

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 6



Título: Procedimiento para validar la calidad de las bases de datos en el centro DATEC

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

Autor: Ricardo Viota Capote

Tutora: Ing. Beatriz Lara Osorio

La Habana, junio de 2012
"Año 54 de la Revolución"



“Lo fundamental es que seamos capaces de hacer cada día algo que perfeccione lo que hicimos el día anterior. “

Ernesto Guevara de la Serna (Che)

Declaración de autoría

Declaración de autoría

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo al centro DATEC de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Ricardo Viota Capote

Beatriz Lara Osorio

Datos de Contacto

Autor:

Ricardo Viota Capote

Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

Email: rviota@estudiantes.uci.cu

Tutora:

Ing. Beatriz Lara Osorio

Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

Email: blara@uci.cu

Agradecimientos

A Dios que me ha dado todo lo que tengo y soy en la vida, por cuidarme y estar siempre conmigo, por permitirme terminar mi carrera profesional y culminar esta etapa de mi vida. Por darme unos padres maravillosos que me han brindado la oportunidad de ser una persona con profesión y de realizar este sueño.

A mis padres por ser lo más grande que Dios me ha dado en la vida, por el apoyo incondicional que me ofrecieron durante mi carrera profesional y alentarme con ánimos de superación.

A mi hermana por estar siempre ahí y brindarme su amor y apoyo incondicional, lo cual contribuyó mucho a la realización de este sueño. A ella que sin darse cuenta ha sido una gran fuente de impulso para convertirme cada día en una mejor persona y poder ser un ejemplo para ella.

A toda mi familia por estar siempre conmigo y poder contar con ella para cualquier decisión en cualquiera etapa de mi vida, a mis tíos, abuelos (tanto los que están hoy conmigo, como a los que lamentablemente por decisiones de la vida ya hoy no me acompañan físicamente, pues se, que donde sea que estén me siguen cuidando y guiando por el camino correcto y se sienten orgullosos de este triunfo mío) a mis primos, a Gisela y Armando (mama y papa) que los menciono aquí porque sin duda alguna forman parte de mi familia, para mí son otro padres más que la vida me dio, a Caridad (Caruca) que ha sido como una abuela, a Andry y Annialis que son 2 primos más y siempre me han apoyado en todo.

A todos mis amigos, tanto los de afuera (los del barrio, los que siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas) como los nuevos amigos con lo que he contado aquí en la

universidad y sé que podre seguir contando con ellos toda la vida, a los que empezamos desde primer año y hoy no están, pero en su momento fueron claves y me dieron su apoyo, a los que vienen conmigo desde primero y a los que he conocido en estos 5 años, que no quisiera mencionar nombres para no cometer el error de dejar de mencionar alguno, para todos gracias y sigan siendo esos amigos con los que siempre podre contar, como mismo todos saben que en mi tienen un amigo con el cual pueden contar para lo que sea necesario. Aquí quisiera resaltar una persona a la cual le debo mucho, Adalennis Buchillon Soris quien ha sido una de las personas más especiales que he conocido en mi vida y la cual dedicó gran parte de su tiempo a corregirme y guiarme siempre por el camino correcto en esta universidad, para ella todo el agradecimiento del mundo y le deseo todo el éxito posible en su vida, tanto personal como profesional, pues se lo merece por ser una persona de excelentes sentimientos, se hacen extensivos estos agradecimientos para ella, su hermana y su mamá.

A mi tutora por su apoyo en la realización de este trabajo, por dedicarme un espacio de su tiempo para atenderme, y a los profesores que siempre me atendieron cada vez que necesitaba su ayuda.

A la revolución y a Fidel por crear esta universidad y permitirme estudiar aquí y ver realizado este sueño.

A todas las personas que de una forma u otra han sido parte de la realización de este sueño. Para todos Gracias y pueden estar convencidos de que siempre les estaré agradecido.

Dedicatoria

A MIS PADRES, quienes me dieron la vida, quienes sin esperar nada, lo dieron todo. A quienes rieron conmigo en mis triunfos y lloraron también en mis fracasos. A quienes me guiaron por un camino de rectitud y me enseñaron también que es lo mejor. A un par de corazones buenos con gratitud eterna. A ellos que confiaron en mí y me depositaron toda su confianza, me dieron su apoyo y no tengo más palabras para seguir refiriéndome a ellos, sin duda el regalo más grande que Dios me pudo haber dado...

Los quiero con la vida...

A mi hermana otro regalo que dios me dio y a toda mi familia por ser parte de mi vida.

RESUMEN

La calidad de un producto se evidencia cuando se haya tenido la capacidad de cumplir con las exigencias del cliente. La presente investigación surge a partir de la necesidad del departamento PostgreSQL del centro DATEC, de una técnica o método de validación de la calidad de las bases de datos que se desarrollan en el gestor PostgreSQL. Para ello se propone un procedimiento con el objetivo de llevar a cabo estas validaciones y en aras de lograr una mayor confiabilidad, mantenibilidad y facilidad a la hora de realizar las pruebas definidas. El procedimiento está compuesto por una serie de actividades, tipos de pruebas y herramientas y consta de una estructura que satisface 3 fases definidas por un grupo de especialistas de la línea, las cuales son: Diseño e Implementación, Configuración y Administración y Réplica, así como la medición del rendimiento de manera lineal en todas estas fases. La validación se realizó mediante el uso de técnicas definidas por el método Delphi, además de aplicarse en una base de datos de un proyecto productivo del centro. La aplicación de esta propuesta en el centro DATEC guiará y centralizará los esfuerzos para garantizar el éxito en el desarrollo de las base de datos.

Palabras clave: bases de datos, calidad, procedimiento.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTO TEÓRICO	4
1.1 Base de datos.....	4
1.2 Pruebas de calidad de software.....	6
1.3 Procedimientos.....	10
1.4 Herramientas.....	11
1.5 Conclusiones.....	12
CAPÍTULO 2: DOCUMENTACIÓN Y ARGUMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	13
2.1 Objetivo.....	13
2.2 Realización del procedimiento de pruebas.....	13
2.3 Fase 1: Pruebas al Diseño e Implementación.....	15
2.4 Fase 2: Pruebas a la Administración y Configuración de la BD.....	24
2.5 Fase 3: Pruebas a las Réplicas y Rendimiento de manera lineal.....	31
2.6 Roles involucrados en el procedimiento.....	37
2.7 Conclusiones.....	38
CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA	40
3.1 Objetivo.....	40
3.2 Aplicación del método Delphi.....	40
3.3 Elección de los expertos.....	40
3.4 Elaboración del cuestionario para la validación de la propuesta.....	42
3.5 Establecimiento de la concordancia de los expertos mediante el uso del coeficiente de Kendall.....	43
3.6 Desarrollo práctico y explotación de los resultados.....	45
3.7 Aplicación del procedimiento a una BD de un proyecto real.....	49
3.8 Conclusiones.....	50
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	56
GLOSARIO	61

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos el hombre ha concebido que los datos deben ser recopilados, organizados, estructurados y almacenados de una forma conveniente para una mayor centralización de los mismos a la hora de hacer uso de estos.

Con el desarrollo de la tecnología y dentro de esta en especial la rama de la informática, se comienzan a crear sistemas de información, que con el transcurso del tiempo y el perfeccionamiento de las técnicas, ha dado como resultado lo que hoy conocemos como bases de datos (BD).

Llamamos BD justamente a esta colección de datos recopilados y estructurados que existe durante un periodo de tiempo. (1) En los últimos años la información se ha convertido en el eslabón fundamental para el desarrollo de cualquier sociedad, los Sistemas de Bases de Datos (SBD) se diseñan e implementan para gestionar estas grandes cantidades de información. La gestión de los datos implica tanto la definición de estructuras para almacenar la información como la provisión de mecanismos para la manipulación de la información.

Las BD son el soporte fundamental de empresas e instituciones en sus cotidianos procesos de gestión, por eso es tan importante garantizar la calidad en el desarrollo de esta.

La calidad de un producto se evidencia cuando se haya tenido la capacidad de cumplir con las exigencias del cliente. Dentro de este ámbito garantizar la calidad del proceso y los artefactos resultantes de la BD es muy importante, ya que es la parte fundamental de un software de gestión de datos. El proceso de calidad viene vinculado desde el diseño de la BD, pasando por la implementación, configuración y mantenimiento de las mismas. Si se controla todo este proceso a través de normas, métricas y procedimientos; se garantiza la trazabilidad de un artefacto a otro, uniformidad en la elaboración de los mismos, entre otros elementos.

Nuestro país hoy en día cuenta con un alto interés en poder desarrollarse en esta rama de la tecnología que es la informática y como principal referente del mismo creó la Universidad de la Ciencia informáticas (UCI).

Dentro de la UCI se encuentran distintos centros productivos con el objetivo de impulsar el desarrollo informático del país con la creación de software y servicios informáticos. Dentro de estos se encuentra el Centro de Tecnologías de Gestión de Datos (DATEC).

Actualmente el objetivo de la producción en este centro de la UCI, son sistemas de gestión de información y almacenes de datos, los cuales están soportados por sistemas de bases de datos. Si bien se realizan pruebas de calidad a estos sistemas que se desarrollan, ya sea al diseño e implementación de los mismos, así como a la interfaz del producto que se va a liberar, aún no cuenta con un método o técnica que garantice la calidad del diseño, rendimiento y configuración de las bases

de datos implementadas en PostgreSQL, que se ajuste a las que se desarrollan como parte de sus proyectos productivos.

Por todo lo anteriormente expuesto, se define como **problema científico**: ¿Cómo contribuir al proceso de validación de la calidad de las bases de datos que se implementan en el gestor PostgreSQL en el centro DATEC.?

Partiendo del problema planteado, el **objeto de estudio** se enmarca en el proceso de validación en las bases de datos relacionales (BDR), definiéndose como **campo de acción** el proceso para validar la calidad de las BDR desarrolladas en PostgreSQL en el centro DATEC.

Se traza como **objetivo general** de la investigación: Diseñar un procedimiento que permita la validación de la calidad de las bases de datos que se implementan en PostgreSQL en el centro DATEC.

Para dar cumplimiento al objetivo general del trabajo se trazaron los siguientes **objetivos específicos**:

1. Realizar el análisis de los elementos a tener en cuenta para validar la calidad de las bases de datos.
2. Diseñar el procedimiento para la validación de la calidad de las bases de datos del centro DATEC.
3. Validar el procedimiento diseñado.

Tareas de la investigación:

1. Análisis y selección de los elementos para la validación de la calidad en bases de datos.
2. Análisis de los procedimientos de calidad existentes.
3. Diseño de un procedimiento que permita validar la calidad.
4. Argumentación de los pasos del procedimiento.
5. Selección de la técnica de validación del procedimiento.
6. Aplicación de la técnica seleccionada.

El documento estará estructurado de la siguiente forma:

Capítulo 1: Fundamento teórico y estudio del estado del arte. En este capítulo se abordan aspectos relacionados con las pruebas de calidad del software, las BD y los sistemas gestores de bases de datos (SGBD), lo que se hace para mejorar la calidad del diseño, el rendimiento y la configuración de las BD así como las principales experiencias sobre el tema en el mundo, en Cuba y en la UCI.

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta. En este capítulo se definirá como estará estructurado y elaborado el procedimiento. Se definirán las fases del procedimiento de pruebas, así como las estructuras de cada fase del mismo. Se desarrollará el procedimiento pasando por cada una de estas fases, se definirán los roles que intervendrán en la aplicación del procedimiento

y se hará énfasis en la depuración de los errores y el trabajo con los mismos. Al finalizar este capítulo el procedimiento deberá quedar listo para dar paso al proceso de validación del mismo.

Capítulo 3: Validación de la propuesta. En este capítulo se realizará la evaluación técnica de la propuesta descrita en el capítulo anterior. Para ello se utiliza el método multicriterio, el cual se basa en la evaluación cuantitativa de indicadores previamente definidos, por parte de expertos en el tema, que permite determinar si se acepta o no la propuesta analizada. La validación de estos indicadores propuestos se realizó mediante el uso de técnicas definidas por el método Delphi, el cual es uno de los métodos subjetivos más confiables para realizar pronósticos. Además se aplicará el procedimiento a un proyecto productivo del centro.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTO TEÓRICO

Introducción

En este capítulo se presentan un grupo de conceptos teóricos a los que se hará referencia en el resto del trabajo. Se abordan aspectos relacionados con las pruebas de calidad del software, las BD y los SGBD, lo que se hace para mejorar la calidad del diseño, el rendimiento y la configuración de las BD así como las principales experiencias sobre el tema en el mundo, en Cuba y en la UCI.

1.1 Base de datos

Se define una base de datos 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.

Desde el punto de vista informático, la base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados en discos que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulen ese conjunto de datos.

Cada base de datos se compone de una o más tablas que guarda un conjunto de datos. Cada tabla tiene una o más columnas y filas. Las columnas guardan una parte de la información sobre cada elemento que queramos guardar en la tabla, cada fila de la tabla conforma un registro.

Una BD se diseña, construye y puebla con datos para propósito específico. Está dirigida a un grupo de usuarios y tiene ciertas aplicaciones preconcebidas que interesan a distintos usuarios.

Un sistema de base de datos es un sistema computarizado que almacena información y permite a los usuarios recuperar y actualizar esa información en base a peticiones.

1.1.1 Sistemas Gestores de Bases de Datos

Un SGBD es un conjunto de programas que permiten crear y mantener una base de datos, asegurando su integridad, confidencialidad y seguridad. Los SGBD, son un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que lo utilizan. (2) Por tanto debe permitir:

- ✓ Definir una base de datos: especificar tipos, estructuras y restricciones de datos.
- ✓ Construir la base de datos: guardar los datos en algún medio controlado por el mismo SGBD
- ✓ Manipular la base de datos: realizar consultas, actualizarla, generar informes.

Algunas de las características deseables en un SGBD son:

- ✓ Control de la redundancia: La redundancia de datos tiene varios efectos negativos (duplicar el trabajo al actualizar, desperdicia espacio en disco, puede provocar inconsistencia de datos) aunque a veces es deseable por cuestiones de rendimiento.
- ✓ Restricción de los accesos no autorizados: cada usuario ha de tener unos permisos de acceso y autorización.
- ✓ Cumplimiento de las restricciones de integridad: el SGBD ha de ofrecer recursos para definir y garantizar el cumplimiento de las restricciones de integridad.

1.1.2 SGBD presentes en el mercado

SGBD libres:

- ✓ PostgreSQL: SGBD Relacional (SGBDR) orientado a objetos de software libre, publicado bajo la licencia BSD.
- ✓ Firebird: Un SGBDR de código abierto, basado en la versión 6 de Interbase.

