datos corregidos en el resto de los servicios web.

2.6.5 Servicio APIS/ Operacionales

Es un servicio del Sistema Aduana que se utiliza para el intercambio de las listas adelantadas de viajes, con lo que se garantiza poder adoptar medidas con tiempo suficiente antes del arribo de los vuelos y las embarcaciones. Además mediante estas listas es que se realiza el chequeo de las personas en los procesos migratorios, ya sea por aeropuertos, puertos o marina.

2.7 Réplicas

Para el proceso de replicación del sistema se usa *Oracle Streams*, herramientas que proporciona el SGBD seleccionado, *Oracle 11g R2* en su versión *Enterprise Edition*, concebida para procesamientos más exigentes y masivos de transacciones esenciales. Además para la réplica a demanda se hace uso de una

¹⁴ Sistema informático compuesto de Hardware y Software integrados que permite la captura, consulta y comparación automática de huellas dactilares.



herramienta realizada por desarrolladores del Proyecto Identidad para Venezuela, la misma lleva como nombre AIMID, con ella se crean esquemas de datos que tienen las entidades que se replicarían en el momento que lo amerite el cliente.

2.8 Seguridad

La seguridad es un punto crucial dentro de una base de datos para mantener la integridad y disponibilidad de la información, ya que a través de la misma se puede controlar el acceso no autorizado a los datos que se tengan almacenados. Es importante para mantener la seguridad contar con respaldos o salvadas (*backup*) de la BD, sobre todo en algún lugar que no sea donde se encuentra la instalación de la misma. Según algunos de los mecanismos de seguridad vistos en el acápite 1.7 se definieron medidas para garantizar este aspecto en el sistema de BD propuesto.

Control de accesos y flujos:

- Cada uno de los usuarios del sistema que se implementa constituyen usuarios físicos en el Oracle, al nombre del usuario se le concatena detrás el identificador correspondiente a la oficina a la que pertenece, evitando que el usuario conozca realmente cual es su usuario físico en el Oracle.
- Se crean roles para definir permisos y reglas que serían aplicadas a cada uno de los usuarios que posteriormente se le aplique determinado rol específico.
- Existen roles que tienen permisos para actualizar, insertar, y borrar la información presente en la base de datos. Otros solo tienen permiso de lectura.
- A nivel de base de datos ningún usuario tendrá permisos de escritura-lectura sobre las tablas sino que tendrán asignados roles que a su vez tendrán permiso sobre procedimientos almacenados que les permitirán a los usuarios realizar operaciones sobre los datos.
- Solo el propietario de un esquema de datos tiene los privilegios sobre los objetos del mismo, incluido permisos para administrar los usuarios que modificarán los datos de dicho esquema.
- El administrador de bases de datos (propietario de un esquema por lo general) se encarga de la asignación de dichos permisos, este administrador será el encargado de mantener la base de datos.
- Se hace uso de las herramientas *Oracle Database Vault*, *Oracle Label Security* y *Oracle Audit Vault* que permite controlar quién accede a las aplicaciones y los datos de la misma, en qué momento y en qué lugar. Así como restringir los permisos de los usuarios administradores (DBA) y el monitoreo de las acciones que se ejecuten sobre los objetos de la BD.



Encriptado:

- El sistema ejecuta una encriptación previa a la del gestor evitando que la contraseña del usuario físico sea conocida y además viaje por la red en texto plano.
- Se utiliza la herramienta *Oracle Advanced Security* para un cifrado transparente de los datos guardados en la base de datos y cifrado de redes para la información que circula en la red.

Salva y recuperación:

- Se utiliza la herramienta *Oracle Active Data Guard* para realizar salvatas incrementales rápidas cuando se descargan a una base de datos de reserva.

2.9 Conclusiones

En el presente capítulo a partir de la situación problemática presente en la DIR y la DIE, así como del análisis de las necesidades presentes en dichas Direcciones se logró realizar el diseño de la arquitectura de la Base de Datos Única cumpliéndose con los requerimientos del cliente, así como con las restricciones y condiciones presentes dentro del alcance definido, así como con el uso de la Arquitectura de los sistemas SUIN y SIEC. La arquitectura propuesta garantiza la comunicación entre la RIM y la REM a través de servicios de intercambio de información. Se propuso utilizar la herramienta Oracle Stream para el proceso de replicación de la BD.



CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

3.1 Introducción

En el presente capítulo se definen los conceptos más importantes del modelo de datos, así como los esquemas y submodelos en los que se divide el SBD propuesto. Se explican las restricciones y reglas de replicación a las que se somete el modelo planteado para cumplir con la arquitectura propuesta.

3.2 Conceptos más importantes

En el modelo de la BD Única que se propone se manejan conceptos fundamentales para el desarrollo de los sistemas de Identificación, Inmigración y Extranjería de la República de Cuba, los mismos son descritos en la tabla 2.

Concepto	Definición
Persona	Individuo nacional o extranjero del cual se conocen datos personales como el documento de identificación, fecha de nacimiento, nombre del padre y la madre, color de ojos, piel y cabello, sexo, entre otros. Es el concepto fundamental que se maneja en el modelo de datos, sobre el cual giran las demás definiciones.
Documento	Se refiere a los documentos que se requieren manipular como requisitos a presentar para la realización de los diferentes procesos. En el caso de los documentos de identificación constituyen además elementos que contribuyen a la identificación única de los ciudadanos, y son el resultado de los trámites o procesos que se desarrollan por parte de las organizaciones.
Proceso	Se entiende a la ordenación lógicamente interrelacionada de tareas desarrolladas en tiempo y espacio, con comienzo y fin, con entradas y salidas definidas y que se orienta al logro de un objetivo de negocio, generando una salida de valor total o parcial para el cliente. En este caso, engloban a los diferentes trámites que se realizan. Poseen estados asociados, acorde a los diferentes momentos por los que atraviesa que resultan de interés para los ciudadanos o las organizaciones, generalmente se asocian a personas y documentos.
Trámite	Es principalmente cada uno de los estados o diligencias necesarios para resolver un asunto, que puede ser para cumplir obligaciones o para obtener servicios o beneficios. El trámite es fundamental para lograr un fin determinado en la introducción, salida y tránsito de información a través de un proceso, pues desde el mismo momento en que nace la idea de darle solución a un determinado problema, se hace necesario el inicio de una acción con ciertos requerimientos importantes en su finalización. Los trámites son necesarios para cumplir obligaciones, recoger información, y adelantar procesos académicos o



	administrativos de manera simple y eficiente, por lo general estos producen documentos.
Oficina	Área o localización física de alguna de las organizaciones involucradas donde las personas pueden acudir para realizar determinado trámite o proceso. Estas poseen responsabilidades acorde a la tipología que se defina organizacionalmente para la ejecución de los procesos, por ejemplo, los procesos de entrada y salida al país se ejecutan en las oficinas de tipo aeropuertos o puertos.
Puesto de trabajo	Es aquella estación donde se ubica una computadora que está conectada al sistema, y que puede tener permisos de manera específica en un sistema, como un elemento más de seguridad.

Tabla 2 Conceptos fundamentales del modelo de datos.

3.3 Restricciones del modelo de datos

Se propone una BD Relacional, por lo que todos los datos están contenidos en tablas (entidades) con sus columnas correspondientes, relacionadas entre sí. Cada tabla tiene una llave primaria, identificador único, compuesto por una o más columnas. El diseño se realiza en lenguaje claro e idioma español, para un total entendimiento de las definiciones de cada una de las entidades y columnas de dicho modelo. Las relaciones que se establecen garantizan la integridad y normalización de los datos.

3.3.1 Integridad de datos

La exigencia de integridad de los datos garantiza la calidad de los mismos, asegura que las operaciones ejecutadas por los usuarios sean correctas y mantengan la consistencia de la BD. Para lograr la integridad de datos se definen una serie de restricciones, una restricción es una regla que limita los valores que pueden estar presentes en la base de datos. (23) Algunas de las restricciones presentes en el modelo propuesto son:

- Integridad referencial completa: Están habilitadas todas las restricciones referenciales, la referencia entre entidades no se deshabilita en ningún momento. Con ello se garantiza que una entidad (fila o registro) siempre se relaciona con otras entidades válidas, es decir, que existen en la base de datos. Implica que en todo momento dichos datos sean correctos, sin repeticiones innecesarias, datos perdidos y relaciones mal resueltas.
- Todos los atributos hacen uso de los dominios, con tipos de datos estándar. Esto solo se violenta para el caso del submodelo de Documento, mostrado en la figura 21 que es del tipo entidad-atributo-valor, en donde el atributo “valor” de la entidad *dCaptacionDocumento* puede tomar cualquier tipo de dato. De igual forma ocurre para el atributo “valor” de la entidad *dRecogidaObjeto* referentes a la recogida de un objeto que se encuentra en el submodelo de CNI, lo cual se muestra en la figura 22.

