

Proyecto Final de Carrera

**DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE ARQUITECTURA
HARDWARE DE ALTA DISPONIBILIDAD (HA) PARA
SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS
EMPRESARIALES (ERP)**

Esteban Atienza Quesada

Dirección del proyecto:
Juan Luis Posadas Yagüe

DISCA – Departamento de Informática de Sistemas y Computación
Facultad de Informática de Valencia
Universidad Politécnica de Valencia

Valencia, junio de 2010

| | |
|--|--------|
| CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN AL PROYECTO | 6 |
| 1.1. Motivación..... | 6 |
| 1.2. Objetivo | 6 |
| 1.3. Organización..... | 6 |
| CAPÍTULO 2 - EL CONCEPTO DE ALTA DISPONIBILIDAD (HA) | 8 |
| 2.1. Introducción..... | 8 |
| 2.2. Alta Disponibilidad en las organizaciones | 8 |
| 2.3. Determinación de las necesidades de disponibilidad del cliente | 9 |
| 2.4. Niveles de disponibilidad | 10 |
| 2.5. Causas posibles del tiempo de inactividad o interrupción..... | 11 |
| 2.5.1. Interrupciones no planificadas..... | 11 |
| 2.5.2. Interrupciones planificadas..... | 12 |
| 2.6. ¿Cómo se puede implementar alta disponibilidad? | 12 |
| 2.6.1. Protección contra anomalías en el disco..... | 12 |
| 2.6.2. Planificación para una pérdida de alimentación | 13 |
| 2.6.3. Uso de métodos eficaces de gestión de sistemas..... | 14 |
| 2.6.4. Preparación del espacio para el servidor | 15 |
| 2.6.5. Backups | 15 |
| 2.6.6. Software de replicación remota | 15 |
| 2.6.7. Caminos de red redundantes o Multipath / Path Failover | 16 |
| 2.6.8. Clústeres y programas altamente disponibles..... | 17 |
| CAPÍTULO 3 - SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EMPRESARIALES (ERP)..... | 18 |
| 3.1. Introducción..... | 18 |
| 3.2. La necesidad de un software de gestión integral (ERP) | 18 |
| 3.2.1. La evolución de los sistemas informáticos de gestión..... | 18 |
| 3.2.2. La integración a nivel de procesos | 19 |
| 3.3. Características de un sistema integrado de gestión (ERP) | 21 |
| 3.3.1. Definición de un sistema ERP | 21 |
| 3.3.2. Estructura de un sistema ERP..... | 22 |
| 3.3.3. Características generales de un ERP | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4. Criterios para la selección de un sistema ERP | 27 |
| 3.5. Implantación de un sistema ERP | 27 |
| 3.6. SAP R/3 | 29 |
| 3.6.1. El software SAP | 29 |
| 3.6.2. El producto SAP R/3 | 30 |
| CAPITULO 4 - TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO..... | 33 |
| 4.1. Introducción..... | 33 |
| 4.2. Sistemas hardware | 33 |
| 4.2.1. Sistemas hardware empleados en el proyecto | 35 |
| 4.3. Tecnología Cluster de IBM | 37 |
| 4.3.1. Ventajas de los clústeres..... | 38 |
| 4.3.2. Cómo funciona un clúster..... | 38 |
| 4.3.3. Conceptos básicos de los Clústeres | 39 |
| 4.3.4. Elementos de un Clúster | 42 |
| 4.4. IBM Cross-site Mirroring (XSM)..... | 44 |
| 4.4.1. Introducción a Cross-site Mirroring | 44 |
| 4.4.2. Auxiliary Storage Pools (ASP)..... | 44 |
| 4.4.3. Independet Auxiliary Storage Pools (IASPs)..... | 45 |
| CAPÍTULO 5 – DISEÑO DE ARQUITECTURA HARDWARE | 46 |
| 5.1. Introducción..... | 46 |
| 5.2. Estudio de la infraestructura actual | 46 |
| 5.3. Requisitos de disponibilidad deseados | 48 |
| 5.4. Elección de la solución de alta disponibilidad..... | 49 |
| 5.4.1. Dimensionamiento Hardware..... | 49 |
| 5.4.2. Dimensionamiento Hardware alternativo con actualización de la versión del ERP | 50 |
| CAPÍTULO 6 – IMPLEMENTACIÓN ARQUITECTURA DE ALTA DISPONIBILIDAD | 51 |
| 6.1. Introducción..... | 51 |
| 6.2. Componentes hardware solución final | 51 |

| | |
|--|----|
| 6.2.1. Armario Producción | 52 |
| 6.2.2. Armario Desarrollo/Test..... | 53 |
| 6.2.3. Detalle componentes | 54 |
| 6.3. Listados herramienta de configuración de IBM | 57 |
| 6.4. Instalación física de los sistemas | 61 |
| 6.4.1. Instalación de los componentes en los armarios..... | 61 |
| 6.4.2. Cableado de los componentes | 63 |
| 6.5. Configuración de los sistemas y HMC | 64 |
| 6.5.1. Configuración HMC Producción y HMC Desarrollo/Test..... | 64 |
| 6.5.2. Arranque de sistemas IBM Power | 71 |
| 6.5.3. Creación de particiones lógicas | 72 |
| 6.5.4. Instalación de sistemas operativos..... | 73 |
| 6.6. Configuración herramientas Cluster y XSM | 74 |
| 6.6.1. Configuraciones previas en los sistemas | 75 |
| 6.6.2. Definición nodos del Cluster XSM y activación..... | 76 |
| CAPÍTULO 7 - CONCLUSIONES..... | 78 |
| ANEXO A - PROGRAMAS DESARROLLADOS PARA EL PROYECTO..... | 79 |
| ANEXO B - COMANDOS EMPLEADOS PARA LA GESTIÓN DEL CLUSTER..... | 89 |
| ANEXO C - DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS ASP | 90 |
| ANEXO D - CONSIDERACIONES PARA COPIAS DE SEGURIDAD | 91 |
| ANEXO E - COMANDOS BIBLIOTECA XSMUTIL..... | 92 |
| BIBLIOGRAFÍA | 93 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 94 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 95 |

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

1.1. Motivación

En la actualidad los sistemas informáticos de las entidades públicas y privadas son una pieza imprescindible para su correcto funcionamiento. Cada vez más empresas y organismos públicos confían procesos de negocio críticos en sistemas informáticos para mejorar la productividad y disponer de esta información crítica en un tiempo mínimo.

Confiar los procesos de negocio en los sistemas informáticos de la organización aporta muchas ventajas pero introduce nuevos puntos de fallo que necesitan estar controlados. Para evitar fallos de servicio en los sistemas informáticos de las organizaciones aparecen los sistemas de alta disponibilidad (HA).

Un sistema de alta disponibilidad (HA) está formado por distintos componentes hardware y software que combinados proporcionan acceso de forma ininterrumpida a los procesos de negocio. En la actualidad, el uso de sistemas de alta disponibilidad esta muy extendido en las organizaciones y esto motiva y justifica el presente estudio.

1.2. Objetivo

Este estudio pretende servir de introducción a los sistemas de alta disponibilidad (HA). Se abordarán las bases teóricas y los aspectos prácticos de este tipo de sistemas utilizando como ejemplo el diseño e implantación de un sistema real para un entorno productivo.

Se identificarán los diferentes problemas que aparecen en un proyecto de este tipo y se plantearán soluciones utilizando como ejemplo el diseño e implantación de un sistema real para un entorno productivo.

1.3. Organización

Los primeros capítulos, del 2 al 4, se orientan a introducir conceptos necesarios para abordar un proyecto de alta disponibilidad (HA). El concepto de alta disponibilidad se estudiará profundamente en el segundo capítulo. El tercer capítulo se empleará para describir el sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) que será la aplicación principal que va a ejecutarse en el entorno de alta disponibilidad diseñado e implementado a lo largo del proyecto. En el cuarto capítulo se dan a conocer las diversas tecnologías que van a ser empleadas durante el proyecto.

El quinto capítulo aborda el diseño de la arquitectura hardware del sistema de alta disponibilidad (HA) desde un punto de vista práctico aplicado a la solución elegida en el proyecto.

Se describe cada uno de los pasos ejecutados en la fase de diseño del proyecto:

- Toma de requisitos inicial
- Estudio de la infraestructura existente
- Elección de la solución de alta disponibilidad
- Elaboración de necesidades para la implementación de la solución

El sexto capítulo comprende la implementación de la arquitectura de alta disponibilidad en función de las decisiones tomadas en las anteriores fases del proyecto.

CAPÍTULO 2 - EL CONCEPTO DE ALTA DISPONIBILIDAD (HA)

2.1. Introducción

En el siguiente capítulo se va a realizar una descripción del concepto de alta disponibilidad para facilitar la comprensión de los siguientes apartados del proyecto en los que se diseñará e implementará una solución de alta disponibilidad para una herramienta ERP.

Se comenzará definiendo el concepto de alta disponibilidad y el motivo por el que es una herramienta imprescindible para multitud de organizaciones.

A continuación, se estudiará la importancia de la determinación de las necesidades de disponibilidad reales del cliente para abordar un proyecto de alta disponibilidad lo más coherente posible.

En el siguiente apartado se describirán los distintos niveles de disponibilidad empleando un punto de vista general y un punto de vista cercano al usuario.

El último apartado del capítulo se describen aspectos importantes para realizar una correcta planificación para asegurar un nivel determinado de disponibilidad en un sistema.

2.2. Alta Disponibilidad en las organizaciones

Un sistema se encuentra disponible si los usuarios pueden realizar operaciones sobre éste (acceder al sistema, someter nuevos trabajos, actualizar o modificar trabajos existentes,...).

En la actualidad los departamentos de tecnología de la información de las organizaciones han ganado mayor protagonismo y operaciones de negocio críticas que antes no dependían de estos departamentos ahora lo hacen. Debido a esta tendencia, es necesario asegurar un servicio continuado y de calidad a los procesos de negocio críticos que se ejecutan en los sistemas informáticos de las organizaciones.

El concepto de alta disponibilidad comprende un diseño de sistema y la implementación de protocolos asociados que aseguren un cierto nivel de continuidad operacional durante un periodo de tiempo determinado.

La disponibilidad de un sistema suele estar medida por año y únicamente tiene en cuenta los cortes de servicio no planificados. No se contemplan las paradas planificadas de los sistemas para el cálculo de la disponibilidad. En niveles muy altos de disponibilidad se pueden introducir estos dos parámetros (paradas planificadas y no planificadas) para el cálculo del valor.

2.3. Determinación de las necesidades de disponibilidad del cliente

El principal aspecto en el diseño de la disponibilidad de un sistema es obtener los requerimientos reales de disponibilidad de los usuarios. Para obtener esta información es necesario estudiar con detenimiento el modo en el que los usuarios utilizan las aplicaciones de la organización, determinar cuáles son críticas y necesitan de una mayor disponibilidad.

En este primer estudio del entorno es recomendable que el cliente sea consciente del coste de hacer que un sistema junto con sus aplicaciones sea altamente disponible, ya que como norma general, el coste de un sistema se incrementa exponencialmente conforme aumenta su disponibilidad.

Tras realizar el estudio de las necesidades de disponibilidad del cliente, se puede redactar un documento de acuerdo de nivel de servicio. En esta primera fase de estudio el documento únicamente debe reflejar los aspectos relativos a la disponibilidad de los sistemas. Conforme se va avanzando en el diseño de la solución, el documento de acuerdo de nivel de servicio reflejará otros aspectos como el tiempo de respuesta tras un fallo en el sistema, las paradas planificadas necesarias para el correcto mantenimiento del sistema y otros aspectos relativos al rendimiento o calidad del servicio.

En la mayoría de los casos, puede obtenerse un alto nivel de disponibilidad implementando los procesos y los métodos de gestión de sistemas adecuados. Cuanta más disponibilidad continuada sea necesaria, mayor será la inversión a realizar. Antes de realizar una inversión de este tipo, es necesario asegurarse que ese nivel de disponibilidad es realmente necesario. En la figura siguiente se muestra cómo distintas técnicas pueden mejorar la disponibilidad, aunque también pueden aumentar el precio que se deberá pagar.

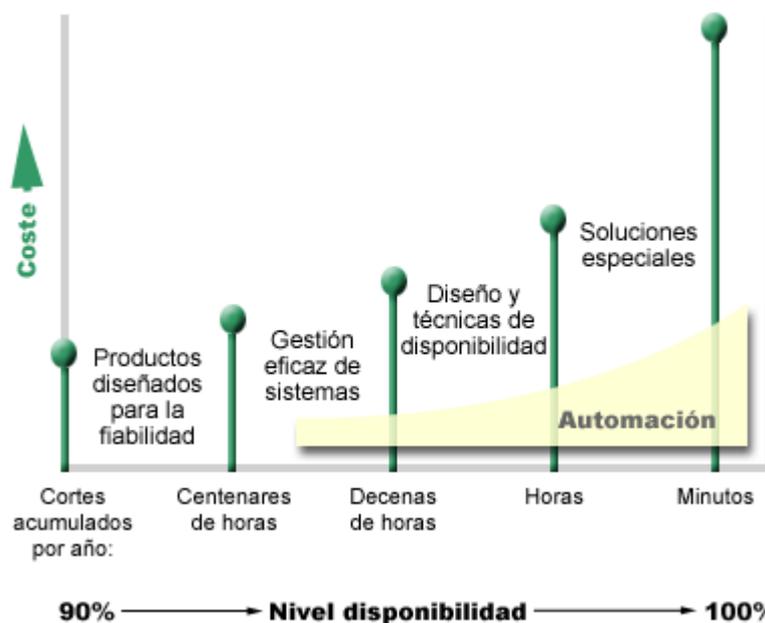


Figura 1. Coste de diferentes técnicas para mejorar la disponibilidad

La siguiente tabla muestra los tiempos máximos de caída permitidos anualmente para alcanzar un porcentaje determinado de disponibilidad.

| Disponibilidad Necesaria | Tiempo de caída (min/año) | Tiempo de caída (horas/año) |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 99.00% | 5,256 | 87.6 |
| 99.25% | 3,942 | 65.7 |
| 99.50% | 2,628 | 43.8 |
| 99.75% | 1,314 | 21.9 |
| 99.90% | 526 | 8.76 |
| 99.99% | 53 | 0.88 |
| 99.999% | 5 | 0.08 |

Tabla 1. Disponibilidad / Tiempo de caída

2.4. Niveles de disponibilidad

Existen varios niveles de disponibilidad. Estos niveles se diferencian por el tipo y la duración de las interrupciones que admiten. Estos niveles son los siguientes:

- **Altamente disponible.** El servidor ofrece un nivel aceptable o acordado de servicio durante su período de funcionamiento programado. El objetivo es que el servidor esté disponible cuando el cliente lo necesite.
- **Alta disponibilidad.** El servidor ofrece un nivel aceptable o acordado de servicio durante su período de funcionamiento programado. El objetivo es que no se produzca ninguna interrupción no planificada; podrían producirse algunas interrupciones planificadas.
- **Operaciones continuadas.** El servidor ofrece un nivel aceptable o acordado de servicio 24 horas al día, 365 días al año. El objetivo es que el servidor funcione sin interrupciones planificadas; podrían producirse algunas interrupciones no planificadas.
- **Disponibilidad continuada.** El servidor ofrece un nivel aceptable o acordado de servicio 24 horas al día, 365 días al año. El objetivo es que no se produzca ninguna interrupción planificada ni no planificada.

En el diagrama siguiente se muestra cómo se relacionan entre sí estos distintos niveles de disponibilidad y qué tipos de empresas son adecuados para cada nivel.



Figura 2. Niveles de disponibilidad y tipos de empresa

2.5. Causas posibles del tiempo de inactividad o interrupción

En los escenarios más críticos de disponibilidad no se puede permitir que el mantenimiento planificado y los tiempos de parada no planificados interrumpen la disponibilidad del sistema en cualquier momento. A continuación se examinan cuales son esas posibles causas, tanto imprevistas como previstas que se deben tener en cuenta al diseñar una solución altamente disponible.

2.5.1. Interrupciones no planificadas

En cuanto a fallos imprevistos podemos considerar fallos de software, fallos de hardware, errores humanos, y desastres naturales.

- Los fallos del **software** incluyen sistema operativo, base de datos, middleware, uso y fallos de la red. Un fallo de estos componentes puede causar un fallo del sistema.
- Los fallos del **hardware** incluyen errores de sistema (CPU, memoria, suministro eléctrico, bus), periféricos (disco, cinta, controladoras), fallos en la red, y apagones.
- **Errores humanos**, causa principal de fallos, incluyen errores de operador, de usuario, de administrador de la base de datos, o de administrador del sistema. Otro tipo de errores humanos que puede causar el tiempo de inactividad no planificado son los de sabotaje.
- La categoría final es **desastres naturales**. Aunque infrecuentes, estas causas del tiempo de inactividad pueden tener impactos extremos en las empresas, debido a su

efecto prolongado sobre operaciones. Las causas posibles de desastres incluyen fuegos, inundaciones, terremotos, apagones, y bombardeos.

2.5.2. Interrupciones planificadas

Las interrupciones planificadas son necesarias y se cuenta con ellas; sin embargo, el hecho de que sean planificadas no significa que no sean disruptivas. Las interrupciones planificadas suelen estar relacionadas con el mantenimiento del sistema. En estos casos es importante diseñar un sistema para reducir al mínimo las interrupciones. Las causas previstas de tiempo de inactividad incluyen operaciones rutinarias, mantenimiento periódico y nuevos despliegues.

- **Operaciones rutinarias** como la instalación de parches o reconfigurar el sistema son ocasionalmente necesarias para actualizar la base de datos, aplicaciones, SO, middleware o la red.
- **Mantenimiento** periódico de la Base de Datos (del sistema de almacenamiento, parámetros de inicialización, parches de software), de las aplicaciones (administración del esquema, parches de software), del SO, Middleware, de la red.
- **Despliegues** nuevos significan actualizaciones hardware, SO, base de datos, Middleware, de aplicaciones y de red.

También es importante considerar no sólo el tiempo utilizado en realizar la actualización sino el efecto que el cambio repercute en la aplicación en general.

2.6. ¿Cómo se puede implementar alta disponibilidad?

A continuación se señalan algunas de las técnicas utilizadas para conseguir un sistema con la más alta disponibilidad. La principal técnica para obtener estos sistemas se centra en la **redundancia** y en **replicar las zonas críticas**, consiguiendo una unidad activa y varias copias inactivas que tras el fallo de la principal sean capaces de retomar su labor en el punto que aquella falló en el menor tiempo posible y de forma transparente para el usuario.

2.6.1. Protección contra anomalías en el disco

El almacenamiento en disco es el almacenamiento interno del servidor o un almacenamiento conectado al mismo. El servidor considera que este espacio en disco, junto con la memoria principal del servidor, es un área de almacenamiento de gran tamaño. Cuando guarda un archivo, no lo asigna a una ubicación de almacenamiento; en lugar de ello, el servidor coloca el archivo en la ubicación que garantiza el mejor rendimiento. Es posible que distribuya los datos del archivo entre varias unidades de disco si ello constituye la mejor opción. Cuando se añaden más registros al archivo, el sistema asigna espacio adicional en una o más unidades de disco. Esta forma de direccionar el almacenamiento se denomina **almacenamiento de un solo nivel**.

Puesto que los datos se distribuyen entre los discos, es importante considerar cómo pueden protegerse los datos en caso de que se produzca una anomalía en uno de esos discos.

La protección de dispositivo por paridad permite que el servidor pueda seguir funcionando cuando un disco presenta una anomalía o se daña. Cuando se utiliza la protección de dispositivo por paridad, el adaptador de entrada/salida (IOA) del disco calcula y guarda un valor de paridad para cada bit de datos. El IOA calcula el valor de paridad de los datos en la misma ubicación de cada una de las demás unidades de disco del conjunto de paridad de dispositivo. Cuando se produce una anomalía en el disco, los datos pueden reconstruirse utilizando el valor de paridad y los valores de los bits de las mismas ubicaciones de los otros discos. Mientras tiene lugar la reconstrucción de los datos, el servidor sigue en ejecución.

La protección por duplicación es una forma de proteger los datos en caso de que se produzca una anomalía en el disco. Los datos quedan protegidos porque el sistema mantiene dos copias de los datos en dos unidades de disco distintas. Cuando se produce una anomalía en un componente relacionado con un disco, el sistema puede seguir funcionando sin interrupciones utilizando una copia duplicada de los datos hasta que se repara el componente anómalo.

Son posibles distintos niveles de protección por duplicación, en función del hardware que se haya duplicado. Se puede duplicar lo siguiente:

- Las unidades de disco.
- Los controladores de disco.
- La unidad de bus de E/S.
- Los procesadores de E/S de disco.
- Un bus.

Las agrupaciones de discos independientes (también denominadas agrupaciones de almacenamiento auxiliar independientes) permiten evitar que se produzcan interrupciones no planificadas porque los datos de éstas quedan aislados del resto del servidor. Si una agrupación de discos independiente presenta una anomalía, el servidor puede seguir funcionando.

2.6.2. Planificación para una pérdida de alimentación

Para garantizar que el servidor estará disponible cuando se necesite, es necesario asegurar de que dispone de una fuente de alimentación adecuada y de que está protegido en caso de que se produzca una pérdida de la alimentación.

Una parte del proceso de planificación para el servidor consiste en garantizar que dispone de una fuente de alimentación adecuada. Es necesario conocer cuáles son los **requisitos de alimentación del servidor** y solicitar la ayuda de un electricista cualificado para instalar los cables correctos.

Algunos servidores (gama alta y mainframes) cuentan con **baterías de reserva**. La unidad de batería de reserva proporciona un tiempo extra de ejecución. Si la alimentación no se restablece transcurrido ese tiempo, el sistema entra inmediatamente en un estado de conclusión controlada.

Algunos servidores disponen de *fuentes de alimentación redundante*. Una fuente de alimentación redundante es una característica que evita que se produzca una interrupción no planificada proporcionando alimentación en caso de que una fuente de alimentación deje de suministrarla.