SGBD no libres:

- ✓ MySQL: Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones.
- ✓ DBase: Es un sistema de gestión de datos usado ampliamente para microcomputadoras.
- ✓ Microsoft Access: Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales para los sistemas operativos Microsoft Windows, desarrollado por Microsoft y orientado a ser usado en un entorno personal o en pequeñas organizaciones.
- ✓ Oracle: SGBDR desarrollado por Oracle Corporation, es uno de los SGBD más completo que existen destacando su soporte de transacciones, su estabilidad y escalabilidad y el soporte multiplataforma.

1.1.3 Características del SGBD PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional orientado a objetos y libre, publicado bajo la licencia BSD.

Como muchos otros proyectos de código abierto, el desarrollo de PostgreSQL no es manejado por una empresa y/o persona, sino que es dirigido por una comunidad de desarrolladores que trabajan de forma desinteresada, altruista, libre y/o apoyado por organizaciones comerciales. Dicha comunidad es denominada el PGDG (PostgreSQL Global Development Group).

Actualmente se encuentra disponible la versión 9.1 del motor de bases de datos más potente de código abierto, y que según su comunidad desarrolladora la versión 9.1 ofrece muchas características que los usuarios han estado solicitando por años, retirando obstáculos para el despliegue de aplicaciones nuevas o migradas en PostgreSQL.

Las novedades incluyen características tan avanzadas como la replicación sincrónica para clústeres, permitiendo alta disponibilidad con consistencia a través de múltiples nodos, soportando incluso 2-safe replication, (que asegura que las transacciones han sido confirmadas por una réplica del servidor maestro). También han añadido tablas “unlogged” (son tablas especiales que mejoran el desempeño, pues son más rápidas al escribir datos, pero son susceptibles a truncamientos en caso de fallos. Este tipo de tablas están pensadas para datos efímeros (información temporal, caché, etc) (3). Para incrementar el rendimiento y se ha mejorado la internacionalización pudiendo especificar la regionalización de los textos por cada columna, no por tabla como se hacía hasta ahora.

También indican una característica exclusiva de PostgreSQL, que es hacer cumplir reglas de negocio definidas por el usuario arbitrariamente complejas dentro de la base de datos sin bloqueos, mediante la detección automática de condiciones de carrera en sus transacciones SQL en tiempo de ejecución, que si bien parece algo poco usable esto puede jugar un buen rol en el ámbito de la seguridad. (4)

1.2 Pruebas de calidad de software

El concepto de prueba de calidad se deriva en la acción y efecto de probar, que un producto, servicio o proceso tengan la calidad requerida para satisfacer las necesidades para las cuales fueron creados. Un software se define como un conjunto de instrucciones escritas en un lenguaje de programación para su ejecución en un ordenador o computadora.

Las pruebas de software (en inglés testing), son los procesos que permiten verificar y revelar la calidad de un producto software. Son utilizadas para identificar posibles fallos de implementación, calidad, o usabilidad de un programa de ordenador o videojuego. Básicamente es una fase en el desarrollo de software consistente en probar las aplicaciones construidas.

Las pruebas de software se integran dentro de las diferentes fases del ciclo del software dentro de la ingeniería de software. Así se ejecuta un programa y mediante técnicas experimentales se trata de descubrir que errores tiene.

1.2.1 Estándares definidos para medir la calidad del software

Por regla general se recomienda la utilización de estándares certificados para la realización de procedimientos de evaluación de software.

La norma ISO 9126 es un estándar internacional para la evaluación del Software. El modelo de calidad definido por ISO 9126 clasifica la calidad del software en un conjunto estructurado de 6 características, (5) las cuales es imprescindible comprobarlas mediante pruebas de software. Estas características están definidas de la siguiente forma:

- ✓ Funcionalidad: Un conjunto de atributos que se relacionan con la existencia de un conjunto de funciones y sus propiedades específicas. Las funciones son aquellas que satisfacen lo indicado o implica necesidades. (Idoneidad, Exactitud, Interoperabilidad, Seguridad, Cumplimiento de normas.)
- ✓ Fiabilidad: Un conjunto de atributos relacionados con la capacidad del software de mantener su nivel de prestación bajo condiciones establecidas durante un período de tiempo establecido. (Madurez, Recuperabilidad, Tolerancia a Fallos.)
- ✓ Usabilidad: Un conjunto de atributos relacionados con el esfuerzo necesitado para el uso, y la valoración individual de tal uso, por un establecido o implicado conjunto de usuarios. (Aprendizaje, Comprensión, Operatividad.)
- ✓ Eficiencia: Conjunto de atributos relacionados con la relación entre el nivel de desempeño del software y la cantidad de recursos necesitados bajo condiciones establecidas. (Comportamiento en el tiempo, Comportamiento de recursos.)
- ✓ Mantenibilidad: Conjunto de atributos relacionados con la facilidad de extender, modificar o corregir errores en un sistema software (Estabilidad, Facilidad de análisis, de cambio y de pruebas).
- ✓ Portabilidad: Conjunto de atributos relacionados con la capacidad de un sistema software para ser transferido desde una plataforma a otra (Capacidad de instalación, Capacidad de reemplazamiento, Adaptabilidad).

En las empresas de software validan estas características a través de muchas y diversas pruebas de software, que pueden estar definidas en algunos casos por estándares como la norma ISO 9126 o Rational Unified Process (RUP).

La norma ISO 15288 es un estándar definido para llevar a cabo un plan de buenas prácticas para la gestión de la calidad de los sistemas de información y almacenamiento de datos. El mismo establece recomendaciones sobre qué medidas tomar para asegurar los sistemas de información.

El procedimiento propuesto se va a regir por los estándares expuestos anteriormente, el ISO 9126, ya que las bases de datos son manipuladas por un conjunto de software los cuales deben asegurar a la misma el cumplimiento de las características definidas por este estándar, y el ISO 15288 es un plan de buenas prácticas, por lo que ambos estándares se corresponden con los propósitos del procedimiento propuesto.

1.2.2 Pruebas de calidad en BD

En el proceso de desarrollo de las BD, las pruebas son claves para detectar errores o fallas. Conceptos como estabilidad, escalabilidad, eficiencia, eficacia, rendimiento, confiabilidad, integridad y seguridad. Al igual que las aplicaciones de software, las BD han crecido en complejidad y tamaño, y por consiguiente también en costos. Hoy en día es crucial verificar y evaluar la calidad de lo construido de modo que se minimice el costo de su reparación. Mientras más temprano se detecte una falla, más barata es su corrección.

Estas pruebas tienen como objetivo garantizar el correcto diseño de la BD, la trazabilidad de este con los requerimientos del negocio. Y a su vez la trazabilidad de la implementación con el diseño. Verifican el correcto funcionamiento de las BD, su rendimiento, la integridad de los datos, su confiabilidad, la seguridad de las mismas así como una correcta y óptima configuración en función de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.

1.2.2.1 Principales experiencias de pruebas a las BD en el mundo

Desde hace un tiempo relativamente reciente, al tomar en serio las empresas la importancia de las BD de sus sistemas, a las bases de datos también se le aplican pruebas de función, de seguridad, de volumen, de usabilidad, de integridad, de estructura, de estrés, benchmarking, pruebas de carga, de rendimiento, de configuración y pruebas de instalación, adecuadas al ámbito de la BD.

No hay disponible públicamente un procedimiento que agrupe en un conjunto ordenado de actividades las pruebas antes mencionadas. En el mundo existen compañías que se dedican ayudar a otras a hacer sus pruebas, dentro de éstas las hay que se dedican a la consultoría y la realización de pruebas a bases de datos, por ejemplo:

- ✓ Quality Tree Software, Inc. (EEUU)

La calidad del software es su principal objetivo, además ofrece pruebas de software y consultoría de calidad y servicios de formación a lo largo de los EE.UU.

Su sede se encuentra en Pleasanton, y se organizan como una corporación del Estado de California.

- ✓ Questcon Technologies, Inc (EEUU)

Se ha establecido como la compañía de mejores resultados en cuanto a competitividad en el entorno empresarial actual. Se encarga de gestionar la producción del software con el grado de atención necesario para asegurar el valor del software que crean.

✓ QA Labs Inc (Canada)

Es una empresa privada, entre los principales servicios de calidad de garantía que ofrece por lo general se los brinda a empresas como: laboratorios de ensayos, laboratorio de agua de pruebas, pruebas analíticas de laboratorio, laboratorio de pruebas.

✓ VT Enterprise Software Validation (EEUU)

Empresa que se dedica entre sus diversas tareas a contribuir con otras a la validación del software que ellas desarrollan. La misma con un grupo de herramientas y métodos se encarga de dar la mayor seguridad al software desarrollado por otras empresas e incluso los que ella misma realiza.

✓ E-SoftSys (EEUU)

La misma se encarga de ofrecer software de alta calidad en el desarrollo, así como dar mantenimiento y servicios de garantía de calidad a sus clientes con un presupuesto relativamente bajo. E-SoftSys trabajará con los clientes a través del ciclo de vida completo.

1.2.2.2 Principales experiencias de pruebas a las BD en Cuba

En Cuba, se cuenta con muy poca experiencia sobre estas pruebas, prácticamente las mismas no se realizan. Empresas líderes en la pequeña industria cubana del software antes del surgimiento de la UCI coinciden en que no poseen una guía o procedimiento definido para hacer pruebas a las BD, e incluso mencionan que no se hacen pruebas a las BD. Si bien en Cuba, a partir de años recientes se consideró en serio la calidad del software, aún hoy no se asume con la seriedad requerida la calidad de las bases de datos, que manejan y soportan los volúmenes de información que contienen como parte de los sistemas informáticos que se producen en el país.

1.2.2.3 Principales experiencias de pruebas a las BD en la UCI

En la UCI, muy pocos proyectos productivos aplican pruebas a sus BD. No hay forma de garantizar la calidad de las BD, siguiendo una serie de pasos previamente definidos y ordenados que todos vean como un estándar a seguir.

En nuestra universidad se desarrolló un procedimiento con el título: “Procedimiento de pruebas para la Capa de Datos de los proyectos de la Universidad de las Ciencias Informáticas”, que aunque trata de abarcar la mayor cantidad de aspectos a tener en cuenta para validar la calidad en una BD, no incluye elementos referentes a las características de la línea PostgreSQL del centro DATEC la cual brinda

servicios de Diseño e Implementación, Administración y Réplica y Clúster a las BD implementadas en este gestor.

1.3 Procedimientos

Un procedimiento es el modo de ejecutar determinadas acciones que suelen realizarse de la misma forma, con una serie común de pasos claramente definidos, que permiten realizar una ocupación, trabajo, investigación, o estudio, se puede aplicar a cualquier empresa.(6)

Y puede referirse a:

- ✓ Subrutina en programación.
- ✓ Procedimiento efectivo en teoría de la computación.
- ✓ Procedimiento administrativo.
- ✓ Procedimiento de gestión de calidad.

1.3.1 Pasos para realizar el procedimiento

Según la bibliografía consultada para este tema, se definen diferentes manuales para elaborar los pasos a seguir a la hora de definir un procedimiento establecido, adaptando los mismos a las especificaciones del centro y en especial a las del departamento de PostgreSQL se definieron un conjunto de pasos para la elaboración del procedimiento.

Para elaborar el manual del procedimiento se debe seguir los siguientes pasos:

- ✓ Inducción por parte del centro al personal involucrado.
- ✓ El proyecto pide la solicitud, trasladándose hasta el centro y realizando diferentes entrevistas con los especialistas para obtener una descripción de las actividades que se desempeñan en la ejecución de cada fase del procedimiento.
- ✓ El centro recibe las solicitudes y revisa para decidir si se puede aplicar el procedimiento.
- ✓ Realizadas las observaciones, el centro codifica el documento de solicitud, como una solicitud oficial y lo transcribe como "Proyecto en revisión, sujeto a modificaciones".
- ✓ El centro envía el procedimiento estructurado al proyecto para su discusión y aprobación.
- ✓ El centro luego de la revisión del proyecto, aprueba, edita y tramita distribuciones a las áreas de interés.

1.3.2 Utilidad del procedimiento

- ✓ Sirve para el análisis o revisión de los proyectos que deben ser ajustados a ciertas características especiales del centro DATEC.

- ✓ Se utiliza para emprender tareas de simplificación de trabajo como análisis de tiempo, estimación de valores y de rendimiento.
- ✓ Para establecer un sistema de perfeccionamiento en el desarrollo de los proyectos del centro, o bien modificar el ya existente.
- ✓ Para organizar y controlar la realización de los proyectos y evitar su alteración arbitraria.
- ✓ Determina en forma más sencilla las responsabilidades por fallas o errores.
- ✓ Construye una base para el análisis posterior del trabajo y el mejoramiento de los sistemas y métodos existentes.

1.4 Herramientas

Como herramienta de prueba de software se entiende que es un sistema que soporta actividades y procesos de prueba para asegurar la calidad de un software que se esté desarrollando.

Varias son las herramientas de prueba que se usan a nivel global para automatizar el proceso de pruebas del software. (7) Ejemplo de ello lo constituyen:

- ✓ Webserver Stress Tool (Paessler Company): Su ventaja radica en que es fácil de usar, tiene una interfaz simple e intuitiva, y un gran valor para su precio. Es propietaria.
- ✓ AdventNetQEngine (AdventNet): Trae como beneficios de alta productividad, reducción del tiempo del ciclo de pruebas, costos reducidos de mantenimiento y el aumento de la calidad del producto y la alta satisfacción del cliente. Es propietaria y suele tomarse como una desventaja lo caro que resulta adquirirlo.
- ✓ Jameleon Test Suite: Puede ser utilizada fácilmente por usuarios técnicos y no técnicos.
- ✓ Selenium HQ: Software libre, Fácil instalación, para la ejecución de la prueba no se requiere la dedicación completa del CPU, el usuario puede ir trabajando en paralelo.
- ✓ JMeter: Software libre, Necesita muy pocos requerimientos de sistema y tiene una documentación abundante. Sin embargo no tiene un reporte de resultados muy agradables; y a veces se vuelve inestable cuando el número de usuarios virtuales es muy grande. Por lo que es esencial en este caso montarlo en forma distribuida para un mejor rendimiento, estabilidad y confiabilidad de los resultados.
- ✓ Nessus: Herramienta automatizada desarrollada por Tenable Network Security con el objetivo de encontrar vulnerabilidades de seguridad en sistemas informáticos.
- ✓ Lista de chequeo: Ayuda a reconocer todas posibles características que tiene un artefacto determinado.
- ✓ PGBench: Es un sencillo programa para ejecutar pruebas de rendimiento de PostgreSQL. Se

ejecuta la misma secuencia de comandos SQL, posiblemente en varias sesiones simultáneas de bases de datos, y luego calcula la tasa promedio de transacciones (transacciones por segundo).