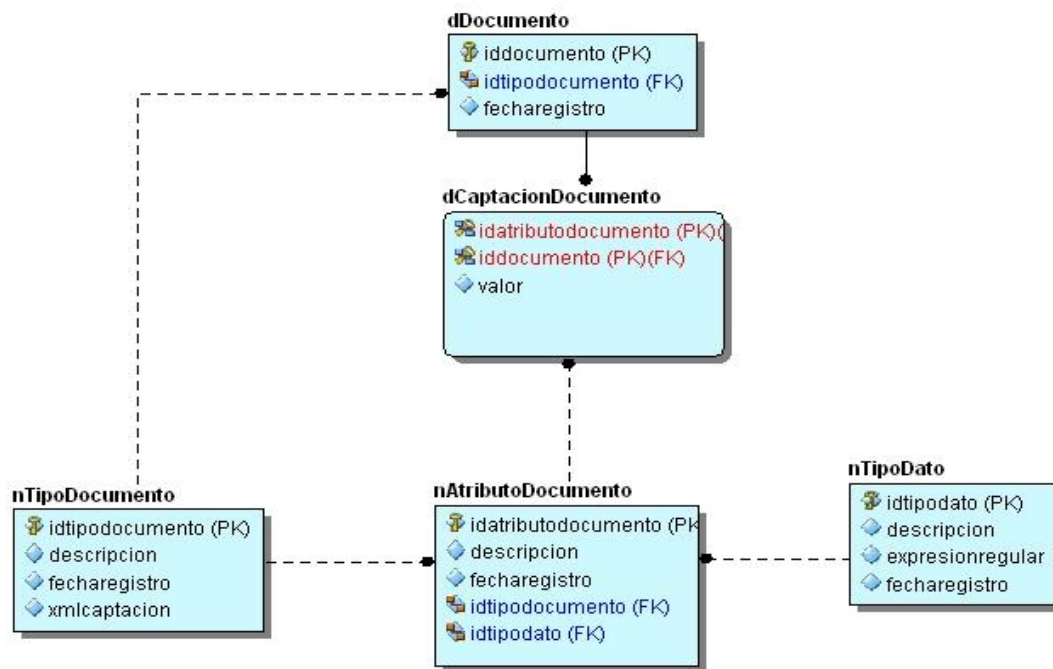


Figura 21 Submodelo de Documento, modelo entidad-atributo-valor.

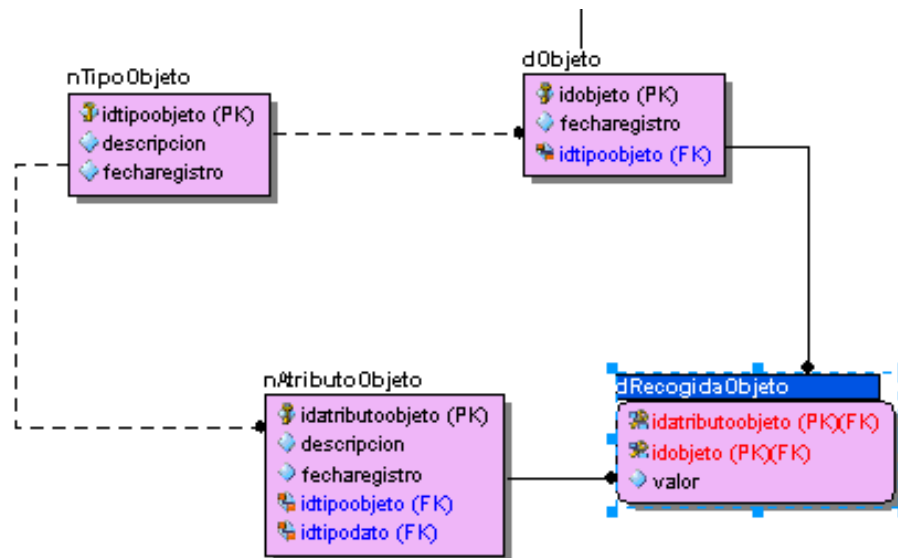


Figura 22 Entidades del submodelo CNI, del tipo entidad-atributo-valor.

- Restricciones de integridad de entidades, establece que ninguna de las llaves primarias puedan tomar valores nulos o repetidos. Además para todas las entidades se tiene la restricción *UNIQUE*



que define que debe ser único ese valor en la entidad.

3.3.2 Nomenclatura

La organización interna de la base de datos fue cuidadosamente estudiada para evitar desorganización y malas prácticas en el acceso a datos. Algunas de las características presentes son:

- Uso de una notación clara y con identificadores simples, lo que permite entender fácilmente cada elemento dentro de la base de datos del sistema propuesto. En el anexo 3 se muestran algunas de las formas de notación usadas en el modelo de datos.
- Se utilizan las tablas de nomencladores definidas a nivel ministerial e internacional, esto estandariza alguno de los conceptos que se modelan en la BD. En la tabla 3 se muestra una relación de algunos de los nomencladores que tienen relación con los principales conceptos definidos en el acápite 3.2.

Nomenclador	Definición
nTipoDireccion	Entidad que representa los tipos de direcciones que pueden tener una persona, dígame permanente, electoral o transitoria.
nTipoDocumento	Entidad que representa los tipos de documentos que se manejan.
nTipoPersona	Entidad que representa los tipos de personas, dígame nacional, extranjero o no registrada.
nTipoProceso	Entidad que registra los tipos de procesos, dígame todos los procesos que son realizados en la DIR y la DIE.
nTipoTramite	Entidad que representa los tipos de trámites que se asocian a determinados procesos.
nMunicipio	Entidad que representa los municipios del país.
nProvincia	Entidad que representa las provincias del país.
nPais	Entidad que representa los países.

Tabla 3 Ejemplo de nomencladores definidos en el modelo de datos.

3.3.3 Normalización

El modelo de BD que se propone se normaliza hasta la tercera forma normal, pero además cumple con la forma normal de dominio/llave (DKNF), con la que se logra que cada tabla represente un tema y que todas las reglas de negocios se expresen en términos de restricciones de dominios y relaciones de llaves. Algunas de las características presentes en el modelo de datos que tributan a la normalización de las entidades se muestran a continuación:

- Existen numerosos dominios, todos comienzan con la letra (t). Para ver la lista de dominio definidos



Capítulo 3. Diseño de la base de datos

en el modelo consultar el anexo 4. Ellos agrupan tipos de datos que son comunes para varios atributos y se crean a partir de restricciones del negocio. Ejemplo de ello:

- *IdentificadorUnico*: es un dominio del tipo de dato *GUID*, que es generado por el gestor Oracle y brinda por su tamaño y combinación una alta seguridad, integridad y unicidad, condiciones necesarias ya que la BD se replica y si estos valores fueran secuencias podrían aparecer violaciones de llaves primarias (*Primary Key*, *PK* por sus siglas en inglés).
- Presencia de dependencias funcionales y dependencias transitivas:
 - Luego de ser analizados los SBD presentes en la DIR y en la DIE se identifica que el Carné de Identidad (CI) es quien determina a los demás atributos que se recogen de las personas Nacionales, dígase color de ojos, de piel, de cabello, sexo, y otros. En el país actualmente cerca de quince mil personas no tienen un número único de carné de identidad (CI). De igual forma los extranjeros que tienen un número de documento de identificación, no pueden ser determinados unívocamente mediante este atributo.
 - Por otra parte en el sistema que se propone se separan las personas por tipos (Nacionales o Extranjeros), y para el caso de los que no son identificados por un número único de identificación se agrupan temporalmente como No Registrados, para luego de que se logren identificar pasen a las otras tablas según el tipo de persona que represente.
 - De la situación descrita anteriormente surge la necesidad de crear un identificador único para las personas, así como tomar al CI y el número de identificación de los extranjeros como llaves alternas a la anterior. Dicho identificador es un Guid generado por el gestor Oracle. De esa forma se plantean las dependencias funcionales siguientes:

idpersona → CI

idpersona → numeroidentificacion

CI → primernombre, segundonombre, primerapellido, segundoapellido, sexo, fechanacimiento.

numeroidentificacion → primernombre, segundonombre, primerapellido, segundoapellido, identprimario, idetsecundario, lugarnacimiento, sexo, fechanacimiento.

