

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS



TÍTULO: Solución integrada de réplica de información.

**MEMORIA INDIVIDUAL PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE MASTER EN
INFORMÁTICA APLICADA**

AUTOR: Ing. Jofman Pérez Tarancón.

TUTOR: Dr.C. José Lavandero García.

Caracas, 22 de Noviembre del 2008

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA

Yo **Jofman Pérez Tárancon**, con carné de identidad **84011914987**, declaro que soy el autor principal del resultado que expongo en la presente memoria titulada **Solución integrada de réplica de información**, para optar por el título de Máster en Informática Aplicada.

Este trabajo fue desarrollado durante **2004 - 2008** en colaboración con mis colegas de equipo, quienes me reconocen la autoría principal del resultado expuesto en esta memoria.

Autorizo a la UCI que hagan el uso que estimen pertinente de los resultados aquí presentados como propietaria de los derechos legales de este proyecto.

Finalmente declaro que todo lo anteriormente expuesto se ajusta a la verdad, y asumo la responsabilidad moral y jurídica que se derive de este juramento profesional.

Y para que así conste, firmo la presente declaración jurada de autoría en Caracas, Venezuela a los **22** días del mes de **noviembre** del año **2008**.

Jofman Pérez Tarancón

AGRADECIMIENTOS

A todos mis colegas del equipo de trabajo les estoy muy agradecido. En especial deseo agradecer al Dr. José Lavandero García, quien fungió como tutor de mi formación como máster. Además, deseo agradecer a Denis Luis García Ruibal quien también contribuyó a mi crecimiento profesional y humano en general. A todos ellos, así como a otros colegas y amigos, les doy las más sinceras gracias.

Jofman Pérez Tarancón.

RESUMEN

El constante cambio tecnológico dirigido por el auge de nuevas tecnologías de la información (TI) se ha convertido en uno de los elementos fundamentales en el desarrollo actual. Es un reto para los ingenieros y especialistas de hoy el montaje y ajuste de estas tecnologías a las necesidades reales de los negocios. En este sentido, las bases de datos (BD), consideradas como el núcleo de la persistencia y gestión de la información, también han pasado a una nueva generación incorporando nuevas tecnologías, técnicas y utilidades. *El presente trabajo expone un novedoso mecanismo de réplica de información para servidores de BD Oracle 10g y su integración con otras herramientas de gestión y soporte de servicios de TI. La reducción de los costos por concepto de licencias, la disponibilidad de la información en otros ambientes y la complementación de diferentes arquitecturas de BD, tanto centralizadas con distribuidas, son algunos de los objetivos fundamentales reflejados en este trabajo.*

Palabras clave: *advanced queue, grid computing, minería de logs, oracle, réplica de datos.*

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	4
ÍNDICE.....	5
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO 1: Estado del arte. Introducción a las réplica de datos.....	9
La arquitectura de base de datos distribuida.....	9
La réplica de datos.....	10
La réplica desconectada.....	11
La réplica de información en línea.....	11
La réplica asincrónica.....	11
La réplica sincrónica.....	12
La réplica de datos en los diferentes entornos.....	12
La réplica de datos y el modelo relacional.....	14
CAPÍTULO 2: Resultados. Réplica de información basada en minería de trazas. Integración a la arquitectura GRID.....	15
Arquitectura de réplica. Oracle Stream como base de la solución.....	15
Descripción del proceso de réplica de la información puesto en práctica.....	16
Reglas en el proceso de captura.....	22
Reglas en el proceso de aplicación.....	22
Reglas en el proceso de notificación de cambio.....	23
La arquitectura GRID.....	23
Aplicación de la arquitectura GRID dentro de SAIME.....	24
Integración de la réplica de datos al OGC.....	25
Inserción de la gestión de la réplica de información dentro del flujo organizacional para la solución de problemas de TI. Integración con OGC.....	28
CONCLUSIONES.....	34
Resultados del producto de replicación aplicado a SAIME.....	34
Principales características asociadas al producto obtenido.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	37

INTRODUCCIÓN

La réplica de datos ha sido un tema ampliamente discutido por compañías de desarrollo de software. Se entiende como réplica de datos al proceso de copiar y mantener objetos y datos entre dos o varios servidores de BD en un sistema de bases de datos de tipo distribuido o centralizado. (Oracle Corporation, 1997).

Muchos de los gestores de BD existentes en el mercado de software comercializan o distribuyen soluciones de réplica de información, algunas incluidas dentro del software de BD y otras como opciones que se pueden licenciar de forma independiente, pero que igualmente representan un alto costo. Partiendo de esto, la implementación de una solución de réplica de información que satisfaga las propias necesidades del ambiente influye sustancialmente en la reducción de los costos por concepto de licencia y soporte.

Considerando estos elementos ***se plantea la hipótesis de que si se logra implementar una solución de réplica de datos, escalable, segura, con una interfaz de administración integrada a las propias herramientas de Oracle que facilite el monitoreo y su gestión de forma centralizada, se obtendrá un producto que será capaz de replicar el volumen de datos requerido entre un conjunto de servidores Oracle logrando así la centralización de la información.***

Conociendo que el escenario base para la implementación de este mecanismo está formado principalmente por servidores Oracle 10g R2 Standard Edition One surge ***el problema principal de replicar el volumen de datos requerido por los procesos de negocio entre estas BD partiendo de que las soluciones propuestas por Oracle (Oracle Advanced Replication y Oracle Stream Replication) no están disponibles en esta versión del gestor.*** La implementación de estos mecanismos en este ambiente desencadena un costo por licencia muy alto por lo que el desarrollo de una

propia solución se hace necesario. Por otro lado, lograr una orquestación de las propias utilidades del gestor de BD daría la ventaja de contar con el soporte necesario, siendo esto un factor importante en el tratamiento de posibles problemas funcionales o vulnerabilidades en la solución a implementar.

Paralelamente, el desarrollo de ésta solución de réplica requiere integración con los propios componentes de Oracle, como por ejemplo el *Oracle Enterprise Manager*, con el objetivo fundamental de mejorar la gestión y el monitoreo de los procesos de réplica de información. Esto daría la posibilidad de mantener una gestión centralizada y lograr la inserción de los servicios de réplica de información en los procesos de soporte y resolución de problemas de TI a través de la herramienta *Unicenter Service Desk*.

De aquí que se plantee el ***objetivo general de implementar una solución para la réplica de datos entre servidores Oracle que permita la centralización de la información moviendo el volumen de datos requerido de forma óptima y segura, pudiendo dicha solución ser monitorizada y gestionada de forma centralizada.***

Para dar cumplimiento al objetivo general se plantean los ***objetivos específicos de definir una estrategia para la réplica de datos basándose en las propias herramientas del gestor (Oracle) y que además dicha estrategia se materialice en una solución, que pueda ser monitorizada y gestionada de forma centralizada utilizando herrameintas ya existentes para este fin, así como lograr una gestión de las alertas a través de los flujos institucionales ya definidos.***

CAPÍTULO 1: Estado del arte. Introducción a las réplica de datos.

La arquitectura de base de datos distribuida.

La descentralización de los sistemas de información y el auge de los sistemas distribuidos están bien justificados, sin embargo, existe un argumento importante para el desarrollo de sistemas de bases de datos distribuidas; este se refiere a la integración de necesidades de procesamiento no locales en donde es necesario intercambiar información proveniente de otras áreas o departamentos.

En el caso del proyecto Identidad y su propuesta de solución de software para SAIME, existe un sistema de bases de datos que comparte la información a partir de un centro de datos que centraliza la información; de manera que las bases de datos locales de las oficinas no tengan todos los datos en todo momento, pero sí puedan disponer de ellos aunque hayan sido procesados por otras oficinas.

Por tanto una base de datos distribuida es un conjunto de múltiples bases de datos lógicamente relacionadas, las cuales se encuentran distribuidas entre diferentes sitios interconectados por una red de comunicaciones. (2)

Un sistema de bases de bases de datos distribuidas es un sistema en el cual múltiples sitios de bases de datos están ligados por un sistema de comunicaciones, de tal forma que, un usuario en cualquier sitio puede acceder a los datos en cualquier parte como si estuvieran en su propio sitio.

Entre las principales ventajas de los sistemas distribuidos de bases de datos se conoce que se pueden ubicar los datos en el nodo donde son más accedidos de manera que sea más rápido al consultarlos. Otra ventaja importante es que un nodo puede ser agregado fácilmente, además que existe autonomía e independencia entre ellos. Las probabilidades de que un nodo afecte el funcionamiento del sistema son bajas.

La réplica de datos.