Existen otras herramientas que son menos aplicable en las diferentes empresas pero fueron creadas para las diferentes pruebas de software. Estas son:

- ✓ QaTraqSoftwareTestingTool
- ✓ WebLoad (RadViewCo.).
- ✓ VisualStudioTeamEditionforTesters
- ✓ IBMRationalSuiteTestStudio
- ✓ QALoad(Compuware)
- ✓ MercuryTestSuite7.0

Luego de haberse realizado este estudio sobre las herramientas mas usadas en el mundo para la realización de este tipo de pruebas, se decidió escoger para el apoyo de la realización de las pruebas definidas por el procedimiento, las siguientes herramientas: Selenium, Jmeter, Nessus, ya que por sus características se ajustan a las que se necesitan para ser utilizadas en las pruebas descritas en el procedimiento.

1.5 Conclusiones

Se demostró la importancia de las BD en la actualidad, así como los SGBD para la gestión de la información. Se realizó un análisis de los estándares usados para llevar a cabo pruebas de software y se definió por el cual se regirá la investigación. Se pudo comprobar la existencia de un procedimiento desarrollado en la universidad que no se ajusta a las características del centro. Se analizaron las principales herramientas usadas en la actualidad para la realización de pruebas de software. Además se definió el concepto de procedimiento, así como la utilidad e importancia de la creación del mismo para la validación de la calidad en las BD.

CAPÍTULO 2: DOCUMENTACIÓN Y ARGUMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Introducción

El procedimiento de pruebas para validar la calidad de las BD desarrolladas por la línea PostgreSQL del centro DATEC no es más que una serie de actividades, tipos de pruebas y herramientas que persiguen lograr la calidad de las BD de los proyectos desarrollados. Este consta de una estructura que satisface 3 fases definidas por un grupo de especialistas de la línea, las cuales son:

Diseño e Implementación, Configuración y Administración y Réplica, rendimiento de manera lineal a las BD implementadas en este gestor, además contiene identificados los roles que intervendrán en el desarrollo del procedimiento.

2.1 Objetivo

Desarrollar un procedimiento que permita garantizar el éxito de las BDR desarrolladas en PostgreSQL en el centro DATEC.

2.1.1 Alcance

El procedimiento se basa en analizar el comportamiento de las BDR desarrolladas en PostgreSQL en cada una de sus fases, validando todas las no conformidades (NC) que encuentre en estas hasta llegar a su liberación, la cual debe ser todo un éxito limitando así los riesgos que esto pudiese ocasionar a los proyectos productivos del centro.

2.2 Realización del procedimiento de pruebas

El procedimiento está dividido en 3 fases:

✓ Fase 1: Pruebas al Diseño e Implementación:

En esta fase se validará el proceso de diseño de la BD una vez finalizado y se garantizará la calidad del mismo para entonces dar paso a la implementación de la BD, en el cual se valida el proceso de implementación de la BD una vez finalizado y la calidad de la misma, así como su trazabilidad con el diseño.

✓ Fase 2: Pruebas a la Configuración y Administración:

En esta fase se prueba la configuración y administración de la BD para validar la calidad de la misma, además de evaluar también la seguridad. Se medirá el comportamiento de la BD en diferentes condiciones de ejecución, de acuerdo con las prestaciones del hardware donde esta se encuentra disponible. Al terminar esta fase la BD debe estar perfectamente diseñada, implementada y configurada lo que daría paso a la última fase de pruebas del procedimiento.

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

- ✓ Fase 3: Pruebas a las Réplica y rendimiento de manera lineal:

En esta fase se definen las pruebas a desarrollar para validar la correcta replicación de la BD, así como un grupo de acciones para medir el rendimiento de la BD tanto de manera general como en cada una de las fases por las que transita el procedimiento.

Como se definió anteriormente el procedimiento se basa en 3 etapas del proceso de desarrollo de la BD: Diseño e Implementación, Configuración y Administración y Réplica, así como rendimiento de manera lineal. Cada una engloba pruebas para validar la calidad de su etapa correspondiente. (Fig.1)

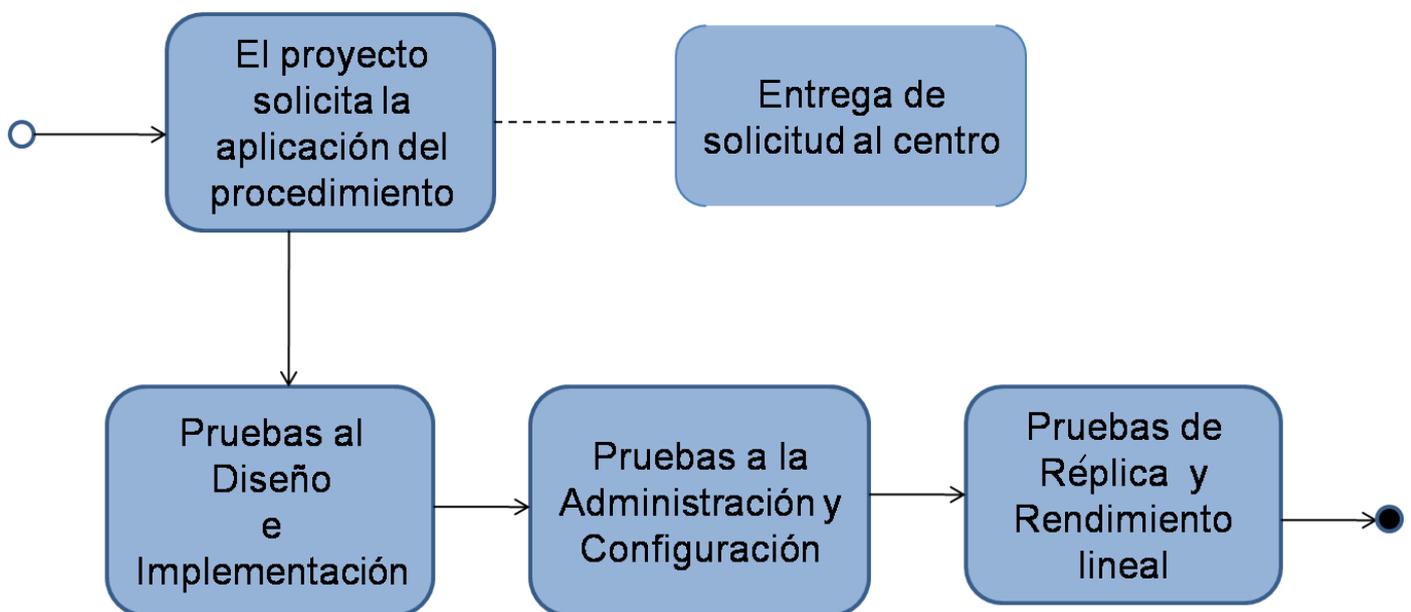


Fig.1 Fases del procedimiento de pruebas a las BD desarrolladas en PostgreSQL en el centro DATEC.

Se podrá solicitar las pruebas de cualquiera de estas fases, en el caso de que la misma tenga ya una fase anterior y esta no se haya liberado, se procederá a liberar desde la primera hasta llegar a la solicitada con el objetivo de lograr la trazabilidad del proceso. Cada revisión de estas fases llevará 3 iteraciones como máximo en caso de que en la tercera iteración aún no se han liberado el ó los artefactos, entonces se abortan las pruebas hasta que los desarrolladores hagan una nueva solicitud con las NC arregladas.

2.2.1 Estructura de las fases del procedimiento

Las 3 fases del procedimiento constan de una estructura para un mejor entendimiento y organización.

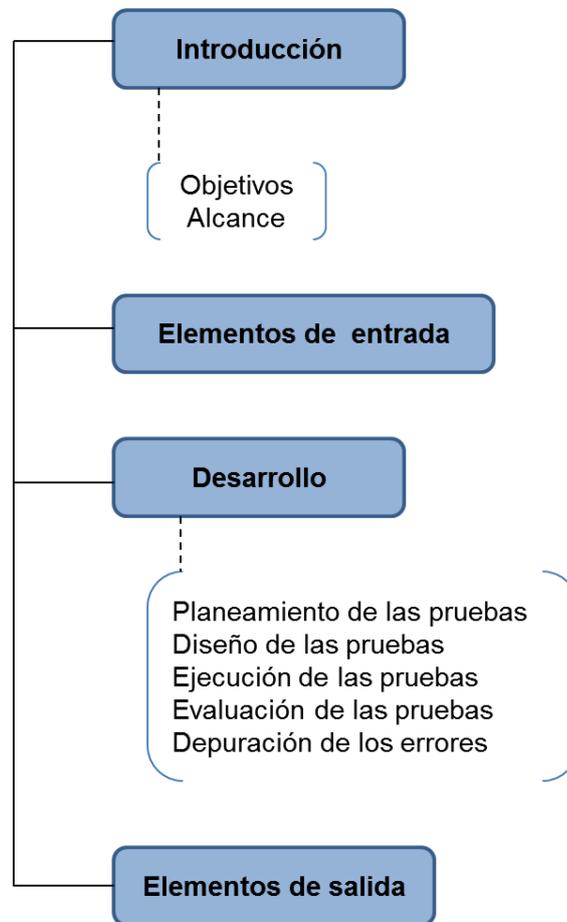


Fig.2 Estructura de cada fase del procedimiento de pruebas.

En la Introducción de la fase se definen los objetivos de la fase en prueba, así como su alcance.

En los Elementos de entrada estarán todos los artefactos y herramientas necesarias para realizar las pruebas de las fases del procedimiento.

En el Desarrollo se van planificar, diseñar, ejecutar, evaluar y depurar todos los artefactos que se encuentran en el proceso de pruebas para obtener su liberación.

En los Elementos de salida se tiene todos los artefactos que se han generado por todas las iteraciones de las pruebas hasta llegar al ó los artefactos librados.

2.3 Fase 1: Pruebas al Diseño e Implementación

En esta fase se definirán las pruebas a desarrollar tanto al diseño como implementación de la base de datos.

2.3.1 Pruebas al diseño de la BD

Las pruebas de diseño se deben hacer lo más tempranamente posible. Un cambio tarde en el diseño involucra casi siempre tener que volver a comenzar. El diseño es uno de los pasos fundamentales en la construcción de una aplicación que maneje BD. Cuando se diseña una base de datos se piensa en especificar las dependencias funcionales, diseñar el esquema de datos en la forma normal más adecuada y un acceso eficiente a la información (fácil y rápida) con redundancia mínima. El objetivo de esta fase es medir aspectos fundamentales que van a garantizar la calidad en el diseño de la BD.

2.3.2 Estructura de las pruebas al diseño

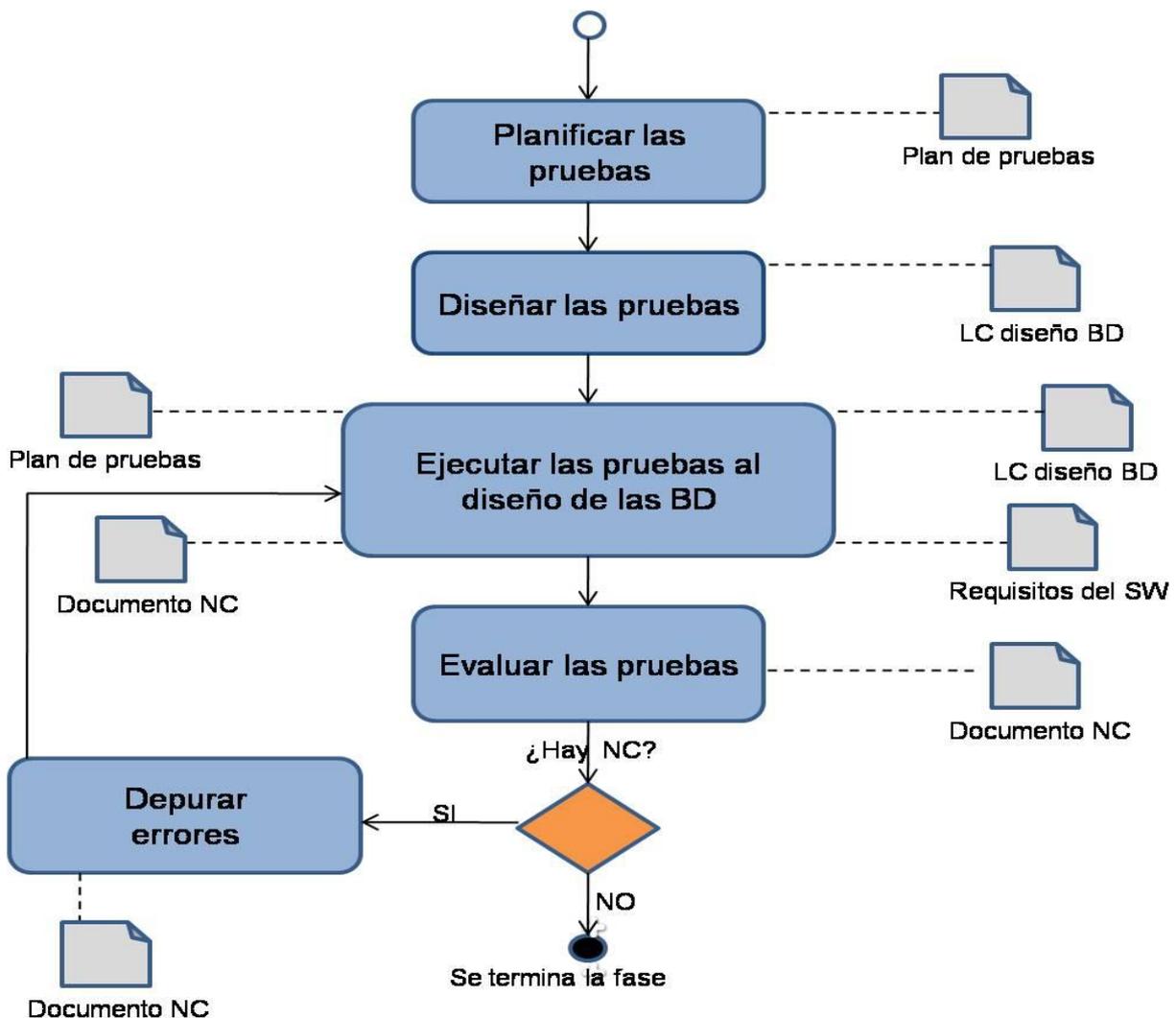


Fig.3 Estructura de las pruebas al diseño

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

La Planificación de las pruebas se asocia con el plan de prueba establecido por la dirección de calidad. En el Diseño de las pruebas se realizan las pruebas funcionales a través de la Lista de Chequeo del Diseño de la BD (ver epígrafe 2.3.3), donde mide las características del diseño de la BD del proyecto. En la Ejecución de las pruebas se comienza el desarrollo de las pruebas anteriormente diseñadas, haciendo uso de la Lista de Chequeo diseñada, y del Documento de Especificación de Requisitos del proyecto. Los probadores ejecutan las pruebas en estricta coordinación con lo establecido en el plan de prueba, en el cronograma de actividades, para evitar cualquier tipo de atraso.