Aun con servidores con fuente de alimentación adecuada y redundante, es posible que se produzca un corte en la alimentación, por ejemplo, durante una tormenta. Para evitar las interrupciones no planificadas que tienen lugar como consecuencia de una pérdida de la alimentación, puede que sea necesario realizar una inversión en hardware específicamente diseñado para mantener el servidor en funcionamiento cuando se pierde la alimentación. Un dispositivo de hardware de este tipo sería una **fuerza de alimentación ininterrumpida (UPS)**. Es posible utilizar una UPS para suministrar alimentación auxiliar al procesador, los discos, la consola del sistema y cualquier otro dispositivo que la necesita. Las fuentes de alimentación ininterrumpida proporcionan las ventajas siguientes:

- Permiten continuar con las operaciones cuando se han producido interrupciones en la alimentación de corta duración.
- Protegen el servidor en caso de producirse picos de voltaje.
- Proporcionan una finalización normal de las operaciones, lo que puede reducir el tiempo de recuperación al reiniciar el servidor.

Si existe la posibilidad de experimentar una anomalía general en la alimentación, es importante considerar la posibilidad de instalar un *generador de alimentación*. Un generador ofrece más ventajas que una UPS porque permite seguir realizando operaciones normales cuando se producen cortes en la alimentación de mayor duración.

2.6.3. Uso de métodos eficaces de gestión de sistemas

Una de las formas más sencillas de evitar las interrupciones no planificadas es asegurarse de realizar todo lo necesario para garantizar la correcta ejecución del servidor. Esto incluye la realización de tareas básicas de mantenimiento preventivo y de gestión de sistemas que ayuden a maximizar el rendimiento del sistema. La mayoría de estas tareas de gestión de sistemas pueden automatizarse, lo que ayuda a evitar que se produzcan anomalías que pueden ser el resultado de un error humano o de un descuido.

Una forma de garantizar la disponibilidad del servidor es mediante la supervisión de su rendimiento y reaccionar con prontitud ante cualquier problema que pueda detectarse. Es posible emplear herramientas de monitorización para realizar el seguimiento del rendimiento del servidor activamente. Estas herramientas suelen permitir su configuración para enviar notificaciones acerca de cualquier problema que comprometa la disponibilidad del servidor, a tiempo para reaccionar y evitar una interrupción no planificada.

Las actualizaciones de seguridad del sistema y aplicaciones también son un importante componente de la gestión de sistemas que pueden ayudar a mantener la disponibilidad del sistema. Cuando se detectan problemas en los sistemas operativos y aplicaciones, el fabricante suele facilitar una actualización para corregir el problema. Es necesario estar informado acerca de las actualizaciones e instalarlas en el servidor para asegurar que su

funcionamiento esté en su nivel óptimo. Es muy recomendable la creación de una estrategia de gestión de actualizaciones y establecer que el proceso de verificación y aplicación de nuevas actualizaciones forme parte del mantenimiento habitual del servidor.

2.6.4. Preparación del espacio para el servidor

Una forma de evitar que se produzcan interrupciones no planificadas es asegurar de que el espacio en el que se coloca el servidor favorezca la disponibilidad. En el rendimiento del servidor participan numerosos factores físicos y del entorno.

En primer lugar, es necesario familiarizarse con el servidor. Los distintos modelos de servidor tienen requisitos distintos en relación con las condiciones en las que deben trabajar, por lo tanto, es imprescindible conocer las necesidades de operación del servidor.

Tras conocer las características físicas del servidor, es necesario tener en cuenta lo siguiente acerca del espacio en el que debe residir el servidor:

- **Ubicación.** La ubicación física del servidor puede influir en su disponibilidad. Por ejemplo, si la sala no es segura, el servidor podría quedar expuesto a cualquier agresión o, incluso, podría desenchufarse accidentalmente el cable de alimentación.
- **Cables.** Con frecuencia, no se da mucha importancia a los cables, pero, sin ellos, no podríamos utilizar el servidor. Es importante asegurar que los cables están en perfectas condiciones y de que su utilización es la correcta.
- **Entorno.** El entorno en el que se instala el servidor también es muy importante para la disponibilidad. El entorno incluye, por ejemplo, la temperatura, la humedad y otros factores que pueden impedir que el rendimiento del servidor sea correcto.

2.6.5. Backups

Los backups son la mejor solución y también la más económica en caso de un desastre natural que pudiera significar horas o días de tiempo de caída. Pueden ser de tres tipos:

- En caliente.
- En frío.
- Incrementales.

Una mención especial merecen los backup online o backups en caliente. Se realizan mientras las transacciones se producen contra la base de datos y permiten que ésta permanezca disponible para la actividad normal mientras se realiza. Los sistemas de ficheros de los sistemas operativos modernos también ofrecen la posibilidad de realizar backups en caliente sobre los ficheros.

2.6.6. Software de replicación remota

Se trata de una solución que funciona incluso en caso de caída completa del Centro de Proceso de Datos principal. Mientras se está trabajando, los datos son copiados de forma I/O-síncrona en una localización remota, de modo independiente para el sistema y sin alterar el funcionamiento normal del sistema. Si falla el sistema primario, es posible realizar un cambio rápido sobre el sistema secundario. Después de algunos minutos todas

las funciones que se ejecutaban en el sistema primario estarán nuevamente disponibles. Esta solución requiere hardware específico de almacenamiento, software y ancho de banda de la red (la replicación síncrona requiere mayor ancho de banda que la replicación asíncrona, ya que no se puede modificar un nuevo dato hasta que no se ha almacenado en el otro sistema).

2.6.7. Caminos de red redundantes o Multipath / Path Failover

Una solución de comunicación empleando múltiples caminos garantiza que exista un camino de comunicación cuando se produce la caída del camino principal. Además de la seguridad que introduce el empleo de múltiples caminos de comunicación, existe la posibilidad de configurar el sistema para realizar balanceo de carga. Cuando se produce una acumulación de datos por sobrecarga simplemente se desvía por otro camino con menos actividad, la carga se distribuye de forma automática a través del resto de caminos redundantes de la forma más óptima. Esto puede significar un aumento importante del rendimiento de los sistemas y, adicionalmente, una ganancia en disponibilidad.

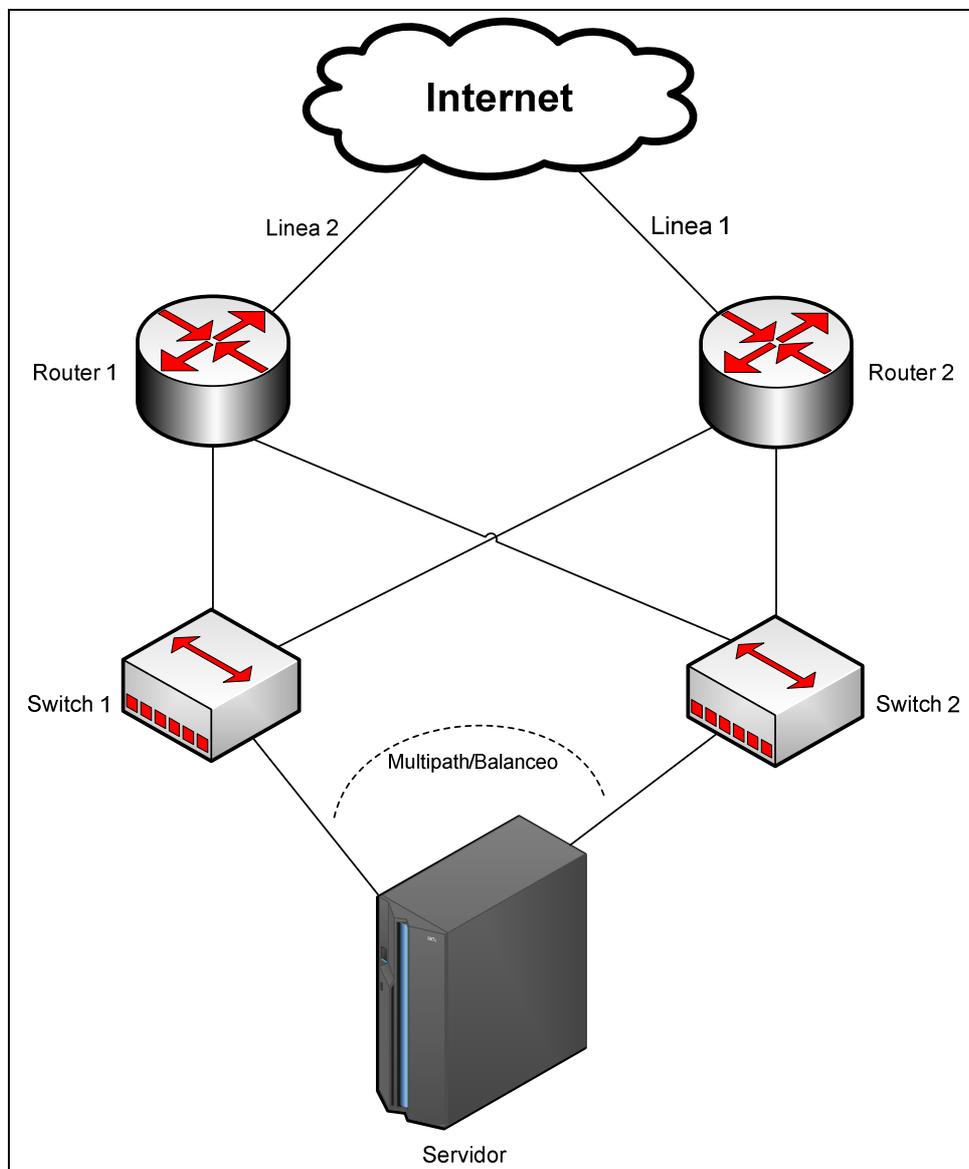


Figura 3. Esquema de multipath sencillo

2.6.8. Clústeres y programas altamente disponibles

La principal estrategia de disponibilidad para un entorno de varios sistemas es la utilización de clústeres. Un **clúster** es una colección o un grupo de varios servidores que funcionan conjuntamente como si se tratara de un único servidor. Si una organización necesita alta disponibilidad o una disponibilidad continuada, se debería considerar la posibilidad de utilizar clústeres.

Los servidores de un clúster funcionan en colaboración para proporcionar una única solución de sistemas. Un clúster puede estar compuesto de un número muy elevado de servidores. Esto ofrece la posibilidad de agrupar con eficacia servidores con el fin de establecer un entorno que proporcionará una disponibilidad cercana al 100 por ciento para las operaciones y los datos más importantes. Una configuración en cluster ayuda a garantizar que los servidores y las aplicaciones más importantes están siempre disponibles. Los clústeres también ofrecen una gestión de sistemas simplificada y mayor escalabilidad para poder incorporar nuevos componentes progresivamente a medida que crece la organización.

Aunque las ventajas de los clústeres son numerosas, su coste es significativo. Es necesario comparar el coste de esta solución con el coste del tiempo de inactividad del servidor para determinar si se debe implementar o no la utilización de clústeres en una organización.

Si se opta por la utilización de clústeres en un entorno, es importante considerar los tipos de aplicaciones que se utilizan en la organización. Existen algunas aplicaciones diseñadas para hacer frente a algunos de los efectos de una anomalía.

Como se ha comentado en varias ocasiones, las aplicaciones y los datos son muy importantes para una organización. Si se utilizan clústeres, es recomendable utilizar programas que ofrezcan posibilidad de recuperación ante una interrupción en el sistema. Estas aplicaciones pueden ser diseñadas y/o desarrolladas por el departamento de desarrollo de la organización, pero también pueden adquirirse aplicaciones que satisfagan los criterios necesarios para funcionar en entornos “clusterizados”. Si se opta por diseñar y/o desarrollar los programas personalmente, es necesario orientar el diseño de programas a la posibilidad de recuperación y a que cumplan los niveles de disponibilidad de la organización.

CAPÍTULO 3 - SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EMPRESARIALES (ERP)

3.1. Introducción

A pesar de que el principal objetivo de este proyecto es el diseño e implementación de una solución de alta disponibilidad, es imprescindible conocer el software que va a ejecutarse en la nueva arquitectura para un mejor entendimiento del proyecto a nivel global.

En este caso, el software que va a ejecutarse en el entorno altamente disponible, es un producto ERP (Enterprise Resource Planning) o sistema de planificación de recursos empresariales, en concreto, el producto SAP R/3.

En el segundo apartado de este capítulo se va a realizar la descripción de un sistema ERP, un repaso a la evolución de los diferentes productos de gestión empleados por las empresas a lo largo del tiempo y estudiar la necesidad de introducir un sistema ERP en la actualidad.

En el tercer apartado de este capítulo se van a definir los sistemas ERP, estudiar como se estructuran este tipo de productos y nombrar sus características más importantes.

La selección de un sistema ERP es una decisión importante para las organizaciones. En el cuarto apartado de este capítulo se describen algunos criterios que se consideran vitales para la selección de un producto ERP.

En el quinto apartado se describe brevemente un proceso de implantación de un producto ERP en una organización.

En el último apartado del capítulo se estudia el producto ERP que se empleará en el proyecto: SAP R/3.

3.2. La necesidad de un software de gestión integral (ERP)

El entorno cada vez más competitivo y exigente en el que tienen que desenvolverse actualmente las organizaciones ha obligado a mejorar de forma drástica la gestión y a facilitar la integración de las distintas áreas funcionales, con el objetivo de poder ofrecer un mejor servicio a los clientes, reducir los plazos de entrega, minimizar los inventarios de productos, etc.

3.2.1. La evolución de los sistemas informáticos de gestión

Los Sistemas Integrados de Gestión o ERP (Enterprise Resource Planning) surgen en los años noventa como una evolución de los existentes hasta la fecha: sistemas de gestión de inventarios y planificación de la producción, en sus distintas versiones (MRP: *Material Requirements Planning*, de los años setenta; MRP II: *Manufacturing Resources Planning*,

de los años ochenta); programas de contabilidad: aplicaciones de gestión de la facturación, etc.

Los sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) tienen el objetivo de facilitar la gestión de todos los recursos de la empresa, a través de la integración de la información de los distintos departamentos y áreas funcionales.

3.2.2. La integración a nivel de procesos

En la estructura organizativa tradicional de una empresa cada departamento se centra en resolver las tareas que tiene asignadas de manera eficaz y eficiente.

En principio, este planteamiento parece el más lógico para mejorar la productividad, ya que se basa en una división y especialización del trabajo, de manera que un determinado departamento se encarga de las actividades comerciales y de marketing, otro se ocupa de toda la gestión financiera y administrativa, etc. La paulatina introducción de la informática en las organizaciones permitió dar soporte a cada uno de estos departamentos y áreas funcionales de forma aislada.

Pero, de esta forma, cada departamento se centra en la función que tiene asignada y pierde la visión global de las actividades de la organización. La separación entre las distintas funciones puede dificultar la comunicación entre departamentos y el flujo de actividades que se desarrollan a nivel global por la empresa.

Así, por ejemplo, el cliente no va a percibir que el departamento de producción es muy eficiente y rápido entregando los productos si, a la postre, la entrega se ve retrasada por una mala coordinación con el departamento de logística: de poco sirve fabricar bien y rápido si el producto debe esperar unos días en el almacén hasta que alguien se encargue de enviarlo a su destino.

Al cliente le interesa el resultado final de la actividad global de la empresa y no el resultado de los trabajos realizados por cada uno de los departamentos. Por este motivo, es necesaria la adopción de una nueva visión del funcionamiento de la empresa, más orientada hacia el cliente y hacia el resultado global: *la visión por procesos*.

El funcionamiento de la empresa desde el punto de vista de los clientes no es una secuencia aislada de actividades, sino, más bien, el resultado de una secuencia coordinada de actividades en las que van a intervenir las distintas unidades organizativas (departamento comercial, departamento de producción, departamento de administración, etc.), es decir, en la empresa se producen flujos de actividades, a las que se denomina *procesos*, que tienen la característica de atravesar distintas unidades organizativas.

Hammer y Champy definen un proceso como un “conjunto estructurado y medible de actividades que se desarrollan en una organización con el objetivo de conseguir un resultado concreto para algún cliente o mercado específico”. Un proceso se caracteriza, por lo tanto, por una secuencia de actividades con unos *inputs* y unos *outputs* medibles.

A la hora de estudiar las actividades que lleva a cabo una empresa, es interesante la observación desde el concepto de la *cadena de valor* desarrollado por Michael Porter (Gómez Vietes, 2006).

Se entiende por *valor* la cantidad que los clientes están dispuestos a pagar por lo que la empresa proporciona y la *cadena de valor* es la secuencia de actividades que generan valor para el cliente final.

Las actividades de valor se pueden dividir en dos grupos: *actividades primarias*, implicadas en la creación física del producto y su venta y entrega al comprador, así como la asistencia posterior a la venta, y *actividades de apoyo*, que sustentan las actividades primarias y se apoyan entre sí (actividades administrativas, de I + D, de sistema de información, de gestión de recursos humanos, etc.).

Con el enorme avance experimentado por las Tecnologías de la Información en estos últimos años, la capacidad existente para capturar, procesar, almacenar y distribuir la información se ha incrementado de manera exponencial y se han eliminado las barreras espaciales y temporales que en muchos casos dificultaban la coordinación entre las distintas funciones de la empresa.

Los sistemas ERP permiten integrar los flujos de información de los distintos departamentos de la empresa, facilitando el seguimiento de las actividades que constituyen la cadena de valor.

Es necesario tener en cuenta que la cadena de valor sobrepasa los límites de la empresa, ya que incluye tanto a las actividades realizadas por los proveedores, como a las propias del canal de distribución.

De esta forma, se produce una integración vertical de actividades hasta llegar al cliente final. La satisfacción del cliente dependerá del resultado completo de la cadena de valor y, por lo tanto, no llega con gestionar eficaz y eficiente las actividades de la empresa, sino que es necesario tener en cuenta la gestión global de la cadena de valor, en estrecha relación con los proveedores y con el canal de distribución.

Por este motivo, los modernos sistemas ERP incluyen el soporte y la integración de las actividades de los proveedores y los distribuidores: SCM (*Supply Chain Management*) y CRM (*Customer Relationship Management*).

En la gestión por procesos el énfasis se centra en *qué, cómo, por qué y para quién* se hacen las cosas y no tanto en el *quién* las hace, es decir, la empresa desplaza su punto de mira desde el producto hacia el cliente, ya que la clave de su éxito está en generar valor y mejorar la satisfacción del cliente. Podemos considerar que el producto (o, en su caso, la prestación de servicio) es el medio que permite a la empresa alcanzar el fin que garantiza su éxito en el mercado: ofrecer valor al cliente.

No existe unanimidad a la hora de identificar los principales procesos de la empresa. John Sviokla y otros investigadores de Harvard sostienen que sólo hay dos procesos principales: gestionar la línea de productos y gestionar el ciclo de pedidos.

Por su parte, John Rockart y James Short, de la *MIT Sloan School Management*, defienden que son tres los procesos principales: desarrollo de nuevos productos, entrega de los productos a los clientes y gestión de las relaciones con los clientes (Gómez Vietes, 2006).

La mayoría de las empresas han identificado entre 10 y 20 procesos clave. En la siguiente tabla se presentan varios procesos típicos para una empresa de fabricación:

| Procesos operativos | Procesos de gestión |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Diseño y desarrollo de nuevos productos • Captación de clientes • Identificación de los requerimientos de los clientes • Fabricación • Logística integrada • Gestión de pedidos • Servicio de postventa | <ul style="list-style-type: none"> • Control del funcionamiento y resultado • Gestión de recursos humanos • Gestión de la información • Gestión de activos • Planificación y asignación de recursos |

Tabla 2. Procesos típicos en empresas de fabricación

3.3. Características de un sistema integrado de gestión (ERP)

3.3.1. Definición de un sistema ERP

Los sistemas de gestión ERP surgieron con el objetivo de facilitar un sistema que cubriera todas las áreas funcionales de una empresa de forma integrada: finanzas, producción, compras, ventas, recursos humanos, etc.

Hasta la presentación en el mercado de estos sistemas ERP, se solía utilizar un *software* independiente para cada departamento, dando lugar a múltiples problemas derivados de la dispersión de datos y formatos, que dificultaban la integración de la información: la típica situación de “islas de información” que no se podían interconectar.

Se puede definir un sistema ERP como un sistema integrado de *software* de gestión empresarial, compuesto por un conjunto de módulos funcionales (logística, finanzas, recursos humanos, etc.) susceptibles de ser adaptados a las necesidades de cada cliente.

Un sistema ERP combina la funcionalidad de los distintos programas de gestión en uno solo, basándose en una única base de datos centralizada. Esto permite garantizar la integridad y unicidad de los datos a los que accede cada departamento, evitando que éstos tengan que volver a ser introducidos en cada aplicación o módulo funcional que los requiera (así, por ejemplo, si una factura ha sido registrada en el módulo de clientes, ya no es necesario introducirla de nuevo en el módulo de contabilidad y finanzas).

Un sistema de estas características debería estar adaptado para funcionar en entornos internacionales, soportando la gestión de varios idiomas, monedas y sistemas de tributación, así como la generación de informes y documentos adaptados a la legislación

vigente en cada país. Se trata de un importante aspecto a tener en cuenta, dada la diversidad de normas existentes y las variaciones que sufren a lo largo del tiempo.

Por otra parte, ante la demanda por parte del mercado de soluciones específicas para los diferentes sectores industriales o de servicios, los proveedores de sistemas ERP han desarrollado productos especializados que incorporan aplicaciones y funcionalidades a la medida de un determinado sector, denominadas soluciones “verticales” o “sectoriales”.

3.3.2. Estructura de un sistema ERP

EL SISTEMA BÁSICO DE UN ERP

La mayoría de los ERPs adoptan una estructura modular que soporta los diferentes procesos de una empresa: el módulo de gestión financiera, el módulo de gestión de compras, el módulo de gestión de ventas, el módulo de recursos humanos, etc.