La réplica de datos ha sido un tema ampliamente discutido por compañías desarrolladoras de gestores de bases de datos y software en general. Se entiende como réplica de datos al proceso de copiar y mantener objetos y datos entre dos o varios servidores de bases de datos, en un sistema de bases de datos de tipo distribuido. (4)

La implementación de soluciones de réplica de información se ha desarrollado producto de que muchas de las existentes no satisfacen las necesidades específicas de los clientes, también, debido a la necesidad de implementar arquitecturas de base de datos de tipo distribuidas, partiendo de la idea de lograr que los sistemas que proveen servicios críticos no sean afectados por problemas de conectividad, por solo citar el caso más común. La réplica de datos permite que la información procesada pueda ser recopilada en el centro de datos, para ser analizada con posterioridad, con el fin de ayudar a la toma de decisiones o de dar continuidad a algunos procesos de negocios.

En las soluciones de software involucradas en los procesos de réplica de información en general, se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- Es importante establecer la relación entre la cantidad de veces que se replica información y la cantidad de datos, en función de la satisfacción del cliente y de los factores condicionales en los cuales se desarrolla la solución tales como: velocidad de transmisión disponible, capacidad de procesamiento en el centro de datos y urgencia de la disponibilidad de los datos en el centro de datos.
- La réplica de datos se debe ver como un proceso más, inherente al correcto funcionamiento de un sistema de software. Con frecuencia esta no constituye el núcleo del funcionamiento de los subsistemas, ni de la interacción con los clientes por lo que no debe afectar significativamente el funcionamiento de estos.
- La réplica como parte de la solución de software debe satisfacer los requisitos del cliente.

Existen dos formas fundamentales de clasificar las soluciones de réplica: la réplica de datos en línea o conectada, y la réplica de datos desconectada.

La réplica desconectada.

Se consideran soluciones de réplica desconectada (offline replication) aquellas en las cuales la información seleccionada para replicar es normalmente extensa y se requiere de dispositivos de almacenamiento para transportar y resguardar la información en otro ambiente, que no es necesariamente el que originó la información. Algunas formas de resguardar la información son consideradas también réplica de datos.

Las formas de réplica desconectada en la actualidad ya no son muy usadas puesto que el mundo ha evolucionado desde el punto de vista de las redes y la tendencia a las réplicas en línea (online replication) se ha ido popularizando producto de las altas prestaciones que puede facilitar y que resuelve muchas de las necesidades actuales de los clientes.

La réplica de información en línea.

La réplica en línea es una estrategia mucho más moderna y novedosa, sustentada principalmente en la interconexión entre las bases de datos utilizando protocolos de comunicación y a través de redes como por ejemplo Internet.

En la réplica en línea los datos son aplicados en las bases de datos remotas tan pronto como han sido capturados en la base de datos local. Todo este flujo comprende un proceso mucho más complejo, pero que se desarrolla en la mayoría de los casos de forma automática, con un mínimo de intervención y supervisión humana.

La réplica asincrónica.

En la réplica asincrónica las operaciones de la réplica hacen cola para la disponibilidad de la red. De esta forma se obtiene un rendimiento más alto, pero a su vez se

introducen el potencial para la pérdida de los datos, aunque se parte de la idea que siempre es posible recuperar los datos en el sitio secundario, pues establecen un orden que asegura la integridad y la consistencia de datos. Por ejemplo si se llena una cola local para después extraer los datos en otra base de datos estamos en presencia de una réplica de datos asincrónica.

Este tipo de réplica es uno de los más usados en la actualidad, brinda independencia entre los servidores, y mejora el rendimiento evitando las transacciones distribuidas que pudieran verse afectadas por fallas de red o del servidor remoto, además de que se vuelven lentas afectando al servidor local mientras espera por la respuesta del remoto.

La réplica sincrónica.

En la réplica sincrónica, la base de datos que replica espera por que los datos se hayan registrado en la base de datos remota antes de proceder. La réplica síncrona tiene la ventaja que está garantizado que el sistema duplicado tiene una copia de los datos. La desventaja es que el sistema primario debe esperar por el sistema secundario antes de continuar, conduciendo a un tiempo de reacción creciente.

Debido a que el tiempo y la comunicación crecientes de reacción retrasan la réplica síncrona, es a menudo impráctica a menos que el sistema secundario se establezca físicamente cerca del sistema primario. Por ejemplo si se crea un disparador (trigger) asociado a una tabla y se inserta un registro en dicha tabla y en una tabla remota a través de un enlace de base de datos (database link) en el mismo instante en otra base de datos, estamos en presencia de una réplica de datos sincrónica. (4)

La réplica de datos en los diferentes entornos.

La búsqueda de soluciones para resolver los problemas de la réplica de información y satisfacer las necesidades del cliente se manifiesta principalmente en los siguientes entornos:

- Entornos homogéneos: enmarca los procesos de réplica de información donde los diferentes ambientes usan el mismo gestor de base de datos sobre la misma plataforma.
- Entornos homogéneos con diferentes plataformas: comprende los procesos de réplica de información utilizando el mismo gestor de base de datos pero con diferentes plataformas. Se puede citar como ejemplo de este caso, una réplica de datos que puede implementarse entre bases de datos Oracle, una instalada sobre Windows 2003 y la otra sobre Linux.
- Entornos heterogéneos: se entiende por réplica heterogénea aquella que es implementada sobre diferentes gestores de bases de datos, por ejemplo servidores de bases de datos funcionando con SQL Server y otros con Oracle.
- Entornos heterogéneos con diferentes plataformas: se refiere básicamente a la réplica que puede funcionar entre gestores de bases de datos diferentes sobre diferentes plataformas. Ejemplo, SQL Server sobre Windows y Oracle EE sobre Linux.

Los dos primeros entornos se encuentran como problemas resueltos, puesto que mucho de los gestores de base de datos actuales poseen sus propias utilidades y herramientas para configurar y gestionar la réplica de datos. Los restantes dos entornos son problemas abiertos a las investigación, donde existen soluciones un tanto acomodadas a problemas específicos.

Las restricciones de gestores de base de datos y plataformas, para identificar los diferentes entornos, son las más comunes en el aspecto de la clasificación, pero no son las únicas. Asociadas a las soluciones homogéneas principalmente, existen, en algunos casos, restricciones de licencia que acotan ciertas funcionalidades del mecanismo de réplica, las cuales en muchos casos están asociadas en sí a una versión específica del producto, como por ejemplo el uso de la réplica avanzada entre las versiones EE y la SEO del gestor de base de datos Oracle 10g.

La réplica de datos y el modelo relacional.

El modelo relacional para la gestión de una base de datos es un modelo de datos basado en la lógica de predicado y en la teoría de conjuntos. Es el modelo más utilizado en la actualidad para modelar problemas reales y administrar datos dinámicamente. Este modelo considera la base de datos como una colección de relaciones. De manera simple, una relación representa una tabla, en que cada fila representa una colección de valores que describen una entidad del mundo real. Cada fila se denomina tupla o registro y cada columna campo.

Existen ciertas consideraciones que es preciso que se puntualicen cuando se diseña una base de datos relacional para una arquitectura de bases de datos distribuidas que pretendan implementar un sistema de réplica de datos para concentrar la información en un centro de datos. En primer lugar la arquitectura propuesta debe regir en todo momento el diseño y se debe tener mucho cuidado cuando se definen las llaves de las tablas, pues se corre el riesgo de hacerlo con tipos de datos que pudieran perder el carácter de unicidad en el momento que se centralice toda la información, por ejemplo las llaves autogeneradas consecutivas deben evitarse.

Por otra parte no se debe descuidar llevar el diseño al menos hasta la tercera forma normal de manera que, como lo establece el propio modelo relacional, se eviten la duplicidad de la información mediante las llaves, se garantice la integridad referencial evitando que los datos relacionados queden íntegros en toda la base de datos, así por ejemplo solo se podrá eliminar un registro si no existe alguno dependiente.

El diseño de la base de datos define, en muchas ocasiones, qué herramienta de réplica de datos se debe usar, pues existen diversas, pero cada una con sus limitantes. Por sólo citar un caso, algunas no soportan las asociaciones recursivas que se pueden fácilmente reflejar en el modelo relacional.

CAPÍTULO 2: Resultados. Réplica de información basada en minería de trazas. Integración a la arquitectura GRID.

Arquitectura de réplica. Oracle Stream como base de la solución.

La arquitectura de réplica implementada está basada en la solución avanzada de réplica de información Oracle Stream y principalmente en sus 3 procesos fundamentales, captura (Capture), propagación (Staging), y aplicación (Consumption), aplicados a la información. (18)



Figura 1: Acciones aplicadas a la información en Oracle Streams Replication.

Oracle Streams es una tecnología para compartir información y también es una forma de réplica avanzada. Está vigente a partir de la versión 9.2 de Oracle y ha sido mejorada en las versiones 10.1 y 10.2.