En la Evaluación de las Pruebas se van a examinar todos los incidentes y anomalías de la prueba. Es aquí donde se va a evaluar la realización de las pruebas, las condiciones de ejecución, si se presentó algún imprevisto, si el entorno de prueba presentó problemas, cómo se desempeñaron los probadores, etc.

En la Depuración de los errores el equipo de desarrollo de la BD que fue sometida a las pruebas recibe el informe de errores y defectos, para encaminar sus esfuerzos a erradicarlos. Una vez que haga esto, va a informar al equipo de prueba, el cual va a proceder nuevamente a realizar una nueva iteración.

2.3.3 Lista de Chequeo de Diseño de la BD

Durante el procedimiento se define una herramienta con el objetivo de apoyar los diferentes tipos de pruebas a realizar, estas son las listas de chequeos (LCH) que miden a través de indicadores las diferentes características del artefacto.

Cada fase del procedimiento se verificará a través de las listas de chequeo definidas para cada una. Los aspectos que difieren de las LCH son los elementos definidos por la metodología que se definen en dependencia de las características de los artefactos.

Para la fase de diseño e implementación se define la siguiente Lista de Chequeo de Diseño:

Tabla.1 Lista de Chequeo de Diseño de la BD:

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
	¿Todas las tablas obtenidas describen y son útiles en el negocio planteado?				
Crítico	¿Las tablas tienen descripción				

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

	de lo que son?				
	¿Las restricciones en las tablas están justificadas?				
Crítico	¿Se verifica si están justificadas las restricciones de cada campo?				
Crítico	¿Los atributos tienen la descripción de lo que representan?				
Crítico	¿Está justificado el dominio de todos los atributos utilizados?				
Crítico	¿Está descrito y justificado el grado de normalización del diseño?				
Crítico	¿Tienen definido el estándar de codificación del modelo de datos?				
	¿Cumplen con el estándar de codificación las tablas y atributos?				
	¿Presentan una organización lógica adecuada las tablas?				
Crítico	¿Todas las vistas utilizadas son útiles en modelo?				

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

Crítico	¿Las vistas tienen descripción de lo que son?				
	¿Cumplen con el estándar de codificación para las vistas?				
	¿Presentan una organización lógica adecuada las vistas?				
	¿Los procedimientos almacenados son útiles en el modelo?				
Crítico	¿Los procedimientos almacenados tienen su descripción?				
	¿Cumplen con el estándar de codificación los procedimientos almacenados?				
Crítico	¿Los índices utilizados son útiles en el modelo?				
Crítico	¿Tienen descripción de lo que resuelven?				
	¿Cumplen con el estándar de codificación para los índices?				

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

¿Los otros objetos o rutinas utilizados son útiles para el modelo?				
--	--	--	--	--

2.3.4 Pruebas a la implementación de la BD

La calidad de una BD no está garantizada solo con un buen diseño de la misma, también la implementación correcta, y la trazabilidad de esta con el diseño es vital. De ahí lo esencial que resulta validar la calidad de la implementación de la BD.

Por tal razón dentro de esta fase se van a realizar varios tipos de pruebas una vez culminada la implementación, para comprobar la robustez de la BD, la idoneidad, la usabilidad, el rendimiento y la seguridad, que la base de datos sea legible, etc.

2.3.5 Estructura de las pruebas a la implementación

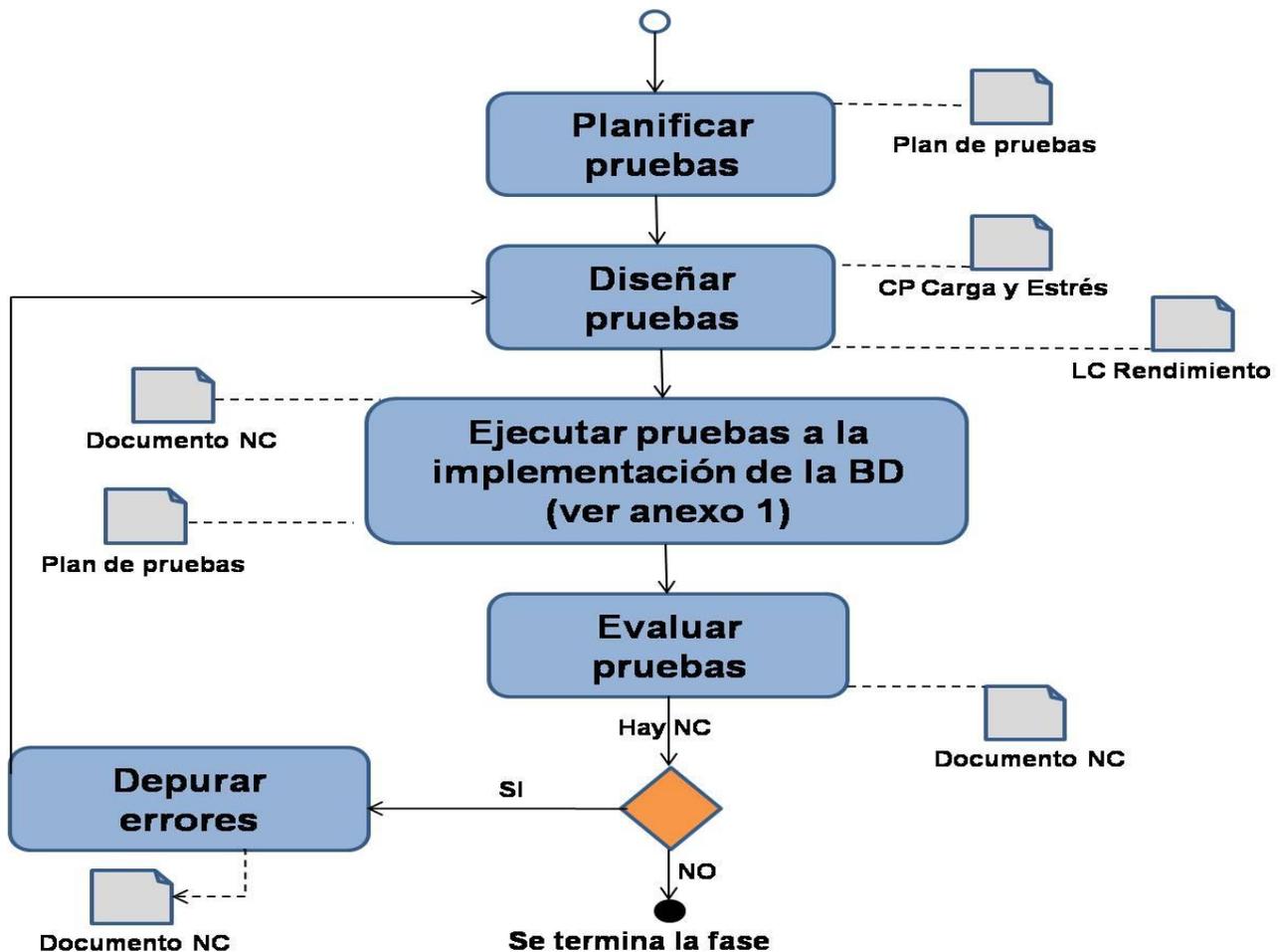


Fig.4 Estructura de las pruebas a la implementación

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

2.3.6 Tipos de pruebas y herramientas en la implementación de la BD

El procedimiento cuenta con un grupo de pruebas para medir el funcionamiento de las BD, el cual viene dado según la correcta implementación de la misma. Estas pruebas se realizan con el apoyo de varias herramientas que ayudan a agilizar este proceso y hacerlo lo más eficaz posible. A continuación se muestra una tabla con las pruebas realizadas en esta fase para medir la calidad de la implementación, así como las herramientas que se usaran para llevar a cabo las mismas.

Tabla.2 Tipos de Pruebas y Herramientas en la Implementación.

Tipos de Prueba	Descripción	Herramientas	Descripción
Función	Prueba centrada en validar el funcionamiento correcto de los objetos de la BD. Con esta prueba se debe comprobar la idoneidad del sistema, la precisión y la conformidad.	Selenium	Selenium IDE es una herramienta que puede ser utilizada en el desarrollo de pruebas funcionales, sobre todo si se trata de probar el funcionamiento de varios formularios varias veces seguidas.
Estrés	Esta prueba va a estar enfocada en evaluar cómo la BD responde bajo condiciones anormales. (Extrema sobrecarga, insuficiente memoria, etc.)	JMeter	Diseñada para hacer pruebas de carga en aplicaciones Web, pero se expandió a otras funciones y también se aplica en pruebas de estrés. Típicamente es usada para medir Rendimiento y Pruebas de carga, es una herramienta Open Source. Soporta JDBC.
Rendimiento	Las pruebas de rendimiento son las pruebas que se realizan,	Lista de Chequeo de rendimiento de la BD.	Con esta herramienta se verifican elementos en la implementación de la de

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

	<p>desde una perspectiva, para determinar lo rápido que realiza una tarea un sistema en condiciones particulares de trabajo.</p> <p>Enfocadas a monitorear el tiempo en flujo de ejecución, acceso a datos, en llamada a funciones y sistema para identificar y direccionar los cuellos de botellas y los procesos ineficientes.</p>		<p>la BD que influyen de una forma u otra en el rendimiento de la misma. Pues incorpora varios indicadores que la correcta comprobación de su aplicación, contribuye a mejorar el rendimiento y eficacia de la BD.</p>
Volumen	<p>Consisten en examinar el funcionamiento del sistema cuando está trabajando con grandes volúmenes de datos, simulando las cargas de trabajo esperadas.</p> <p>Permite verificar las habilidades de los objetos de prueba para manejar grandes cantidades de datos, tanto en entrada como en salida, o residente en la base de datos.</p>	Caso de Prueba basado en CU (Se adapta a la plantilla que está en el Expediente de Proyecto).	Describe todos los posibles caminos que puede tomar en un momento dado una funcionalidad determinada con todos los valores de la funcionalidad.
Carga	Es usada para validar y valorar la aceptabilidad de los límites operacionales de un SGBD bajo carga de trabajo variable, mientras la cantidad del flujo de	JMeter	

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

	<p>datos, en un periodo de tiempo, en el sistema bajo prueba permanece constante. La variación en carga es simular la carga de trabajo promedio y con picos que ocurre dentro de tolerancias operacionales normales.</p>		
Regresión	<p>Intentan descubrir las causas de nuevos errores, carencias de funcionalidad, o divergencias funcionales con respecto al comportamiento esperado del software, inducidos por cambios recientemente realizados en partes de la aplicación que anteriormente al citado cambio no eran propensas a este tipo de error.</p>	Documento de NC	<p>En este documento se van a registrar todas las no conformidades o errores encontrados durante la prueba, se le entregan al equipo de desarrollo para que posteriormente descubra su causa y las resuelva. Se van a registrar con una descripción, el elemento al que pertenecen, su ubicación, la etapa de detección, su grado significativo, etc.</p>
Integridad	<p>Se realizan para asegurar que los datos no son corruptos, dentro de las estructuras de datos internas. Verifican que los datos que se almacenan en un sistema no se vean comprometidos por la</p>	Expediente de Proyecto	<p>Recoge todos los datos relacionados con la BD y su ubicación en la misma.</p>

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

	actualización, la restauración y la recuperación de datos.		
--	--	--	--

2.4 Fase 2: Pruebas a la Administración y Configuración de la BD

Si bien la fase tratada anteriormente es muy importante (debido a que con ella se garantiza la calidad del diseño y la implementación de las BD), la BD depende de ésta 2da fase para funcionar óptimamente y ofrecer un buen servicio de gestión de la información que almacenen.

El objetivo de esta fase es garantizar que las funciones del destino de la prueba y funcionalidades de la BD son las adecuadas en diferentes configuraciones de hardware y software. También en esta fase se van a aplicar las pruebas de seguridad.

Entre los factores a comprobar en esta fase se definen:

- ✓ El establecimiento de los permisos de lectura y/o escritura a los usuarios de la BD
- ✓ La regularidad de las copias de seguridad y réplicas de la información de la BD
- ✓ La documentación de los procedimientos de seguridad
- ✓ La limpieza de la BD regularmente
- ✓ Configuración del puerto de la BD
- ✓ La cantidad máxima de conexiones
- ✓ La memoria que se asigna a los buffers compartidos y a los temporales
- ✓ El paginado
- ✓ La memoria de trabajo
- ✓ El tiempo de espera de autenticación
- ✓ Configuración de la autenticación del cliente.

2.4.1 Estructura de las pruebas a la Administración y Configuración

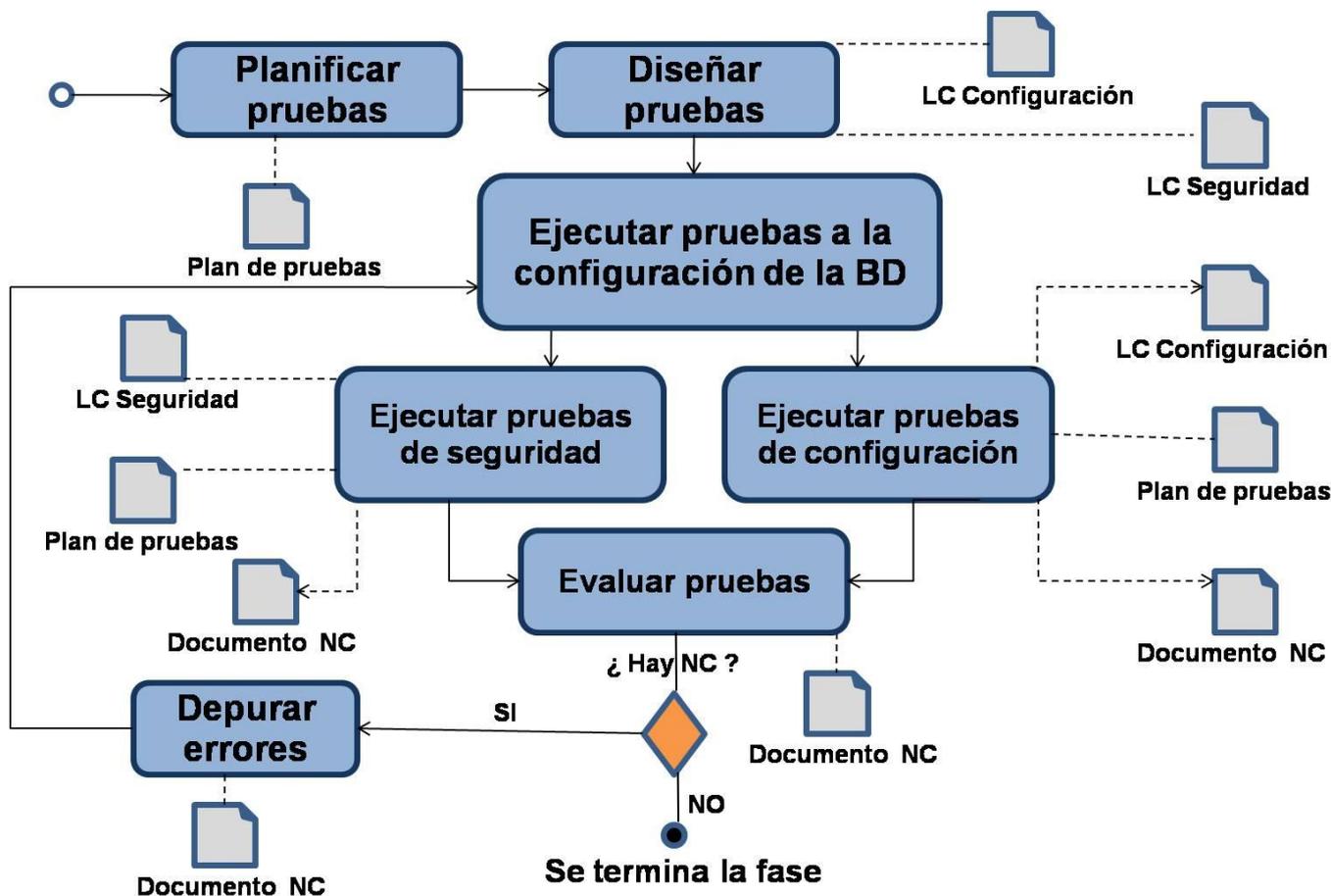


Fig.5 Estructura de las pruebas a la administración y configuración

La Planificación de las pruebas se realiza en conjunto con el plan de pruebas establecido por la dirección de calidad del centro DATEC.