Todos estos módulos están interconectados y comparten una base de datos común, garantizando de este modo la coherencia e integración de los datos generados.

El hecho de que estos productos sean modulares posibilita la implantación del sistema por etapas, reduciendo el impacto global en la organización al facilitar la transición desde los sistemas anteriores.

Normalmente, el primer módulo que se pone en marcha es el financiero y, posteriormente, se van integrando los restantes, dependiendo de las características particulares de cada empresa.

El sistema básico del ERP está formado por las aplicaciones técnicas y la arquitectura necesaria para servir de plataforma al resto de los módulos. Proporciona herramientas de administración para controlar tanto el sistema en sí (rendimiento, comunicación con otras aplicaciones y otros sistemas, etc.), como la base de datos que constituye el núcleo del producto.

Las principales plataformas de servidores son OS 400, UNIX y Windows 2003 mientras que las bases de datos más utilizadas son Oracle, IBM DB2 y Microsoft SQL Server.

Asimismo, la mayor parte de los sistemas ERP disponen de lenguajes de programación propietarios de cuarta generación (4GL), que facilitan el desarrollo y adaptación de aplicaciones a la medida de cada cliente.

Por otra parte, las últimas versiones de los ERPs incluyen el soporte a las tecnologías derivadas de Internet, como el estándar XML o el lenguaje de programación JAVA.

Cada proveedor de ERP define la modularización de su solución, atendiendo a razones comerciales o técnicas. En la tabla siguiente se muestra, a modo de ejemplo, la modularización del ERP SAP R/3:

| Procesos principales | Módulos de SAP R/3 |
|---------------------------------------|---|
| Gestión financiera y control | Finance Treasure Management Enterprise Controlling Invest Management |
| Aprovisionamiento y logística interna | Material Management |
| Ventas y logística externa | Sales and Distribution |
| Producción | Production Planning |
| Gestión de medios técnicos | Plant Maintenance |
| Gestión de recursos humanos | Human Resources |

Tabla 3. Relación de procesos con módulos de un ERP

Seguidamente, se muestran algunas de las funcionalidades incluidas en los principales módulos que constituyen un sistema ERP.

MÓDULO DE APROVISIONAMIENTO

El proceso de aprovisionamiento en una empresa comprende la gestión de materiales y la relación con los proveedores.

En el apartado de gestión de materiales el sistema debe dar soporte a la definición de los datos necesarios para el tratamiento de los materiales a lo largo de toda la cadena logística, así como las transacciones realizadas con ellos, facilitando el control de los *stocks*, la generación de nuevos pedidos, la valoración de inventarios de acuerdo con distintos criterios, etc.

En lo que se refiere al apoyo a la relación de la empresa con los proveedores, el sistema debe proporcionar toda la información sobre precios y condiciones de entrega, historial de compras, disponibilidad, etc., facilitando de este modo el proceso de toma de decisiones de compra.

Asimismo, mediante distintas opciones de análisis, el sistema puede realizar una valoración de los proveedores: cumplimiento de plazos de entrega, estado de los materiales, fiabilidad, etc.

Este módulo se apoya en dos bases de datos fundamentales:

- La *base de datos de materiales*, que permite registrar para cada referencia su código, descripción, peso, dimensiones, calidad, cantidad en *stock*, etc.
- La *base de datos de proveedores*, que almacena los datos sobre cada uno de los proveedores seleccionados: nombre, personas de contacto, dirección de pedido, datos fiscales para facturación, etc., así como precios y condiciones de entrega de los productos que ofrece.

El módulo de aprovisionamiento facilita la planificación de los pedidos a proveedores a partir de las necesidades de compra de la empresa, que pueden venir determinadas por la demanda de productos terminados o por el control de unos *stocks* mínimos de producción.

Además, este módulo puede ofrecer la posibilidad de consultar el historial de los proveedores y de los movimientos de materiales que se han realizado.

En definitiva, el módulo de aprovisionamiento deberá dar soporte a todos los procesos de compra, desde la gestión de proveedores y tarifas hasta el control de los procesos de pedidos, conciliación de facturas y otras fases implicadas en el aprovisionamiento, tanto de productos como de materias primas, bienes de inversión o servicios, así como la gestión de contratos de suministro.

MÓDULO DE PRODUCCIÓN

El módulo de producción se encarga gestionar los materiales y servicios empleados en la cadena de producción de una empresa, así como los recursos (máquinas, utillaje, personal) utilizados en ésta.

Este módulo facilita la planificación de los materiales y de las capacidades de los recursos, lanzando las órdenes de montaje o de fabricación y adaptándose a las características específicas de los distintos sistemas de fabricación: fabricación contra *stock*, fabricación a medida contra pedido (*build to order*) o montaje (únicamente se realiza el ensamblaje final de las distintas piezas que componen el producto).

Para contribuir a una adecuada gestión de los stocks de materiales, este módulo debe estar totalmente integrado con el módulo de aprovisionamientos. Además este módulo puede incorporar diferentes funcionalidades adicionales como la planificación a capacidad finita, la captura de datos de planta, la gestión de subcontrataciones, etc.

MÓDULO DE VENTAS

El módulo de ventas se ocupa de la relación de la empresa con los clientes, dando soporte a todas las actividades comerciales preventiva (contactos, presupuestos...) y posventa (entrega, factura, devoluciones...).

Asimismo, facilita la gestión y configuración de los pedidos, la logística de distribución, la preparación de entregas, la expedición y el transporte.

Para un correcto funcionamiento, el módulo de ventas deberá estar integrado con los módulos de almacén, logística, módulo financiero, etc. Asimismo, cada vez se exige un mayor nivel de integración entre ventas y compras, reflejo de una progresiva orientación a una operativa “bajo pedido”.

MÓDULO DE FINANZAS

El módulo de finanzas se encarga de la contabilidad y de la gestión financiera de la empresa. Se trata de un módulo esencial dentro del sistema ERP, ya que va a estar totalmente integrado con los restantes módulos. Por este motivo, resulta fundamental para la correcta implantación del ERP.

Este módulo proporciona herramientas flexibles y aplicaciones orientadas tanto a la contabilidad financiera, como a contabilidad analítica o de costes.

Entre sus múltiples funciones relacionadas con la operativa financiera y contable destacan las siguientes:

- Contabilización de las operaciones de la empresa (generación de asientos contables).
- Elaboración de los balances y de la cuenta de resultados.
- Elaboración de presupuestos, generación de informes y análisis de desviaciones.
- Gestión de la tesorería (control de flujos de cobros y pagos, gestión de cuentas corrientes, líneas de crédito y de depósitos, etc.).
- Gestión de activos

Asimismo, este módulo proporciona funciones específicas para el departamento de administración de una empresa:

- Facturación (emisión de facturas).
- Liquidación de los impuestos (sobre Sociedades, IVA, etc.).
- Gestión de cobros y reclamación de impagados.

En general, todos los sistemas ERP disponen de un gran número de informes financieros y contables estándar e incorporan herramientas de diseño a medida para facilitarles la generación de informes adaptados a las necesidades de cada cliente, como en el caso de la liquidación de impuestos a cada país.

MÓDULO DE RECURSOS HUMANOS

El módulo de recursos humanos de un ERP permite la gestión de la información relacionada con los empleados de una organización (datos personales, formación recibida, experiencia, ocupación, salario, historial profesional, períodos vacacionales, bajas por enfermedad, premios, sanciones, etc.). Entre las múltiples funciones que facilita podemos destacar las siguientes:

- Definición de estructuras organizativas
- Planificación de las necesidades de personal
- Soporte al proceso de evaluación y selección de personal (registro de *currículo vitae*, gestión de pruebas de evaluación, clasificación de candidaturas, etc.)
- Control de presencia (gestión de turnos de trabajo y de horarios, así como de períodos vacacionales, bajas por enfermedad, permisos, etc.), relacionado generalmente con el módulo de producción.
- Soporte a la contratación de personal (registro y modificación de los distintos tipos de contratos laborales)
- Gestión de las acciones formativas
- Registro de los gastos de representación y de dietas por desplazamientos
- Soporte a la generación de nóminas

MÓDULO DE GESTIÓN DE MEDIOS TÉCNICOS Y MANTENIMIENTO

Este módulo facilita el control de los recursos materiales y técnicos de la empresa, maquinaria, elementos de transporte y repuestos, integrando las funciones empresariales de compras y mantenimiento para asegurar la disponibilidad de estos recursos en las operaciones empresariales.

3.3.3. Características generales de un ERP

A continuación se presentan de forma detallada algunas de las características comunes a los principales ERPs del mercado:

CAPACIDAD DE PARAMETRIZACIÓN

Se trata de la característica diferencial de los ERPs frente a la mayor parte de las soluciones de gestión orientadas a las pequeñas empresas.

La parametrización de un ERP permite adaptar el funcionamiento del sistema a las necesidades concretas de cada empresa, así como incorporar nuevas funciones o modos de funcionamiento a medida que la empresa en cuestión requiere.

La parametrización del ERP exige un gran conocimiento tanto del producto como de las necesidades de la empresa y, por ello, este trabajo requiere de un importante esfuerzo de consultoría, que supone un capítulo fundamental en un proyecto de implantación de un ERP.

ADAPTACIÓN A LA ESTRUCTURA DE LA EMPRESA

Otra de las características comunes de los ERPs es su capacidad para adaptarse a la estructura organizativa de la empresa, a las funciones asignadas a cada uno de los usuarios, las políticas de venta y de compra, los centros de fabricación, los centros de distribución, los almacenes, las zonas de carga, etc.

INTERFAZ DE USUARIO AVANZADA Y FLEXIBLE

Normalmente, los ERPs incorporan las últimas tecnologías y avances en la interfaz de usuario, con facilidades gráficas o la posibilidad de definir diversos dispositivos de acceso: ordenadores personales, terminales de radiofrecuencia, PDAs, etc.

INTEGRACIÓN CON OTRAS APLICACIONES

Esta característica facilita la comunicación e intercambio de datos por medio de interfaces estandarizadas con paquetes de *software* EDI (Electronic Data Interchange), herramientas de Internet, aplicaciones ofimáticas, soluciones de *Business Inteligente*, etc.

CAPACIDAD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN

Los ERPs cuentan con un conjunto de salidas e informes predefinidos y, además, posibilitan la interacción desde distintas herramientas de acceso a datos: OLAP (On-Line Analytical Processing), aplicaciones ofimáticas, paquetes *software* DSS (Sistemas de apoyo a la toma de decisiones) o EIS (Sistemas de Información para Ejecutivos), etc.

OTRAS CARACTERÍSTICAS

Entre otras características de los ERPs, se pueden citar la incorporación de herramientas de seguridad, ayudas en línea, etc.

3.4. Criterios para la selección de un sistema ERP

En este apartado se presentan una serie de criterios que se deberían tener en cuenta a la hora de elegir el sistema ERP más adecuado para una organización:

- **Funcionalidad del ERP:** módulos que ofrece el sistema para dar soporte a las necesidades de las distintas áreas funcionales de la empresa. Si el ERP presenta carencias en alguna de estas áreas, es importante que pueda integrarse con otros productos que suplan dichas carencias, o bien, que facilite la realización de desarrollos a medida.
- **Criterios técnicos:** plataformas técnicas soportadas por el ERP, bases de datos utilizadas, lenguajes de programación incorporados, herramientas de desarrollo, facilidad de comunicación con otros sistemas y aplicaciones, soporte a los estándares de las tecnologías Internet (XML, EDI-Web...), etc.
- **Criterios económicos:** coste de las licencias, del proceso de implantación y de los servicios de consultoría asociados, así como de las posteriores revisiones y actualizaciones. En este apartado conviene realizar un análisis del retorno de la inversión, teniendo en cuenta tanto los beneficios tangibles, como los intangibles, que puede generar para la organización la implantación del sistema ERP.
- **Criterios organizativos:** evaluación del impacto y de los cambios de los procesos y en la organización necesarios para la correcta implantación del ERP.
- **Facilidad de uso** de las herramientas del sistema.
- **Proveedores:** es necesario conocer tanto al fabricante del ERP como a las empresas de consultoría encargadas de su implantación. Asimismo, es importante constatar su experiencia real en empresas del mismo sector y con características similares (volumen de negocio, dispersión geográfica, número de empleados, etc.). Por otra parte, es conveniente tener en cuenta todos los servicios ofrecidos para dar soporte a su correcta implantación: formación, desarrollo de aplicaciones a medida, integración con otros sistemas, actualizaciones futuras, etc.
- **Referencias de implantación,** tanto del producto como de la empresa consultora encargada del proyecto, siendo de especial importancia el nivel de referencias en el propio sector de actividad.

3.5. Implantación de un sistema ERP

Los proyectos de implantación de un sistema ERP suelen ser complejos y costosos, debido a la dificultad técnica y organizativa que conllevan. La adquisición de estos productos, así como los servicios de consultoría requeridos para su correcta implantación, tienen un coste bastante elevado, ya que suelen dirigirse a empresas de dimensión media y grande.

Con frecuencia, estos proyectos de implantación de un ERP no se valoran correctamente, ya que se suele producir una infravaloración de los plazos de ejecución y los recursos necesarios. Ambos factores casi siempre tienden a aumentar en las diferentes etapas del proyecto, con el consiguiente incremento del coste global.

Por otra parte, la implantación de un sistema ERP puede implicar cambios importantes en los procesos, que pueden afectar tanto a la estructura organizativa, como a las actividades y puestos de trabajo desempeñados por el personal.

Por este motivo, para minimizar los problemas derivados del proceso de implantación, es muy importante prestar una especial atención a la participación y formación de los empleados de la organización que se van a convertir en los principales usuarios del sistema.

Asimismo, se debería contar con el compromiso de la alta dirección y los promotores del proyecto han de estar involucrados en la definición de los objetivos. El papel desempeñado por el implantador (consultora especializada o el propio proveedor del ERP en algunos casos) también suele ser de gran importancia durante todo el proceso de implantación.

La implantación del sistema comienza con el estudio técnico y funcional, que debe tener en cuenta las restricciones económicas y temporales para la ejecución del proyecto. Ya desde esta primera etapa se puede contar con el apoyo de empresas consultoras con amplia experiencia en la implantación del sistema elegido, a fin de garantizar la coherencia y fiabilidad del estudio.

Una vez tomada la decisión sobre qué ERP se va a implementar, se debería realizar un estudio de viabilidad para detectar las posibles carencias funcionales, que se manifiestan como diferencias entre los requerimientos definidos y la cobertura del ERP en cuanto a dichos requerimientos.

En esta primera etapa, por lo tanto, se definen el alcance funcional (qué módulos se van a implementar), el alcance organizativo (qué departamentos y procesos se verán afectados) y la viabilidad del proyecto, teniendo en cuenta las restricciones económicas (presupuesto disponible), las restricciones técnicas (integración con otros sistemas y plataformas disponibles), las restricciones temporales (calendario de implantación), así como el nivel de compromiso interno de la empresa.

De ese modo, se determinan los desarrollos específicos necesarios para cubrir la funcionalidad requerida por la empresa.

Para el posterior desarrollo del proyecto, se puede adoptar una estrategia de implantación progresiva por módulos o de implantación progresiva por unidades organizativas.

Algunos de los ERPs del mercado incorporan herramientas que facilitan la definición y el control del proyecto de implantación, con el objetivo de optimizar dicho proyecto en términos de calidad y esfuerzo, minimizando los riesgos y problemas derivados de la implantación.

También resulta de gran ayuda la utilización de prototipos para mostrar la funcionalidad del sistema a los usuarios, validar distintas alternativas de implantación e identificar posibles mejoras en los procesos de la organización.

Entre los **factores críticos de éxito** para la implantación de un ERP se pueden citar:

- Planificación realista, teniendo en cuenta las restricciones técnicas, económicas y organizativas.
- Compromiso de la dirección con el proyecto.
- Definición precisa de los objetivos.
- Gestión del cambio organizativo.
- Formación y soporte técnico a los usuarios (redacción de procedimientos, diseño de manuales de usuario, diseño e impartición de cursos a usuarios finales, etc.)
- Equipo de implantación con experiencia en el sistema elegido y dedicación a tiempo completo, integrado por usuarios funcionales del sistema, técnicos informáticos propios y consultores externos.

El ajuste técnico del sistema (*tunning*), las demostraciones prácticas y la formación de los usuarios constituyen las últimas etapas del proyecto de implantación. Sin embargo, durante todo el proyecto se debe tener en cuenta la gestión del cambio organizativo: acciones encaminadas a minimizar el posible impacto que la introducción del nuevo sistema pueda tener sobre la organización, en cuanto a que puede suponer un importante cambio de cultura, el rediseño de los procesos, nuevos métodos de trabajo, etc. Estas acciones deberían, además, contar con el compromiso firme de la alta dirección de la empresa.

La documentación de todo el proyecto de implantación también juega un papel importante, por lo que no se debería descuidar la preparación de diversos materiales, entre los que podríamos citar:

- Documentación técnica del sistema.
- Manuales de procedimientos: pasos a seguir, codificación, etc.
- Manuales de usuario final.
- Material de formación (ejemplos, casos prácticos, etc.).

Por último, no se debería olvidar el posterior mantenimiento y actualización del sistema ERP para hacer frente a los cambios en los procesos de negocio, fusiones y reestructuraciones empresariales, cambios en el entorno legal y normativo, introducción de nuevos estándares técnicos, etc.

Para ello, es necesario contar con los medios técnicos y humanos necesarios, así como dotar de un presupuesto que permita garantizar el mantenimiento del ERP implantado.

3.6. SAP R/3

Una vez descritos los sistemas ERP es necesario realizar una breve descripción del ERP que se empleará en este proyecto: SAP R/3.

3.6.1. El software SAP

El nombre de SAP viene de las siglas Systems Applications Products in Data Processing.

El sector en que trabaja SAP es el del software de Planificación de Recursos Empresariales (o ERP por las siglas en inglés de Enterprise Resource Planning).

La siguiente imagen muestra las principales características del producto SAP:



Figura 4. Principales características de SAP

- **Información on-line:** Esta característica significa que la información se encuentra disponible al momento, sin necesidad de esperar largos procesos de actualización y procesamiento habituales en otros sistemas.
- **Jerarquía de la información:** Esta forma de organizar la información permite obtener informes desde diferentes vistas.
- **Integración:** Esta es la característica más destacable de SAP y significa que la información se comparte entre todos los módulos de SAP que la necesiten y que pueden tener acceso a ella. La información se comparte, tanto entre módulos, como entre todas las áreas.

La integración en SAP se logra a través de la puesta en común de la información de cada uno de los módulos y por la alimentación de una base de datos común.

Por lo tanto, es necesario tener en cuenta que toda la información introducida en el sistema SAP repercutirá, al momento, a todos los demás usuarios con acceso a la misma. Este hecho implica que la información siempre debe estar actualizada y debe ser completa y correcta.

3.6.2. El producto SAP R/3

El sistema SAP R/3 tiene un conjunto de normas estándares en el área de software de negocios y ofrece soluciones estándares para todas las necesidades de información de una compañía.

Este sistema, además, consiste en funciones integradas en las siguientes áreas o módulos:

- Production Planning (**PP**).
- Sales & Distribution (**SD**).
- Office & Communications (**OC**).
- Controlling (**CO**).
- Material Management (**MM**).
- Human Resources (**HR**).

- Quality Assurance (QA).
- Asset Management (AM).
- Plant Maintenance (PM).
- Project System (PS).
- Industry Solutions (IS).
- Financial Accounting (FI).

Módulos SAP R/3



Figura 5. Módulos de SAP R/3

Además de estas soluciones estándares, el entorno de desarrollo de SAP y su sistema de información, proveen a los clientes de poderosas herramientas para el desarrollo y adaptación del sistema a los requerimientos individuales (personalización). El ambiente de desarrollo del sistema R/3 ofrece a los usuarios su propio lenguaje de programación de cuarta generación (ABAP/4), creado especialmente para cubrir necesidades nuevas o específicas.

El poderoso rango de servicios que provee el sistema es solamente una causa del éxito del sistema R/3. SAP soporta el concepto de sistema abierto, permitiendo la construcción de interfaces (GUIs) y servicios, sobre los actuales estándares.

El Sistema SAP R/3 consta, en la vista modular, de áreas empresariales homogéneas, que soportan las operaciones empresariales de una empresa y trabajan integradas en **tiempo real**, es decir, es un sistema integrado. Esto significa que una vez que la información es almacenada, está disponible a través de todo el sistema, facilitando el proceso de transacciones y el manejo de información. Por ejemplo, si un departamento necesita comprar un ventilador industrial para un nuevo edificio, se busca desde ese momento, con el proveedor más apropiado. Con el sistema SAP R/3, el siguiente paso es dar de alta la orden de compra, la cual automáticamente ordena los fondos necesarios. En este punto todas las oficinas que necesiten saber sobre esta compra, tendrán la información. Por lo

tanto, lo anterior no requerirá producir o tramitar copias de papeles de la compra y/o facturarla para el uso de varios departamentos administrativos, sino que tendrán la información necesaria en el sistema.

Una vez recibido el ventilador industrial, el departamento notificará del hecho al sistema SAP R/3 y se pagará la factura sin la necesidad de aprobaciones futuras. La oficina central de contabilidad puede hacer los cálculos por cargos extras. La oficina de activos, a través del sistema R/3 sabe que el ventilador fue entregado y desde ese momento puede empezar a hacer el cálculo de las depreciaciones. La oficina de mantenimiento también estará enterada del hecho y comenzará a hacer el calendario de mantenimiento para el ventilador, así se realiza un historial del ventilador fácilmente.

INTEGRACIÓN DE LOS DATOS DE APLICACIÓN

Debido a la integración, en cada modificación en un módulo de aplicación se actualizan automáticamente los datos del otro módulo de aplicación afectado.

La actualización de los datos registrados se efectúa en la base de datos utilizada en común por las aplicaciones. Todos los módulos de aplicación disponen de una arquitectura y una interfaz de usuario común.