Para la replicación, la captura se relaciona con un mecanismo que toma los cambios del Redo Log. El almacenamiento se realiza cuando los cambios capturados son enviados al área de almacenamiento y estos cambios son propagados a las áreas de almacenamiento de los equipos remotos con réplicas. El consumo es el proceso que se encarga de aplicar los cambios almacenados a la base de datos en cada equipo con réplicas. Las tablas replicadas pueden ser diferentes, Oracle Streams provee la facilidad de poder transformar la información para ajustarla a la base de datos de cada sitio replicado.

En el ambiente de replicación Streams, la base de datos (BD) donde se originan los cambios se denomina Base de Datos Fuente, y la base de datos donde se aplican los

cambios se denomina Base de Datos Destino. Oracle Streams es capaz de replicar, tanto los cambios descritos con el lenguaje de manipulación de cambios (DML), como los descritos con el lenguaje de definición de datos (DDL).

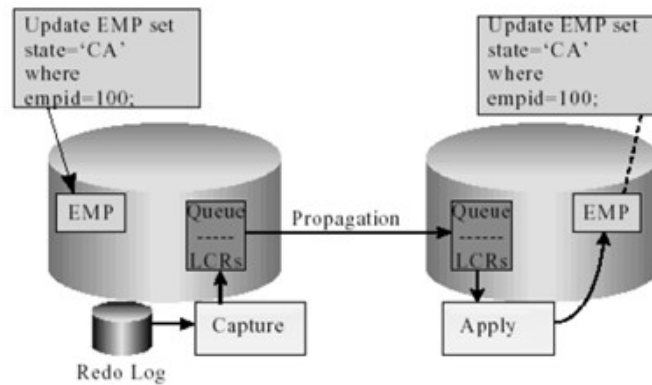


Figura 2: Funcionamiento base de Oracle Streams Replication.

Descripción del proceso de réplica de la información puesto en práctica.

Como resultado de un mecanismo basado en reglas que determinan el comportamiento de cada uno de los subprocesos es necesario definir como debe funcionar, desde el inicio hasta el fin, el proceso de réplica de información y cómo se debe comportar la información en cada uno de sus ciclos.

El proceso de replicación de información se inicia con el notificador de cambios, configurado con anterioridad y que es el encargado de notificar cuando ha ocurrido un cambio sobre una tabla marcada para replicación, producto de una transacción de negocio en la base de datos. El proceso de notificación de cambios se realiza utilizando la herramienta *Oracle Database Change Notificacion* (ODCN) y se configura haciendo un análisis transaccional de las operaciones que se realizan sobre la BD de captura para notificar sólo las tablas necesarias y así ganar en rendimiento (*Epígrafe 2.5*), aunque pudiera configurarse todas las tablas que se desean replicar. Cada tabla de las configuradas para replicación tiene una propiedad que especifica si la tabla se notifica y de aquí entonces se elabora la configuración de notificación necesaria. Pueden existir

tablas en la configuración de réplica que no se repliquen y que su objetivo sea sólo para notificación.

Una vez que ha ocurrido la notificación el mecanismo guarda en una tabla (CAPTURE_LOG) el ID de la transacción (XID) que es devuelto por el notificador de cambios y luego obtiene, mediante la llamada automática a un procedimiento almacenado, el rango SCN (*System Change Number*) correspondiente a la transacción realizada del *Flashback Transaction Query*.

Luego de obtenida esta información de la notificación de cambios y del Flashback comienza el proceso de minería de la información utilizando Oracle Logminer. En este proceso se extrae de los Redo Logs la información en formato SQL de la transacción realizada y se analizan un conjunto de precondiciones o reglas que debe cumplir la información para poder ser propagada hacia el centro de datos.

En caso de errores durante el proceso de captura, dichos errores son notificados al administrador de réplica en el subsistema de monitoreo, el cual tomará una decisión para darle solución al fallo ocurrido. La solución inmediata a los errores en el proceso de captura es reprocesar la transacción. Los estados por los que pasan las transacciones en el proceso de captura se muestran en la siguiente nota.

Estado	Descripción
0	Transacción notificada.
1	Rango SCN obtenido del Flashback.
2	(Reservado para uso futuro).
3	Capturada, convertida a mensaje y este último, puesto en cola de propagación.
4	No capturada por incumplimiento de precondiciones o por error en el proceso de captura.
5	Transacción excluida por reglas del negocio.

Tabla 1: Estado de las transacciones durante el proceso de captura.

En caso de que la transacción se encuentre en estado 4 el error asociado se puede encontrar en la tabla `CAPTURE_ERROR_LOG` del proceso de captura.

Los principales errores de captura están asociados a problemas ajenos al propio mecanismo de réplica como son fallos internos del gestor de base de datos, fallos en la energía y cualquier otro evento que provoque una irregularidad en el funcionamiento del servidor.

Una vez capturada la transacción y comprobadas las precondiciones las operaciones ya en forma de mensaje entran en la fase de propagación de la información, lo cual se hace utilizando la tecnología Oracle Streams Advanced Queuing. Las colas configuradas con anterioridad tienen la responsabilidad de mover los SQL de las transacciones en forma de mensajes de un servidor a otro.

Las operaciones son recibidas en el servidor remoto comenzando aquí el proceso de aplicación de la información. Para poder aplicar la transacción, ésta debe encontrarse en su estado íntegro y las operaciones se aplican teniendo en cuenta el mismo criterio con que fueron aplicadas originalmente en el servidor que las originó. La base del proceso de aplicación lo componen: una tarea programada en el servidor (JOB) y un conjunto de procedimientos almacenados de alta complejidad algorítmica. En caso de que, durante el proceso de aplicación, la transacción que se está ejecutando produzca un error originado por alguna inconsistencia de datos se registra un conflicto en la tabla "TRANSACCION_ERROR", el cual tendrá que ser resuelto por el administrador de réplica de forma manual.

Se entiende como **conflicto** cualquier irregularidad originada en el proceso de aplicación de la información que impide que la transacción pueda ser aplicada. Los conflictos normalmente son asociados a inconsistencia en la información existente en un ambiente con relación al otro.

En ambientes que permitan operaciones DML a los mismos datos en diferentes BD, pueden ocurrir conflictos:

- Conflictos de actualización.
- Conflictos de unicidad.
- Conflictos de borrado.
- Conflictos de llaves foráneas.

Existen varios modelos que contribuyen a evitar los conflictos:

- Modelo Primary Database Ownership: permite evitar la posibilidad de conflictos limitando el número de BD en el sistema que tendrán acceso a las actualizaciones simultáneas de las tablas con datos compartidos. Este modelo previene los conflictos porque sólo una BD permite las actualizaciones a un conjunto de datos compartidos a la vez.
- Modelo Shared Database Ownership: se recomienda utilizar cuando el modelo anterior sea muy restrictivo para los requerimientos de la aplicación, este modelo presupone que pueden ocurrir conflictos y asociado a él se recomienda aplicar estrategias que eviten los conflictos como las que se relacionan a continuación:
 - ✓ Evitar conflictos de unicidad: Se pueden evitar los conflictos de unicidad asegurando que cada BD usa identificadores únicos para los datos compartidos.
 - ✓ Evitar conflictos de borrado: En general las aplicaciones que operan con el modelo Shared Database Ownership no deben borrar registros usando la sentencia DELETE. En su lugar deberían marcar los registros que se deben borrar y configurar el sistema para purgarlos periódicamente.
 - ✓ Evitar conflictos de actualización: En un modelo Shared Database Ownership no es posible evitar este tipo de conflictos en su totalidad. Por eso se deben identificar los tipos de conflicto posibles y configurar el sistema para que los resuelva si estos ocurren.