En el Diseño de las pruebas se definen las Pruebas de Configuración donde se apoya de la herramienta Lista de Chequeo de Configuración (ver epígrafe 2.4.2), además de define la Lista de Chequeo de Seguridad (ver epígrafe 2.4.2) para realizar las pruebas de seguridad, y la herramienta Nessus que servirá de apoyo para desarrollar las pruebas.

En la Ejecución de las pruebas se ejecutan los tipos de pruebas definidos anteriormente, haciendo uso de las Listas de Chequeo de Configuración y de Seguridad. Los probadores ejecutan las pruebas en estricta coordinación con lo establecido en el plan de pruebas, según el cronograma de actividades, para evitar cualquier tipo de atraso. Se ejecuta la prueba y en el mismo orden se van verificando los resultados, se investigan los resultados no esperados. Y finalmente se registran las no conformidades.

La Evaluación de las Pruebas se realiza como mismo se describe en el epígrafe 2.3.2.

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

La Depuración de errores se realiza como mismo se describe en el epígrafe 2.3.2.

En la siguiente tabla se describen las pruebas que se van a realizar en esta fase y las herramientas que van a ser utilizadas en su realización:

Tabla.3 Tipos de Prueba y Herramienta en la fase de Configuración.

Tipos de Prueba	Descripción	Herramienta	Descripción
Configuración	Esta prueba se centra en garantizar que las funciones del destino de la prueba son las adecuadas en diferentes configuraciones de hardware y software. Esta prueba también se puede implementar como una prueba de rendimiento de la BD.	Lista de chequeo configuración de BD.	Con esta herramienta se pretende verificar la calidad de la configuración de la BD. Pues incorpora varios indicadores que la correcta comprobación de su aplicación, contribuye a mejorar la eficiencia y fiabilidad de la BD
Seguridad	Prueba centrada en asegurar que los datos o sistemas que son objetos de prueba, son accedidos sólo por los actores que tienen permiso para hacerlo. Esta prueba es implementada y ejecutada contra varios objetos de	Lista de chequeo de seguridad de una BD	Con esta herramienta se pretende verificar la calidad de la seguridad de la BD. Pues contiene varios indicadores que la correcta comprobación de su aplicación, contribuye a mejorar la seguridad de la BD

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

	<p>prueba. En éste ámbito, se van a hacer pruebas de recuperación ante fallas o pérdidas de datos. (Ej. Probar que sucede si se elimina una tabla, como se puede recuperar. Cómo recuperarse si se elimina algún fichero del servidor)</p> <p>Hay indicadores con este propósitos en la Lista de chequeo de seguridad.</p>	Nessus	<p>Herramienta automatizada desarrollada por Tenable Network Security con el objetivo de encontrar vulnerabilidades de seguridad en sistemas informáticos. Ofrece más de 130 <i>plug-ins</i> para identificar vulnerabilidades de seguridad en las BD y proponer soluciones.</p>
--	--	--------	--

2.4.2 Listas de chequeo de configuración y seguridad

A continuación se muestran las listas de chequeo tanto de configuración como de seguridad con los indicadores a medir en cada una de ellas:

Tabla.4 Estructura de la lista de chequeo de configuración.

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
Crítico	¿Está establecida la realización de copias de seguridad?				
Crítico	¿Está definido el procedimiento de recuperación a partir de las copias de seguridad?				
Crítico	¿Se hace limpieza de la BD regularmente?				

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
	¿Está configurado el puerto de la BD?				
Crítico	¿Está definida la cantidad máxima de conexiones de acuerdo a los requisitos del sistema?				
	¿La memoria que se le asigna a los buffers compartidos y temporales corresponde con la cantidad máxima de conexiones establecida y con el flujo de datos que se espera?				
	¿El Sistema Operativo realiza paginado intensivo?				
	¿Está configurado el tiempo de espera de la autenticación según requisitos no funcionales?				
Crítico	¿Se configuró un método de autenticación segura del cliente?				
	¿La codificación de la BD es acorde al lenguaje de los textos a almacenar?				
Crítico	¿Está configurado un registro de auditoría para la trazabilidad de las				

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
	acciones de los usuarios en la BD?				
Crítico	¿Se comprueba y exige la complejidad de las contraseñas?				

Al concluir esta etapa de la fase con la ejecución de las pruebas de configuración, queda como interrogante para evaluar en qué medida se cumplen los objetivos del cuestionario:

¿Están establecidos correctamente los permisos de lectura y/o escritura de los usuarios de la BD?

Tabla.5 Estructura de la lista de chequeo de seguridad.

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
	¿Está instalada la última actualización de la versión del SGBD?				
Crítico	¿El acceso a la BD exige permisos de identificación y autenticación del usuario?				
Crítico	¿Están correctamente definidos los privilegios de usuario?				
Crítico	¿El SGBD alerta si hay demasiados intentos de autenticación con clave errónea?				

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
Crítico	¿Se permite el acceso al sistema con contraseña en blanco?				
Crítico	¿Están correctamente establecidos los permisos de lectura y escritura para los administradores y usuarios?				
Crítico	¿Permite la realización regular de copias de seguridad?				
Crítico	¿Permite recuperación de los datos en caso de fallas?				
	¿El proyecto tiene definida alguna política o procedimiento de seguridad de los datos?				
Crítico	¿Se hace uso del cifrado de datos?				
	¿La BD usa SQL dinámico?				
Crítico	¿Usuarios no autorizados pueden acceder a información restringida?				
	¿Existe alguna cuenta anónima (usuarios sin nombre)?				

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
Crítico	¿El servidor de BD tiene configurado algún firewall?				

2.5 Fase 3: Pruebas a las Réplicas y Rendimiento de manera lineal

En esta fase se definen las pruebas a desarrollar para validar la correcta replicación de la BD, así como un grupo de acciones para medir el rendimiento de la BD tanto de manera general como en cada una de las fases por las que transita el procedimiento.

2.5.1 Estructura de las pruebas a las Réplicas y Rendimiento de manera lineal

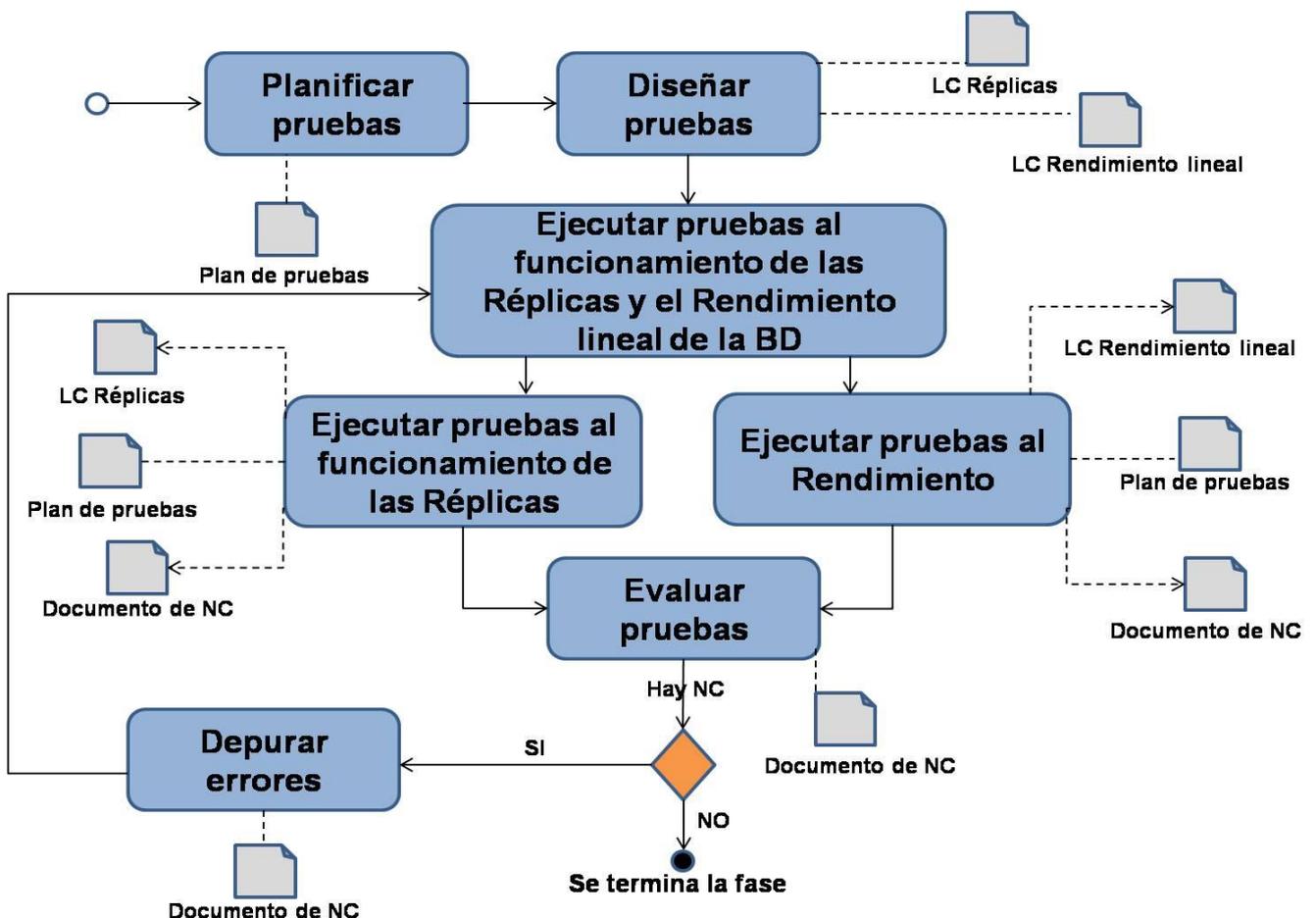


Fig.6 Estructura de las pruebas a las réplicas y rendimiento de manera lineal

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

La Planificación de las pruebas se realiza en conjunto con el plan de pruebas establecido por la dirección de calidad del centro DATEC.

En el Diseño de las pruebas se definen las Pruebas de Réplicas y Rendimiento de manera lineal, donde se apoya de la herramienta Lista de Chequeo de Réplicas (ver epígrafe 2.5.3), además de define la Lista de Chequeo de Rendimiento de manera lineal (ver epígrafe 2.5.3) .

En la Ejecución de las pruebas se ejecutan los tipos de pruebas definidos anteriormente, haciendo uso de las Listas de Chequeo de Réplicas y de Rendimiento. Los probadores ejecutan las pruebas en estricta coordinación con lo establecido en el plan de pruebas, según el cronograma de actividades, para evitar cualquier tipo de atraso. Se ejecuta la prueba y en el mismo orden se van verificando los resultados, se investigan los resultados no esperados. Finalmente se registran las no conformidades.

La Evaluación de las Pruebas se realiza como mismo se describe en el epígrafe 2.3.2.

La Depuración de errores se realiza como mismo se describe en el epígrafe 2.3.2.

2.5.2 Pruebas a las réplicas de la BD

Un buen número de aplicaciones informáticas están accesibles a través de la red, siguiendo un modelo cliente-servidor. En algunos casos, tiene gran importancia que tales servicios se presten de manera continua. Para esto, se deben utilizar técnicas de replicación.

La replicación de la información en una BD apunta a aumentar la disponibilidad de la información. Esta disponibilidad puede observarse desde dos perspectivas:

- ✓ Aumentar el paralelismo en las consultas, dado que la misma información residirá en más de una localidad de la red.
- ✓ Mejorar la disponibilidad de los datos ante eventuales caídas de nodos de la red.

La replicación de datos es mucho más que la simple copia de datos entre varias localidades. Ha sido utilizada, tradicionalmente, como el mecanismo básico para incrementar la disponibilidad y el rendimiento de una BD.

La replicación debería estar acompañada del análisis, diseño, implementación, administración y monitoreo de un servicio que garantice la consistencia de los datos a lo largo de múltiples administradores de recursos en ambientes distribuidos. Por este motivo, un servicio de replicación de datos debería proveer las siguientes funcionalidades (9):

- ✓ Ser escalable. Con respecto a la replicación, la escalabilidad significa la habilidad de replicar volúmenes de datos pequeños o grandes a lo largo de recursos heterogéneos (hardware, redes, sistemas operativos).
- ✓ Soportar replicación en modo sincrónico (tiempo real) o asincrónico.

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

- ✓ Proveerse un mecanismo que describa los datos y objetos que se van a replicar (diccionario de datos).
- ✓ Proveerse un mecanismo para inicializar un nodo, esto es para indicar la recepción de datos replicados.
- ✓ Soportar administración end-to-end (Asegurar la disponibilidad de los datos en cualquier lugar donde se creen, transmitan o almacenen.) de seguridad y calidad de servicios. Por ejemplo, el servicio debe garantizar que no puede ocurrir corrupción en los datos durante la proceso de replicación. En otras palabras, los datos pueden cambiar de formato pero no de contenido.
- ✓ Proveerse un mecanismo de bitácora que administre cualquier esfuerzo de replicación fallado.
- ✓ Proveer un mecanismo de recuperación automático.

2.5.3 Listas de chequeo de réplicas y rendimiento

A continuación se muestran las listas de chequeo para validación tanto de réplicas como de rendimiento con los indicadores a medir en cada una de ellas:

Tabla.6 Estructura de la lista de chequeo de Réplicas.