- **Proceso interactivo:** Las entradas de los usuarios se procesan de modo interactivo por el Sistema R/3 y se verifican para garantizar la consistencia de los datos.
- **Integración de varios idiomas en tiempo real:** En la aplicación pueden trabajar varios usuarios simultáneamente en idiomas diferentes, porque el Sistema R/3 actualiza la adaptación de los datos registrados en idiomas diferentes durante el tiempo de operación. El Sistema R/3 se entrega en todos los idiomas ampliamente extendidos. También en kanji y mandarín, mediante la reproducción de los símbolos por el procedimiento Doble-Byte.

CAPITULO 4 - TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO

4.1. Introducción

En este capítulo se van a describir las tecnologías empleadas en el proyecto en función de las necesidades y a justificar su elección frente al resto de opciones disponibles en el mercado.

El primer apartado es un trabajo previo a la fase de diseño en el que mencionan algunos aspectos a tener en cuenta para la elección de la arquitectura hardware. En base a esto se decide la arquitectura hardware del proyecto. En la fase de diseño se describirán con detalle cada uno de los elementos hardware empleados en el proyecto.

En el siguiente apartado se definirá brevemente la tecnología cluster y en concreto la tecnología cluster empleada en el proyecto.

En el último apartado del capítulo se introduce la tecnología IBM Cross-site Mirroring necesaria para obtener un Cluster de alta disponibilidad.

4.2. Sistemas hardware

La elección del proveedor principal de los componentes hardware para un proyecto de alta disponibilidad es una decisión importante. Como norma general, la inversión económica inicial necesaria para este tipo de proyectos es muy importante y la elección realizada en el primer momento se suele arrastrar durante el tiempo necesario para amortizar el desembolso.

Existen varios aspectos importantes que se deben tener en cuenta para elegir correctamente:

- Sistemas instalados actualmente
- Ciclo de vida de los sistemas existentes
- Conocimientos de los empleados del departamento de Tecnologías de la Información

SISTEMAS INSTALADOS ACTUALMENTE

Los sistemas instalados actualmente pueden ser un factor decisivo para elegir el hardware para el proyecto de alta disponibilidad. En concreto, los sistemas en los que se ejecuta actualmente el software vital que se desea proteger con el nuevo sistema.

Elegir el mismo tipo de hardware puede evitar tener que realizar costosas adaptaciones en el software para que se ejecuten en el nuevo entorno. Esto se observa con mayor claridad

cuando los sistemas emplean arquitecturas diferentes como x86 o PowerPC de IBM, ya que en estos casos es posible que sea necesario reescribir el código del software (si es un desarrollo propio) o no exista versión del software para otro tipo de arquitectura hardware, con lo que la migración a los nuevos sistemas puede ser muy complicada.

En este proyecto en particular, los sistemas hardware que ejecutan las aplicaciones de producción son sistemas *IBM Power* en los que se ejecuta el sistema operativo *i5/OS* en la versión *V5R2*. El software ERP que se desea migrar al nuevo entorno de alta disponibilidad está preparado para ejecutarse sobre este tipo de sistemas así como los desarrollos propios realizados sobre los módulos del software ERP.

Para valorar las posibles alternativas hardware se puede emplear una tabla como la siguiente:

| Costes según sistema | | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Concepto | Opción 1 | Opción 2 | Opción 3 |
| Hardware HA | | | |
| Software HA | | | |
| Implantación | | | |
| Migración ERP | | | |
| Formación | | | |
| Total | | | |

Tabla 4. Costes de los diferentes sistemas

La valoración que se puede realizar empleando la tabla anterior es principalmente económica. Se da por supuesto que los diferentes sistemas de distintas marcas cumplen con los requisitos de calidad exigidos por el cliente (el hardware sea redundante, el software HA se ejecute correctamente sobre los sistemas,...).

CICLO DE VIDA DE LOS SISTEMAS EXISTENTES

El mantenimiento de los sistemas críticos de las organizaciones es un aspecto que no se puede dejar al azar. En caso de un incidente en cualquiera de estos sistemas que comprometa el servicio es necesario volver a restaurarlo en el menor tiempo posible.

Las principales compañías proveedoras de sistemas hardware disponen de contratos de mantenimiento para las máquinas entregadas. Con estos contratos se comprometen a sustituir las piezas dañadas o incluso el sistema por completo, en caso de fallo. Existen diferentes modalidades con la principal diferencia del tiempo de respuesta ofrecido y de la duración. Un ejemplo de contrato de mantenimiento es el ServicePac de IBM:

- Rango de duración de entre 1 y 5 años desde la fecha de compra del sistema. Tras la finalización es posible su renovación.
- Horarios de cobertura desde 9x5 (9 horas al día durante cinco días a la semana) hasta 24x7 (24 horas al día durante los siete días de la semana).
- Diferentes niveles de servicio de reparación (en el mismo día laborable o el siguiente día laborable).

El precio de contratar estos servicios suele ser elevado y conforme los sistemas van envejeciendo el precio se dispara. A partir de una cierta antigüedad los sistemas se retiran

de la venta e incluso se elimina la posibilidad de contratar el mantenimiento para estos sistemas.

CONOCIMIENTOS DE LOS EMPLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Un aspecto imprescindible que es necesario tener en cuenta es el nivel de conocimientos de los empleados del departamento de Tecnologías de la Información, es decir, de las personas encargadas de administrar la nueva infraestructura.

En ocasiones la elección de los nuevos sistemas está directamente relacionada con los conocimientos del personal encargado de su manejo. Si los administradores no reciben la correcta formación (si el sistema es nuevo) es posible que no se encuentren cómodos con la nueva implantación y esta sea un fracaso.

Por este motivo es necesario tener siempre en cuenta los conocimientos de los administradores y considerar si las ventajas que se consiguen con los nuevos sistemas justifican la inversión en formación e incluso la contratación de personal nuevo.

4.2.1. Sistemas hardware empleados en el proyecto

En este proyecto se han empleado sistemas *IBM System i Power 6* en los que se ejecuta el sistema operativo *i5/OS* en la versión *V6R1*. Antes de realizar la migración la empresa ya empleaba sistemas *IBM System i* para las tareas de producción.

La decisión de continuar con máquinas de IBM se debe a varios de los puntos indicados en el apartado anterior.

COMPATIBILIDAD CON LOS SISTEMAS ANTIGUOS

Para implementar la solución de alta disponibilidad con el menor impacto sobre la infraestructura existente se ha optado por emplear la misma tecnología en los nuevos sistemas. De este modo no es necesario realizar excesivas modificaciones en las configuraciones de los nuevos sistemas y del software que se va a desplegar en el nuevo entorno.

Tras analizar de los productos software que se ejecutan en las máquinas antiguas es necesario comprobar que estos pueden ejecutarse sin problemas en las nuevas máquinas y soportan la funcionalidad de alta disponibilidad. En este proyecto de migración no se encontraron incompatibilidades y todo el software crítico que se emplea en la organización dispone de versiones compatibles con los nuevos sistemas hardware.

Los nuevos sistemas *IBM System i Power 6* se introducen en la plataforma para sustituir a los antiguos sistemas *IBM System i Power 5 (modelo 810)*. Los nuevos sistemas son compatibles con tecnologías de alta disponibilidad.

COSTE DEL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS ANTIGUOS

El coste del mantenimiento de los sistemas va aumentando conforme van apareciendo nuevos sistemas que sustituyen a los anteriores. Llega el momento en el que se retira de mantenimiento el sistema antiguo y con ello la posibilidad de conseguir recambios certificados por el fabricante. Para aclarar este punto es necesario indicar que un sistema puede estar retirado de “Marketing” (no se puede comprar) pero el fabricante continúa ofreciendo recambios durante un periodo de tiempo determinado.

La siguiente imagen muestra la planificación de IBM en el lanzamiento de sus procesadores Power:

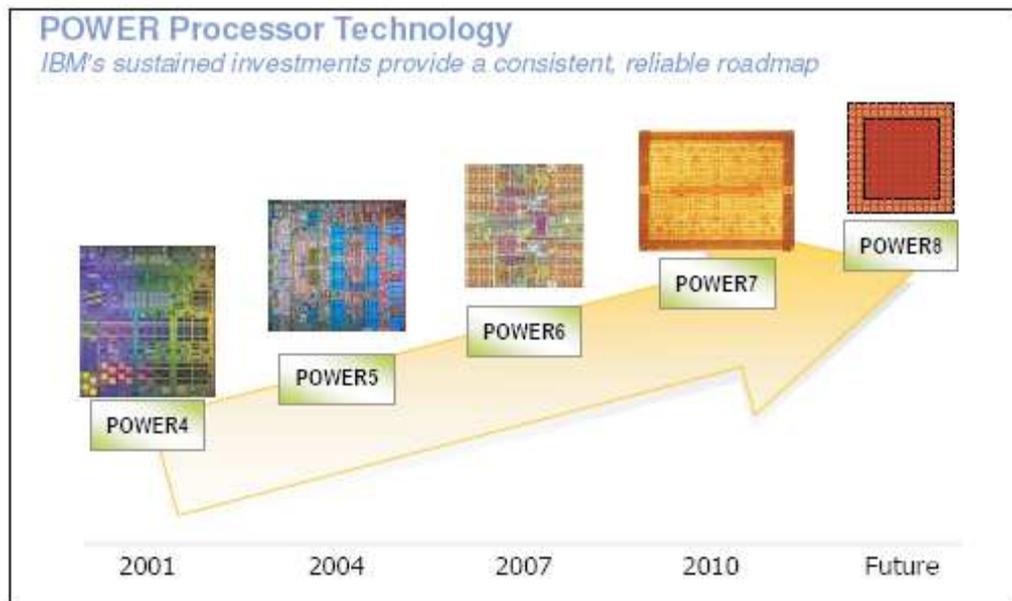


Figura 6. Fechas de lanzamiento de los procesadores IBM Power

En este proyecto el coste del mantenimiento de los sistemas hardware se había incrementado sustancialmente debido a la antigüedad de los mismos hasta el punto de que la inversión en los nuevos sistemas (sin incluir el mantenimiento) se recuperaba al cabo de cinco años. Es decir, el coste del mantenimiento de los sistemas antiguos durante los próximos cinco años era superior al coste de adquisición de los nuevos sistemas.

Los sistemas operativos de IBM tienen también fechas de mantenimiento y salida al mercado. En la siguiente figura se muestra el ciclo de vida de los sistemas operativos para IBM System i:

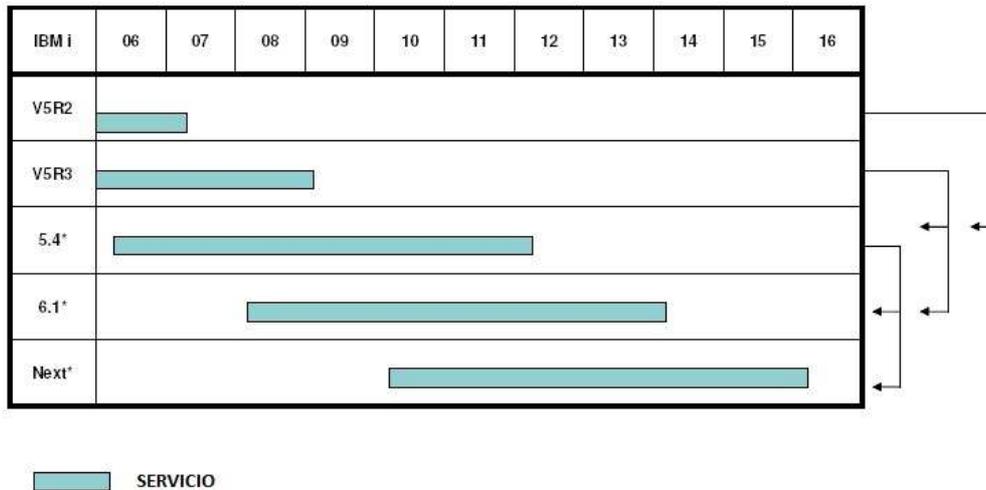


Figura 7. Ciclo de vida de IBM i

El sistema operativo que inicialmente ejecutaban los sistemas antiguos era el IBM i5/OS V5R2. Se realizaron actualizaciones frecuentemente hasta llegar al máximo nivel de sistema operativo soportado por las máquinas antiguas (Power 5).

Tras realizar los cálculos pertinentes (económicos, rendimiento, fiabilidad, etc...) se llegó a la conclusión de sustituir los sistemas hardware antiguos *IBM System i Power 5* por nuevos sistemas *IBM System i Power 6* con la nueva versión del sistema operativo *i5/OS V6R1*.

CONOCIMIENTO DE LOS EMPLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

El departamento de Tecnologías de la Información de esta organización tiene gran experiencia en el manejo de sistemas *IBM System i*. La implantación de la nueva infraestructura permite aprovechar las habilidades del personal para llevar a cabo la migración con garantías de éxito.

A pesar de las habilidades del personal de la organización es necesario realizar formación en varias herramientas nuevas que no estaban acostumbrados a manejar con anterioridad:

- HMC (Hardware Management Console)
- Tecnología Cluster

La adquisición de estas nuevas habilidades es muy rápida dado el nivel de conocimiento de los empleados de los sistemas *IBM System i*.

4.3. Tecnología Cluster de IBM

Un clúster de *System i* es una colección o grupo compuesto por uno o más sistemas o particiones lógicas que funcionan juntos como un solo servidor. Los sistemas de un clúster, conocidos como nodos del clúster, trabajan en conjunto para facilitar una solución informática individual.

Un clúster de *System i* admite hasta 128 nodos. Esto permite agrupar de un modo eficaz los sistemas *System i* para configurar un entorno que proporcione disponibilidad y se ajuste completamente a las aplicaciones y datos críticos. De este modo es posible asegurar que sistemas y aplicaciones críticas están disponibles 24 horas al día, siete días a la semana.

Los clústeres también proporcionan una gestión simplificada de sistemas y una mayor escalabilidad para permitir la adición sin fisuras de componentes nuevos según las necesidades de crecimiento empresarial.

4.3.1. Ventajas de los clústeres

Los clústeres ofrecen una solución para las organizaciones que necesitan entornos operativos durante 24 horas diarias, siete días a la semana.

Mediante la utilización de clústeres, es posible reducir significativamente el número y la duración de interrupciones no planificadas y la duración de las interrupciones planificadas, garantizando la disponibilidad continua de los sistemas, datos y aplicaciones.

Las principales ventajas que pueden ofrecer un clúster a una organización:

- **Disponibilidad continua:** Los clústeres aseguran la disponibilidad continua de los sistemas, datos y aplicaciones.
- **Administración simplificada:** Es posible administrar un grupo de sistemas como un solo sistema o una sola base de datos, sin necesidad de conectar a cada uno de los sistemas individualmente. Se puede utilizar un dominio administrativo de clúster para gestionar con mayor facilidad los recursos que se comparten en un clúster.
- **Mayor escalabilidad:** Permite la adición sin fisuras de nuevos componentes según las necesidades de crecimiento de la organización.

4.3.2. Cómo funciona un clúster

La infraestructura de clúster aumenta la seguridad para los recursos críticos. Estos recursos pueden incluir datos, aplicaciones, dispositivos y otros recursos a los que acceden múltiples clientes.

Si se produce una interrupción del sistema o un siniestro en las instalaciones, puede accederse a las funciones proporcionadas en un sistema del clúster a través de otros sistemas que se han definido en el clúster. Existen dos modelos de acceso a estos datos:

- Modelo de copia de seguridad primaria
- Modelo de iguales

Estos conceptos serán explicados con más detalle durante el capítulo.

4.3.3. Conceptos básicos de los Clústeres

Antes de empezar a diseñar y personalizar un clúster que se ajuste a las necesidades de una organización, es necesario entender algunos conceptos básicos de los clústeres.

Existen dos conceptos básicos relacionados con los clústeres:

- Nodos de clúster.
- Grupo de recursos de clúster.

Un *nodo de clúster* es un sistema *System i* o una partición lógica que sea miembro del clúster. Cuando se crea un clúster, se especifican los sistemas o particiones lógicas que se desea incluir en el clúster como nodos.

Un *grupo de recursos de clúster (CRG o Cluster Resource Group)* se utiliza como el objeto de control para una colección de recursos de recuperación. Un CRG puede contener un subconjunto o todos los nodos del clúster. Un clúster de *System i* soporta cuatro tipos de CRG: de aplicación, de datos, de dispositivos y de iguales. En estos tipos de CRG hay dos elementos comunes:

- Dominio de recuperación.
- Programa de salida.

Un *dominio de recuperación* define el cometido de cada nodo en el CRG. Cuando se crea un CRG en un clúster, el objeto CRG se crea en todos los nodos especificados que deben incluirse en el dominio de recuperación. Sin embargo, se facilita una sola imagen del sistema del objeto CRG, a la que puede acceder desde cualquier nodo activo en el dominio de recuperación del CRG. Es decir, cualquier cambio que se introduzca en el CRG, se aplicará a todos los nodos del dominio de recuperación.

Se llama a un *programa de salida* durante los eventos del CRG relacionados con el clúster. Uno de estos eventos es pasar un punto de acceso de un nodo a otro.

Existen dos modelos de CRG que se pueden crear en un clúster: **modelo de copia de seguridad primaria** y **modelo de iguales**. En el **modelo de copia de seguridad primaria**, los nodos del dominio de recuperación del CRG se pueden definir como se indica a continuación:

- El *nodo primario* es el nodo de clúster que sirve de punto primario de acceso para un recurso de clúster.
- Un *nodo de reserva* es un nodo de clúster que asumirá el cometido de servir de acceso primario si el nodo primario actual sufre una anomalía, o si se inicia una conmutación manual por administración.
- Un *nodo de duplicación* es un nodo de clúster que contiene copias de los recursos de un clúster, pero que no puede asumir el cometido de nodo primario o nodo de reserva.

En un **modelo de iguales**, el dominio de recuperación de un CRG de iguales define una relación de igualdad entre nodos. Los nodos del dominio de recuperación del CRG de iguales se pueden definir como se indica a continuación:

- Un *nodo igual* es un nodo de clúster que puede ser un punto de acceso activo para recursos de clúster.
- Un *nodo de duplicación* es un nodo de clúster que contiene copias de los recursos de un clúster. Los nodos definidos como duplicados en un CRG de iguales representan el punto de acceso inactivo de los recursos del clúster.

En un CRG de iguales, los nodos del dominio de recuperación son equivalentes en relación con el cometido que juegan los nodos en la recuperación. Puesto que cada nodo de este CRG de iguales tiene esencialmente el mismo cometido, los conceptos de sustitución por anomalía y conmutación de traspaso no son aplicables. Los nodos tienen una relación de igualdad y cuando uno de los nodos falla, los demás nodos iguales seguirán operando.

En la siguiente figura se muestran los diferentes tipos de CRG que se pueden crear:

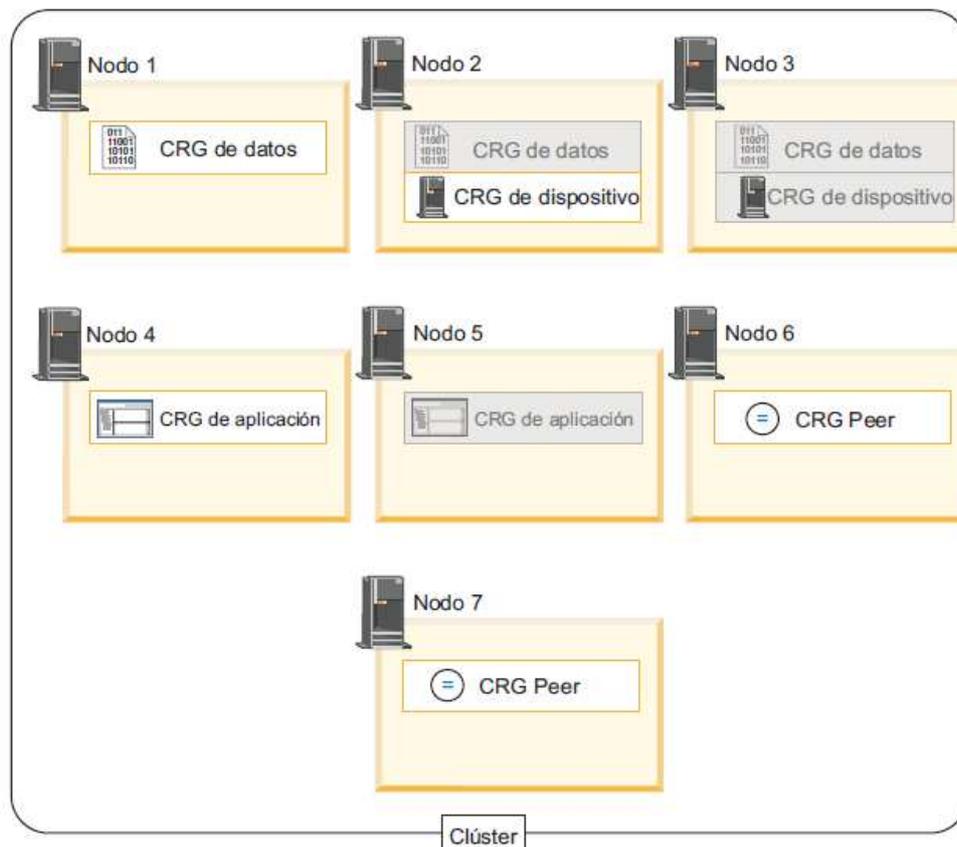


Figura 8. Tipos de CRG

CRG DE DATOS

El CRG de datos está presente en el Nodo 1, el Nodo 2 y el Nodo 3. Ello significa que el dominio de recuperación del CRG de datos ha especificado un cometido para el Nodo 1 (primario), el Nodo 2 (primer nodo de reserva) y el Nodo 3 (segundo nodo de reserva). En el ejemplo, el Nodo 1 actúa como el punto primario de acceso. El Nodo 2 está definido como el primer nodo de reserva en el dominio de recuperación. Ello significa que el Nodo

2 contiene una copia del recurso que se mantiene actual mediante la duplicación lógica. Si se produjera una conmutación por anomalía o por administración, el Nodo 2 se convertiría en el punto primario de acceso.