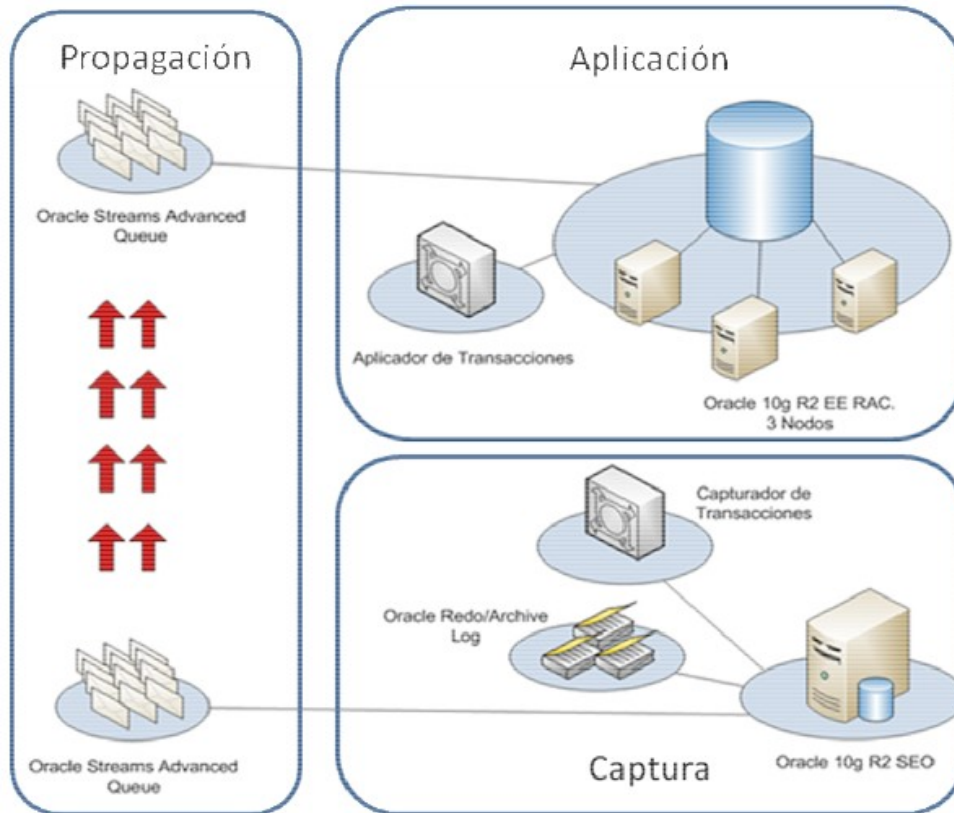


Figura 3: Disposición de los subprocesos dentro del subsistema de réplica.

Los rasgos de seguridad y confiabilidad de la información en la réplica de datos se basan fundamentalmente en las propias características del Oracle y se manifiestan de la siguiente forma:

- Para poder acceder a la configuración de la réplica y a los datos que se generan en el propio proceso de réplica se requiere credenciales del SGBD (usuario REPLICA o SYS).
- Existen dos formas de almacenamiento de la información durante el proceso de notificación de cambio, (persistente y no persistente). Se decide utilizar la forma persistente con el objetivo de poder recuperarse ante fallos del servidor en el proceso de captura.
- Toda transacción puede ser reprocesada siempre que exista el fichero log asociado a la transacción. Si se requiere hacer esto con frecuencia, debe establecerse una política de respaldo de los Archivelog.

- La propagación de la información se hace de forma persistente con el objetivo de poder recuperarse ante fallos del SGBD.
- La propagación de la información requiere autenticación de Oracle y se realiza bajo las especificaciones del protocolo TNS, lo cual impide que algún usuario no autorizado pueda poner información en cola o pueda retransmitir en el canal de comunicación una información alterada.

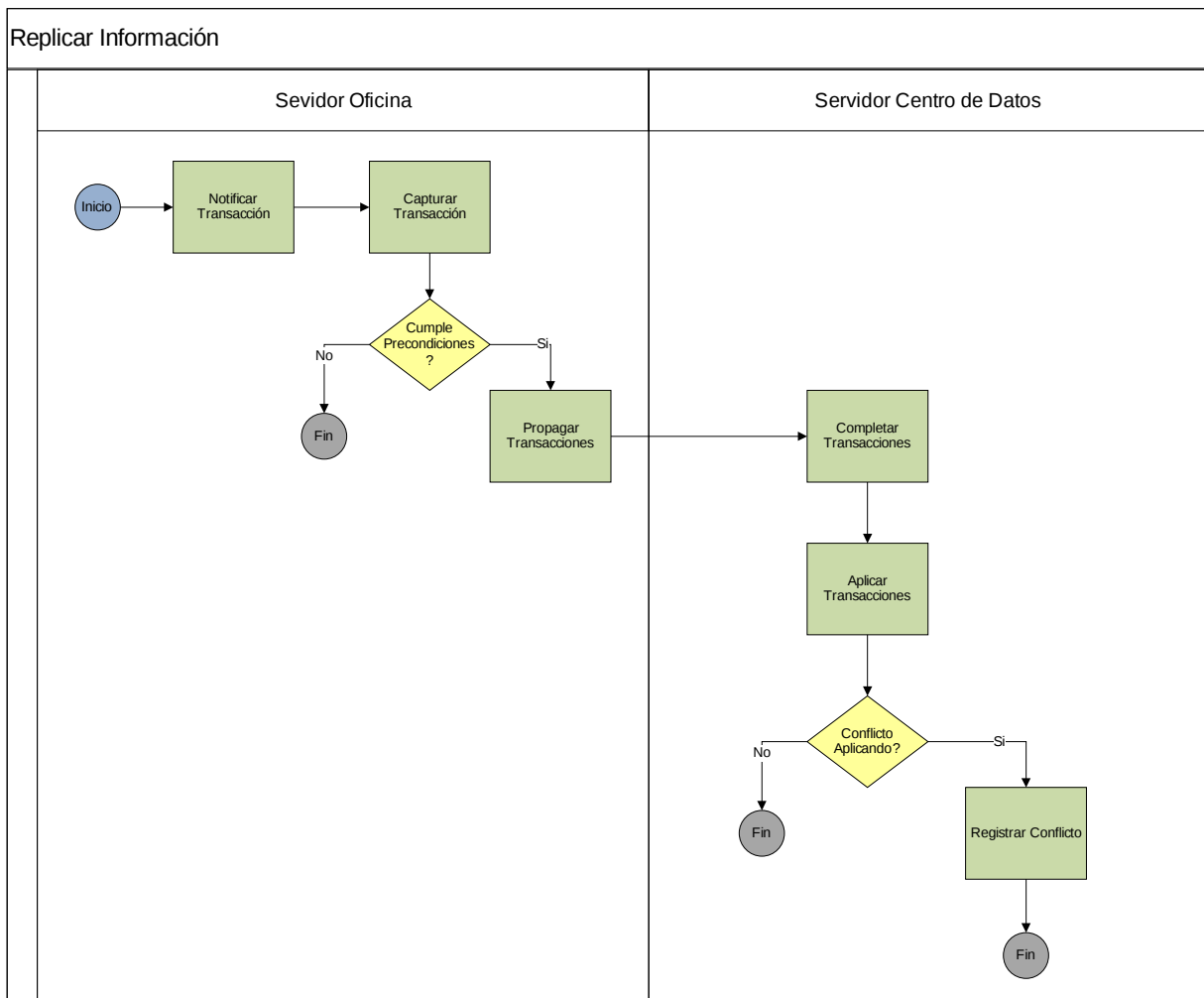


Figura 4: Flujo del proceso replicar información en sus dos ambientes.

Reglas en el proceso de captura.

- Las tablas marcadas para replicación se encuentran en la tabla “DTABLAREPLICA” del esquema réplica de la base de datos de captura.
- Cada tabla de las configuradas tiene como propiedad un conjunto de operaciones específicas que se pueden realizar sobre la tabla y que van a ser replicadas, así como otra propiedad que define si la tabla se replica o no.
- Las posibles operaciones que se van a replicar por cada tabla son: operaciones de inserción (INSERT), operaciones de actualización (UPDATE), operaciones de eliminación (DELETE) y escritura de información en campos binarios BLOB (LOB_WRITE).
- Una vez que los usuarios entran a la base de datos se guarda un registro en la tabla “STATS\$USER_LOG”. Durante el proceso de captura se verifica que el ID de la sesión del usuario que realizó la operación se encuentra en esta tabla con el fin de determinar si el usuario realizó una operación replicable.
- Los usuarios que están autorizados a realizar operaciones replicables están almacenados en la tabla “DUSUARIOREPLICA” del esquema réplica de la BD de origen. De esta misma forma, cada usuario de negocio que es agregado al sistema en el servidor de captura, es agregado al subsistema de réplica, indicando que este usuario puede realizar operaciones replicables.

Reglas en el proceso de aplicación.

- Para que una transacción pueda ser aplicada en un servidor remoto debe encontrarse en su estado íntegro (deben estar todas las operaciones de esta transacción).
- Las transacciones recibidas de forma íntegra se aplican manteniendo el orden con el que fueron aplicadas en el servidor de origen.
- Sólo está permitida la modificación de un registro por operación.

Reglas en el proceso de notificación de cambio.

La configuración de notificaciones es un proceso delicado puesto que determina el carácter transaccional de la réplica de datos. La figura 5 ayuda a comprender cómo realizar la configuración de notificaciones en una base de datos donde se realizan 3 transacciones de negocios (T1, T2, T3) en las cuales están involucradas las tablas (A, B, C, D, E, F, G). Realizando un análisis algebraico del modelo quedaría de la siguiente forma $T1 = \{A, B, C\}$, $T2 = \{D, C\}$ y $T3 = \{E, F, G, C\}$. La configuración resultante corresponde con el conjunto mínimo de tablas que cumplen con la condición de que cada conjunto posee al menos un elemento en el conjunto resultante, dando prioridad a aquellos elementos que cumplen que la intersección de los conjuntos T1, T2 y T3 sea diferente de nulo en este caso $\{T1 \cap T2 \cap T3\} \neq \emptyset = C$.