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
Crítico	¿Está establecida la conexión entre las PC donde se va a llevar a cabo la replicación, en caso de que esta sea de forma online?				
	¿En caso de que la replicación sea de forma offline están definidas las medidas y los medios para llevar a cabo la misma?				
Crítico	¿Se cumple con las especificaciones de requisitos que pide la replicación, tanto de				

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
	hardware como disponibilidad y velocidad de la Red?				
Crítico	¿Se cuenta con un correcto diseño de la base datos para evadir los errores en la replicación?				
Crítico	¿Verificar la configuración tanto del distribuidor como la del suscriptor?				
	¿Comprobar que los datos del suscriptor coinciden con los datos del publicador?				
Crítico	¿Se encuentran sincronizadas ambas bases de datos, tanto antes como después de llevar a cabo las réplicas?				
Crítico	¿Se guarda copia de seguridad de los datos en el distribuidor hasta asegurar que estos llegaron al nodo destino?				
Crítico	¿Las tecnologías de replicación utilizan protocolos de red estándar, que sean factibles para garantizar el paso de los datos?				
Crítico	¿Está protegido el mecanismo de réplica de				

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
	datos contra fallos de conexión?				
	¿Se tomaron todas las medidas para evitar fallos de energía en el momento de la réplica de datos?				
Crítico	¿Está protegida la comunicación entre los nodos para proteger la integridad de los datos contra un atacante externo?				

El rendimiento de la BD es un factor clave para disponer de una total optimización de los recursos y el funcionamiento de la misma. A continuación se muestra la lista de chequeo con los principales indicadores a medir en este sector:

Tabla.7 Estructura de la lista de chequeo de Rendimiento.

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
Crítico	¿Las sentencias SQL usan cursores eficientemente?				
Crítico	¿El tiempo de procesamiento de las transacciones es prolongado.?				
	¿Todas las instrucciones SQL son óptimas y se				

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
	entiende su uso de recursos?				
Crítico	¿El SGBD y la BD o los programas que se conectan a la BD son eficientes en su gestión de conexión? Por ejemplo: Mantienen un grupo de conexiones abiertas y no inician y cierran conexión repetidamente.				
	¿Las transacciones SQL retornan solamente los datos necesarios?				
Crítico	¿Las condiciones de las consultas están parametrizadas?				
	¿Se hace uso de tablas temporales cuando no es necesario?				
Crítico	¿Se usan vistas innecesariamente?				
Crítico	¿Se valida la estimación del crecimiento de la BD?				

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	(NP)	Cantidad de elementos afectados	Observaciones
	¿Se utilizan los procedimientos almacenados siempre que sea posible?				
Crítico	¿Se evita retornar valores no útiles para la aplicación desde los procedimientos almacenados?				
	¿Son todos los procedimientos y/o funciones referenciados de forma correcta?				

2.6 Roles involucrados en el procedimiento

El Proceso Unificado de Rational (RUP) define como un Rol el comportamiento y responsabilidad de un individuo, o de un grupo de individuos trabajando juntos como un equipo. Una persona puede desempeñar diversos roles, así como un mismo rol puede ser representado por varias personas. Las responsabilidades de un rol son llevar a cabo un conjunto de actividades y artefactos. (10)

Para proponer los roles nos guiamos por los definidos por la metodología de desarrollo RUP, aunque los roles propuestos son adaptables a cualquier metodología de desarrollo de software, puesto que aunque no esté el rol específicamente si se debe tener en cuenta sus competencias genéricas.

Para el procedimiento de pruebas a las BD del centro DATEC se proponen los siguientes roles:

Tabla.8 Roles Involucrados en el procedimiento.

Roles	Descripción
Probador	Este rol realiza pruebas y registra los resultados

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

	de las pruebas.
Especialista de pruebas	Este rol dirige el esfuerzo de prueba global. Esto incluye el apoyo de calidad y prueba, la planificación y gestión de recursos y la resolución de cuestiones que impiden el esfuerzo de prueba.
Analista de Prueba	Define y revisa los casos de pruebas.
Diseñador de Pruebas.	Este rol diseña los casos de pruebas. Al ser necesario un dominio total del sistema se recomienda que este rol lo aporte el equipo de desarrollo, específicamente el analista para que diseñe los casos de pruebas basados en caso de uso, que son los que describen las funcionalidades del sistema o el diseñador de BD que tiene un dominio pleno de dichas funcionalidades y para los casos de prueba de estrés o de carga se recomienda que sea el arquitecto o el administrador de BD que son los que dominan las propiedades del sistema.
Administrador de Base de Datos	Este rol mantiene la infraestructura de desarrollo, de hardware y de software. Esto incluye instalación, configuración, copia de seguridad. También pueden Diseñar las pruebas de carga y estrés.
Diseñador de Base de datos.	Este rol dirige el diseño de la estructura de almacenamiento de datos persistentes que se utilizará en el sistema.
Desarrollador de Base de Datos	Este rol se dedica a implementar la estructura de datos persistentes diseñada que se va a utilizar en el sistema.

2.7 Conclusiones

En este capítulo fueron identificados los tipos de pruebas y herramientas necesarios para el procedimiento de pruebas a aplicar a las BD del centro DATEC. Fue presentada la propuesta del

Capítulo 2: Documentación y argumentación de la solución propuesta

procedimiento, la descripción de su estructura general, así como la de cada una de las fases por las que transita el procedimiento propuesto, se definieron los pasos para la realización del mismo. Se diseñaron las listas de chequeo a utilizar en cada fase definida, además se especificaron los roles involucrados y se plasmaron las herramientas definidas durante el procedimiento.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Introducción

En este capítulo se realizará la evaluación técnica de la propuesta descrita en el capítulo anterior. Para ello se utiliza el método multicriterio, el cual se basa en la evaluación cuantitativa de indicadores previamente definidos, por parte de expertos en el tema, que permite determinar si se acepta o no la propuesta analizada. Finalmente se aplicará el procedimiento a una BD de un proyecto del centro.

3.1 Objetivo

Lograr la aceptación y validación del procedimiento para garantizar el éxito de las BD desarrolladas en PostgreSQL en el centro DATEC.

3.2 Aplicación del método Delphi

El método consta de cuatro fases fundamentales, las cuales se exponen a continuación:

- ✓ Elección de expertos.
- ✓ Elaboración del cuestionario para validación de la propuesta.
- ✓ Establecimiento de la concordancia de los expertos mediante el uso del coeficiente de Kendall.
- ✓ Desarrollo práctico y explotación de resultados.

3.3 Elección de los expertos

Se define como experto una persona reconocida como una fuente confiable de un tema, técnica o habilidad, cuya capacidad para juzgar o decidir en forma correcta, justa o inteligente en una materia específica es alta. En forma más general, un experto es una persona con un conocimiento amplio o aptitud en un área particular del conocimiento

Los expertos fueron seleccionados teniendo en cuenta el cumplimiento de los siguientes criterios:

- ✓ Graduado de nivel superior.
- ✓ Cinco años de experiencia como mínimo.
- ✓ Vinculación al desarrollo de productos informáticos.
- ✓ Conocimientos y habilidades en actividades relacionadas con la calidad de software, así como en el desarrollo y administración de BD

Para aplicar este método no existe una norma generalizada para determinar el número de expertos que podrán intervenir en proceso de validación, se recomienda que dicho método tenga entre siete y treinta expertos debido a que con siete el error se disminuye exponencialmente y con más de treinta

Capítulo 3: Validación de la propuesta

aunque siga disminuyendo es de forma poco significativa y no compensa el incremento de costo y esfuerzo.

Se seleccionaron siete expertos de la UCI de diferentes áreas para que formaran parte del panel de expertos, de los cuales, todos estuvieron de acuerdo en participar en la validación del procedimiento. A estos se les aplicó una encuesta (ver anexo 2) con el objetivo de determinar sus coeficientes de competencia y recopilar información detallada sobre la labor que desempeñan, los años de experiencia en el tema, la calificación profesional y la categoría docente.

Al obtener los resultados de la encuesta aplicada al panel de experto se procede con el cálculo del coeficiente de competencia. Este coeficiente se determina mediante la fórmula: $K = \frac{1}{2} (k_c + k_a)$, donde k_c es el coeficiente de conocimientos y k_a es el coeficiente de argumentación.

El coeficiente de conocimiento (k_c) se obtiene de la primera tabla de la encuesta, la cual recoge una autoevaluación del posible experto.

El posible experto marcará en la casilla enumerada según su criterio acerca de la capacidad que tiene sobre el tema que se ha sometido a su consideración, en una escala del uno al diez, considerando uno como no tener ningún conocimiento y diez el de pleno conocimiento de la problemática tratada. Después para ajustarla a la teoría de las probabilidades se multiplicará por 0,1 el valor de la casilla seleccionada.

El coeficiente de argumentación (k_a) se calcula de la siguiente forma: se utiliza la tabla correspondiente a la segunda pregunta del cuestionario.

El experto debe marcar, según su criterio, su grado de competencia sobre los aspectos sometidos a su consideración. Esta selección se traduce a puntos, según la siguiente escala (ver tabla):

Tabla.10 Grados de Influencia en la determinación del coeficiente de argumentación

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Su experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Su intuición	0.05	0.05	0.05

Capítulo 3: Validación de la propuesta

El coeficiente de argumentación (k_a) será igual a la suma de los valores donde el posible experto haya marcado.

Al tener calculado k_c y k_a ya se cuenta con los datos suficientes para obtener el coeficiente de competencia K .

Intervalos para determinar el nivel del coeficiente de competencia (K):

Si $0,8 < k < 1,0$ el coeficiente de competencia es alto.

Si $0,5 < k < 0,8$ el coeficiente de competencia es medio.

Si $k < 0,5$ el coeficiente de competencia es bajo.

Los expertos seleccionados para formar parte del panel de validación de la propuesta tienen que ser aquellos cuyos resultados arrojaron un coeficiente de competencia alto o medio.

De los siete expertos a los que se les aplicó la encuesta de autoevaluación, todos arrojaron un coeficiente de competencia alto o medio por lo que fueron seleccionados para continuar con la ejecución del método, los resultados se muestran a continuación:

Tabla.11 Tabla de coeficiente de competencias de los expertos

No	Experto	Competencia
1	E1	Alto
2	E2	Alto
3	E3	Alto
4	E4	Alto
5	E5	Alto
6	E6	Medio
7	E7	Alto

Finalmente el panel de expertos quedó conformado con los siguientes integrantes. (Ver anexo 3)

3.4 Elaboración del cuestionario para la validación de la propuesta

Cuando se culmina con la selección del panel de expertos, se prosigue con la elaboración de la encuesta para la validación del procedimiento. Para ello se conforma un cuestionario el cual no debe tener demasiadas preguntas, pero el mismo debe abordar aspectos medulares sobre la investigación realizada.

El cuestionario fue creado de forma tal que las respuestas fueran categorizadas en Muy adecuado (C1), Bastante adecuado (C2), Adecuado (C3), Poco adecuado (C4) y No adecuado (C5) (ver anexo 4).

3.5 Establecimiento de la concordancia de los expertos mediante el uso del coeficiente de Kendall

Para que la propuesta tenga una mayor validez es necesario que exista un adecuado acuerdo entre los integrantes del panel de expertos, esto se comprueba mediante el cálculo del coeficiente de concordancia de Kendall el cual ayuda a precisar el grado de coincidencia de las valoraciones arrojadas por los expertos.

Para determinar este coeficiente se construye una tabla de aspectos a evaluar contra expertos, estos datos fueron obtenidos al aplicar la encuesta para la validación del procedimiento. Luego de haber confeccionado dicha tabla, se siguen los siguientes pasos:

Paso 1: Determinar la suma de los valores numéricos asignados a cada aspecto a evaluar, según el criterio dado por cada experto (R_j).

Tabla.12 Suma de los valores numéricos asignados por los expertos

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Rj
A1	5	4	5	5	5	5	5	34
A2.1	5	3	5	5	5	4	5	32
A2.2	5	4	5	4	5	3	5	31
A2.3	4	3	5	4	4	3	5	28
A3.1	5	3	4	4	4	3	5	28
A3.2	5	3	5	3	4	4	5	29
A3.3	5	3	4	3	4	4	5	28
A4	5	3	5	3	4	5	4	30
A5	5	3	5	4	4	5	4	30
A6	5	4	5	3	4	4	4	30
A7	4	3	4	5	4	4	4	28
A8	5	4	4	3	5	4	4	29

Paso 2: Determinar el valor medio de las R_j , dado por la sumatoria de los R_j entre N , siendo N el total de aspectos a evaluar (los aspectos serán las preguntas del cuestionario, en este caso $N = 12$).

$$\overline{R_j} = \frac{\sum_{j=1}^n R_j}{N}$$

Sustituyendo los valores en la fórmula se obtiene el siguiente resultado:

$$\overline{R_j} = \frac{4(28) + 3(30) + 2(29) + 31 + 32 + 34}{12}$$

$$\overline{R_j} = 29.75$$

Paso 3: Determinación de la desviación media S, dada por la diferencia entre cada R_j y el valor de la media al cuadrado. Para calcular el valor de S se emplea la siguiente fórmula:

$$S = \sum_{j=1}^n (R_j - \overline{R_j})^2$$

Al sustituir los valores en la fórmula se obtiene como resultado que S = 38.25

Paso 4: Determinación del cuadrado del número total de expertos, K. En este caso K = 7, por lo que K² = 49.

Paso 5: Determinación del cubo del número total de aspectos a evaluar, N. En este caso N = 12, por lo que N³ = 1728.

Paso 6: Determinación de la diferencia N³ y N y su multiplicación por K². Obteniéndose como resultado: 84084.

Una vez obtenidos todos los valores necesarios para el cálculo de W se sustituyen dichos valores en la siguiente fórmula:

$$W = \frac{12 * S}{K^2(N^3 - N)}$$

Sustituyendo los valores en la fórmula se obtiene el siguiente resultado:

$$W = \frac{12 * 38.25}{84084} = 0.0055$$

El coeficiente W siempre tiene que ser positivo y oscilar en el intervalo entre 0 y 1. Con este valor, se puede calcular Chi cuadrado real, con el propósito de verificar si existe o no concordancia entre los expertos. Chi cuadrado real se calcula de la siguiente forma:

$$X^2 = K(N - 1)W$$

Sustituyendo los valores en la fórmula se obtiene el siguiente resultado:

$$x^2 = 7 (12-1) 0.0055 = 0.4235$$

Capítulo 3: Validación de la propuesta

El resultado de X^2 obtenido se compara con el de las tablas estadísticas de Chi cuadrado (ver anexo 5), y si: $X^2 \text{ real} < X^2 (\alpha, N - 1)$ existe una concordancia entre el panel de expertos.

Para $\alpha = 0.01$ y $(N - 1) = 11$, quedaría que $0.4235 < 24.7250$, por lo que se llega a la conclusión de que existe concordancia entre los expertos.

3.6 Desarrollo práctico y explotación de los resultados

Los expertos que integraron el panel recibieron un resumen de la propuesta de solución para responder la encuesta de validación del procedimiento. Esta encuesta fue enviada vía correo electrónico y en algunos casos fue entregada en formato duro. Se realizó una sola ronda de preguntas y al recibir los resultados se prosiguió a analizarlos.