Definiendo así:

idpersona → CI, primernombre, segundonombre, primerapellido, segundoapellido, sexo, fechanacimiento, numeroidentificacion, identprimario, idetsecundario, lugarnacimiento
- Todas las entidades además tienen una llave primaria única (PK) y se capturaron en nuevas



Capítulo 3. Diseño de la base de datos

entidades todas las relaciones muchos a muchos (N:M) que existen. Ejemplo de ello:

- *dPersona* tiene una relación N:M con *dDireccion*, esto generó *dPersonaDireccion*, quien se identifica por las llaves de las otras dos entidades y que tiene sus atributos propios. En la figura 23 se muestra la relación que se establece entre las entidades mencionadas anteriormente.



Figura 23 Relación N:M entre dPersona y dDireccion.

- Se crearon restricciones de llaves foráneas (FK) para imponer las reglas de existencia y para hacer coincidir los datos en las otras tablas. En el anexo 5 se pone de ejemplo la entidad *dNoRegistrado*, en donde se observan las restricciones del uso de llaves foráneas.

3.3.4 Redundancia de la información

La redundancia de datos es aquella información duplicada o almacenada varias veces en la misma base de datos. Esto dificulta la tarea de modificación de datos y es el motivo más frecuente de inconsistencia de los mismos. Además requiere un mayor espacio de almacenamiento, que influye en un mayor coste y tiempo de acceso a los datos.

En el modelo propuesto este tema se analizó desde el punto de vista de una mejora en el rendimiento de la BD, la cual contiene cerca de doscientas tablas relacionadas, algunas de las cuales a su vez tienen más de diez millones de registros. Es por ello que aún cuando la redundancia es casi nula, existen casos donde es necesario duplicar identificadores para optimizar los procesos de búsqueda de información y evitar cálculos complejos, todo ello sin llegar a ocasionar problemas de inconsistencia en los datos.

3.4 Impacto de la arquitectura en el proceso de replicación de los datos.

Para un manejo preciso de la información y de acuerdo a la interacción entre el Centro de Datos Nacional y las BD de Oficinas, se ha estructurado el proceso de réplica de las bases de datos basado por determinadas reglas, de impacto en el modelo, que serán utilizadas por el Oracle Stream para lograr un proceso eficiente y seguro. Las reglas definidas para la replicación de los datos son:



Workflows (WF):

- Se replican siempre de las BD de Oficinas hacia la BD Central y de la BD Central a la de Oficinas sólo basado en las siguientes reglas:
 - Si es de “Proceso Migratorio” se replicará a todas las BD de Oficina que atienden fronteras. Esta se ejecuta siempre que el WF no se haya completado.
 - Si no es de “Proceso Migratorio” se replicará a todas las BD de Oficina basado en el identificador de la oficina, excepto para las oficinas que atienden fronteras.

Resúmenes de Workflows (Procesos) y nomencladores:

- Se replican siempre de la BD Central hacia la BD de Oficinas.

Es de suma importancia tener presente que los procesos de trámites realizados en una oficina permanecen en la BD, referente a la misma, luego de ser replicados a la BD Central, esto permite poder seguir trabajando con un trámite en caso de pérdida de conectividad con el Centro de Datos.

Imágenes:

- Se replican siempre de las BD de Oficinas donde son captadas hacia la BD Central y de la BD Central a la de Oficinas sólo a demanda.
 - Si se necesita para la realización de un proceso en determinada oficina.

Datos de las personas y direcciones:

- Se replican de las BD de Oficinas hacia la BD Central y viceversa.

Documentos:

- Se replican de las BD de Oficinas hacia la BD Central y de la BD Central hacia las de Oficina, excepto las BD que atienden frontera, que solo replicarían los documentos del tipo pasaporte.

3.5 Estructura de la BD

Una base de datos, a fin de ordenar la información de manera lógica, posee un orden que debe ser cumplido para acceder a la información de manera coherente. El modelo relacional propuesto está representado por una colección de entidades, tablas que cumplen con la función de contener los atributos o campos, y sus respectivas relaciones; el mismo está estructurado por esquemas y submodelos que se caracterizan a continuación.

3.5.1 Vista global



Capítulo 3. Diseño de la base de datos

El modelo que se propone está determinado por la arquitectura del Sistema de Bases de Datos definida en el Capítulo 2, de la cual surge la necesidad de realizar un diseño para la RIM y otro para la REM, que logre el intercambio de información entre las mismas.

Vista del modelo de BD para la red interna:

En la figura 24 se muestra la vista de la arquitectura del sistema de BD que se propone para la red interna, la cual está dividida en cuatro vistas fundamentales. Las principales características de cada una de las vistas se describen en la tabla 4.

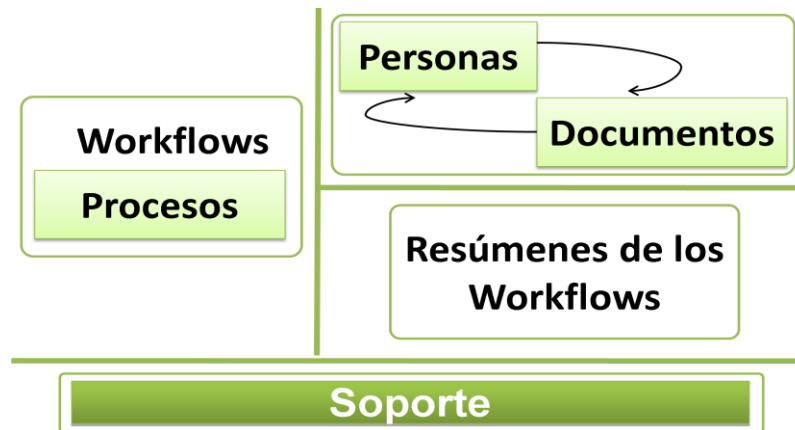


Figura 24 Vista de la arquitectura del sistema propuesto para la red interna.

Vista	Objetivos	Ciclo de vida	Información que contiene	Vía de actualización
Procesos Workflow (WF)	Dar cumplimiento a procesos del negocio. Modificar los datos de las personas involucradas en el proceso, así como crear o modificar documentos asociados a las mismas.	Comienza con el inicio de un proceso y luego de terminado el mismo es cerrado el WF. Por lo general tiene un período de vida corto.	Todos los procesos que se realizan en cada una de las oficinas.	De la BD de Oficinas hacia la BD Central.
Resumen Workflow (WF)	Gestionar los procesos. Servir de apoyo para los reportes y la aplicación en sí.	Se crea luego de concluido el WF. No se elimina de la BD.	Contiene los principales aspectos del WF que lo generó en forma de expediente.	De la BD de Oficinas hacia la BD Central y en ocasiones de manera inversa.



Persona-Documento	Almacenar todos los datos de las personas, los documentos y otros conceptos que son de vital importancia para los procesos que se manejan en la DIR y la DIE.	Se crea y posteriormente puede ser modificado y eliminado cualquier elemento de esta vista durante la realización de los <i>WF</i> .	Almacena la información referente a las personas, documentos, así como los vínculos persona-persona, persona-documentos y documentos-documentos.	De la BD de Oficinas hacia la BD Central y viceversa.
Soporte	Servir de apoyo para la aplicación en el trabajo con las demás vistas.	Se crean y pueden ser modificados o eliminados mediante un <i>WF</i> .	Nomencladores y otras entidades que sirven de apoyo para las demás vistas.	De la BD de Central hacia la BD Oficinas y en casos puntuales de manera inversa.

Tabla 4 Descripción de las vistas de la BD Interna.

Vista del modelo de BD para la red externa:

La vista de la arquitectura del sistema de BD que se propone para la red externa se muestran en la figura 25, está dividida en solo tres partes y según lo descrito en el *acápito 2.3*, intercambia información con la red interna solo mediante servicios que se brindan. Es considerada un subconjunto de la RIM puesto que en ella se recoge la información y datos presentes en la red interna, que serán utilizados o consumidos por los servicios que se intercambian. Las principales características de cada una de las vistas se describen en la tabla 5.

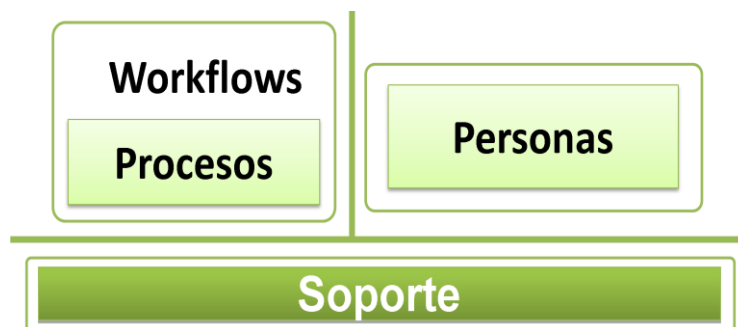


Figura 25 Vista de la arquitectura del sistema propuesto para la red externa.