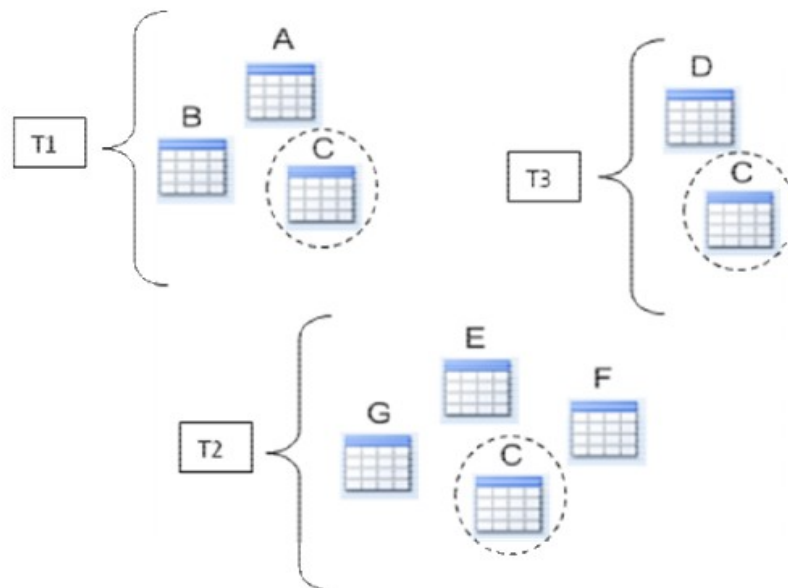


Figura 5: Configuración de notificación de cambios.

La arquitectura GRID.

La arquitectura de computadoras GRID es una nueva arquitectura de TI que produce más flexibilidad a un menor costo en una solución empresarial. Mediante la arquitectura GRID un conjunto independiente de recursos, dígame hardware y software pueden estar

conectados y unidos en respuesta a las demandas del negocio. La arquitectura GRID de computadoras ha sido considerada como la quinta generación de computadoras después de la cliente-servidor y la multi-tier. (26)

Aplicación de la arquitectura GRID dentro de SAIME.

Comparado con otros modelos, el estilo GRID produce mayor calidad en los servicios y mayor flexibilidad a un menor costo. La calidad en los servicios es el resultado de eliminar los puntos de fallos, establecer una fuerte seguridad en la infraestructura y mantener una política de manejo de los recursos de forma centralizada.

Aplicado al contexto, la implementación de la arquitectura GRID permitirá manejar los recursos asociados a:

- Infraestructura: hardware y software para el almacenamiento de información y ambiente para la ejecución de aplicaciones. En este aspecto se está haciendo referencia a los recursos ubicados en cada uno de los servidores de las oficinas regionales y RAC de Oracle. Estos recursos pueden ser: almacenamiento, memoria, SO y gestor de base de datos, entre otros.
- Aplicaciones: lógica de negocio y flujo que definen aspectos específicos del negocio. En este caso se está haciendo referencia a las aplicaciones que se ejecutan en el servidor como por ejemplo servicio AFIS, servicio de actualización de aplicaciones, replica de datos entre otros.
- Información: es el resultado inherente a todos los diferentes datos usados para conducir el sistema, transacciones de datos, solicitudes AFIS, actualizaciones de aplicación, entre muchos otros.

En este sentido, existen un conjunto de software y hardware destinados a la gestión de los recursos. La combinación de componentes tales como Oracle Management Server (OMS), Oracle Application Server (AS), Oracle Management Agent (OMA) y Oracle Enterprise Manager (OEM), conforman un solo elemento conocido como Oracle Enterprise Manager Grid Control (OGC) encargado de la gestión y monitoreo de los recursos, procesos y servicios en cada uno de los servidores que componen el GRID.

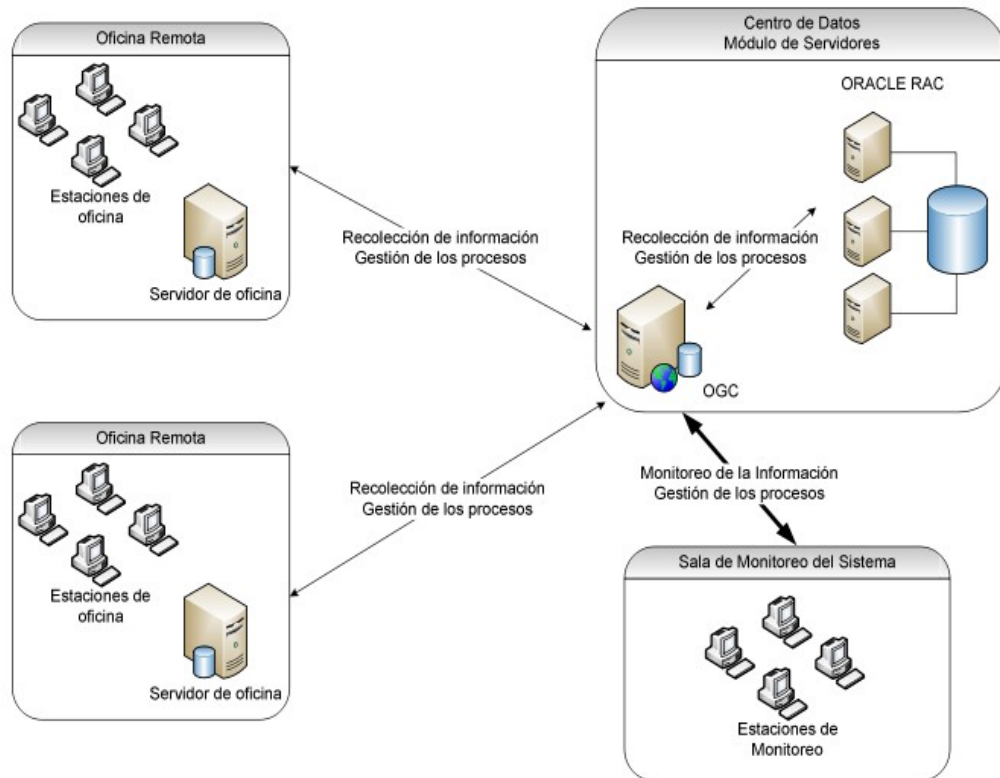


Figura 6: Integración con OGC para la gestión y monitoreo de los recursos de TI.

Integración de la réplica de datos al OGC.

Como parte del proceso de integración es necesario transitar por un conjunto de fases que definen cómo se va a gestionar el proceso a integrar (ve Anexo X en memoria colectiva).

Luego de complementadas las fases de desarrollo y despliegue se organizan los destinos en el OGC, en sistemas y servicios para poder ser monitoreados y gestionados en forma de grupo. La gestión da la posibilidad de crear interfaces en el OGC que son más accesibles para el usuario, puesto que detallan mejor la información y así interpretar mejor los resultados.