Para la recopilación y visualización de los resultados aportados por el panel de expertos se confeccionaron tablas. Para la confección de las mismas se utilizó el Microsoft Excel 2007.

Los resultados se almacenaron en la siguiente tabla:

Tabla.13 Tabla de frecuencias acumuladas

Tabla de Frecuencias Acumuladas							
No	Elementos	C1	C2	C3	C4	C5	Total
1	A1	6	0	1	0	0	7
2	A2.1	5	1	1	0	0	7
3	A2.2	4	2	1	0	0	7
4	A2.3	2	3	2	0	0	7
5	A3.1	2	3	2	0	0	7
6	A3.2	3	2	2	0	0	7
7	A3.3	2	3	2	0	0	7
8	A4	3	2	2	0	0	7
9	A5	3	3	1	0	0	7
10	A6	2	4	1	0	0	7
11	A7	0	4	3	0	0	7
12	A8	1	5	1	0	0	7

Los resultados de la tabla anterior quedan representados gráficamente en la siguiente figura:

Frecuencias Acumuladas

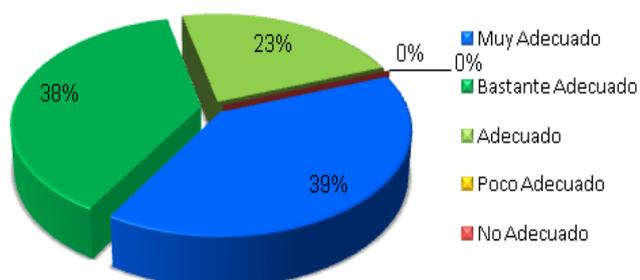


Fig.7 Gráfico de frecuencias acumuladas

Luego de tener todos los datos almacenados en la tabla de Frecuencias Acumuladas, se siguen una serie de pasos para obtener los demás resultados:

Paso 1: Se construye una tabla de Frecuencias Absolutas Acumuladas donde cada número en la fila (excepto el primero) se obtiene sumándole el anterior.

Tabla.14 Tabla de frecuencias absolutas acumuladas

Tabla de Frecuencias Absolutas Acumuladas						
No	Elementos	C1	C2	C3	C4	C5
1	A1	6	6	7	7	7
2	A2.1	5	6	7	7	7
3	A2.2	4	6	7	7	7
4	A2.3	2	5	7	7	7
5	A3.1	2	5	7	7	7
6	A3.2	3	5	7	7	7
7	A3.3	2	5	7	7	7
8	A4	3	5	7	7	7
9	A5	3	6	7	7	7
10	A6	2	6	7	7	7
11	A7	0	4	7	7	7
12	A8	1	6	7	7	7

Como se puede observar, en la tabla anterior desaparece la última columna.

Capítulo 3: Validación de la propuesta

Paso 2: Se copia la tabla anterior y se borran los resultados numéricos. En esta nueva tabla, se construye la tabla de Frecuencias Relativas Acumulativas. Esta nueva tabla se obtiene dividiendo por 7 (cantidad de expertos) cada uno de los números de la tabla anterior. En esta tabla queda eliminada una columna pues hay 5 categorías y sólo se necesitan cuatro puntos de corte (con cuatro puntos se obtienen 5 intervalos).

Tabla.15 Tabla de frecuencias relativas acumuladas

Tabla de Frecuencias Relativas Acumulativas						
No	Elementos	C1	C2	C3	C4	C5
1	A1	0.85714286	0.85714286	0.9999	0.9999	0.9999
2	A2.1	0.71428571	0.85714286	0.9999	0.9999	0.9999
3	A2.2	0.57142857	0.85714286	0.9999	0.9999	0.9999
4	A2.3	0.28571429	0.71428571	0.9999	0.9999	0.9999
5	A3.1	0.28571429	0.71428571	0.9999	0.9999	0.9999
6	A3.2	0.42857143	0.71428571	0.9999	0.9999	0.9999
7	A3.3	0.28571429	0.71428571	0.9999	0.9999	0.9999
8	A4	0.42857143	0.71428571	0.9999	0.9999	0.9999
9	A5	0.42857143	0.85714286	0.9999	0.9999	0.9999
10	A6	0.28571429	0.85714286	0.9999	0.9999	0.9999
11	A7	0.14285714	0.57142857	0.9999	0.9999	0.9999
12	A8	0.14285714	0.85714286	0.9999	0.9999	0.9999

Paso 3: Se buscan las imágenes de los elementos de la tabla anterior por medio de la función (DISTR.NORM.ESTAND.INV). Para esto se crea una nueva tabla a la cual se le adicionan tres columnas y una fila para colocar los resultados que se mencionan a continuación:

- ✓ Suma de las columnas.
- ✓ Suma de filas.
- ✓ Promedio de las columnas.

Los promedios de las filas se obtienen de forma similar, en este caso también se divide por cuatro porque quedan cuatro categorías ya que la última se eliminó.

Para hallar N, se divide la suma de las sumas entre el resultado de multiplicar el número de indicadores por el número de preguntas.

El valor N-P da el valor promedio que otorgan los expertos para cada indicador propuesto.

A continuación se muestra la tabla que resume lo expuesto en los puntos anteriores:

Capítulo 3: Validación de la propuesta

Tabla.16 Tabla de puntos de corte

No	Elementos	Puntos de Corte					N =	1.60	Grado de Adecuación
		C1	C2	C3	C4	Suma	P	N-P	
1	A1	1.07	1.07	3.72	3.72	9.58	2.40	-0.8	Muy Adecuado
2	A2.1	0.57	1.07	3.72	3.72	9.08	2.27	-0.67	Muy Adecuado
3	A2.2	0.18	1.07	3.72	3.72	8.69	2.17	-0.57	Muy Adecuado
4	A2.3	-0.57	0.57	3.72	3.72	7.44	1.86	0.26	Muy Adecuado
5	A3.1	-0.57	0.57	3.72	3.72	7.44	1.86	-0.26	Muy Adecuado
6	A3.2	-0.18	0.57	3.72	3.72	7.83	1.96	0.36	Muy Adecuado
7	A3.3	-0.57	0.57	3.72	3.72	7.44	1.86	-0.26	Muy Adecuado
8	A4	-0.18	0.57	3.72	3.72	7.83	1.96	-0.36	Muy Adecuado
9	A5	-0.18	1.07	3.72	3.72	8.33	2.08	-0.48	Muy Adecuado
10	A6	-0.57	1.07	3.72	3.72	7.94	1.99	-0.39	Muy Adecuado
11	A7	-0.86	0.18	3.72	3.72	6.76	1.69	-0.09	Muy Adecuado
12	A8	-0.86	1.07	3.72	3.72	7.65	1.61	-0.01	Muy Adecuado
Suma		-18	9.45	44.64	44.64	96.01	Total Muy Adecuado		12
Puntos de Corte		-1.05	0.79	3.72	3.72		Total Bastante Adecuado		0

Las sumas obtenidas en las cuatro primeras columnas dan los puntos de corte:

Los puntos de corte se utilizan para determinar la categoría o grado de adecuación de cada criterio según la opinión de los expertos consultados. Con ellos se opera del modo siguiente:

Tabla.17 Tabla de rangos obtenida a partir de los puntos de corte

Muy Adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco adecuado	No Adecuado
Menor que -1.05	(-1.05 a 0.79)	(0.79 a 3.72)	(3.72)	Mayor que 3.72

Como resultado final se obtiene el grado de adecuación de los elementos sometidos a la valoración de los expertos:

Tabla.18 Categorización de los aspectos

No	Elementos	Grado de Adecuación
1	A1	Muy Adecuado
2	A2.1	Muy Adecuado
3	A2.2	Muy Adecuado
4	A2.3	Muy Adecuado
5	A3.1	Muy Adecuado

Capítulo 3: Validación de la propuesta

6	A3.2	Muy Adecuado
7	A3.3	Muy Adecuado
8	A4	Muy Adecuado
9	A5	Muy Adecuado
10	A6	Muy Adecuado
11	A7	Muy Adecuado
12	A8	Muy Adecuado

Por los resultados arrojados por la tabla anterior se puede llegar a la conclusión que el procedimiento sometido a validación por el panel de expertos resultó Muy Adecuado. A continuación se representa gráficamente los resultados obtenidos:

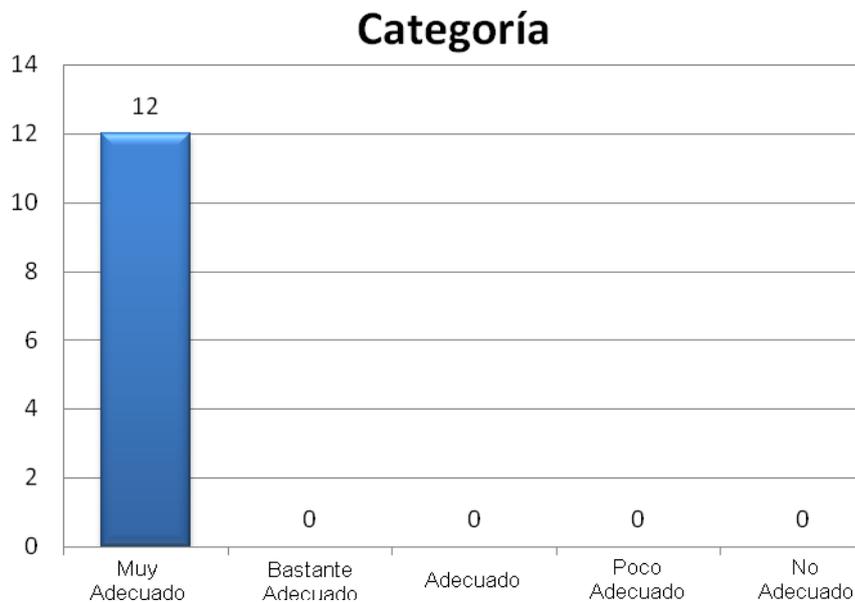


Fig.8 Resultados finales de la validación

3.7 Aplicación del procedimiento a una BD de un proyecto real

Para una mayor aceptación de la propuesta, el procedimiento fue aplicado a un proyecto real del centro, el cual lleva por nombre Herramienta de Administración de Bases de Datos (HABD). El mismo fue aplicado de una forma eficiente y arrojó buenos resultados en la aplicación del mismo. Los resultados obtenidos del procedimiento sobre la BD son los siguientes:

Resultados por fases:

Capítulo 3: Validación de la propuesta

La primera fase (Diseño e Implementación) fue evaluada de mal, pues contaba con más de 5 indicadores críticos a medir en esta fase evaluados de mal, además no contaba con la documentación y artefactos de entrada que exige el procedimiento para esta etapa.

La segunda fase (Administración y Configuración) fue evaluada de mal, pues contaba con más de 5 indicadores críticos a medir en esta fase evaluados de mal, además no contaba con la documentación y artefactos de entrada que exige el procedimiento para esta etapa.

La tercera fase (Réplica y rendimiento de manera lineal) fue evaluada de regular, pues contaba con 2 indicadores críticos evaluados de mal.

A continuación se muestra la tabla definida para la evaluación final de la BD:

Tabla.19 Tabla de evaluación final de la BD

Evaluación final de la BD		
Fases	Evaluación	Estado de la BD
1 fase evaluada de mal	Mal (M)	Rechazada
1 fase evaluada de regular	Regular (R)	Aceptada
3 fases evaluadas de bien	Bien (B)	Optima

Finalmente atendiendo al método de evaluación definido para la aplicación del procedimiento, la BD fue evaluada de mal y se determina que se encuentra en estado rechazada, hasta una nueva solicitud por parte de sus desarrolladores de otra iteración en aras de validar la calidad de la BD.

3.8 Conclusiones

En este capítulo se llevó a cabo la validación de la propuesta, para ello se utilizó el método multicriterio, en el cual los indicadores se evaluaron mediante el uso de técnicas propuestas por el método Delphi. Se pudo demostrar el alto grado de competencia de los expertos que fueron partícipes de la validación, lo cual justificó la selección de los mismos. Se alcanzaron resultados favorables, obteniéndose calificaciones muy adecuadas, además se aplicó el procedimiento a una BD real del centro y los resultados obtenidos fueron satisfactorios, demostrando que lo planteado hasta el momento se adapta valiosamente a las condiciones existentes y aporta novedosos elementos que resultan imprescindibles en la práctica para la aplicación de algo tan complejo y en ocasiones confuso como puede ser un procedimiento del tipo propuesto en este trabajo de diploma.

CONCLUSIONES

Con el cumplimiento de esta investigación se realizaron varios estudios sobre las pruebas de calidad, los procesos de pruebas de calidad del software y los procesos de desarrollo de bases de datos. Como resultado de este último se identificaron una serie de errores comunes que se suelen cometer en el diseño, implementación, configuración y administración en el desarrollo de las BD, a la par que se definieron una serie de buenas prácticas para mejorar en dicho sentido, así como en la replicación y el rendimiento de manera lineal de las BD. También se estudió el proceso de prueba de calidad a las BD, identificando las tendencias en ese ámbito. Se cumplió el objetivo general y los objetivos específicos alcanzando los siguientes resultados:

- ✓ Se definió una serie de pruebas a las BD que pasaron a formar parte del procedimiento propuesto.
- ✓ Se identificaron y definieron las herramientas necesarias para realizar las pruebas definidas.
- ✓ Se desarrolló un Procedimiento de pruebas para aplicar a las BD desarrolladas en el centro DATEC y validar la calidad del diseño e implementación, de la administración y configuración y Réplicas, así como rendimiento de manera lineal de las mismas.
- ✓ El procedimiento finalmente fue validado por un panel de 7 expertos, los cuales arrojaron resultados muy adecuados, fue aplicado a una BD del centro y los resultados obtenidos fueron satisfactorios, para una alto índice de aceptación, lo que augura una buena probabilidad de éxito a esta propuesta.