Vistas	Objetivos	Ciclo de vida	Información que contienen
Procesos Workflow (WF)	Realizar los procesos del negocio relacionados con los servicios que se intercambian. Modificar los datos de las personas involucradas en el proceso.	Comienza con el inicio de un proceso y luego de terminado el mismo es cerrado el WF. Por lo general tiene un período de vida corto.	Todos los procesos que se realizan para dar cumplimiento al servicio que se gestiona.
Persona	Almacenar todos los datos de las personas que son consultadas o modificadas mediante un servicio de intercambio con entidades externas a los sistemas de la DIR y la DIE.	Toma los valores de la BD de la RIM y luego de modificado replica a dicha BD los cambios realizados.	Almacena la información referente a las personas involucradas en el servicio que se solicita.
Soporte	Servir de apoyo para la aplicación en el trabajo con las demás vistas.	Toma los valores de la BD de la RIM y no son modificados en esta BD de la REM.	Nomencladores y otras entidades que sirven de apoyo para las demás vistas.

Tabla 5 Descripción de las vistas de la BD Externa.

3.5.2 Vista por esquemas

Esta vista conceptualmente se refiere a una misma BD Oracle, donde conviven dos esquemas de datos distintos, lo cual se puede ver en la figura 26. Se refiere al esquema Identidad que soporta los procesos que se realizan en los sistemas SUIN y SIEC y el esquema SPDI que soporta los procesos que se realizan en el Sistema de Personalización de Documentos de Identificación. En la tabla 6 se muestran aspectos importantes del esquema Identidad, el esquema SPDI no es analizado por no formar parte de la propuesta de solución.

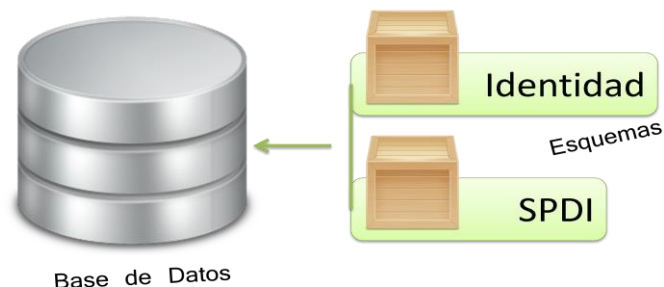


Figura 26 Esquemas de la BD propuesta.



Esquema	Objetivos	Usuarios	Submodelos	Observación
Identidad	Almacenar los datos relativos a las personas, documentos, procesos, oficinas, <i>workflow</i> y demás conceptos que son imprescindibles para la realización de los procesos de la DIR y la DIE	Identidad y usuarios del dominio.	Persona Proceso Documento Direccion Persistencia Oficina Circulado Consular CNI	Dicho esquema estará ubicado en el RAC de Oracle presente en la Centro de Datos Nacional, parte de él será replicado para las BD de las Oficinas.

Tabla 6 Características del esquema Identidad.

3.5.3 Vista por submodelos

Esta vista representa la agrupación lógica de entidades, según definiciones del negocio. Existe un submodelo para cada tipo de proceso que pueden ser atendidos en los Sistema de Identificación, Inmigración y Extranjería de la República de Cuba: CNI, Circulado, Consular. Además hay submodelos comunes y complementarios que están relacionados con los submodelos anteriores: Proceso, Oficina, Documento, Direccion, Persona, Persistencia. En la figura 27 se muestran los submodelos presentes en el esquema Identidad.



Figura 27 Submodelos del esquema Identidad.



Capítulo 3. Diseño de la base de datos

El submodelo común: Persona:

Es el de mayor impacto para el Sistema de Base de Datos que se propone debido a la importancia que reviste para el proceso de negocio, donde se trata el concepto de persona, sobre el cual giran los procesos que se realizan. Un diseño eficiente desde la capa de presentación hasta el almacenamiento físico de los datos garantiza el control e identificación de los ciudadanos que se encuentran en el territorio Nacional, para lograr la seguridad y control interno en el país. En la tabla 7 se muestran los objetivos y las entidades que forman dicho submodelo. El modelo de datos generado para este submodelo se muestra en el anexo 6. Las descripciones de las entidades y sus atributos se pueden ver en el diccionario de datos del anexo 7.

Nombre del submodelo:	Persona	
Objetivos:	Describir los datos de las personas nacionales y extranjeros, las imágenes asociadas a las mismas.	
Entidades que lo forman	Nomencladores	Negocio o datos
	nCategoriaExtranjero	dCaracteristica
	nCodigoOCRB	dDescripcionPunto
	nColorCabello	dExpedientePersona
	nColorOjos	dExtranjero
	nColorPiel	dFoneticaExtranjero
	nCondicionResidencia	dFoneticaNacional
	nExpresionRostro	dFoneticaNoRegistrado
	nExtensionImagen	dIdentificadorBiometrico
	nGenero	dInformacionFacial
	nNivelCultural	dInformacionImagen
	nPais	dNacional
	nPuntoCaracteristico	dNoRegistrado
	nRegistroCivil	dNotasExp
	nTipoDoctIdentificacion	dPersona
nTipolImagen	dPersonaDoctIdentidad	



Capítulo 3. Diseño de la base de datos

	nTipoImagenFacial	dPersonaDocumento
	nTipoIncapacidad	dPersonalImagen
	nTipoPersona	dPersonalIncapacidad
	nTipoVinculoFamiliar	dPersonaOtrosDatos
	nValidacionImagen	dVinculoPersona

Tabla 7 Submodelo de Persona.

Restantes submodelos:

Los otros submodelos del esquema Identidad son descritos en figuras y tablas que se encuentran en los Anexos del presente trabajo de diploma, la tabla 8 muestra la distribución por cada submodelo.

Submodelo	Características	Modelo de datos	Diccionario de datos
Documento	Anexo 8	Anexo 9	Anexo 10
Dirección	Anexo 11	Anexo 12	Anexo 13
Proceso	Anexo 14	Anexo 15	Anexo 16
Oficina	Anexo 17	Anexo 18	Anexo 19
CNI	Anexo 20	Anexo 21	Anexo 22
Consular	Anexo 23	Anexo 24	Anexo 25
Circulado	Anexo 26	Anexo 27	Anexo 28
Persistencia	Anexo 29	Anexo 30	Anexo 31

Tabla 8 Distribución de las tablas y figuras que describen cada submodelo.

3.6 Migración de los datos

Tal como se enunció anteriormente existen múltiples bases de datos, por ejemplo SACIRP, Registro Electoral, Circulados, Trámites de Inmigración, entre otras, de las que se precisa integrar y unificar los datos de las personas, direcciones y nomencladores definidos a nivel ministerial, así como determinados segmentos de historiales de los procesos realizados.

El proceso de migración de los datos se ha concebido de manera integrada con los especialistas de Sistemas que trabajan en los órganos de la DIR y la DIE en función de aprovechar el conocimiento acumulado por ellos en la administración de dichas BDs. A partir de este criterio se analiza cada modelo de datos anterior y su transformación al nuevo modelo.



Nomencladores:

Para migrar los nomencladores definidos a nivel ministerial fue preciso exportar los datos presentes en la BD del BANCODI (Banco de Codificadores) y posteriormente importarlos en las entidades creadas en el nuevo modelo. La estructura presente en el BANCODI no permite establecer relaciones de integridad (llave foránea) entre entidades que necesariamente dependen una de otra, ejemplo de esto es la provincia y el municipio, donde este último no tiene la referencia a la provincia que le da lugar. Además esa estructura permite tener valores nulos en las entidades. Todos esos problemas fueron analizados y resueltos en el nuevo modelo propuesto. A la vez se viene trabajando en un proceso de actualización de los mismos, debido a que muchos fueron definidos desde hace tiempo en el MININT y no han sido actualizados luego de cambios sucedidos.

Direcciones:

Anteriormente las direcciones no existían de manera independiente; cada persona nombraba sus direcciones y era propietaria de las mismas, lo que dio como resultado que existan datos que no se corresponden con la realidad, es por ello que se dan casos de que dos personas que viven en la misma vivienda codifican de forma diferentes la dirección correspondiente a la misma.

El tema referente a las direcciones del país sufre un cambio de concepto significativo en el nuevo modelo propuesto. Actualmente las direcciones existen independientemente de su estado, una misma dirección puede ser referenciada por distintas personas en diferentes estados. En el modelo actual se crean, para formar los lugares de cada una de las direcciones, reglas que definen las combinaciones posibles de las vías, las agrupaciones y las localidades. Resulta difícil la conversión del esquema anterior al actual, se precisa realizar conversiones complejas de datos.

Los datos referentes a las direcciones se encuentran en dos bases de datos básicamente, la del SACIRP y la del Registro Electoral. Cada una de ellas fue evaluada para determinar cuál contenía los datos más cercanos a los que posee Planificación Física de las direcciones válidas en el país, además de validar que con la estructura presente en las mismas fuese posible migrar hacia las nuevas entidades creadas sin pérdidas de datos.