CRG DE APLICACIÓN

El CRG de aplicación está presente en el Nodo 4 y el Nodo 5. Ello significa que el dominio de recuperación para el CRG de aplicación ha especificado el Nodo 4 y el Nodo 5. En el ejemplo, el Nodo 4 actúa como el punto primario de acceso. Si se produjera una conmutación por anomalía o por administración, el Nodo 5 se convertiría en el punto primario de acceso para la aplicación. Requiere una dirección IP de toma de control.

CRG DE IGUALES

El CRG de iguales está presente en el Nodo 6 y el Nodo 7. Ello significa que el dominio de recuperación del CRG de iguales ha especificado el Nodo 6 y el Nodo 7. En este ejemplo, los nodos 6 y 7 pueden ser nodos iguales o duplicados. Si se trata de un dominio administrativo de clúster representado por un CRG de iguales, los recursos supervisados por el dominio administrativo de clúster tendrán sincronizados los cambios en el dominio representado por el nodo 6 y el nodo 7, sea cual sea el nodo en el que se ha originado el cambio.

CRG DE DISPOSITIVO

El CRG de dispositivo está presente en el Nodo 2 y el Nodo 3. Ello significa que el dominio de recuperación para el CRG de dispositivo ha especificado el Nodo 2 y el Nodo 3. En el ejemplo, el Nodo 2 actúa como el punto primario de acceso. Por lo tanto, actualmente puede accederse al dispositivo del CRG de dispositivo desde el Nodo 2. Si se produjera una conmutación por anomalía o por administración, el Nodo 3 se convertirá en el punto primario de acceso para el dispositivo.

Un CRG de dispositivo requiere la configuración de un dispositivo conocido como agrupación de discos independiente (o también agrupación de almacenamiento auxiliar independiente o ASP independiente), en un dispositivo externo, una unidad de expansión (torre) o un procesador de entrada/salida (IOP) en una partición lógica.

Los nodos del dominio de recuperación de un CRG de dispositivo también deben ser miembros del dominio del mismo dispositivo. El siguiente ejemplo ilustra un CRG de dispositivo con el Nodo L y el Nodo R en su dominio de recuperación. Ambos nodos son también miembros del mismo dominio de dispositivo.

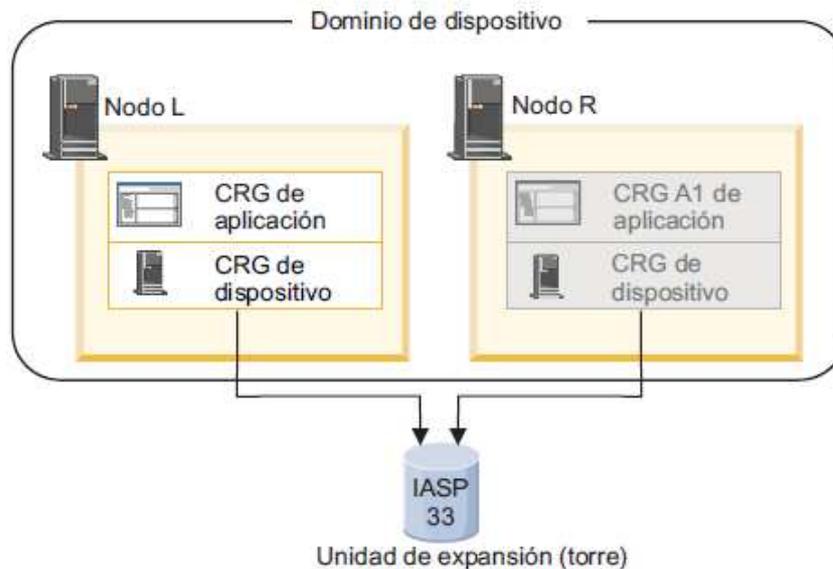


Figura 9. Nodo primario y nodo de recuperación

4.3.4. Elementos de un Clúster

Un *clúster* de iSeries es una colección o grupo compuesto por uno o más sistemas o particiones lógicas que funcionan juntos como un solo sistema.

NODO DE CLÚSTER

Un *nodo de clúster* es un sistema System i o partición lógica que forme parte de un clúster. Cada nodo de clúster se identifica mediante un nombre de nodo de clúster de 8 caracteres asociado con una o varias direcciones IP (Protocolo Internet) que representan a un sistema System i. Al configurar un clúster, se puede utilizar el nombre que se desee para el nodo en el clúster. Sin embargo, se recomienda que el nombre del nodo coincida con el nombre del sistema o del sistema principal.

Las comunicaciones de clúster utilizan el conjunto de protocolos TCP/IP para proporcionar las vías de comunicaciones entre los servicios de clúster de cada nodo del clúster. El conjunto de nodos de clúster que se han configurado para que formen parte del clúster se conoce como lista de miembros de un clúster.

GRUPO DE RECURSOS DE CLÚSTER

Un *grupo de recursos de clúster (CRG)* es un objeto de sistema i5/OS que es un conjunto o grupo de recursos de clúster que se utiliza para gestionar los eventos que se producen en un entorno en clúster. El grupo de recursos de clúster describe un dominio de recuperación y suministra el nombre del programa de salida del grupo de recursos de clúster al que se llama cuando se producen ciertos eventos de clúster.

Los clústeres proporcionan dos opciones para definir las relaciones entre los nodos del clúster: un modelo de copia de seguridad primaria y un modelo de iguales. Cada uno de estos modelos se puede utilizar conjuntamente o por separado en función de las necesidades del entorno.

MODELO DE COPIA DE SEGURIDAD PRIMARIA

Todos los grupos de recursos de clúster de esta categoría definen nodos en el dominio de recuperación con determinados cometidos: primarios, de reserva o duplicados. Los nodos primarios y de reserva son puntos de acceso disponibles a los recursos del clúster. No obstante, sólo un nodo será el punto de acceso activo en un momento dado. Este será el nodo primario. Los nodos de duplicación no están disponibles como punto de acceso. Esto puede cambiarse asignando al nodo de duplicación un cometido de reserva. Los grupos de recursos de clúster del modelo de copia de seguridad primaria se definen como respaldo de datos, aplicación o dispositivo.

El respaldo de datos habilita el mantenimiento de varias copias de datos en más de un nodo de un clúster y el cambio del punto de acceso a un nodo de reserva.

El respaldo de aplicación permite reiniciar un programa de aplicación en el mismo nodo o en un nodo diferente del clúster.

El respaldo a nivel de dispositivo permite trasladar (conmutar) un recurso de dispositivo a un nodo de reserva.

Cada grupo de recursos de clúster de aplicación y datos tiene asociado un programa de salida de grupo de recursos de clúster. El programa de salida es opcional en los grupos de recursos de clúster de dispositivo de respaldo.

MODELO DE IGUALES

Todos los grupos de recursos de clúster de esta categoría definen nodos en el dominio de recuperación con un cometido de igual o duplicado. Los nodos iguales son puntos de acceso al grupo de recursos de clúster. Todos los nodos definidos como iguales serán el punto de acceso cuando se inicie el grupo de recursos de clúster. Los nodos de duplicación no están disponibles como punto de acceso. Esto puede cambiarse asignando al nodo de duplicación un cometido de igual. En un CRG de iguales, cada nodo contiene datos duplicados que existen en cada uno de los nodos. Cuando un nodo del CRG de iguales falla, el punto de fallo se comunica a los demás nodos del clúster y dichos nodos continúan la operación desde el punto de fallo.

DOMINIO ADMINISTRATIVO DE CLÚSTER

Un *dominio administrativo de clúster* se utiliza para gestionar los recursos que deben mantenerse de manera coherente en los nodos de un entorno en clúster.

Pueden existir ciertos parámetros operaciones o de configuración que deban definirse en cada nodo que sea un punto de acceso a datos, aplicaciones y dispositivos de respaldo. Si se realiza un cambio en uno de estos parámetros en cualquier nodo que pueda ser un punto de acceso a un recurso, este cambio debe propagarse a todos los demás nodos que pueden ser un punto de acceso potencial. Un dominio administrativo de clúster proporciona la capacidad para identificar los recursos que deben mantenerse de manera coherente en los nodos de un dominio. A continuación supervisa los cambios en estos recursos y los sincroniza en el dominio activo. Un dominio administrativo de clúster se representa mediante un CRG de iguales. Cuando se crea un dominio administrativo de clúster, el CRG de iguales lo crea el sistema. El nombre del dominio administrativo de clúster pasa a ser el

nombre del CRG de iguales. Los nodos que forman el dominio administrativo de clúster los define el dominio de recuperación del CRG de iguales.

4.4. IBM Cross-site Mirroring (XSM)

Los elementos de cluster estudiados en el anterior apartado los proporciona el sistema operativo, sin ningún tipo de software auxiliar. En este apartado se va a introducir una herramienta de IBM llamada *Cross-site Mirroring (XSM)* que agrupa y facilita el uso de todos los elementos del sistema operativo que permiten la creación de clusters. Para entender correctamente la herramienta XSM es necesario definir algunos conceptos.

4.4.1. Introducción a Cross-site Mirroring

Cross-site Mirroring es la replicación de datos entre múltiples ubicaciones. Implica el uso de elementos de cluster del sistema operativo, grupos de recursos de cluster (CRGs), conjuntos de almacenes de datos independientes (Independent auxiliary storage pools IASPs) y otros componentes.

XSM proporciona dos copias idénticas de una agrupación de discos independiente en dos ubicaciones distintas para proporcionar alta disponibilidad y recuperación ante desastres. Las ubicaciones que almacenan las réplicas pueden estar próximas o alejadas, en función de las necesidades de la organización. La copia alojada en el nodo primario es la copia *de producción* y la copia alojada en el sistema de respaldo en la otra ubicación toma el nombre de *copia espejo*. Los usuarios y las aplicaciones acceden a la agrupación de discos independientes en el nodo primario, el nodo que alberga la copia de producción. Al disponer de una segunda copia de los datos críticos en una ubicación remota, se asegura una mayor disponibilidad y protección contra eventos inesperados como incendios, inundaciones o cualquier otro tipo de desastre natural.

XSM admite modalidades sincronías y asíncronas para el intercambio de datos. Los cambios que se realizan en el modo origen se realizan en el mismo orden en el nodo destino.

4.4.2. Auxiliary Storage Pools (ASP)

Una agrupación de almacenamiento auxiliar (ASP) permite dividir el disco todo el disco instalado en un sistema en agrupaciones lógicas de menor tamaño e independientes entre ellas para conseguir limitar el impacto de fallos de disco y el tiempo de recuperación después de un fallo. De este modo es posible aislar aplicaciones o datos en diferentes ASPs para conseguir mayor seguridad ante fallos, facilitar las tareas de backup y restauración, obtener un mayor rendimiento u otros propósitos.

Existen dos tipos de ASPs, ASP de sistema y ASP de usuario:

- Un ASP de sistema contiene código del sistema operativo *IBM i5/OS*. Únicamente existe un ASP de sistema por servidor físico o partición dentro de un servidor físico y siempre tiene el identificador numérico 1.
- Los ASPs de usuario son el resto de ASPs definidos en el sistema. Existen dos tipos de ASP de usuario:
 - ASP básico de usuario. Tienen identificadores numéricos que van del 2 al 32. Los datos contenidos en un ASP básico de sistema están siempre disponibles cuando el servidor está disponible y ejecutándose.
 - ASP independiente de usuario. Están numerados del 33 al 255.

4.4.3. Independet Auxiliary Storage Pools (IASPs)

Como se ha comentado anteriormente, las agrupaciones auxiliares independientes de almacenamiento (IASPs), son un tipo especial de ASP de usuario con identificadores que van del 33 al 255.

Las IASPs se pueden emplear en un sistema único o se pueden intercambiar entre múltiples sistema o particiones lógicas (LPARs). Para poder emplear una IASP en modo intercambiable es necesario que la IASP esté asociada con un grupo de hardware intercambiable de un cluster (CRG). En este tipo de configuraciones una IASP se puede ocultar o presentar a un sistema o partición dinámicamente.

Cuando varios sistemas o particiones emplean un CRG que contiene una IASP únicamente uno de los sistemas puede tener acceso al IASP en un momento dado.

CAPÍTULO 5 – DISEÑO DE ARQUITECTURA HARDWARE

5.1. Introducción

La fase de diseño de un proyecto de alta disponibilidad es de vital importancia para conseguir que la nueva infraestructura cumpla con los requisitos deseados y funcione adecuadamente. La adopción de malas decisiones en esta fase puede dar lugar a una solución que no cumpla con el objetivo y provoque una nueva inversión económica.

Los conceptos que se han ido introduciendo a lo largo del documento son imprescindibles para afrontar el diseño de este proyecto de alta disponibilidad. Es necesario conocer diferentes alternativas para realizar un buen diseño de una infraestructura de alta disponibilidad.

A lo largo de este capítulo se va a hacer un estudio de la infraestructura actual de la organización prestando especial atención en los puntos críticos susceptibles de fallo.

El siguiente punto objeto de estudio es la determinación de los requisitos de disponibilidad de la organización. En este apartado del capítulo es necesario obtener un equilibrio entre las peticiones de disponibilidad de los usuarios y los requerimientos reales.

Una vez determinados los puntos críticos del sistema y las necesidades de disponibilidad real de la organización es necesario seleccionar una solución de alta disponibilidad entre las alternativas disponibles.

5.2. Estudio de la infraestructura actual

Actualmente la organización cuenta con dos servidores AS/400 que ejecutan el software ERP. A continuación se van a detallar las características de los servidores, la capacidad de cálculo de los mismos y los niveles de software que están ejecutando actualmente (ERP y Sistema Operativo):

SERVIDOR P01 (PRODUCCIÓN)

| Fabricante | Modelo | Nº CPUs | GHz | Memoria | OS |
|------------|--------|---------|-----|---------|-------|
| IBM | 825 | 3 | 1.1 | 9199 MB | i5/OS |

Tabla 5. Características Servidor P01 (Producción)

- Versión del sistema operativo: **i5/OS V5R2**
- Versión de la base de datos: **DB400 V5R2**
- Tamaño actual de la base de datos: **191 GB**
- Espacio en disco: **446 GB**
- Memoria instalada: **9 GB**
- Versión SAP: **SAP R/3 4.7 x110 Kernel 6.20**

Para calcular la carga del sistema es necesario monitorizar el servidor durante sesiones de trabajo normales y en períodos de tiempo suficientes para obtener una correcta medición. En este caso se emplearon las herramientas disponibles del sistema operativo para realizar la monitorización y posterior recogida de datos. A continuación se muestra la gráfica de usuarios concurrentes que genera el sistema:

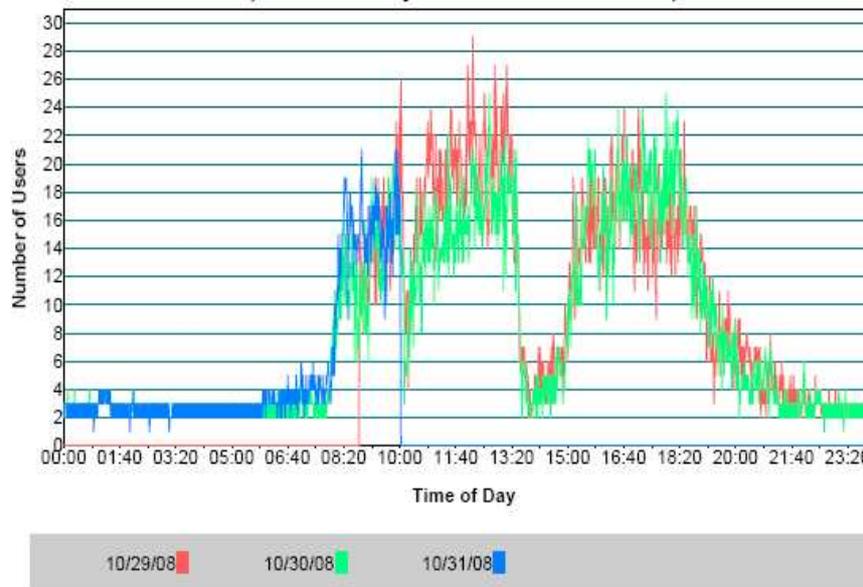


Figura 10. Usuarios concurrentes durante el día

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la carga del sistema P01 (Producción) antes de realizar la actualización:

| | | | | |
|--|--------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| Versión: SAP R/3 4.7 x110 Kernel 6.20 | | | | |
| Franja horaria con mayor actividad: 08:00 -15:00 y 15:30-19:30 | | | | |
| Usuarios nominales | Media concurrentes | Usuarios Máx. concurrentes | Usuarios Concurrencia | |
| 93 | 22 (*) | 29 | 31% | |
| Pico de pasos de diálogo por hora: 13.325 | | | | |

Tabla 6. Carga del sistema Servidor P01 (Producción)

SERVIDOR DESA-TEST (DESARROLLO Y TEST)

Dentro de este servidor se comparten recursos para dos instalaciones SAP para desarrollo y test.

| Fabricante | Modelo | Nº CPUs | GHz | Memoria | OS |
|------------|--------|---------|------|---------|-------|
| IBM | 810 | 1 | 0,75 | 6127 MB | i5/OS |

Tabla 7. Características servidor DESA-TEST (Desarrollo y Test)

- Versión del sistema operativo: **i5/OS V5R2**
- Versión de la base de datos: **DB400 V5R2**
- Espacio en disco: **532 GB**

- Memoria instalada: **6 GB**
- Versión SAP: **SAP R/3 4.7 x100 Kernel 6.20**

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la carga del sistema DESA-TEST (Desarrollo y Test) antes de realizar la actualización:

| ENTORNO TEST | | | |
|---|--------------------------|-----------------|---------------------|
| Usuarios nominales | Máx. concurrentes | Usuarios | Concurrencia |
| 15 | 7 | | 47% |
| Pico de pasos de diálogo por hora: 1.123 | | | |
| Tamaño de Base de Datos: 174 GB | | | |

Tabla 8. Carga del entorno de Desarrollo

| ENTORNO DESARROLLO | | | |
|---|--------------------------|-----------------|---------------------|
| Usuarios nominales | Máx. concurrentes | Usuarios | Concurrencia |
| 12 | 6 | | 50% |
| Pico de pasos de diálogo por hora: 1.301 | | | |
| Tamaño de Base de Datos: 187 GB | | | |

Tabla 9. Carga del entorno de Test

5.3. Requisitos de disponibilidad deseados

Los requerimientos de disponibilidad han estado presentes durante todo el proyecto. En esta organización el servicio se presta entre departamentos internos de la misma. La instalación de la infraestructura la lleva a cabo una empresa externa pero el mantenimiento y explotación queda a cargo de la organización inicial.

El personal del departamento de Tecnologías de la Información es el encargado de reunirse con los responsables del resto de departamentos usuarios del servicio y obtener las necesidades de disponibilidad. Tras recoger las necesidades se realiza un estudio de coste y viabilidad que se transmitirá a la dirección de la organización para su posterior aprobación.

En función los requisitos de disponibilidad consensuados entre los diferentes departamentos de la organización se realizan consultas a empresas externas por soluciones que permitan cumplir los requisitos de disponibilidad y coste aprobados por la dirección de la organización.

A continuación se enumeran los principales requisitos de disponibilidad:

- Disponibilidad de 99,9% = 43.8 minutos/mes u 8,76 horas/año ("tres nueves") en horario de actividad.
- Paradas planificadas de los sistemas todos los domingos.
- Pruebas del sistema de alta disponibilidad semestralmente con posibilidad de parada de servicio.

La solución de alta disponibilidad debe de asegurar que se cumplan estos requisitos.

5.4. Elección de la solución de alta disponibilidad

En el capítulo cuarto del proyecto se estudiaron las diferentes tecnologías empleadas en el proyecto:

- Componentes hardware (*IBM System i Power 6*)
- Componentes software (*IBM Cross-site Mirroring o XSM*)

En el capítulo cuarto se exponían las razones de la elección de sistemas hardware de IBM para el proyecto:

- Compatibilidad con los sistemas antiguos
- Coste de mantenimiento de los sistemas antiguos
- Conocimiento de los empleados del departamento de Tecnologías de la Información

La herramienta software de alta disponibilidad elegida (*IBM Cross-site Mirroring o XSM*) es un componente más dentro del sistema operativo. Esta elección hace más simple la solución ya que no es necesario hacer funcionar productos de terceros en el sistema operativo.

5.4.1. Dimensionamiento Hardware

Puesto que el ERP que va a ejecutarse en los nuevos sistemas es SAP se ha decidido medir el rendimiento del sistema en unidades SAP (SAP Application Performance Standard). Los SAPS son una unidad de medida independiente del hardware, que describen el rendimiento de un sistema en un entorno SAP. En términos técnicos, 100 SAPS equivalen a 2000 procesos de negocio completos por hora.

El cálculo de los SAPS que se están consumiendo actualmente en los tres entornos considerados está basado en la premisa de que la instalación cuenta con un Kernel optimizado y en la utilización de los procesadores instalados. De esta manera,

- Considerando una utilización actual de CPU del 85%, el entorno de Producción estaría consumiendo actualmente alrededor de 1300 SAPS.
- Considerando una utilización de CPU del 75%, los entornos de Test y Desarrollo estarían consumiendo alrededor de 878 SAPS, cada uno de ellos.

Se supone que toda la carga actual de los servidores corresponde a los sistemas SAP, aparte de la carga propia del sistema operativo.

Se asume que no se va a realizar un cambio en el diseño de la arquitectura, es decir, continuará siendo un diseño en 2 niveles (base de datos y servidor de aplicaciones en el mismo servidor o LPAR).