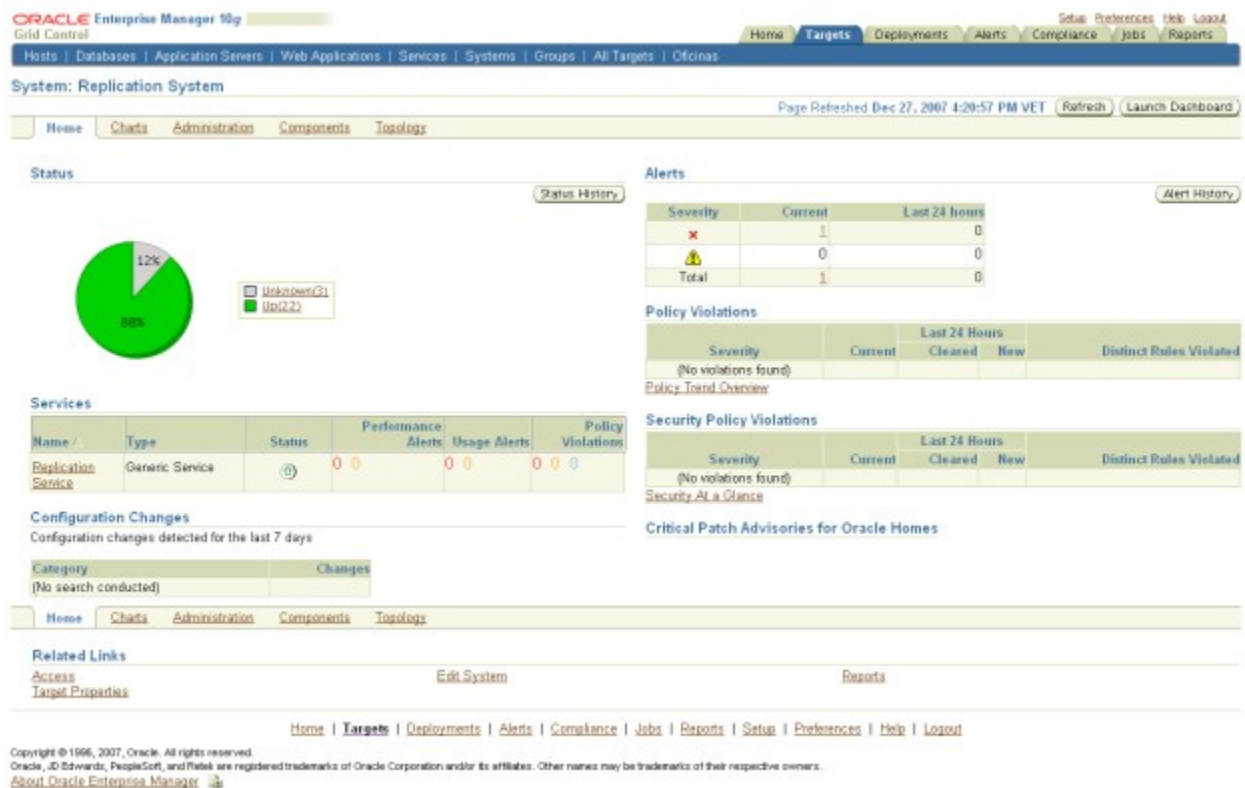


Figura 7: Interfaz de monitoreo de los subsistemas de réplica de información.

Esta interfaz da la posibilidad de que cada componente del sistema en su conjunto pueda ser monitoreado de forma centralizada a través de gráficos y tablas que muestran el comportamiento cuantitativo de las métricas definidas.

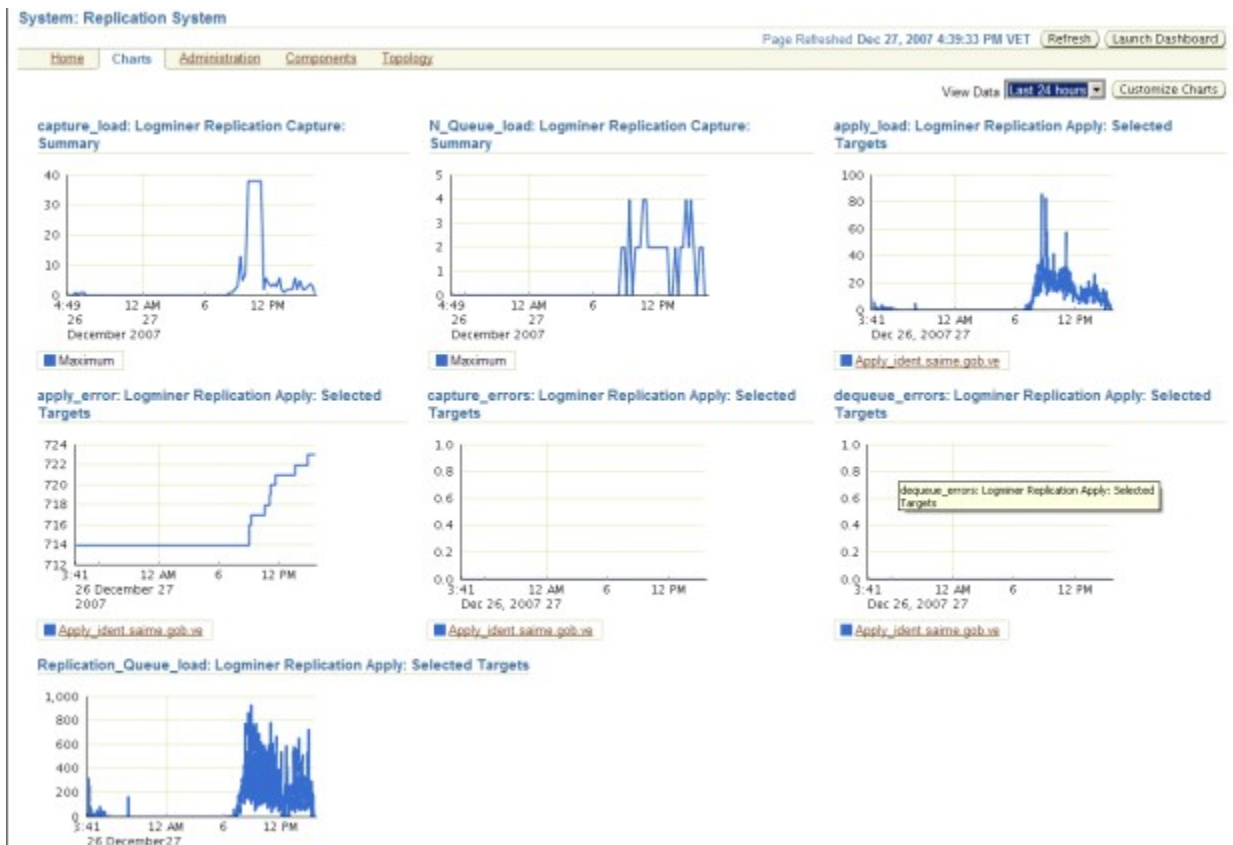


Figura 8: Gráficos que muestran el comportamiento general de la réplica de información.

La creación de una topología ayuda a comprender cómo se comunican los componentes entre sí y cuáles son algunas características principales de cada uno de ellos.



Figura 9: Topología para la réplica de datos.

Inserción de la gestión de la réplica de información dentro del flujo organizacional para la solución de problemas de TI. Integración con OGC.

La gestión centralizada de los recursos dentro de una organización de gran magnitud como es el caso de SAIME, no puede ser posible sin la interacción de todas las partes involucradas en las áreas de TI. En este sentido la integración de cada uno de los sistemas que proveen servicios, la comunicación entre ellos y la existencia de una herramienta para el soporte, son factores importantes para el buen desempeño de los ejecutivos y funcionarios que administran los recursos que soportan el funcionamiento de la empresa.

Partiendo del planteamiento anterior es de vital importancia el manejo de las alertas que se reflejan en el OGC y su constante seguimiento por los especialistas involucrados en las áreas correspondientes, tomando como premisa que mediante la

definición de las métricas del proceso se establecieron márgenes, que de ser violadas, implican una interrupción en el servicio o disminución en la calidad de los servicios, lo cual es considerado por *ITIL* como un incidente. (25)

Asociado a la réplica de información existe una serie de procesos de negocios, los cuales se pueden ver afectados a mediano o largo plazo producto de un mal funcionamiento o una mala administración de esta. La matriz de riesgo ayuda a comprender cómo se puede ver afectada la organización en caso de fallos en el servicio de réplica de información.

La matriz de riesgo se elabora teniendo en cuenta la afectación del servicio en el indicador especificado con relación al tiempo, obteniendo los siguientes calificadores en cuanto al nivel de afectación:

- Bajo: El problema no debe persistir por más de 3 horas. Se debe resolver de forma automática. Puede afectar a oficinas de forma aislada. Indica retraso en el proceso de negocio pero no produce paralización ni desinformación.
- Medio: El problema no debe persistir por más de 2 horas. Debe ser detectado por el sistema de monitoreo y resuelto al momento. Puede afectar a oficinas de formas aislada. Indica retraso en el proceso de negocio y de no ser atendido correctamente, paralización de un bajo número de trámites. Genera desinformación.
- Alto: El problema no debe persistir por más de 1 hora. Debe ser detectado por el sistema de monitoreo y resuelto al momento. Afecta a todas las oficinas. Indica paralización generalizada del proceso de negocio si no es atendido a tiempo. Genera alta desinformación.

Procesos de Negocio.	Chequeo dactilar en dactiloscopia	Impresión de documentos	Continuidad de trámites de Irregularidad AFIS en otra sede	Entrega de documentos y cierre de trámites	Obtención de reportes de negocio y aplicación en la SC
Replica de datos.					
Detención del proceso de captura.	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Sobrecarga en el proceso de captura.	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Errores en el proceso de captura.	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Sobrecarga en el proceso de propagación.	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Pérdida de la conexión con la cola remota.	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Error en el proceso de aplicación de transacciones (conflictos).	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Sobrecarga en el proceso de aplicación.	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Detención del proceso de aplicación.	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto

Tabla 2: Matriz de riesgo obtenida como resultado de la vinculación de la réplica de datos a los procesos de negocio.

Como resultado del análisis de riesgo se hace necesario la integración entre la forma de monitoreo de los servicios y los métodos de la organización para la solución de problemas. De aquí, que por cada alerta que produce la réplica se desencadene un flujo con el fin de dar solución inmediata y profesional al problema y alimentar la base de datos de conocimiento de la organización para futuros análisis.