De ese análisis se selecciona a la BD del Registro Electoral con cerca de 9 millones de registros válidos, ya que la BD del SACIRP cuenta con 18 millones de registros de direcciones lo que nos da un mayor rango de errores en los datos. En el SACIRP las direcciones están codificadas por sus elementos de manera separada y en el caso del Registro Electoral las direcciones son tiras. Para procesar las direcciones del Registro Electoral los especialistas del sistema de la DIR realizaron programas que identifican cada uno de los elementos de la dirección por separados, para obtener una estructura codificada similar a la presente en el SACIRP.



Capítulo 3. Diseño de la base de datos

Personas:

Los datos de las personas nacionales por su parte son migrados de la BD del SACIRP y los extranjeros de los registros de la DIE.

Haciendo un análisis de la situación presente en el SACIRP se tiene que las personas que cambian su residencia de una provincia a otra, al ser las BD provinciales y no contar con un sistema distribuido, se encuentran en varios casos como residentes en ambas provincias, cuando solamente deberían estar en la última que reside. Además estos mismos casos aparecen en la BD Nacional tantas veces como hayan realizado el cambio de residencia (de una provincia a otra).

En el modelo actual se crea una división para el trabajo con las personas en dependencia del tipo, si es nacional o extranjera, y se encuentran una sola vez en la BD porque se cuenta con un sistema distribuido entre la BD Central y la BD de Oficinas.

Para migrar las personas nacionales los especialistas de la DIR crearon la aplicación “Migración de Personas” que inserta los datos en la entidad *dNacional* o en *dNoRegistrado*, en la figura 28 se muestra una vista de dicha aplicación en el momento de la transacción de los datos hacia la BD.

Si los datos de las personas poseen campos nulos no permitidos o los carné de identidad (CI) están repetidos o incorrectos se insertan en la entidad *dNoRegistrado*, hasta que los mismos sean arreglados para posteriormente ser insertados en *dNacional*. Lo mismo ocurre con el tratamiento de los extranjeros, pero se valida según el número del documento de identificación y se registran en la entidad *dExtranjero* si los datos están correctos, o en *dNoRegistrado* si presentan problemas. Por ello la entidad *dNoRegistrado* tiene la misma estructura que *dNacional* y *dExtranjero* en su conjunto, pero permitirá un grupo mayor de campos nulos.

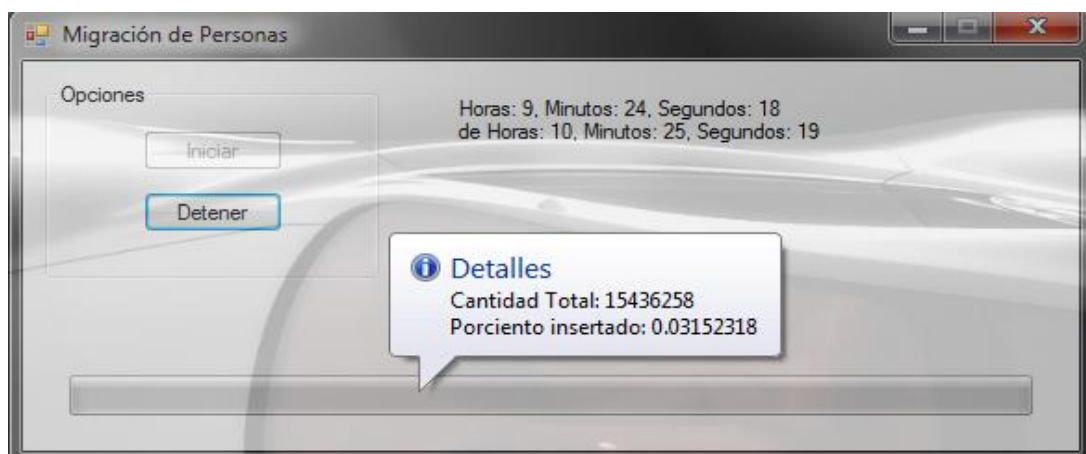


Figura 28 Aplicación para la migración de los datos de las personas.



3.7 Conclusiones

En el presente capítulo se define el modelo de datos, así como las restricciones que impone el mismo con las que se garantiza la unicidad e integridad en el manejo de la información, así como la normalización de la BD. Después de analizar los esquemas de datos vigentes en los sistemas actuales de la DIR y la DIE se concluyó que es posible la migración de los datos hacia la BD que se propone.



CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1 Introducción

En este capítulo se brinda información sobre la validación realizada con el cliente, tanto teórica como funcional, al diseño de la arquitectura y el modelo de datos de la propuesta de solución. Al modelo de datos se le realizan además pruebas de normalización y de integridad, para obtener un diseño con calidad.

4.2 Validación teórica del diseño

Para realizar un buen diseño de una BD hay que tener en cuenta varios aspectos como son la integridad de los datos y la normalización del diseño, lo que permite evitar problemas de inserción y actualización en las entidades de la BD, que traiga como resultado datos corruptos o inconsistentes.

4.2.1 Normalización

El proceso de normalización ayuda a diseñar una correcta estructura lógica que permita mayor organización y rendimiento en la BD, de modo tal que sea escalable fácilmente. La función de la normalización es favorecer la integridad de los datos, tratar de evitar la posibilidad de introducir datos que no sean razonables.

Para el proceso de la normalización se fue comprobando que cada entidad (tabla) cumpliera con un conjunto de reglas basadas en la clave primaria, las dependencias funcionales parciales con respecto a la llave primaria y las dependencias transitivas de sus atributos. Luego de realizar el proceso de normalización se evidencia que el modelo de datos cumple con la normalización de la primera, segunda y tercera FN en la mayoría de sus entidades, sólo algunas fue necesario desnormalizar a primera FN para ganar en rendimiento dentro de la BD y para agilizar el proceso de búsqueda de información.

4.2.2 Integridad

Teniendo en cuenta el análisis de la integridad del modelo de datos realizado en el *acápite 3.3.1* se realizaron pruebas encaminadas a demostrar que un buen diseño evita malas prácticas y errores en los datos. Las pruebas de integridad verifican que los datos sean exactos, completos, coherentes y autorizados, indican si hay errores en los controles de entrada o procesamiento.

- Con las validaciones de integridad referencial se trata de asegurar que las filas relacionadas entre tablas, no dejen de estarlo, o varíen esta relación cuando se modifiquen los datos. Con esta integridad se limita la actividad que puede realiza un usuario sobre la base de datos. Se toman algunas entidades para demostrar que no se permiten errores de inserción, por lo que se lanza un



Capítulo 4. Validación de la propuesta de solución

mensaje de error, tal como se muestra en la figura 29.

The image shows two SQL Window applications side-by-side. The left window displays a table with columns: IDPROVINCIA, DESCRIPCION, FECHAREGISTRO. The right window displays a table with columns: IDPROVINCIA, IDMUNICIPIO, DESCRIPCION, FECH. An error dialog box is overlaid on the right window, displaying the message: 'ORA-02291: integrity constraint (IDENTIDAD.REFNPROVINCIA401) violated - parent key not found'. The dialog box has 'OK' and 'Help' buttons.

Figura 29 Ejemplo del error que emite el gestor cuando se viola la integridad referencial.

- De igual forma se intenta insertar valores nulos en atributos que no tienen esta restricción habilitada y el gestor nuevamente envía un mensaje de error, como el de la figura 30.