Se asume que no habrá desarrollos adicionales o nuevas cargas (nuevos módulos, nuevas transacciones, etc.) que impacten en las necesidades de capacidad de proceso de los servidores.

Se considera alta disponibilidad exclusivamente para el entorno de producción.

5.4.2. Dimensionamiento Hardware alternativo con actualización de la versión del ERP

Para el dimensionamiento del servidor de Producción sobre el que se ejecutará ECC 6.0 es necesario considerar el aumento de consumo por el cambio de versión, que en este caso al tratarse de un cambio de R/3 4.7 x110 a ECC 6.0 es de un 28% aproximadamente, y se propondrá una utilización objetivo del pico medio hora del 85% y el uso de Unicode.

En cuanto al tamaño de la base de datos, para la nueva versión se estima que los datos necesitarán un 35%-40% adicional respecto al tamaño actual de la Base de Datos de producción más el crecimiento anual esperado.

Se recomienda el siguiente dimensionamiento de servidores:

SERVIDOR 1

- Contiene el entorno de Producción y Solution Manager

SERVIDOR 2

- LPAR1: Contiene los entornos de Desarrollo y Test
- LPAR2: Entorno necesario para realizar la actualización técnica a la versión SAP ERP 6.
- Una vez finalizada la actualización, esta partición se empleará para implementar la alta disponibilidad (XSM Cross Site Mirroring de IBM) del entorno de Producción del Servidor 1.

CAPÍTULO 6 – IMPLEMENTACIÓN ARQUITECTURA DE ALTA DISPONIBILIDAD

6.1. Introducción

A lo largo de este capítulo se va a realizar una descripción detallada de la implementación de la arquitectura hardware diseñada a lo largo del proyecto.

En el primer apartado se van a analizar los componentes hardware que finalmente se van a emplear en la solución final.

En el siguiente apartado se muestran los listados de componentes que generan las herramientas de configuración de IBM.

En el cuarto apartado se tratará la instalación física de los componentes en los armarios.

En el quinto apartado se detalla la configuración de los sistemas y HMC para la puesta en marcha de todo el entorno.

En el último apartado se detalla la configuración de las herramientas de alta disponibilidad una vez preparados y arrancados los sistemas.

6.2. Componentes hardware solución final

En este apartado se van a describir los componentes hardware que se emplearán en la solución final de alta disponibilidad. Se utilizarán dos armarios de componentes de 42U, un armario para en entorno de producción y un segundo armario para el entorno de Desarrollo/Test.

En la primera fase del proyecto los dos armarios estarán en el mismo centro de cálculo para realizar la instalación y sincronización de los datos entre los dos sistemas. Una vez finalizada esta fase, el armario de Desarrollo/Test se ubicará en el centro de cálculo de respaldo de la organización.

A continuación se muestra un resumen del contenido de cada armario.

6.2.1. Armario Producción

A continuación se muestra la plantilla de configuración que emplearán los técnicos para realizar la instalación de los componentes en el armario de Producción:

| RACK PRODUCCIÓN | |
|-----------------|------------------|
| 42 | 42 |
| 41 | 41 |
| 40 | 40 |
| 39 | 39 |
| 38 | 38 |
| 37 | 37 |
| 36 | 36 |
| 35 | 35 |
| 34 | 34 |
| 33 | 33 |
| 32 | 32 |
| 31 | 31 |
| 30 | 30 |
| 29 | 29 |
| 28 | 28 |
| 27 | LTO |
| 26 | 26 |
| 25 | 25 |
| 24 | 24 |
| 23 | 23 |
| 22 | HMC |
| 21 | Pantalla |
| 20 | |
| 19 | |
| 18 | |
| 17 | Expansión IOAs |
| 16 | |
| 15 | |
| 14 | |
| 13 | Sistema |
| 12 | 12 |
| 11 | 11 |
| 10 | 10 |
| 9 | 9 |
| 8 | 8 |
| 7 | 7 |
| 6 | 6 |
| 5 | 5 |
| 4 | |
| 3 | |
| 2 | |
| 1 | Expansión Discos |

Tabla 10. Plantilla de instalación del armario de Producción

En la plantilla se indican los componentes y la altura del armario en la que deben ser instalados. Los siguientes componentes se instalarán en el armario:

- Sistema
- Expansión de almacenamiento del sistema
- Expansión de IOAs del sistema
- Pantalla
- HMC (Hardware Management Console)
- LTO o librería de cintas (Linear Tape-Open)

6.2.2. Armario Desarrollo/Test

A continuación se muestra la plantilla de configuración que emplearán los técnicos para realizar la instalación de los componentes en el armario de Desarrollo/Test:

| RACK PRODUCCIÓN | |
|-----------------|-----------------|
| 42 | 42 |
| 41 | 41 |
| 40 | 40 |
| 39 | 39 |
| 38 | 38 |
| 37 | 37 |
| 36 | 36 |
| 35 | 35 |
| 34 | 34 |
| 33 | 33 |
| 32 | 32 |
| 31 | 31 |
| 30 | 30 |
| 29 | DVD-ROM Externo |
| 28 | LTO |
| 27 | 27 |
| 26 | 26 |
| 25 | 25 |
| 24 | 24 |
| 23 | 23 |
| 22 | HMC |
| 21 | Pantalla |
| 20 | 20 |
| 19 | 19 |
| 18 | 18 |
| 17 | Expansión IOAs |
| 16 | 16 |
| 15 | 15 |
| 14 | 14 |
| 13 | Sistema |
| 12 | 12 |
| 11 | 11 |
| 10 | 10 |
| 9 | 9 |

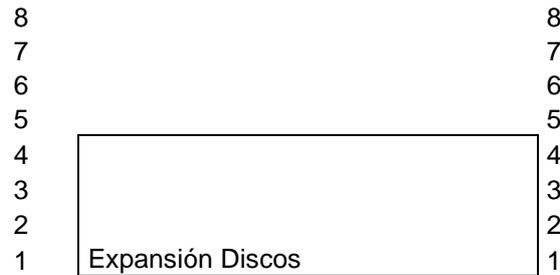


Tabla 11. Plantilla de instalación del armario de Desarrollo/Test

En la plantilla se indican los componentes y la altura del armario en la que deben ser instalados. Los siguientes componentes se instalarán en el armario:

- Sistema
- Expansión de almacenamiento del sistema
- Expansión de IOAs del sistema
- Pantalla
- HMC (Hardware Management Console)
- LTO o librería de cintas (Linear Tape-Open)
- DVD-ROM Externo

6.2.3. Detalle componentes

Tanto el equipo de Producción como el de Desarrollo/Test son los modelos IBM Power 6 8203-E4A de 4 vías ofreciendo 5000 SAPs por servidor físico.



Figura 11. IBM Power6 8203-E4A

El servidor de producción y el servidor de desarrollo contarán con 32GB de memoria física, 6 discos SAS internos de 139,5 GB de 15000 rpm, múltiples tarjetas redundadas para red y múltiples tarjetas IOA (Input Output Acces) para la conectividad con unidades de expansión del sistema. Las unidades de expansión se pueden emplear para ampliar las capacidades (capacidad de almacenamiento, tarjetas de comunicaciones, memoria e incluso aumentar en número de procesadores) del sistema principal. En este caso cada sistema dispone de una unidad de expansión de disco para poder añadir más capacidad de almacenamiento y una unidad de expansión de tarjetas IOA para aumentar las capacidades de conectividad del sistema.

Cada unidad de almacenamiento externa al sistema (TotalStorage EXP24 Disk Dwr) cuenta con 12 discos de 141.12GB 15k rpm. Estas unidades van conectadas al sistema mediante buses externos de alta velocidad y disponen de controladoras con 1,5 GB de cache. En la siguiente imagen se puede observar la unidad de expansión instalada en el armario de componentes:



Figura 12. Unidad TotalStorage EXP 24 instalada en el armario

Cada sistema cuenta con otra expansión externa (PCI-X EXP24 Ctl-1.5GB No IOP) para aumentar el número de tarjetas IOA (tarjetas de red, tarjetas SCSI, tarjetas de fibra óptica, etc....) disponibles. Esta expansión permite aumentar el ancho de banda de acceso a los discos externos, conectar una LTO externa, aumentar el ancho de banda de red, etc.

A continuación se muestra una imagen de la unidad de expansión de tarjetas instalada en el armario de componentes:

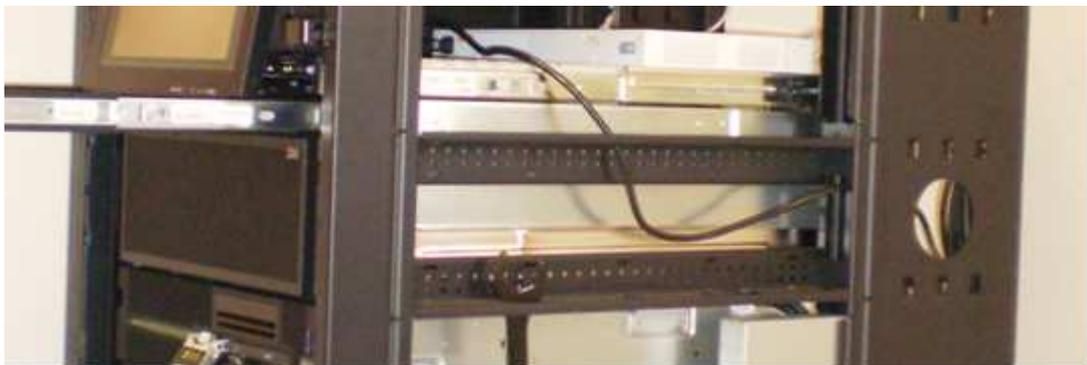


Figura 13. Expansión PCI-X EXP24 Ctl-1.5GB instalada en armario de componentes

Las nuevas tarjetas están disponibles en la parte trasera del armario de componentes:

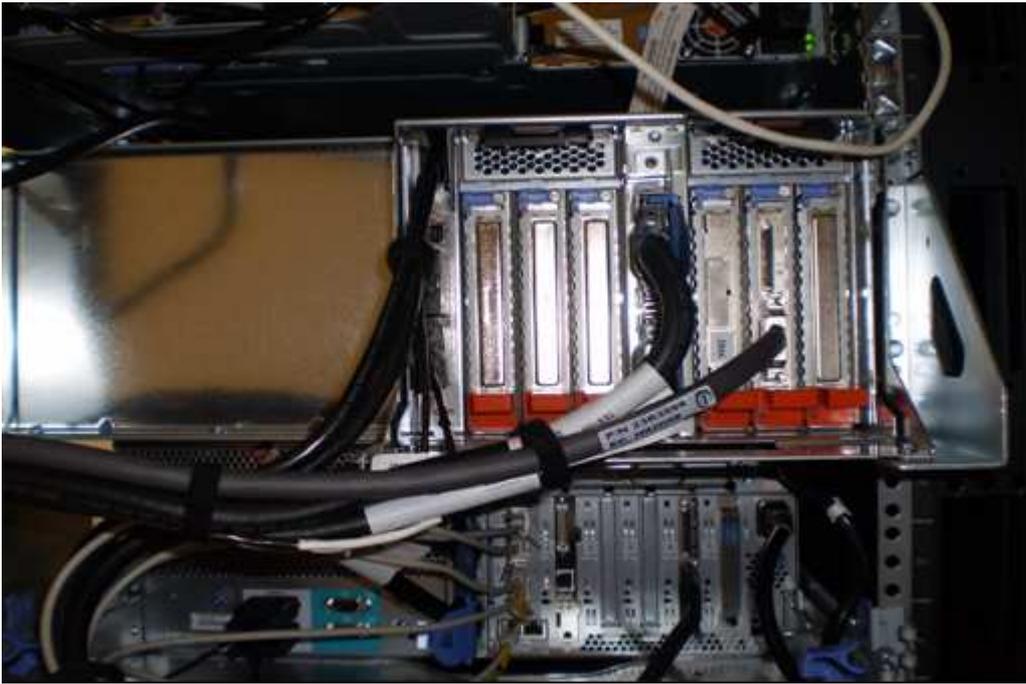


Figura 14. Parte trasera unidad de expansión de tarjetas

Todos los componentes del armario disponen de fuente de alimentación redundante conectada a dos PDU (Power Distribution Unit) distintas para evitar posibles problemas con la alimentación eléctrica. Una de las PDUs está conectada a un sistema de alimentación ininterrumpido (SAI) y la otra a la red eléctrica estabilizada de la organización. Las conexiones se realizan con conectores ZTAC de 16 A:



Figura 15. Cable alimentación ZTAC 16 A

Los dos armarios tienen instaladas unidades para hacer copias de seguridad del sistema (LTO o biblioteca de cintas). Este modelo de biblioteca de cintas permite tener hasta 24 cintas dentro de la unidad para automatizar el proceso de copia de seguridad. La unidad del armario de producción se emplea únicamente por ese servidor. La unidad del armario de Desarrollo/Test es empleada por las dos particiones. Es necesario crear scripts para

intercambiar las unidades entre las particiones y tener en cuenta la planificación de las copias para evitar realizarlas al mismo tiempo.



Figura 16. Biblioteca de cintas IBM TS3100

Los sistemas físicos instalados en cada uno de los armarios disponen de controladores HMC (Hardware Management Console) para su gestión. Una HMC es un sistema especial de IBM que se emplea para realizar diferentes tareas en los sistemas físicos. Para realizar el particionado lógico de los sistemas físicos, como por ejemplo las particiones de Desarrollo y Test en el sistema de respaldo, es obligado disponer de una HMC. También permiten el intercambio de recursos entre particiones lógicas y tareas de gestión de los servidores (abrir incidencias con IBM, apagado remoto, planificación de tareas, lanzar scripts remotos, etc.). La HMC necesita un monitor para poder trabajar con ellas en el armario, aunque también es posible conectarse a ellas remotamente:



Figura 17. Sistema de gestión HMC para sistemas físicos

El armario de Desarrollo/Test tiene instalada una unidad externa de DVD-ROM aparte de la unidad que incorpora de serie el sistema físico. Esta unidad se asignará a una de las dos particiones lógicas (Desarrollo o Test) y la interna del sistema a la otra. Con esta unidad se consigue disponer permanentemente de una unidad de DVD-ROM en cada partición lógica y evitar el tener que cambiar manualmente la unidad del sistema físico entre particiones lógicas.

6.3. Listados herramienta de configuración de IBM

Las configuraciones de los armarios, de los sistemas y del resto de componentes se realizan con una herramienta de configuración de IBM. Esta herramienta asegura la corrección y

compatibilidad de los componentes elegidos en el diseño. A continuación se muestran algunas tablas exportadas de la herramienta de configuración.

ARMARIOS

La siguiente tabla muestra los componentes, la descripción de cada componente, la cantidad, el precio de lista de IBM, el importe del mantenimiento y el periodo del mantenimiento de los armarios de Producción y Desarrollo/Test:

| Product | Description | Qty | Purchase | Maint | Term |
|----------|---|-------|-----------------|--------------|------|
| 7014-T42 | Rack 1:Rack Model T42 | 1 | 5.130,00 | 44,29 | Mth |
| 228 | Rack Content Specify: FC #5790 | 1 | N/C | | |
| 249 | Rack Content Specify: FC #5786 | 1 | N/C | | |
| 278 | Rack Content Specify: 8203/E4A - 4EIA | 1 | N/C | | |
| 284 | Rack Content Specify: 7042/CR4 1U | 1 | N/C | | |
| 327 | Rack Content Specify: 3573/L2U - 2U | 1 | N/C | | |
| 4651 | Rack Indicator, Rack #1 | 2 | N/C | | |
| 6069 | Front door (Black) for High Perforation (2m racks) | 1 | 607,74 | | |
| 6098 | Side Panel (Black) | 2 | 413,36 | | |
| 6656 | PDU to Wall Powercord 14', 200-240V/24A, UTG0247, IEC309 P+N+G | 1 | 271,07 | | |
| 9188 | Power Distrib Unit Specify - Base/Side Mount, Universal UTG0247 Connector | 1 | N/C | | |
| 9708 | Language Group Specify - Spanish | 1 | N/C | | |
| | Serial: N/A | Total | EUR 6.422,17 | EUR 44,29 | Mth |

Tabla 12. Listado detallado de los armarios de componentes

SISTEMA FÍSICO

La siguiente tabla muestra los componentes, la descripción de cada componente, la cantidad, el precio de lista de IBM, el importe del mantenimiento y el periodo del mantenimiento de los sistemas físicos del armario de Producción y Desarrollo/Test.

| Product | Description | Qty | Purchase | Maint | Term |
|----------|--|-----|----------|-------|------|
| 8203-E4A | Server 1:8203 Model E4A | 1 | 265,91 | 74,07 | Mth |
| 41 | Device Parity Protection-All, Specify Code | 1 | N/C | | |
| 267 | IBM i Operating System Partition Specify | 2 | N/C | | |
| 347 | RAID Hot Spare Specify | 1 | N/C | | |
| 534 | IBM i 6.1 Specify Code | 1 | N/C | | |
| 725 | Specify Load Source in #5786 | 1 | N/C | | |
| 836 | #4328 Load Source Specify | 1 | N/C | | |
| 1025 | Modem Cable - US/Canada and General Use | 1 | N/C | | |
| 1877 | Op Panel Cable for Rack-mount Drawer w/3.5 | 1 | 5,92 | | |

| | | | | | |
|------|--|----|-----------|-------|-----|
| | DASD | | | | |
| 2124 | Ultra 320 SCSI Cable 1 Meter | 1 | 132,77 | | |
| 2125 | Ultra 320 SCSI Cable 3 Meter | 1 | 149,36 | | |
| 2145 | Primary OS - IBM i | 1 | N/C | | |
| 2844 | PCI IOP | 1 | 2.267,37 | | |
| 2893 | PCIe 2-Line WAN w/Modem | 1 | 599,83 | | |
| 3147 | RIO-2 (Remote I/O-2) Cable, 3.5M | 2 | 1.463,62 | | |
| 3677 | 139.5GB 15k rpm SAS Disk Drive | 6 | 4.383,66 | | |
| 4328 | 141.12GB 15k rpm Disk Unit | 12 | 12.603,60 | | |
| 4524 | 16384MB (2x8192MB) RDIMMs, 400 MHz, 1Gb | 2 | 22.280,24 | | |
| | Stacked DRAM | | | | |
| 4651 | Rack Indicator, Rack #1 | 1 | N/C | | |
| 5550 | Sys Console On HMC | 1 | N/C | | |
| 5614 | Dual Port RIO-2 I/O Hub | 1 | 1.444,36 | | |
| 5624 | 4-port 1 Gb Integrated Ethernet Daughter | 1 | 508,41 | | |
| | Card | | | | |
| 5635 | 4-core 4.2 GHz POWER6 Processor Card, 8 | 1 | 8.817,29 | 60,73 | |
| | Memory DIMM Slots | | | | Mth |
| 5655 | One Processor Activation for Processor Feature | 2 | 3.044,26 | | |
| | #5635 | | | | |
| 5678 | Zero-priced Processor Activation for #5635 | 2 | N/C | | |
| 5679 | SAS RAID Enablement | 1 | 2.407,27 | | |
| 5741 | IBM Single Bus Ultra 320 SCSI Repeater Card | 1 | 599,83 | 84,35 | Mth |
| 5742 | IBM Dual Bus Ultra 320 SCSI Repeater Card | 1 | 1.100,09 | 84,35 | Mth |
| 5756 | IDE Slimline DVD-ROM Drive | 1 | 267,91 | | |
| 5778 | PCI-X EXP24 Ctl-1.5GB No IOP | 1 | 10.299,97 | | |
| 5786 | TotalStorage EXP24 Disk Dwr | 1 | 6.931,72 | 57,43 | Mth |
| 5790 | PCI Expansion Drawer | 1 | 5.200,17 | 90,84 | Mth |
| 5806 | PCI-X DDR Dual Channel Ultra320 SCSI Adapter | 1 | 614,06 | | |
| 6006 | Power Control Cable (SPCN) - 3 meter | 2 | 99,56 | | |
| 6438 | RIO-2 Remote I/O Loop Adapter | 1 | 1.050,30 | | |
| 6458 | Power Cable -- Drawer to IBM PDU, 14-foot, | 3 | 47,79 | | |
| | 250V/10A | | | | |
| 6459 | 3.7m (12-Ft) 250V/10A RA Pwr Cd | 2 | N/C | | |
| 6671 | Power Cord (9-foot), Drawer to IBM PDU, | 1 | 15,74 | | |
| | 250V/10A | | | | |

| | | | | | |
|------|--|-------|------------------|---------------|-----|
| 7114 | IBM/OEM Rack-Mount Drawer Rail Kit | 1 | 144,43 | | |
| 7200 | IBM Rack-mount Drawer Bezel and Hardware | 1 | 144,43 | | |
| 7307 | Dual I/O Unit Enclosure | 1 | 618,8 | | |
| 7703 | Power Supply, 950 Watt AC, Hot-swap, Base | 2 | 518,48 | | |
| | and Redundant | | | | |
| 8345 | DASD/Media Backplane for 3.5 DASD/DVD/Tape; with External SAS Port | 1 | 539,22 | | |
| 8506 | PowerVM Standard | 4 | N/C | | |
| 9639 | 4W 50 User Express Edition | 1 | N/C | | |
| 9708 | Language Group Specify - Spanish | 1 | N/C | | |
| | Serial: N/A | Total | EUR 88.566,37 | EUR 451,77 | Mth |

Tabla 13. Listado detallado de los sistemas físicos

HMC (HARDWARE MANAGEMENT CONSOLE)

La siguiente tabla muestra los componentes, la descripción de cada componente, la cantidad, el precio de lista de IBM, el importe del mantenimiento y el periodo del mantenimiento de los sistemas de gestión de los equipos físicos (HMCs).

| Product | Description | Qty | Purchase | Maint | Term |
|----------|---|-------|-----------------|--------------|------|
| 7042-CR4 | HMC 1:7042-CR4 Rack-mounted Hardw.Mgmt.Console | 1 | 4.116,00 | 53,32 | Mth |
| 962 | Hardware Management Console Licensed Machine Code v7 | 1 | N/C | | |
| 4651 | Rack Indicator, Rack #1 | 1 | N/C | | |
| 5767 | PCIe 1Gb Ethernet UTP 2Port | 1 | 682,02 | | |
| 6458 | Power Cable -- Drawer to IBM PDU, 14-foot, 250V/10A | 1 | 15,93 | | |
| 7801 | Ethernet Cable, 6M, Hardware Management Console to System Unit | 1 | 14,16 | | |
| 9069 | HMC/Server Order Linkage Indicator | 1 | N/C | | |
| 9708 | Language Group Specify - Spanish | 1 | N/C | | |
| | Serial: N/A | Total | EUR 4.828,11 | EUR 53,32 | Mth |

Tabla 14. Listado detallado de las HMCs

LIBRERÍA DE CINTAS (LTO)

La siguiente tabla muestra los componentes, la descripción de cada componente, la cantidad, el precio de lista de IBM, el importe del mantenimiento y el periodo del mantenimiento de las bibliotecas de cintas (LTOs).

| Product | Description | Qty | Purchase | Maint | Term |
|----------|-----------------------------|-----|----------|----------|------|
| 3573-L2U | TS3100 Tape Library Express | 1 | 3.891,00 | 1.382,26 | Ann |
| 5604 | 4.5m VHDCI/HD68 SCSI Cable | 1 | 151 | | |

| | | | | | |
|------|-------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----|
| 7002 | Rack Mount Kit | 1 | 390,6 | | |
| 8143 | Ultrium 4 LVD SCSI Drive | 1 | 5.153,79 | | |
| 8405 | Ultrium 4 Data Cartridge (5-pack) | 1 | 485,15 | | |
| 9400 | Attached to i5/OS or OS/400 System | 1 | N/C | | |
| 9820 | 2.8m Power Cord 250V France/Germany | 1 | N/C | | |
| 9848 | Rack to PDU Line Cord | 1 | N/C | | |
| | Serial: N/A | Total | EUR 10.071,54 | EUR 1.382,26 | Ann |

Tabla 15. Listado detallado de las librerías de cinta

6.4. Instalación física de los sistemas

En este apartado se va a tratar la instalación física de los sistemas en el centro de cálculo de la organización, el cual cumple con todos los requisitos de los sistemas a instalar:

- Refrigeración.
- Resistencia del suelo técnico.
- Alimentación eléctrica.
- Comunicaciones.