RECOMENDACIONES

Al concluir este trabajo el cual trajo consigo la elaboración de un procedimiento para la validación de la calidad de las BD desarrolladas en PostgreSQL en el centro DATEC, se han cumplido los objetivos del mismo. A pesar de ello nuevas ideas en su perfeccionamiento han ido surgiendo por lo que se recomienda:

- ✓ Continuar desarrollando el procedimiento e implementar una aplicación informática que lo gestione en su totalidad y de forma automática.
- ✓ Trabajar en las actualizaciones de los indicadores a medir en las listas de chequeo, ya que pueden variar en dependencia del desarrollo de las tecnologías informáticas.
- ✓ Aplicar el procedimiento a otros centros productivos de la UCI en total coordinación con el centro DATEC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) *Las base datos.* (s.f.). Obtenido de <http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/%C2%BFque-son-las-bases-de-datos/>
- (2) *Gestores de base datos y sus diversas aplicaciones.* (s.f.). Obtenido de <http://www.slideshare.net/carlitosgm/comparativa-sgbd>
- (3) *Gestada.* (s.f.). Obtenido de <http://www.gespadas.com/postgresql-9-1>
- (4) Espinoza, G. (s.f.). *Centro de Formación Técnica SOEDUC.* Obtenido de <http://www.soeduc.cl/apuntes/basededatos.doc>
- (5) *The ISO 9126 Standard.* (s.f.). Obtenido de ISO: <http://www.issco.unige.ch/en/research/projects/ewg96/node13.html>.
- (6) Ender, I. H. (s.f.). *Pasos para elaborar un manual de procedimientos: (Parte II).* Obtenido de <http://gestiondecalidadbol.blogspot.com/2008/07/pasos-para-elaborar-un-manual-de.html>
- (7) *InformationWeek.* (s.f.). Obtenido de Popular Software. Testing Tools, By Category: <http://www.informationweek.com/news/software/development/showArticle.jhtml?articleID=14700359>.
- (8) Fernández., J. A. (s.f.). *Pruebas de Diseño.* Obtenido de http://www.rogeliodavila.com/tcs/.../Parte_14_TestDis.ppt
- (9) Buchillón, V. R. (s.f.). *Replicación de datos.* Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos82/replicaciondatos/replicaciondatos2.shtml>
- (10) Martínez, Alejandro; Martínez, Raúl..... Escuela Politécnica Superior de Albacete – Universidad de Castilla la Mancha. (s.f.). *Proceso Uificado de Desarrollo (RUP).* Obtenido de Guía de Rational Unified Process: www.dsi.uclm.es/.../Trabajo-Guia%20RUP.pdf

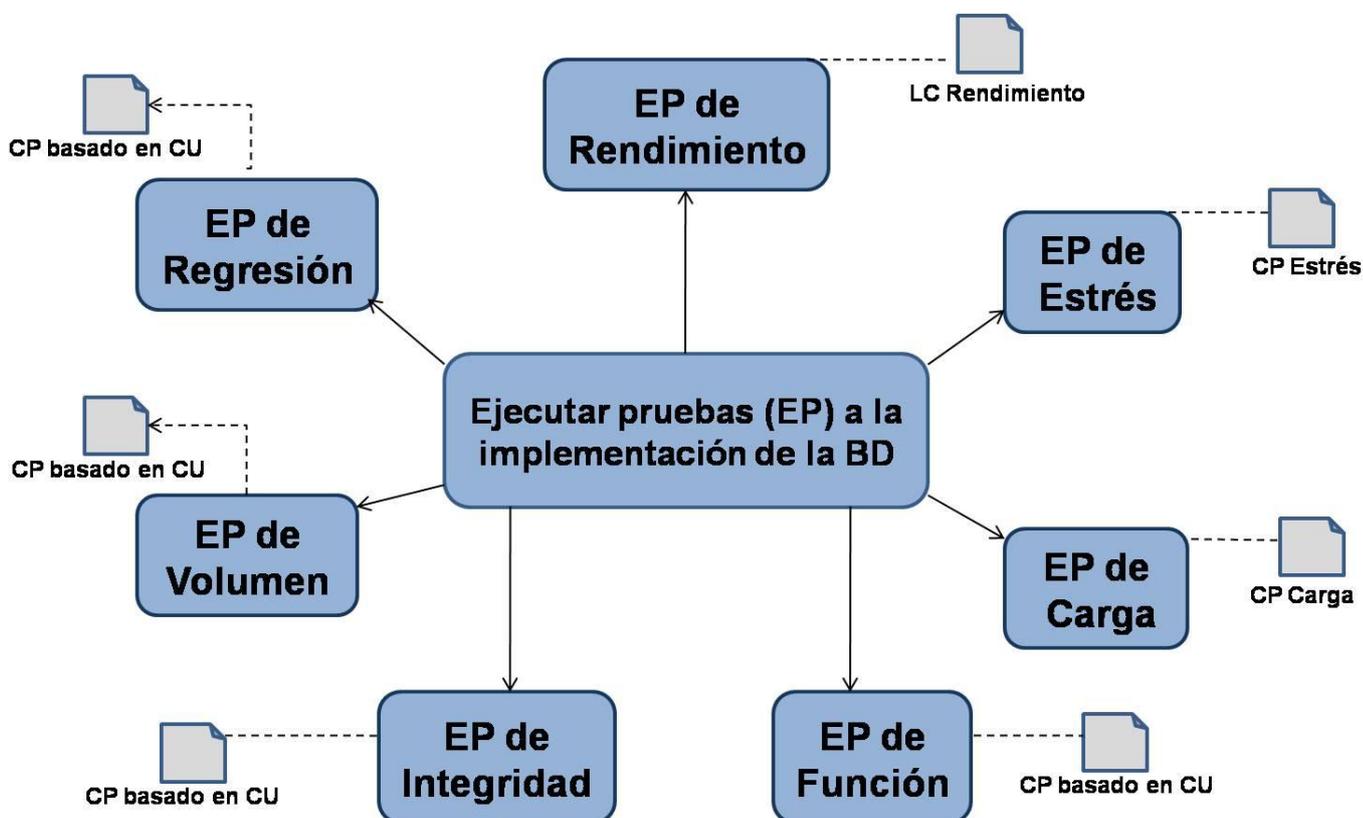
BIBLIOGRAFÍA

- 1.[En línea] <http://www.articuloz.com/software-articulos/herramienta-para-la-ejecucion-de-las-pruebas-886032.html>.
- 2.[En línea] <http://josepablosarco.wordpress.com/2009/01/12/jmeter-performance-testing-con-jmeter-parte-1/>.
- 3.[En línea] <http://www.nessus.org/products/nessus>.
- 4.[En línea] <http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/%C2%BFque-son-las-bases-de-datos/>.
- 5.[En línea] <http://www.slideshare.net/carlitosgm/comparativa-sgbdr>.
- 6.[En línea] <http://www.office.microsoft.com/es-es/access-help/crear-una-regla-de-validacion-para-validar-los-datos-de-un-campo-HA010096312.aspx>.
- 7.IBM Rational . *Unified Process (RUP)*. [En línea] http://www-01.ibm.com/software/awdtools/rup/?S_TACT=105AGY59&S_CMP=WIKI&ca=dtl-08rupsite.
- 8.InformationWeek. [En línea] <http://www.informationweek.com/news/software/development/showArticle.jhtml?articleID=14700359> .
- 9.Espinoza, Guillermo. soeduc. [En línea] <http://www.soeduc.cl/apuntes/basededatos.doc>.
- 10.maestrosdelweb. [En línea] <http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/%C2%BFque-son-las-bases-de-datos/>.
- 11.Las *base datos*. (s.f.). Obtenido de <http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/%C2%BFque-son-las-bases-de-datos/>
- 12.*Gestores de base datos y sus diversas aplicaciones*. (s.f.). Obtenido de <http://www.slideshare.net/carlitosgm/comparativa-sgbdr>

13. *Gestada*. (s.f.). Obtenido de <http://www.gespadas.com/postgresql-9-1>
14. Espinoza, G. (s.f.). *Centro de Formación Técnica SOEDUC*. Obtenido de <http://www.soeduc.cl/apuntes/basededatos.doc>
15. *The ISO 9126 Standard*. (s.f.). Obtenido de ISO: <http://www.issco.unige.ch/en/research/projects/ewg96/node13.html>.
16. Ender, I. H. (s.f.). *Pasos para elaborar un manual de procedimientos: (Parte II)*. Obtenido de <http://gestiondecalidadbol.blogspot.com/2008/07/pasos-para-elaborar-un-manual-de.html>
17. *InformationWeek*. (s.f.). Obtenido de Popular Software. Testing Tools, By Category: <http://www.informationweek.com/news/software/development/showArticle.jhtml?articleID=14700359>.
18. Fernández., J. A. (s.f.). *Pruebas de Diseño*. Obtenido de http://www.rogeliodavila.com/tcs/.../Parte_14_TestDis.ppt
19. Buchillón, V. R. (s.f.). *Replicación de datos*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos82/replicaciondatos/replicaciondatos2.shtml>
20. Martínez, Alejandro; Martínez, Raúl..... Escuela Politécnica Superior de Albacete – Universidad de Castilla la Mancha. (s.f.). *Proceso Uificado de Desarrollo (RUP)*. Obtenido de Guía de Rational Unified Process: www.dsi.uclm.es/.../Trabajo-Guia%20RUP.pdf.

ANEXOS

Anexo.1 Estructura de las pruebas a la implementación. (Ejecutar pruebas (EP) a la implementación de la BD)



Anexo.2 Encuesta de autovaloración para determinar el coeficiente de competencia de los expertos

Compañero (a):

En la ejecución de la presente tesis, se desea someter a la valoración de un grupo de especialistas, la propuesta del procedimiento para validar la calidad de las base de datos desarrolladas en el centro DATEC, con el objetivo de lograr el desarrollo del procedimiento que permita garantizar el éxito de las BD desarrolladas en PostgreSQL en el centro DATEC.

Para ello se necesita conocer el grado de dominio que usted posee acerca del tema de investigación y con ese fin se desea que responda lo que se le pide a continuación:

Nombre (s) y Apellidos:

Centro de trabajo:

Labor que realiza:

Años de experiencia:

Calificación profesional: Ingeniero ___ Licenciado en Educación ___ Máster ___ Doctor ___

Categoría Docente: Prof. Instructor ___ Prof. Asistente ___ Prof. Auxiliar ___ Prof. Titular ___ Prof. Adjunto ___

1. Seleccione en una escala del 1 al 10 el valor que corresponda con el grado de conocimientos que usted posee acerca del tema de investigación que se desarrolla (Calidad de las Base de Datos), considerando 1 como no tener ningún conocimiento y 10 el de pleno conocimiento de la problemática tratada.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Valore el grado de influencia que cada una de las fuentes que se le presenta a continuación ha tenido en su conocimiento y criterios sobre el tema que se investiga.

FUENTES DE ARGUMENTACION	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios.		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia obtenida			
Trabajos de autores nacionales			
Trabajos de autores extranjeros			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

Anexo.3 Listado de expertos

Experto	Nombre y apellidos	Años de experiencia
Experto 1 (E1)	MSc. Anthony R. Sotolongo León	5 años
Experto 2 (E2)	Ing. Arturo Arias Orizondo	10 años

Experto 3 (E3)	MSc. Asnioby Hernández López	7 años
Experto 4 (E4)	Ing. Daymel Bonne Solís	6 años
Experto 5 (E5)	Ing. Jose Leandro Cabrera Pérez	5 años
Experto 6 (E6)	Lic.Cc Yadier Perdomo Cuevas	8 años
Experto 7 (E7)	Lic.Cc Yamilka Gómez León	8 años

Anexo.4 Encuesta a expertos para la validación del procedimiento

Compañero (a):

La presente encuesta forma parte de la aplicación del método de valoración de expertos. Con este fin se solicita su valiosa colaboración para evaluar si las fases, actividades, así como los artefactos de entrada y salida que se propusieron son correctos, para lograr este objetivo se han elaborado un conjunto de preguntas que permiten medir la efectividad del modelo. De antemano se le asegura que nadie podrá saber quién es el encuestado y además se garantiza que sus opiniones se tendrán en cuenta para la posterior aplicación del procedimiento para validar la calidad de las base de datos desarrolladas en el centro DATEC.

Valore el grado de factibilidad de de cada pregunta de acuerdo a la siguiente escala:

Muy Adecuado (C1)

Bastante Adecuado (C2)

Adecuado (C3)

Poco Adecuado (C4)

No adecuado (C5)

Preguntas	Criterio del Experto				
	C1	C2	C3	C4	C5
1. La utilidad de un procedimiento para aplicarlo a las base de datos desarrolladas en PostgreSQL en el centro DATEC con el objetivo de garantizar el éxito de las mismas es:					
2. Se proponen 3 fases fundamentales por las cuales transita el procedimiento para realizar las pruebas a las BD. Categorice cada una de ellas:					

2.1 Pruebas al Diseño e Implementación.					
2.2 Pruebas a la Administración y Configuración.					
2.3 Pruebas a las Réplicas y rendimiento de manera lineal.					
3. Los siguientes aspectos forman parte del procedimiento. Categorice cada una de ellos:					
3.1 Las fases propuestas.					
3.2 Los pasos dentro de cada una de las fases.					
3.3 La estructura de cada una de las fases.					
4. La utilización de listas de chequeo donde se recogen los indicadores a medir en cada una de la fases, así como las pruebas realizadas en el procedimiento es:					
5. Los tipos de pruebas seleccionadas para validar la implementación así como las herramientas seleccionadas para realizar las mismas es:					
6. La correspondencia que existe entre la elaboración y aplicación del procedimiento propuesto es:					
7. El tipo de validación que se propone en el procedimiento para garantizar el éxito del mismo es :					
8. En sentido general emita su criterio acerca de los aportes que pueda tener la aplicación del procedimiento para validar la calidad de las base de datos desarrollas en el centro DATEC.					

Anexo.5 Tabla de Distribución de Chi cuadrado χ^2

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361

GLOSARIO

BDR: Sus siglas significan base de datos relacionales. Es una base de datos que cumple con el modelo relacional, el cual es el modelo más utilizado en la actualidad para implementar bases de datos ya planificadas. Permiten establecer relaciones entre los datos (que están guardados en tablas), y a través de ellas relacionar los datos de ambas tablas, de ahí proviene su nombre: "Modelo Relacional".

Expediente de Proyecto: Nombre que se le da al resultado de la documentación en el proceso de desarrollo de software.

ISO 9126: Es un estándar internacional para la evaluación del Software. El modelo de calidad establecido en la primera parte del estándar, ISO 9126, clasifica la calidad del software en un conjunto estructurado de características las cuales son: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.

Licencia BSD: Es una licencia de software libre permisiva. Esta licencia tiene menos restricciones en comparación con otras como la GPL estando muy cercana al dominio público. La licencia BSD al contrario que la GPL permite el uso del código fuente en software no libre.

Lista de chequeo: Es un instrumento de medición y evaluación que consiste básicamente en un formulario de preguntas referentes al atributo de calidad que se está probando y de las características del documento en el caso de la documentación.

NC: No conformidad, defecto, error o sugerencia que se le hace al equipo de desarrollo una vez encontrada alguna dificultad en lo que se está evaluando.

PostgreSQL: PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional orientado a objetos y libre.

RUP: El Proceso Unificado de Rational (Rational Unified Process) en inglés, habitualmente resumido como RUP) es un proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.

SQL: lenguaje de consulta estructurado o SQL (por sus siglas en inglés Structured Query Language) es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en ellas.

UML: Sus siglas vienen dadas por su nombre en inglés Unified Modeling Language (Lenguaje Unificado de Modelado). Es un lenguaje visual para especificar, construir y documentar un sistema de software.