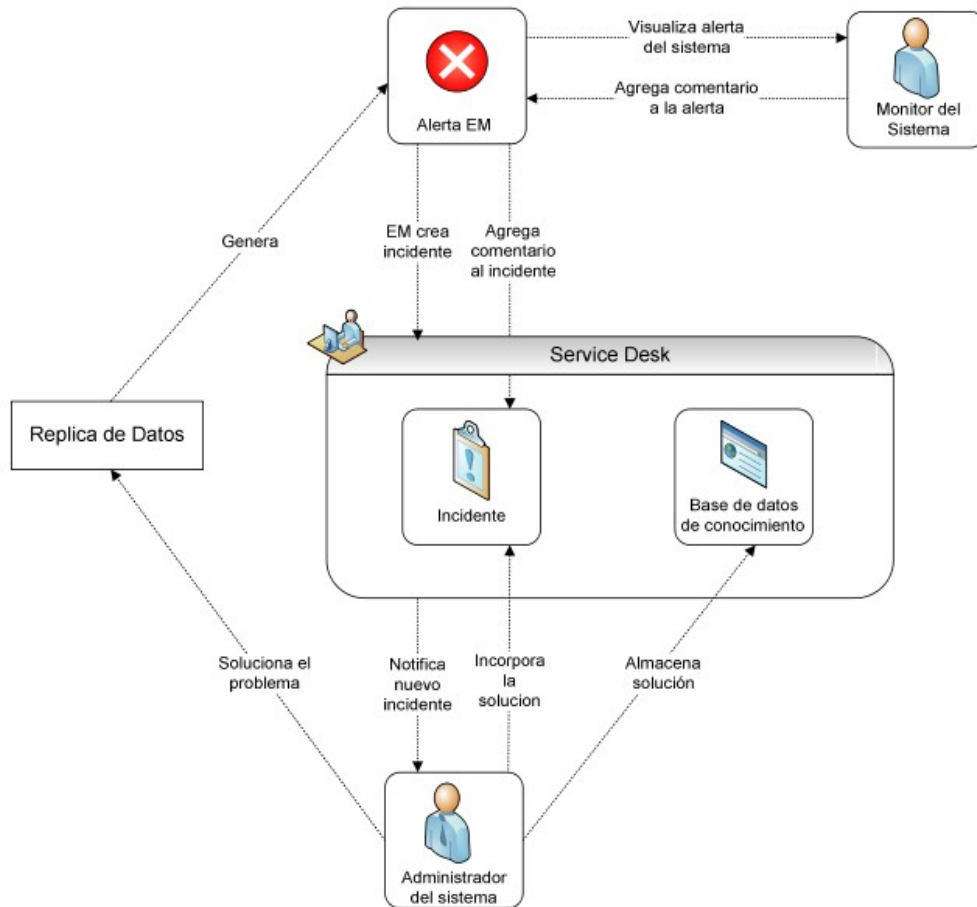


Figura 10: Interacción entre los componentes en el soporte del servicio de réplica.

Como muestra la figura 10, la réplica de datos genera una alerta hacia el Oracle Enterprise Manager (EM) y al mismo tiempo este último crea un incidente en el *Service Desk*. Esta alerta es visualizada de inmediato por el usuario encargado de monitoreo del sistema, el cual puede agregar información en forma de comentario a la alerta y el EM, a su vez, agrega esta información al incidente. Ya creado el incidente este es reportado al administrador del sistema, el cual soluciona el problema de inmediato e incorpora la solución al problema, la que es almacenada en la base de datos de conocimientos del *Service Desk*.

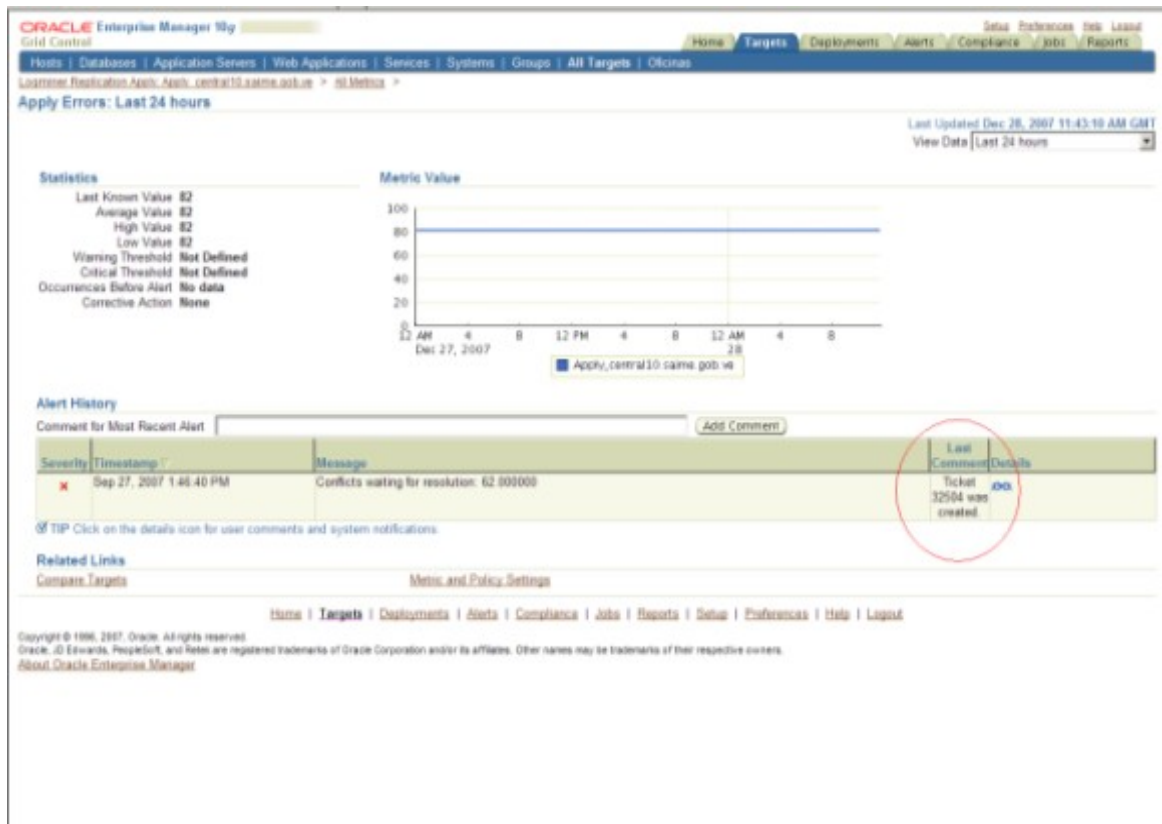


Figura 11: Alerta asociada a un incidente en el EM.

Este mismo flujo puede ser utilizado para resolver cualquier problema relacionado con los recursos gestionados a través del OGC y así dar soporte a los sistemas y servicios que sustentan el buen funcionamiento de la organización.

Unicenter® Service Desk Incidents # Ir

Usuario: Perez, Jofman - Soporte_Nivel_2 (Salir de la Aplicación) [Cerrar Ventana]

Archivo ▾ Ver ▾ Actividades ▾ Acciones ▾ Buscar ▾ Reportes ▾ Ventana ▾ Ayuda ▾

Detalle Incidente 32504 Editar Crear Orden de Cambio Crear Problema Perfil

Usuario Final Afectado	Categoría	Estado	Prioridad
Eventos, Administrador	IT, Alertas, EM	Nuevo	1

Detalle

Reportado Por...	Asignado	Grupo	CI
Eventos, Administrador	Perez, Jofman	Soporte_Servicios_IT	
Severidad	Urgencia	Impacto	Activo?
		None	YES
Orden de Cambio	Problema	Devolver Llamada	Causa Raiz

Información de Resumen

Resumen	Tiempo Total Actividades
Alertas EM: Apply_central10.saime.gob.ve	00:00:00
Descripción	Prioridad Incidente
	0

Target Name=Apply_central10.saime.gob.ve
 Target Type=lrpl_apply
 Metric=Apply_error
 Threshold=27-SEP-07
 Severity=Critical
 Message=Conflicts waiting for resolution: 62.000000
 Notification Rule Name=Threshold Violation
 Notification Rule Owner=CRSMM

Fecha Apertura	Última Modificación	Fecha Solución	Fecha de Cierre
10/26/2007 12:48 pm	10/26/2007 12:48 pm		

5. Padre / Hijo	6. Conocimiento	7. Soluciones	8. Propiedades
1. Actividades	2. Log de Eventos	3. Doc Adjuntos	4. Nivel de Servicio

Lista de Actividades Buscar Mostrar Filtro (0) Borrar Filtro

Creada por / Descripción	Cuando *	Tiempo Consumido	Tipo
System_AHD_generated	10/26/2007 12:48 pm	00:00:00	Event Occurred
AHD05454: Request 32504 Assigned Assignee='Perez, Jofman' and Group='Soporte_Servicios_IT'			
Eventos, Administrador	10/26/2007 12:48 pm		Initial
create a new request/incident/problem/change/issue			

Figura 12: Incidente relacionado con la alerta en el Service Desk.

CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo fue materializado un importante ahorro por concepto de licencia, al facilitarse una solución integrada que evita el licenciamiento de productos incluidos en otras versiones más costosas del gestor de BD Oracle o de soluciones comerciales propuestas por terceros. Por otra parte, se logró cumplir la expectativa de integración de la solución con otros productos ya instalados y en explotación como lo son Oracle Enterprise Manager Grid Control y Unicenter Service Desk.

Resultados del producto de replicación aplicado a SAIME.

La solución de software para SAIME cuenta con un total aproximado de 250 servidores entre oficinas regionales y móviles de cedulación.

Para poder utilizar los productos de replicación que provee el gestor de base de datos Oracle se necesitaría un total de 2500 licencias correspondiente al aproximado de 10 usuarios por 250 servidores Oracle EE. Una licencia de Oracle EE tiene un costo de 800 USD por cada usuario, lo cual implica un monto de **2 000 000 USD** sumados al costo total del proyecto.

La licencia contratada para el proyecto correspondiente a la versión Oracle SEO supone un monto de 149 USD por cada usuario lo que implica, para un total aproximado de 2500 usuarios, un costo total de 372 500 USD.

De los planteamientos anteriores se puede deducir que el ahorro en licencias de Oracle por haber adquirido un producto con funcionalidades restringidas se eleva a **1 627 500 USD**.

Otra variante de licenciamiento analizada corresponde al licenciamiento por procesador. En este caso se paga por cada CPU que contenga el servidor un monto de

40 000 USD para Oracle EE y para Oracle SEO un monto de 4 995 USD. Esta licencia es mucho más costosa para soluciones regionales, donde la cantidad de usuarios es reducida.

Existen otros productos del mercado analizados en el capítulo segundo que pudieran resolver el problema fundamental de la réplica de información en el ambiente que se expone. Algunos de estos productos son GPL y están libres para descargar en internet lo cual significa que no tienen costo monetario alguno. El principal problema encontrado en este tipo de herramientas como por ejemplo Dafodill es que no cubre todas las necesidades que se requieren según lo descrito en el escenario.

Otros productos, también expuestos en el capítulo segundo, son posibles soluciones al problema y en muchos casos son productos propietarios que implican costos adicionales al proyecto.

La solución dada al problema fundamental, expuesto en este trabajo, es el resultado del esfuerzo de un equipo de desarrollo. Los gastos que se derivan de la implementación de este producto son considerados gastos internos y no son relevantes comparados con el aporte realizado.

El producto actualmente se encuentra en la fase de explotación desplegado en 17 oficinas regionales con un rendimiento acorde con las necesidades de la organización. El módulo de gestión y monitoreo se encuentra en fase de desarrollo, específicamente en la fase de implementación con los casos de uso monitorear réplica y gestionar tablas de la réplica ya desarrollados.

Principales características asociadas al producto obtenido.

- El subsistema de réplica obtenido es transparente a las aplicaciones de negocio.
- Se basa en la igualdad de estructura de las bases de datos o de los subesquemas de tablas que se desean replicar.

- Se recomienda hacer el análisis transaccional de los negocios con el fin de optimizar el proceso de notificación de cambio.
- La seguridad del subsistema de replicación está basada en la propia seguridad del gestor de base de datos Oracle.
- La solución es escalable en el sentido de que no está limitado en el número de servidores que pueden replicar datos hacia el centro de datos.
- La versión 1.0 del sub sistema de replicación no provee réplica heterogénea.
- Es aplicable solo a la versión Oracle 10g R2 o superior.
- Con la fundamentación de esta solución y mejorando el producto se pueden satisfacer las condiciones de una arquitectura de base de datos distribuida.
- Se obtiene como producto un complemento (plugin) para la integración con el Oracle Enterprise Manager Grid Control.

BIBLIOGRAFÍA

1. Oracle Corporation. Wikipedia, the free encyclopedia. [En línea] 5 de Junio de 2007. [Citado el: 2007 de Junio de 7.]
http://en.wikipedia.org/wiki/Oracle_corporation.
2. Diseño de base de Datos distribuidas. Cochabamba, Bolivia : s.n., 2005.
3. Oracle Corporation. Database Replication. Oracle8 Concepts. [En línea] 1997. [Citado el: 21 de Abril de 2007.] http://www.pitt.edu/AFShome/h/o/hoffman/public/html/oradoc/server.804/a58227/ch_repli.htm.
4. Réplica entre Servidores Oracle. Alternativas de solución. Carrazana Carbonell, Luis E, y otros. Ciudad Habana : s.n., 2006.
5. Wikipedia. Data replication. Wikipedia. [En línea] [Citado el: 3 de junio de 2007.] http://en.wikipedia.org/wiki/Data_replication.
6. Modelo relacional. Wikipedia. [En línea] 8 de Abril de 2007. [Citado el: 21 de Abril de 2007.] http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_relacional.
7. Fiallo, Yoandy Mesa. Arquitectura General del Sistema. Ciudad de la Habana : UCI, 2006.
8. Oracle Corporation. Oracle Database Family Product. [En línea] Agosto de 2006. [Citado el: 07 de Mayo de 2007.]
http://www.oracle.com/technology/products/database/oracle10g/pdf/twp_general_10gdb_product_family.pdf.
9. Dye, Charles. Oracle Distributed Systems. s.l. : O'Reilly, 1999. 1-56592-432-0.
10. Oracle Corporation. Understanding Replication. Oracle7 Server Distributed Systems Manual, Vol. 2. [Online] 1996. [Cited: Mayo 7, 2007.]
<http://thinkunix.net/unix/db/oracle/docs-7.3/DOC/server/doc/SD273/ch1.htm>.
11. Introduction to Advanced Replication. Oracle Database Advanced Replication 10g Release 2 (10.2). [Online] 2005. [Cited: mayo 08, 2007.] http://download-east.oracle.com/docs/cd/B19306_01/server.102/b14226/repoverview.htm#i15730

12. akadia.com. The Secrets of Materialized Views. Akadia. [Online] [Cited: mayo 08, 2007.] http://www.akadia.com/services/ora_materialized_views.html.
13. Sharing Informacion with Oracle Streams. Oracle Coroporation. s.l. : Oracle Corporation, 2005.
14. Daffodil Software LTD. Dafodil Replicator. Dafodil. [En línea] [Citado el: 09 de mayo de 2007.] <http://opensource.replicator.daffodilsw.com/index.html>.
15. Progress Software. Progress DataXtend RE. Progress DataXtend. [Online] [Cited: mayo 09, 2007.] http://www.progress.com/dataxtend/dataxtend_re/index.ssp.
16. Oracle Corporation. Developing Applications with Database Change Notification. Oracle® Database Application Developer's Guide - Fundamentals 10g Release 2 (10.2). [Online] Oracle. [Cited: mayo 29, 2007.] http://download-uk.oracle.com/docs/cd/B19306_01/appdev.102/b14251/adfns_dcn.htm#BGBBHGAH.
17. Burleson Consulting. Oracle Flashback Transaction Query. [Online] Burleson Consulting. [Cited: mayo 29, 2007.] http://www.dba-oracle.com/t_flashback_transaction_query.htm.
18. Oracle Corporation. Using LogMiner to Analyze Redo Log Files. Oracle® Database Utilities 10g Release 2 (10.2). [Online] [Cited: mayo 29, 2007.] http://download-east.oracle.com/docs/cd/B19306_01/server.102/b14215/logminer.htm#i1010243.
19. Oracle® Streams Advanced Queuing User's Guide and Reference Release 10.1. [Online] [Cited: mayo 29, 2007.] http://download-east.oracle.com/docs/cd/B14117_01/server.101/b10785/preface.htm.
20. Data replication. Wikipedia. [En línea] http://en.wikipedia.org/wiki/Data_replication#Offline_data_replication.
21. Oracle Corporation. Database Replication. Oracle8 Concepts. [Online] 1997. [Cited: Abril 21, 2007.] http://www.pitt.edu/AFShome/h/o/hoffman/public/html/oradoc/server.804/a58227/ch_repli.htm.
22. Oracle Streams-Replication Tips and Techniques. 2005.

23. Garmany, John W. y Freeman, Robert G. Oracle Replication: Snapshot, Multi-master & Materialized Views Scripts. s.l. : Rampant TechPress, 2003. ISBN 0972751335.
24. Microsoft Corporation. Información general del modelo de publicación de réplica . MSDN. [En línea] Microsoft Productions, 2007. [Citado el: 21 de Abril de 2007.] <http://msdn2.microsoft.com/es-es/library/ms152567.aspx>.
25. Santa Monica Consulting, Fundamentos de ITIL, Argentina, 2002, Capítulo 3 página 4.
26. Oracle Corporation. Grid Computing with Oracle, 2005.