Capítulo 4. Validación de la propuesta de solución

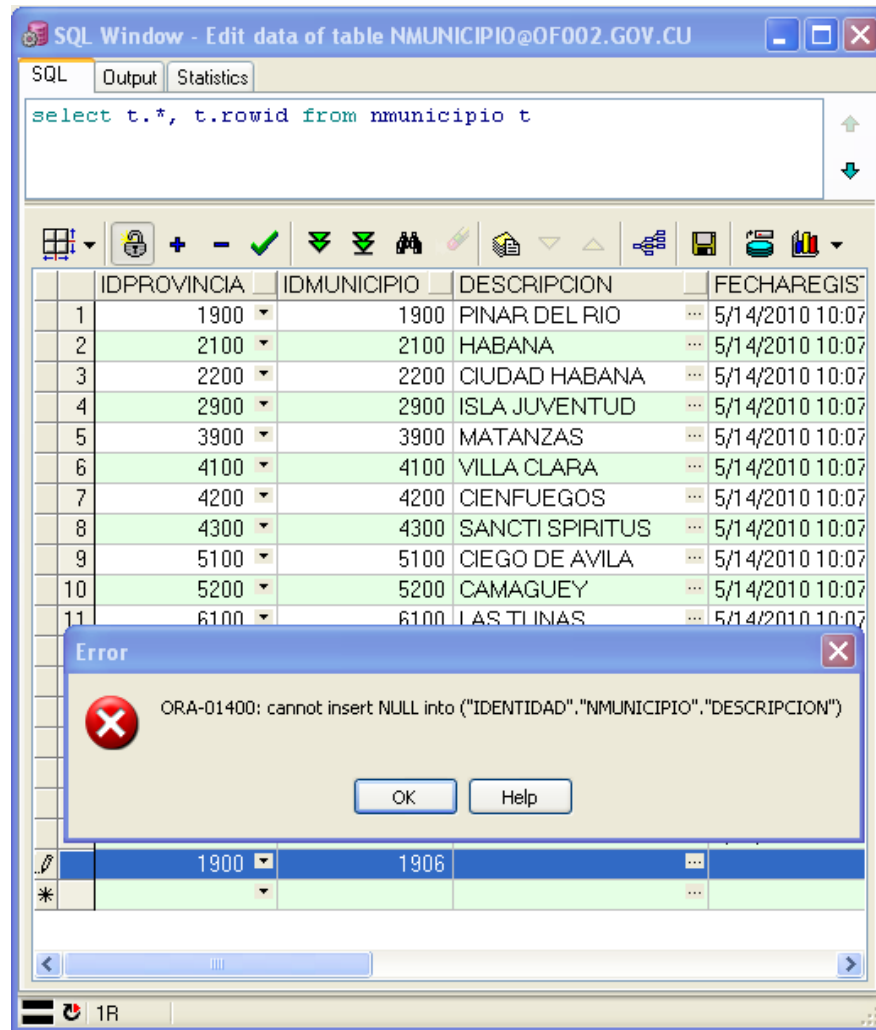


Figura 30 Ejemplo del error que emite el gestor cuando se insertar valores nulos no permitidos.

- Las pruebas de integridad de dominio sirven para controlar la información que se guarda en la BD, verificando que los datos son conformes con sus definiciones. Aseguran además que los datos tienen un valor legítimo. Las validaciones son a nivel de campo es por ello que se toman varios atributos, todos referentes a distintos dominios de datos, y se intenta introducir valores de tipos diferentes a los definidos para obtener como resultado el mostrado en la figura 31.



Capítulo 4. Validación de la propuesta de solución

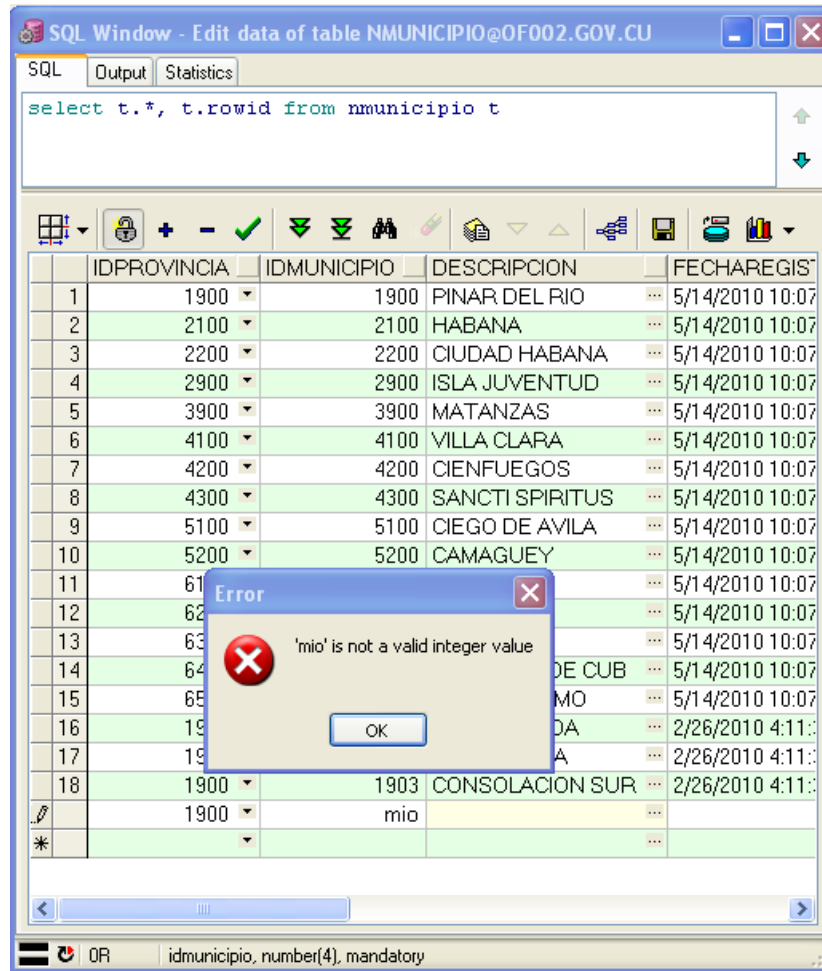


Figura 31 Ejemplo del error que emite el gestor cuando se viola el dominio de un atributo.

- En la validación de integridad de las entidades almacenadas se comprueba que todas posean una clave principal, que define a cada registro de modo exclusivo respecto al resto de los mismos, es por ello que ninguna de las llaves primarias pueden tomar valores nulos o repetidos, como se observa en la figura 32. Para lograr esta integridad se utiliza la restricción *UNIQUE* como se muestra en la figura 33, para lograr lo planteado sobre la unicidad de este atributo clave.



Capítulo 4. Validación de la propuesta de solución

The screenshot shows an SQL window titled "SQL Window - Edit data of table NMUNICIPIO@OF002.GOV.CU". The window contains a table with columns: IDPROVINCIA, IDMUNICIPIO, DESCRIPCION, and FECHAREGIS. The table lists 17 municipalities. An error dialog box is overlaid on the table, displaying the message: "ORA-00001: unique constraint (IDENTIDAD.PKIDMUNICIPIO) violated". The error dialog has "OK" and "Help" buttons.

IDPROVINCIA	IDMUNICIPIO	DESCRIPCION	FECHAREGIS
1900	1900	PINAR DEL RIO	5/14/2010 10:07
2100	2100	HABANA	5/14/2010 10:07
2200	2200	CIUDAD HABANA	5/14/2010 10:07
2900	2900	ISLA JUVENTUD	5/14/2010 10:07
3900	3900	MATANZAS	5/14/2010 10:07
4100	4100	VILLA CLARA	5/14/2010 10:07
4200	4200	CIENFUEGOS	5/14/2010 10:07
4300	4300	SANCTI SPIRITUS	5/14/2010 10:07
5100	5100	CIEGO DE AVILA	5/14/2010 10:07
5200	5200	CAMAGUEY	5/14/2010 10:07
1900	1903	CONSOLACION SUR	2/26/2010 4:11:30
1900	1903	CONSOLACION SUR	2/26/2010 4:11:30

Figura 32 Ejemplo del error que emite el gestor al insertar una tupla duplicada.

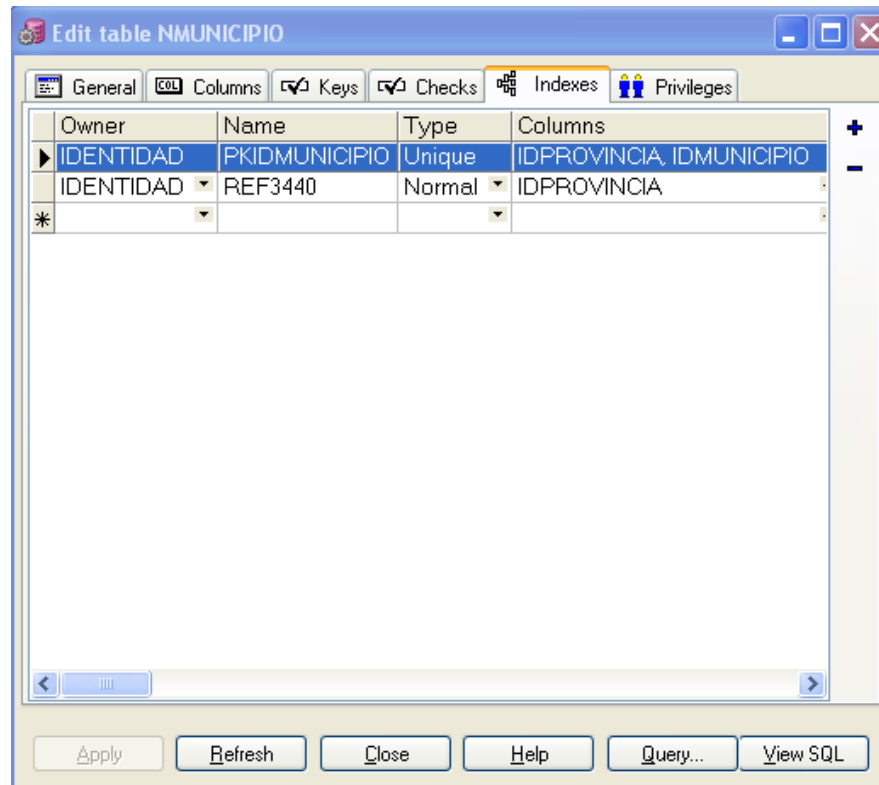


Figura 33 Ejemplo de la restricción **UNIQUE** para la clave primaria *idmunicipio*.