Para asegurar que estos parámetros son correctos es necesario revisar las especificaciones técnicas de los sistemas que se van a instalar (consumo eléctrico, peso, calor que generan durante su funcionamiento, humedad del ambiente que pueden soportar, etc...). Estos factores se suelen comprobar en la fase de diseño del proyecto para realizar las modificaciones oportunas en el centro de cálculo en el caso de ser necesario. En la fase de implementación se vuelve a revisar los todos estos parámetros ya que pueden existir modificaciones en el centro de cálculo desde la fase de diseño.

6.4.1. Instalación de los componentes en los armarios

La instalación de los componentes en los armarios se realiza siguiendo la planificación de la fase de diseño donde se indica la ubicación dentro del armario.

Los componentes se instalan siguiendo las instrucciones del fabricante. Todos los componentes que se pueden instalar en un armario emplean unas guías que se acoplan al armario y facilitan la instalación de los sistemas.

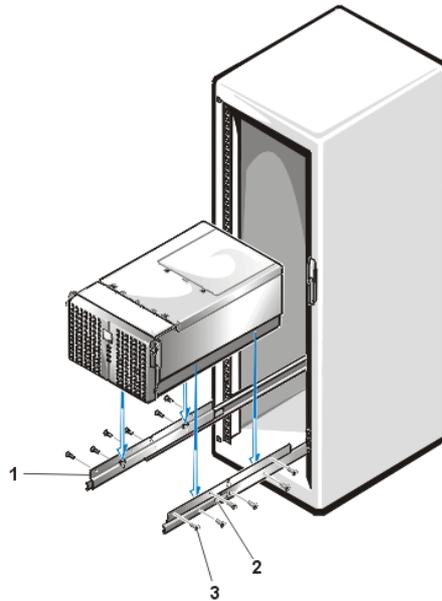


Figura 18. Guías de instalación para armario de componentes

Estas guías facilitan la ampliación de servidores en un futuro o las operaciones de mantenimiento sobre estos (sustitución de componentes que han fallado, cambios en caliente de la configuración, etc.).

En la fase de diseño, en el apartado dedicado a la ubicación de los sistemas en el armario, se destinan las posiciones más bajas del armario a los sistemas más pesados (expansiones de disco, sistemas con disco interno, etc.) para mantener el punto de equilibrio lo más bajo posible y evitar que el armario pueda volcar. Durante la instalación es necesario instalar los “pies” al armario para estabilizarlo y evitar que caiga hacia delante al montar los sistemas en las guías extendidas.

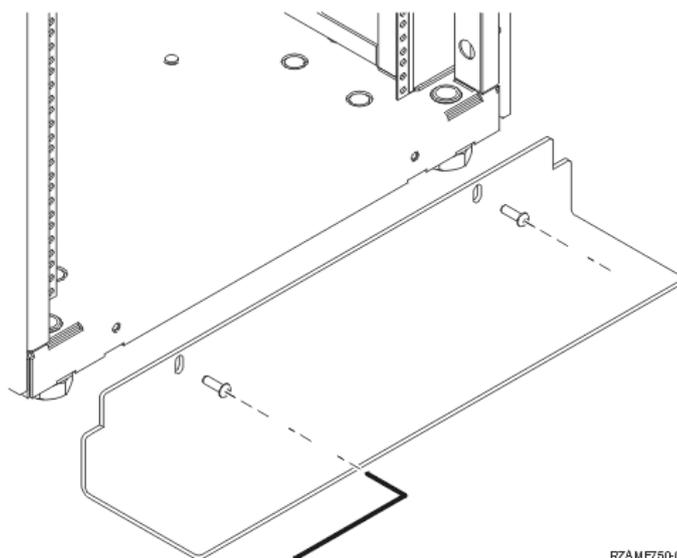


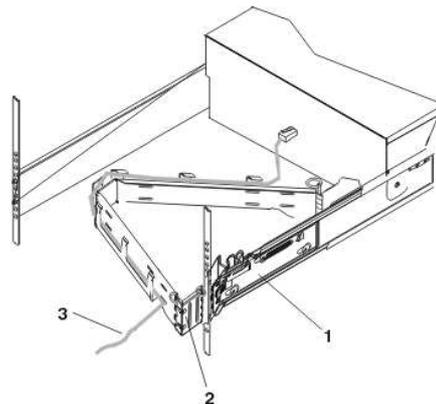
Figura 19. Pie estabilizador para armario de componentes

Una vez instalados todos los sistemas los pies de los armarios únicamente se deberían de desmontar para desplazar el armario.

6.4.2. Cableado de los componentes

El cableado de los sistemas y otros componentes se realiza en función de las necesidades de la instalación y siguiendo las recomendaciones de IBM. Como se ha comentado en el apartado anterior, la mayoría de los sistemas disponen de guías para facilitar su instalación y para trabajar con mayor comodidad cuando es necesario realizar algún mantenimiento.

Los sistemas que pueden repararse o ampliarse en caliente disponen de un brazo trasero para el cableado. Este brazo es extensible y permite que el sistema se pueda extraer frontalmente para realizar las operaciones oportunas.



- 1 System rail
- 2 Cable management arm
- 3 Cable

IPHAH615-0

Figura 20. Brazo trasero para el cableado de sistemas

Cuando el sistema está recogido el brazo está replegado con los cables. Cuando es necesario extraer el servidor el brazo se extiende y los cables no tiran ya que tienen recorrido disponible.

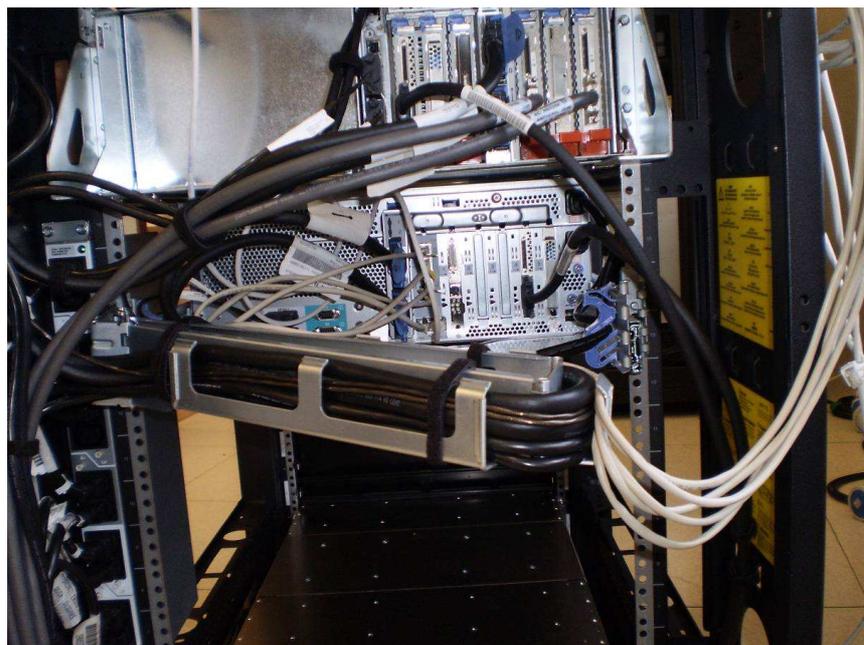


Figura 21. Brazo de cableado durante el proceso de instalación

El cable sobrante se puede recoger en los laterales del armario para mejorar el paso de aire y la organización del cableado.

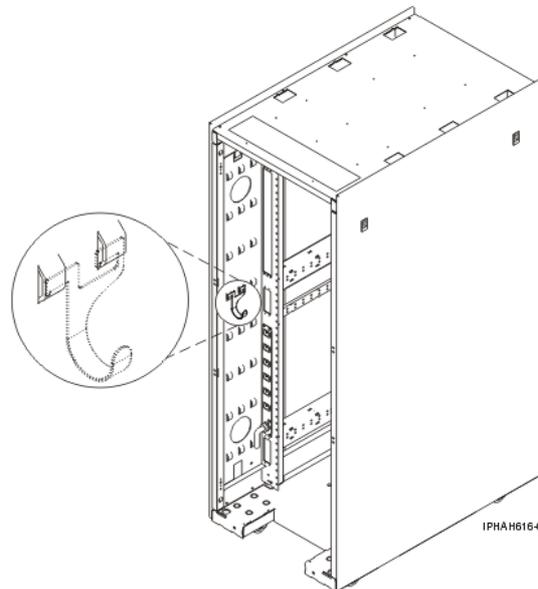


Figura 22. Soportes para cableado sobrante

6.5. Configuración de los sistemas y HMC

Una vez instalados los sistemas en el armario y tras el cableado de estos el siguiente paso es la configuración de los parámetros básicos.

El suministro de alimentación a los sistemas se debe de realizar de forma ordenada. Los primeros sistemas en recibir alimentación deben de ser los sistemas HMC (Hardware Management Console). Estos sistemas deben de estar configurados antes de arrancar los sistemas IBM Power.

Tras el arranque y configuración de los sistemas HMC se pueden arrancar los sistemas IBM Power que pasarán a ser gestionados por los HMC.

El resto de componentes se pueden arrancar después de configurar los sistemas principales.

6.5.1. Configuración HMC Producción y HMC Desarrollo/Test

Cada armario dispone de una HMC para poder administrar todos los sistemas IBM Power en caso de caída de una de ellas.

El sistema HMC desde el que se gestionará todo el entorno será el de producción y el sistema HMC de Desarrollo/Test se empleará como sistema de Backup en caso de fallo.

La configuración de los sistemas HMC se realiza mediante los asistentes gráficos de instalación. Durante el asistente se configuran los siguientes parámetros:

- El idioma (existe la posibilidad de Español pero se suele emplear el Inglés por compatibilidad en algunas instalaciones, principalmente con SAP).
- Fecha y hora.
- Password de hscroot y root.
- Creación de usuarios adicionales.
- Configuración de los parámetros de red (Red privada y pública).
- Configuración de los cortafuegos para cada una de las subredes.
- Información de contacto para soporte remoto automático.

Como se ha comentado anteriormente, durante la instalación se selecciona el idioma Inglés por compatibilidad con SAP:

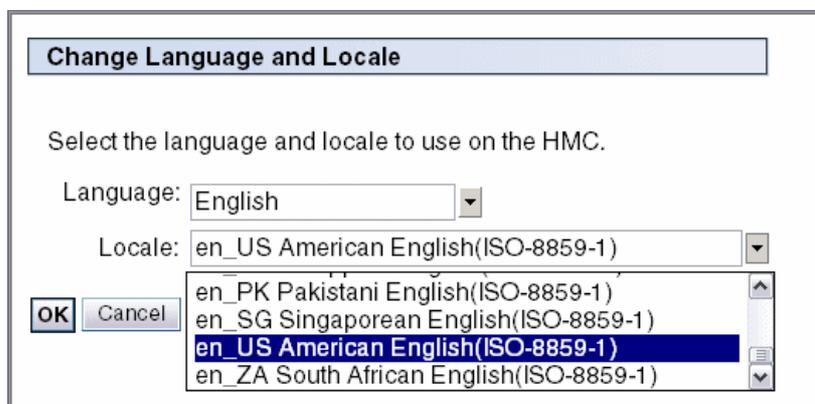


Figura 23. HMC pantalla de selección de idioma

Respecto a la configuración de red de los sistemas HMC hay que diferenciar entre la red privada y la red pública.

Una vez configurados los sistemas HMC se pueden acceder empleando su interfaz pública para realizar las posibles gestiones. La siguiente figura muestra el aspecto que tiene la pantalla de bienvenida de un sistema HMC:

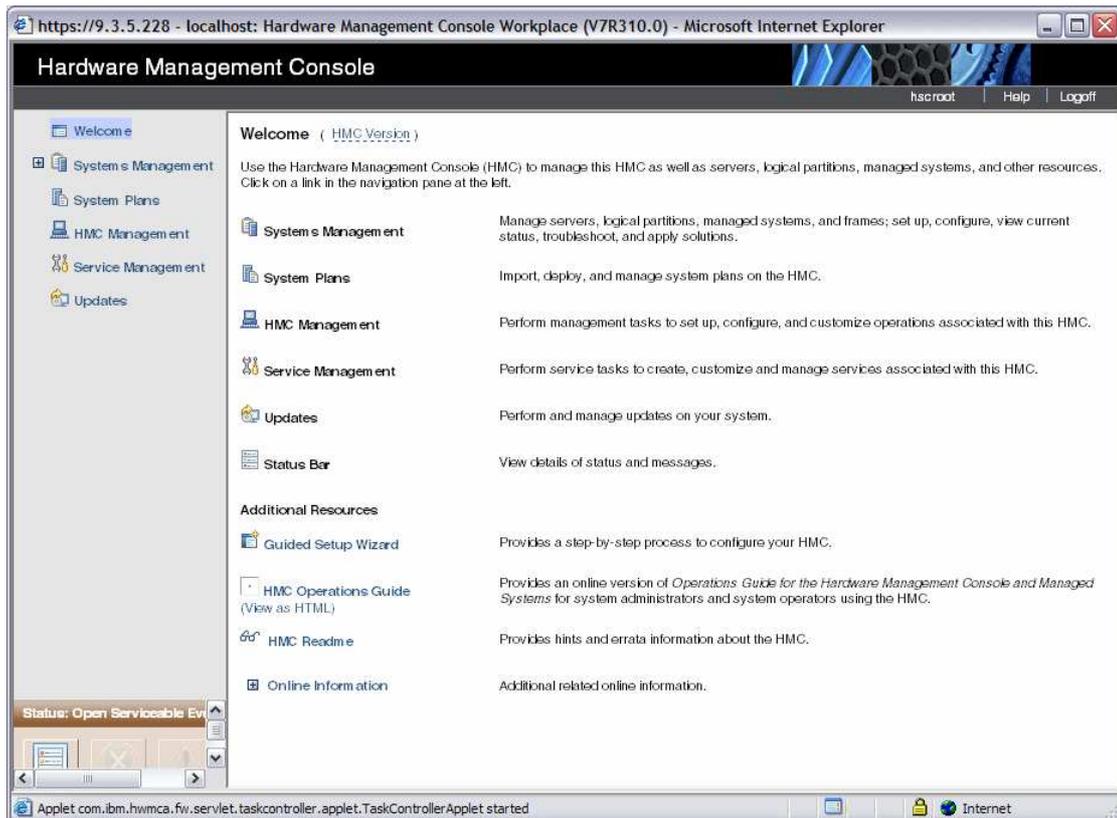


Figura 24. HMC pantalla de inicio tras su puesta en marcha

RED PRIVADA PARA SISTEMAS HMC

La red privada de los sistemas HMC se emplea para la conexión directa con los sistemas IBM Power y para la gestión de los mismos, por este motivo se recomienda la utilización de una red de comunicaciones independiente para este tipo de comunicación.

Esta red privada emplea un rango determinado de direcciones IP configurable por el usuario y arranca un servidor DHCP dedicado para los sistemas IBM Power. Por este motivo es recomendable que los sistemas IBM Power arranquen después de la configuración de los sistemas HMC ya que así se consigue que obtengan una IP por DHCP válida de los sistemas HMC.

En la siguiente figura se muestran los interfaces disponibles para configurar en el sistema HMC:

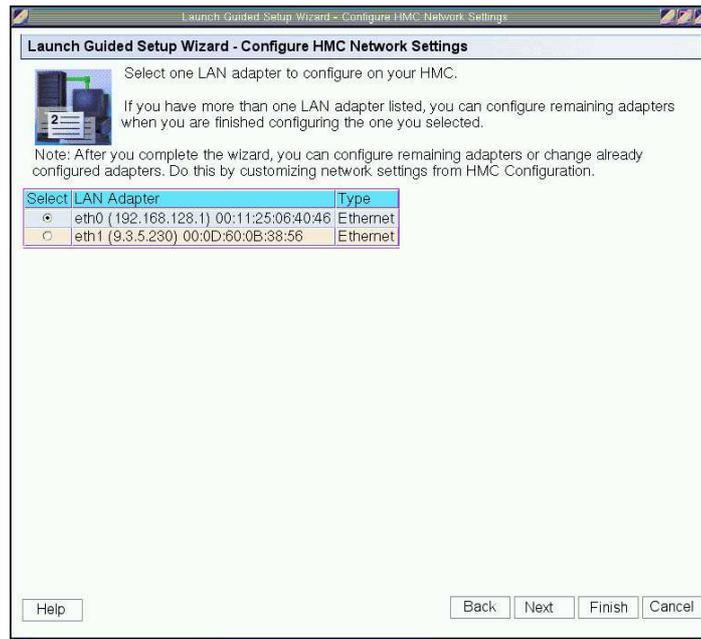


Figura 25. HMC pantalla de selección interfaz de red
Tras seleccionar el interfaz deseado es necesario indicar la velocidad de la conexión que se va a emplear para ese interfaz:

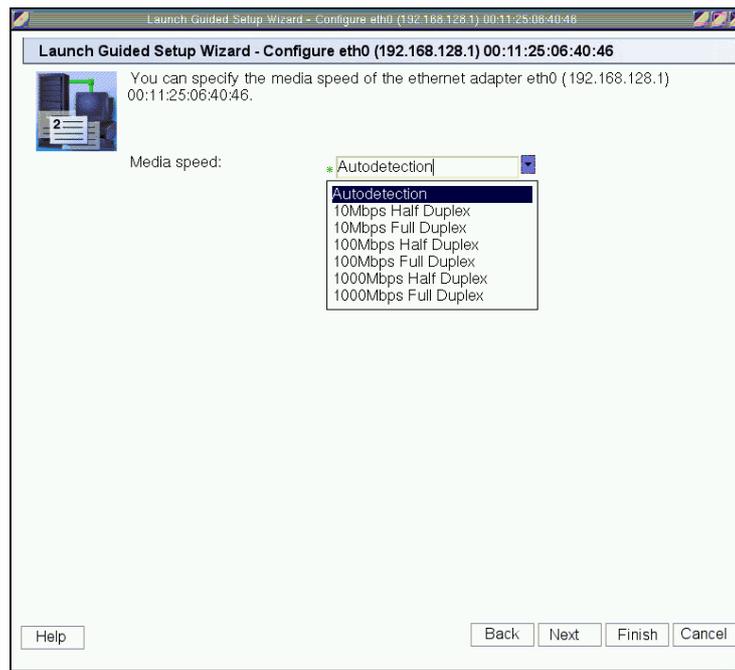


Figura 26. HMC pantalla selección velocidad conexión

En la siguiente figura se muestra la pantalla de selección del tipo de red que se va a crear. Es necesario crear una red privada para poder crear una red pública más adelante:

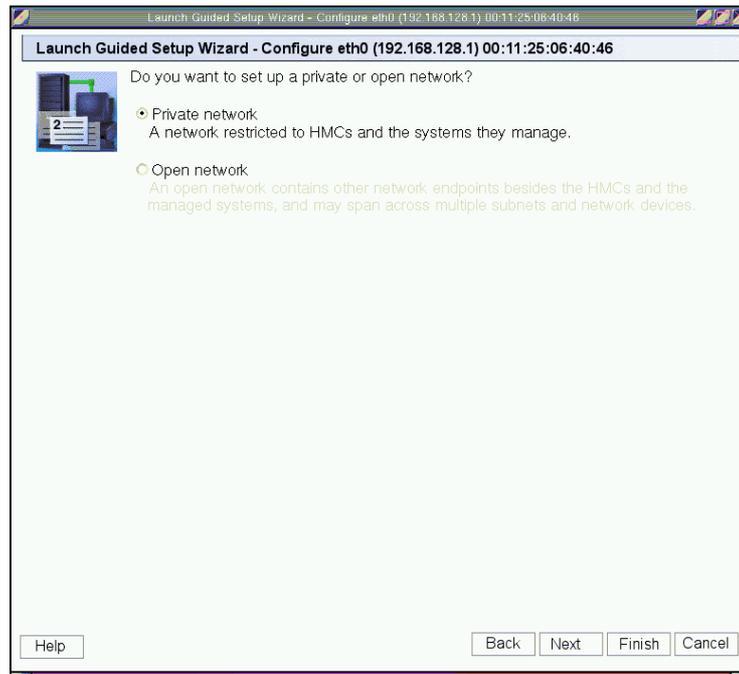


Figura 27. HMC pantalla selección tipo de red

La siguiente figura muestra la pantalla de selección del rango de red para el servidor DHCP (en los casos en los que se requiera la su uso):

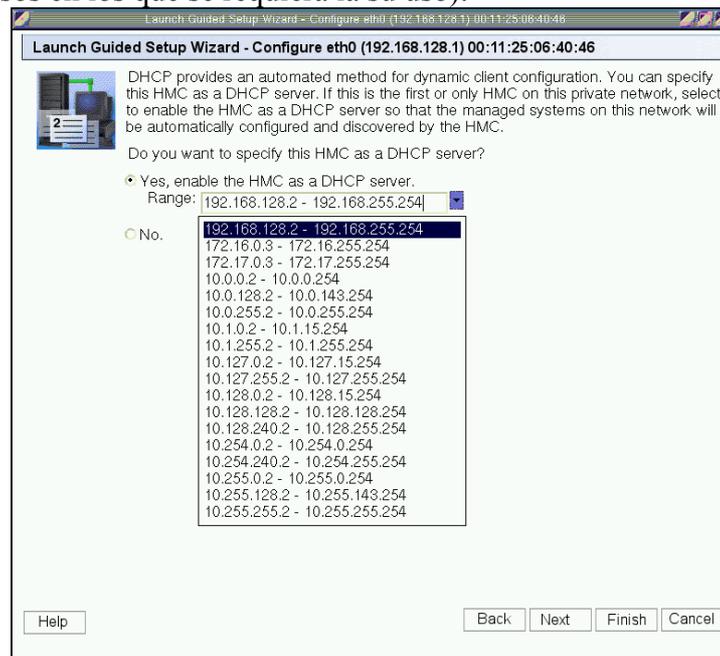


Figura 28. HMC pantalla selección rango IP's

RED PÚBLICA PARA SISTEMAS HMC

La red pública de los sistemas HMC se emplea para la conexión de los administradores. Empleando esta red se puede realizar la conexión al sistema HMC empleando un navegador Web o un cliente SSH. Una vez conectado el usuario puede realizar tareas de administración sobre el propio sistema HMC o sobre los servidores IBM Power gestionados.