4.3 Pruebas de aceptación

El cliente es quién determina si la propuesta realizada es factible para sus procesos de negocio, por ello se realizaron una serie de actividades encaminadas a validar la arquitectura y el modelo de datos de la Base de Datos Única.

- Existencia de especialistas de BDs del cliente en el equipo de trabajo del desarrollo del sistema que se propone: se cuenta con especialistas de la DIR dentro del equipo de desarrollo quienes tienen dominio de los SBDs que se encuentran en funcionamiento y tienen conocimientos del trabajo con la BD *Oracle*, ellos son:
 - Tc. Adrián Bravo: creador de la BD Nacional del Carné de Identidad y Registro de Población, que actualmente soporta los procesos de la DIR y los demás órganos que identifican a los ciudadanos Nacionales. Se encuentra trabajando en el proceso de migración de las direcciones del Registro Electoral, además en el soporte del SACIRP. Cuenta con más de veinticinco años de experiencia en el trabajo con las bases de datos en el MININT.



Capítulo 4. Validación de la propuesta de solución

- Sub Tte. Joan Esteban Robira: lleva más de dos años trabajando con los sistemas de la DIR, posee vastos conocimientos sobre la BD del SACIRP, el Sistema para la Certificación de Identidad (SACI), la Base Policiaca y la Base Nacional de Electores (Registro Electoral). Se encuentra trabajando en el proceso de migración de las personas Nacionales, para lo cual crea una Aplicación. Actualmente funge además como desarrollador y administrador del SACIRP, realizando actualizaciones y soportes de la misma.
- Tte. Dayniel Guerra Castrillo: ingeniero recién graduado de la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), ha aportado sus conocimientos adquiridos durante la carrera en temas relacionados con bases de datos, se encuentra trabajando en la base de datos del Sistema de Personalización de Documentos de Identificación (SPDI).
- Reuniones y validaciones de la arquitectura con especialistas del cliente: la arquitectura del SBD propuesto se sometió a la aprobación de los especialistas de la Dirección de Tecnología y Sistemas (DTS) del MININT, entre ellos, Cap. David Saap y Tc. Ulises Martín Reina, tras varios encuentros técnicos realizados con el equipo de desarrollo de la BD.
- Definición de modelos conceptuales con el cliente: Para definir las entidades referentes a cada uno de los procesos que se manejan en la DIR y la DIE fue necesario realizar un análisis del negocio existente en cada área, así como de las BDs que los soportan, es por ello que se realizaron reuniones con los clientes y el personal del proyecto encargado de la modernización de los sistemas vigentes, entre ellas:
 - Para los trámites que realiza la DIE referentes a los Consulados fue necesario consultar especialistas del MINREX. Esta entidad cuentan con una BD en SQL que brinda la información referente a los cubanos y extranjeros que realizan trámites a través de los consulados cubanos, los datos son enviados a través de un servicio web. Para definir los detalles referentes a la estructura de las tablas de la BD, así como de los trámites y el servicio que se brinda se realizó una reunión de coordinación con el MINREX, cuya minuta se muestra en el anexo 32.
 - Para los trámites referentes al control de Circulados, aquellas personas que tienen alguna limitación para la entrada o salida del país, se realizó una reunión con los responsables de la DIE y los desarrolladores, donde se definieron requisitos funcionales que dan lugar a restricciones del modelo de datos, la minuta de ese intercambio se muestra en el anexo 33. Hay que señalar que los datos de los Circulados requieren mayor seguridad y confidencialidad dentro del modelo de datos.



Capítulo 4. Validación de la propuesta de solución

- Múltiples encuentros técnicos para la revisión de los submodelos de la BD: el modelo de datos ha sufrido múltiples revisiones por parte del cliente, encaminadas a lograr que se cumpla con las necesidades del negocio. Dentro de ellas, las más frecuentes, fueron referentes al tratamiento de las direcciones del país, que sufren un cambio sustancial de concepto en las nuevas definiciones de los procesos.
 - Se realizaron reuniones en la DIR, en la casa 202 y en el Centro de Desarrollo de la CUJAE para definir las reglas de las direcciones, los valores que conformarían los lugares y los inmuebles, entre otros detalles referentes a este tema. Dentro de los presentes en dichos encuentros se pueden mencionar: Tc. Adrián Bravo, Coronel Juan Manuel López, Tc. Manuel Alepuz, MsC Yudenia Ramírez, MsC Erik de la Vega García, así como los desarrolladores de la BD y del módulo de Administración del proyecto “Identificación, Inmigración y Extranjería de la República de Cuba”.
- Entrega a Calisoft del modelo de BD propuesto para su validación parcial: durante la revisión realizada por Calisoft al proyecto “Identificación, Inmigración y Extranjería de la República de Cuba” en noviembre del 2009 fueron entregados los modelos de datos de cada módulo, los cuales no fueron objetos de no conformidades, por lo que quedan aprobados los mismos, según las normas de calidad de la Universidad de Ciencias Informáticas. (39)

4.4 Conclusiones

En el presente capítulo se realizaron pruebas de integridad y normalización al modelo de datos, comprobándose que la mayoría de las entidades cumplen con la tercera FN, a excepción de algunas que fueron desnormalizadas hasta la segunda FN para ganar en rendimiento; además se demostró la existencia de integridad referencial, de dominio y de entidades, lo cual evita la inconsistencia de los datos. Se abordaron también las pruebas de aceptación donde se validó la arquitectura y el modelo de datos de la Base de Datos Única comprobándose que se cumplieron con los requerimientos del cliente.



CONCLUSIONES GENERALES

- A partir de la caracterización de los Sistemas de Bases de Datos actuales, de la situación problemática presente en los órganos del MININT (DIR-DIE), así como del análisis de las necesidades y restricciones presentes en dichas Direcciones se logró realizar el diseño de la arquitectura de la Base de Datos Única de manera que cumpliera con todos los requerimientos del cliente.
- Con la arquitectura definida para la propuesta de solución y la obtención de las clases persistentes relativas a los procesos de identificación, inmigración y extranjería se garantizó que el modelo de datos propuesto logre una unicidad e integridad en el manejo de la información.
- Los servicios de intercambio de información de los sistemas SUIN y SIEC permiten la comunicación entre la Red Interna y la Red Externa del MININT.
- Al migrar la información de los SBD actuales de la DIR y la DIE se logra la persistencia en la información histórica de los procesos realizados en ambas Direcciones, así como la relativa a las personas, direcciones y los nomencladores definidos a nivel ministerial.
- Con el desarrollo de la arquitectura y diseño de la Base de Datos Única propuesta, se logra que exista mayor integridad, unicidad y seguridad en el acceso y distribución de los datos relativos a los procesos de identificación, inmigración y extranjería.
- Al realizar las pruebas de integridad y normalización al diseño del modelo de datos y de validar con el cliente la arquitectura y modelo de datos se avaló la calidad de la propuesta de solución.



RECOMENDACIONES

- Concluir los entregables del modelo y diccionario de datos para la aceptación formal por parte del cliente.
- Concluir las aplicaciones para la migración de los datos, relativos a las personas, las direcciones y los historiales de procesos realizados, hacia la base de datos que se propone como solución.
- Continuar el proceso de modelado de la base de datos incluyendo luego los restantes submodelos de datos correspondientes a los módulos de los sistemas SUIN y SIEC que aún no han comenzado a desarrollarse.
- Garantizar que todas las BDs actuales coexistan con la BD Única y que el proceso de réplica de la información se realice en ambos sentidos, al menos durante el proceso de despliegue e implantación de los nuevos sistemas SUIN y SIEC.
- Realizar la implantación de la BD que se propone con un enfoque de mejora continua.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cantalapiedra Llerena, Lic. Lázaro Armando. La información para los negocios, un valioso recurso corporativo de las organizaciones actuales. [En línea] [Citado el: 27 de Febrero de 2010.] <http://www.congreso-info.cu/Userfiles/File/Info/Info97/Ponencias/104.pdf>.
2. Aportela Rodríguez, Lic. Ivett M. Intranets: las tecnologías de información y comunicación en función de la organización. [En línea] http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16_4_07/aci041007.html.
3. ¿Qué son las Bases de Datos? Maestros del Web. [En línea] 2007. <http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/%C2%BFque-son-las-bases-de-datos/>.
4. La informatización en Cuba. Cuba MinRex. [En línea] [Citado el: 07 de marzo de 2010.] http://www.cubaminrex.cu/Sociedad_Informacion/Cuba_SI/Informatizacion.htm.
5. UCI. *PT DIR*. Ciudad de la Habana : s.n., 2009.
6. Registro, Dirección de Identificación y. *Informe de Factibilidad del Proyecto Identidad*. Ciudad de la Habana : s.n., 2009.
7. UCI-MININT. *Sistema Nacional de Identificación de la población de la República de Cuba. Proyecto Técnico*. 2009.
8. Silverio Castro, Rogelio S. *La problemática de las Bases de datos Distribuidas*. 2005.
9. Marqués Andrés, María Mercedes. *Apuntes de Ficheros y Bases de Datos*. 2001.
10. Date, Christopher J. *Introducción a los Sistemas de Bases de Datos*. Ciudad de La Habana : Editorial Félix Varela, 2003.
11. Alburquerque Arias, Amado. *Sistema Integrado de Gestión Estadística (SIGE). Rol Diseñador de la Base de Datos*. Ciudad de La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas : s.n., 2007.
12. Lucia, Martínez. Monografias.com. [En línea] Monografias.com.SA. <http://www.monografias.com/trabajos37/arquitectura-de-sistemas/arquitectura-de-sistemas.shtml>.
13. González, Maikel Hugo Álvarez. *Diseño de la base de datos del sistema de información de perforación de pozos*. Ciudad de la Habana:Universidad de las Ciencias Informáticas : s.n., 2009.
14. Peter. Rob. Coronel, Carlos. *Sistemas de Bases de Datos. Diseño, implementación y administración. 5ta ed.* s.l. : Thomson Learning. Inc, 2002. 9706862862.
15. CAVSI. [En línea] <http://www.cavsi.com/preguntasrespuestas/que-es-un-sistema-gestor-de-bases-de-datos-o-sgbd/>.
16. ORACLE. Oracle. [En línea] <http://www.oracle.com/index.html>.
17. MySQL. [En línea] [Citado el: 28 de febrero de 2010.] <http://www.mysql.com/>.
18. PostgreSQL. PostgreSQL. [En línea] <http://www.postgresql.org/>.
19. Moreno Torres, Fernando. Bases de Datos: ¿Oracle, SQL Server, MySQL...? Gestión Documental Para Gente (Casi) Normal. [En línea] 13 de enero de 2010. [Citado el: 28 de febrero de 2010.]



<http://gestiondocumentalparagentenormal.com/2010/01/13/bases-de-datos-%C2%BFOracle-sql-server-mysql/>.

20. Domínguez Vaillant, Arodys E. y Miranda Gutiérrez, Duniel. *SIMDEC Sistema de Manejo de Datos de Ensayos Clínicos: Diseño e implementación de la Base de Datos*. Ciudad de La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas : s.n., 2007.
21. Pozo Coronado, Salvador. MySQL con Clase. Gestión de bases de datos. [En línea] Mayo de 2005. http://www.angelfire.com/droid/jacksman/curso/mysql/curso_mysql.pdf.
22. Masip, David. Qué es Oracle. DesarrolloWeb. [En línea] 19 de julio de 2002. <http://www.desarrolloweb.com/articulos/840.php>.
23. Hansen, Gary W. y Hansen, James V. *Diseño y Administración de Bases de Datos. 2da ed.* Madrid : Pearson Educación S.A., 2000. 84-8322-002-4.
24. Moraga de la Rubia, M.Angel. *El Modelo de Datos Jerárquico*. Ciudad Real : Universidad de Castilla- La Mancha, 2001.
25. Cardero Tasé, Licet y Bicet Zayas, Daliagna. *Diseño e implementación de la Base de Datos del Sistema Informático de los Tribunales Militares de Región*. . Ciudad de La Habana: Universidad de las Ciencias Informática : s.n., 2007.
26. Herrán Gascón, Manuel De La. Administración y Optimización de Bases de Datos Oracle. Red Científica. [En línea] 2004. <http://www.redcientifica.com/oracle>.
27. Booch, Grady. *Análisis y Diseño Orientado a Objetos con Aplicaciones. 2da ed.* Madrid, España : Pearson Prentice Hall S.A., 1996. 9684443528.
28. Mato García, Lic. Rosa María. *Diseño de Bases de Datos*. 1999.
29. Rodríguez García, Kenny y Baños Fernández, Eddy Ernesto. *Sistema de réplica para la Intranet Corporativa y el Sitio en Internet de PDVSA*. Ciudad de la Habana:Universidad de las Ciencias Informáticas : s.n., 2009.
30. ORACLE REAL APPLICATION CLUSTERS. [En línea] <http://www.oracle.com/technology/global/lad-es/documentation/collaterals/rac-11g-datasheet%28cast%29.pdf>.
31. Oracle Enterprise Manager 10g Grid Control Release 2. [En línea] [Citado el: 14 de 05 de 2010.] <http://education.oracle.co.uk/html/oracle/51E/D17244CS20.htm>.
32. Oracle. [En línea] [Citado el: 16 de 05 de 2010.] http://www.oracle.com/lang/es/database/product_editions.html.
33. Pérez, María Dolores Lozano. *Ingeniería Del Software Y Bases de Datos: Tendencias Actuales*. [ed.] 2000 Univ de Castilla La Mancha. ilustrada. 2000. 8484270777, 9788484270775.
34. Real Solutions for Oracle developers. [En línea] [allroundautomations. http://www.allroundautomations.com/plsqldev.html?gclid=CIGGusmIlgKACFRBM5QodNI9lw](http://www.allroundautomations.com/plsqldev.html?gclid=CIGGusmIlgKACFRBM5QodNI9lw).
35. Areba, Jesús Barranco de. *Metodología del análisis estructurado de sistemas*. [ed.] 2001 Univ Pontifica de Comillas. 2, ilustrada. pág. 536 páginas. 8484680436, 9788484680437.



36. Álvarez, Sara. desarrolloweb.com. [En línea] 10 de 02 de 2009. <http://www.desarrolloweb.com/articulos/introduccion-al-lenguaje-plsql.html>.
37. Bello, Brisey López. *Modelo de Negocio. Sistema Nacional de Identificación de la población de la República de Cuba*. 2009.
38. UCI. *PT DIE*. Ciudad de la Habana : s.n., 2009.
39. Calisoft. *INFORME FINAL DE AUDITORIA*. Ciudad de la Habana : s.n., 2009. A-09-064.
40. Change Manager. [En línea] Embarcadero Technologies, Inc. <http://www.embarcadero.com/products/change-manager>.
41. Downtr. [En línea] <http://www.filestube.com/source.html?url=http://www.downtr.net/39832-embarcadero-erstudio-v8005865.html>.
42. Keeton, Marlys. *Microsoft Solutions Framework (MSF): A Pocket Guide*. s.l. : Van Haren Publishing. p. 15. 9077212167.
43. Turner, Michael S. V. *Microsoft Solutions Framework Essentials: Building Successful Technology Solutions*. s.l. : Microsoft Press. 0-7356-2353-8.
44. Microsoft Visual Studio. [En línea] Microsoft. <http://www.microsoft.com/australia/visualstudio/products/teamSystem/default.mspx>.
45. Portal para Empresas. [En línea] Microsoft Corporation. <http://g.www.ms.akadns.net/business/smb/espe/servidores-y-herramientas/visual-studio.mspx>.
46. Miguel Castaño, Adoración De y Piattini Velthuis, Mario G. *Fundamentos y Modelos de Bases de Datos. 2da ed.* Madrid, España : RA-MA S.A, 1999. 9788478973613.
47. Mendoza Pacheco, Henry Jesus. Sistemas de gestión de bases de datos. [En línea] <http://www.monografias.com/trabajos56/sistemas-bases-de-datos/sistemas-bases-de-datos.shtml>.
48. Comparación entre sistemas de gestión de bases de datos (SGBD). Monografias.com. [En línea] [Citado el: 27 de febrero de 2010.] <http://www.monografias.com/trabajos29/comparacion-sistemas/comparacion-sistemas.shtml>.
49. Martínez, Claudia. La Web del programador. [En línea] 14 de julio de 2008. <http://www.lawebdelprogramador.com/news/>.
50. Hernández, Octavio. La tecnología LINQ: un avance revolucionario en la programación para .NET Framework. s.l. : Editorial MKM, 2008.