Esta interfaz de red pública debe de ser accesible por todos los usuarios que necesiten realizar operaciones sobre los sistemas ya que será el punto de entrada para la gestión centralizada de los sistemas.

En los interfaces públicos es recomendable configurar el cortafuegos para aumentar la seguridad.

En la siguiente figura se muestra el botón de selección del tipo de interfaz pública:



Figura 29. HMC pantalla configuración de red pública

Para que el botón de Open Network esté disponible es necesario haber creado una red privada previamente.

En la siguiente pantalla se especifican los detalles de la configuración IP:

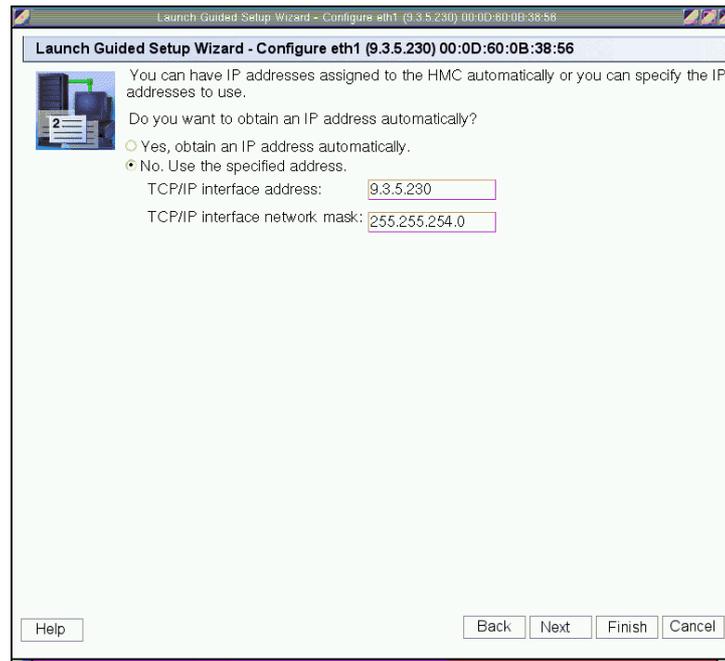


Figura 30. HMC pantalla configuración IP pública

En la siguiente figura el asistente ofrece la opción de configurar el cortafuegos:



Figura 31. HMC pantalla de activación del Cortafuegos

En la siguiente figura se muestra la pantalla de configuración del cortafuegos. En este punto se puede permitir el acceso a nuevos servicios desde el exterior.

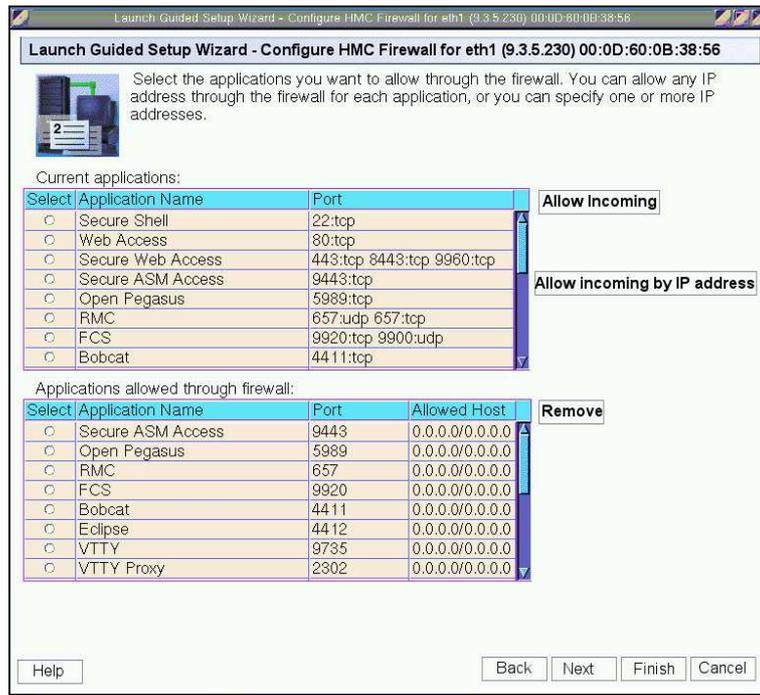


Figura 32. HMC pantalla de configuración del cortafuegos

6.5.2. Arranque de sistemas IBM Power

Una vez arrancados y configurados los sistemas HMC es posible conectar y arrancar los sistemas IBM Power. Como se ha comentado anteriormente, los servidores IBM Power al arrancar intentan configurar sus puertos de red de gestión automáticamente empleando el protocolo DHCP.

Tras obtener por DHCP los parámetros de configuración de los interfaces de red de gestión, aparecen en los sistemas HMC como sistemas pendientes de configuración. En este punto es necesario acceder a la pantalla de gestión de los sistemas HMC para finalizar la configuración de los sistemas. La siguiente figura muestra la pantalla de petición de contraseña para finalizar la configuración de un sistema IBM Power:

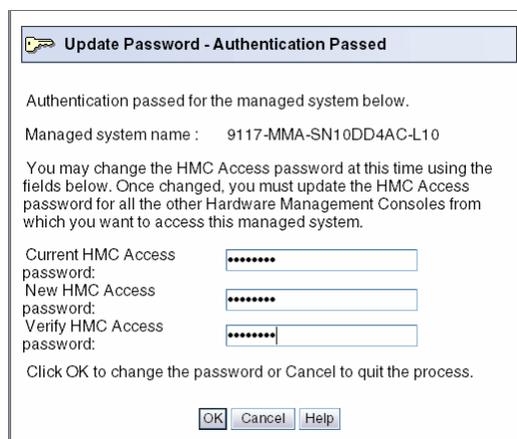


Figura 33. HMC pantalla de autenticación de sistemas IBM Power

Como se puede observar en la anterior figura el nombre del sistema gestionado que se desea administrar desde el sistema HMC corresponde con el número de serie. Este proceso es necesario repetirlo para todos los sistemas IBM Power que se deseen gestionar desde los sistemas HMC.

Tras añadir el sistema IBM Power para su administración es necesario arrancarlo para poder continuar realizando operaciones sobre él. En la siguiente figura se muestra la pantalla para arrancar sistemas gestionados:

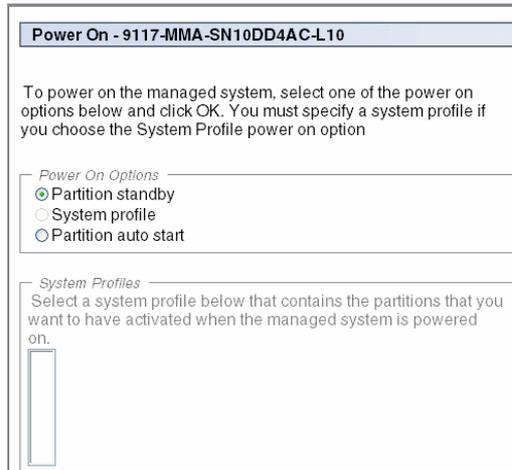


Figura 34. HMC pantalla para de arranque de sistema gestionado

Una vez arrancados todos los sistemas IBM Power gestionados es posible continuar con la configuración de los mismos, en este caso se procederá a crear las diferentes particiones lógicas que se emplearán para albergar los sistemas operativos de Producción, Desarrollo y Test.

6.5.3. Creación de particiones lógicas

Tras configurar los sistemas IBM Power para permitir su gestión desde los sistemas HMC y tras el arranque de los mismos, es posible preparar los sistemas gestionados para crea particiones sobre ellos. Las particiones lógicas permiten dividir los sistemas IBM Power físicos en sistemas lógicos e instalar sistemas operativos independientes en cada una de las particiones.

El dimensionamiento de los sistemas físicos IBM Power se realizó en las fases previas del proyecto para poder albergar diferentes particiones lógicas en cada uno de ellos. Aún disponiendo de recursos suficientes, únicamente se van a realizar particiones lógicas en el sistema IBM Power de Desarrollo/Test y se emplearán todos los recursos de proceso del sistema de producción para una única partición. En la siguiente tabla se muestra como quedarán divididos los sistemas físicos:

| Sistema Físico | Particiones | CPU | Memoria (GB) |
|-----------------|-----------------|-----|--------------|
| Producción | Producción | 4 | 32 |
| Desarrollo/Test | Backup | 2 | 16 |
| | Desarrollo/Test | 2 | 16 |

Tabla 16. Distribución de particiones en los sistemas físicos

La creación de particiones lógicas se realiza desde los sistemas HMC. Una partición lógica necesita unos recursos mínimos para funcionar:

- Unidades de CPU
- Memoria principal RAM
- Memoria de almacenamiento secundario
- Tarjetas de comunicaciones (Opcional)
- Otros tipos de tarjetas para conectar dispositivos externos (Opcional)

Las CPUs de un sistema físico se pueden dividir en fracciones de 0,1 unidades de CPU que es el mínimo de CPU que necesita una partición lógica para arrancar. En los sistemas físicos de este proyecto se pueden crear divisiones de CPU para 40 particiones ya que el sistema cuenta con cuatro CPUs.

Como en el caso de la CPU, la memoria también se puede dividir en fracciones. En el caso de la memoria la cantidad mínima que se puede asignar a una partición varía en función del tipo de partición que se va a crear (Unix, Linux o i5/OS).

Para dividir el almacenamiento secundario es necesario asignar tarjetas físicas que puedan acceder a la fuente de almacenamiento a cada una de las particiones que se desean crear. En este proyecto el acceso a la fuente de almacenamiento se realiza mediante tarjetas IOP (Input/Output Processor) o IOA (Input/Output Acces) que incorporan un procesador de entrada/salida para descargar al sistema en este tipo de operaciones. Cada partición tiene asignada una o varias tarjeta IOP para acceso a disco y así poder trabajar con el almacenamiento.

Como en el caso de las tarjetas para acceso al almacenamiento secundario, para disponer de comunicaciones TCP/IP o de cualquier otro tipo es necesario asignar tarjetas IOP adecuadas a cada una de las particiones. Estas tarjetas de comunicaciones se asignan del sistema principal a cada una de las particiones lógicas para permitir la comunicación con el exterior.

6.5.4. Instalación de sistemas operativos

Tras la creación de las particiones y de la asignación de los recursos y tarjetas necesarios, es posible continuar con la instalación de los sistemas operativos en cada una de las particiones creadas.

Como se ha comentado anteriormente, en este proyecto se van a crear tres particiones: Producción (sistema de producción entero), Backup (en el sistema de Desarrollo/TEST), Desarrollo/Test (en el sistema de Desarrollo/Test también). El sistema operativo que se va a instalar en estas particiones es el *i5/OS* en su versión *V6R1*.

Cada sistema físico cuenta con una unidad de lectora de DVD interna y el sistema de Desarrollo/Test cuenta con una unidad de DVD externa también. Esta configuración es necesaria si se desea disponer de una unidad de DVD física por partición en todo momento, ya que de otra forma sería necesario intercambiar la unidad de DVD interna (y

su tarjeta IOP asociada) entre las particiones de Desarrollo/Test y Backup dinámicamente. La instalación del sistema operativo se realiza empleando los medios de instalación en DVD.

Las partes más importantes de la instalación del sistema operativo son las siguientes:

- Comprobación de los niveles Firmware de los sistemas físicos.
- Preparación del almacenamiento secundario (creación de ASPs, redundancia, etc...).
- Instalación del sistema operativo.
- Instalación de productos adicionales.

En primer lugar es necesario confirmar que los niveles Firmware de los sistemas físicos y del resto de componentes son los mínimos recomendados por el fabricante. Si los sistemas físicos se encuentran en niveles inferiores a los recomendados es necesaria una actualización.

Cada partición tiene acceso al almacenamiento secundario a través de las tarjetas IOP asignadas en la fase de creación de las particiones. En el caso de particiones con varias tarjetas IOP para asegurar redundancia de caminos es necesario activar las opciones de Multipath desde las herramientas de servicio de las particiones. Desde las herramientas de servicio se realiza la inicialización de los discos asignados y el arranque de la protección del almacenamiento. En función del uso que va a recibir cada unidad de almacenamiento secundario se puede emplear un tipo u otro de protección. En este proyecto se ha empleado **RAID 5** (Redundant Array of Independent Disks) ya que los tiempos en los accesos a discos no son el factor determinante del rendimiento de los sistemas.

La instalación del sistema operativo se realiza de forma estándar, siguiendo el procedimiento descrito por IBM para la versión del sistema operativo **i5/OS V6R1**. Durante el proceso de instalación es necesario introducir algunos parámetros al sistema como la fecha y hora, el idioma, etc...

Tras finalizar la instalación del sistema operativo es necesario instalar componentes software adicionales en los sistemas para poder proporcionar alta disponibilidad. También es necesaria la configuración de los interfaces de red de cada uno de los sistemas para una correcta comunicación y correcto funcionamiento de las herramientas de alta disponibilidad.

6.6. Configuración herramientas Cluster y XSM

Tras configurar correctamente las herramientas de Cluster y **XSM** se permitirá tener en todo momento la base de datos disponible para los usuarios ya sea desde el sistema que cumple el rol predefinido de producción o desde backup.

Las funcionalidad de replicación incorporada a nivel de sistema operativo, **XSM** (cross site mirroring), permite mantener una copia de la base de datos de **SAP** local sincronizada en todo momento con un sistema remoto.

El entorno de producción de **SAP** va a pasar a estar integrado dentro de un cluster de **IBM Power System i**. El cluster estará compuesto por dos nodos (producción y backup), de manera que las aplicaciones accederán a una misma base de datos que estará accesible en cada momento desde el sistema que funcione como nodo primario.

Para el correcto funcionamiento del sistema de alta disponibilidad es necesario instalar la aplicación de negocio crítica (**SAP**) en un entorno de **iASP** ya estudiado anteriormente en el proyecto. La base de datos pasará a residir en un conjunto de discos independiente del nivel de sistema operativo, lo que va a permitir que pueda replicarse empleando **XSM**, y utilizarse desde cualquiera de los nodos.

6.6.1. Configuraciones previas en los sistemas

Para la puesta en marcha del Cluster y XSM es necesario realizar algunas configuraciones previas en los sistemas. La configuración de red y los discos son los parámetros principales para este tipo de sistemas.

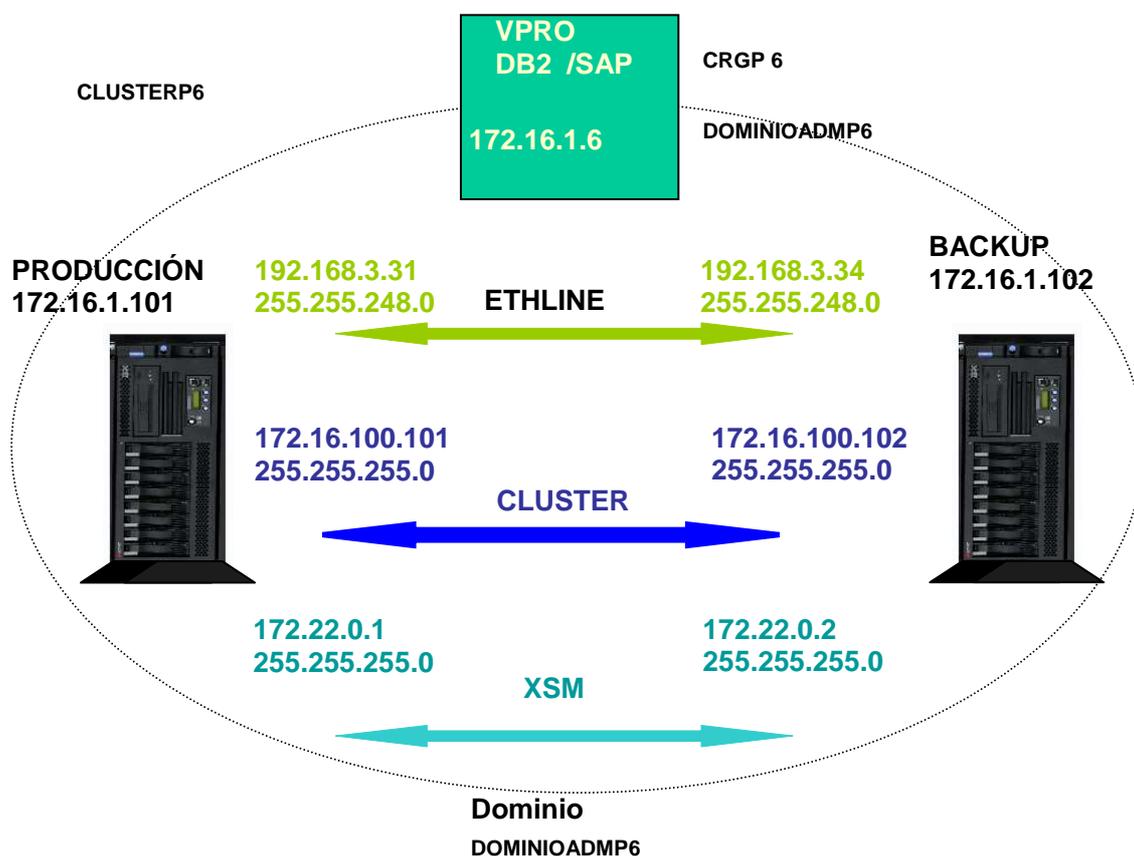


Figura 35. Esquema configuración Cluster y XSM

El sistema de producción alberga únicamente la partición de Producción y el sistema de Desarrollo/Test alberga las particiones de Desarrollo/Test y Backup. Las particiones integrantes del cluster son Producción y Backup.

La configuración de los discos de las particiones del Cluster es la siguiente:

PRODUCCIÓN

- ASP1 - *SYSBAS: 6 unidades de 116GB protegidas mediante RAID5. Este ASP contiene el sistema operativo y aquellos objetos temporales necesarios para la ejecución de los trabajos.
- iASP33 – VBACKUP: 14 unidades de 116 GB protegidas mediante RAID5 donde residen los objetos de base de datos y programas de SAP que se replican empleando el XSM.

BACKUP

- ASP1 - *SYSBAS: 8 unidades de 116 GB protegidas mediante RAID5.
- iASP33 – VBACKUP: 14 unidades de 116 GB protegidas mediante RAID5.

Para la comunicación entre los sistemas es necesaria la configuración de 3 puertos Gigabit Ethernet para las diferentes tareas a llevar a cabo en este entorno, para lo que se generan las siguientes descripciones de línea, asociadas a los recursos y ubicaciones como se especifica a continuación:

| Sistema | Des. Línea | Recurso | Ubicación de tarjeta |
|------------|------------|---------|------------------------------|
| PRODUCCIÓN | ETHLINE | CMN07 | U0595.001.6583049-CB1-C08-T2 |
| | CLUSTER | CMN05 | U0595.001.6583049-CB1-C08-T1 |
| | XSM | CMN06 | U787B.001.DNWB2C-P1-C1-T2 |
| BACKUP | ETHLINE | CMN07 | U787F.001.DPM08Z2-P1-T6 |
| | CLUSTER | CMN06 | U787F.001.DPM08Z2-P1-T5 |
| | XSM | CMN08 | U787F.001.DPM08Z2-P1-C5-T1 |

La línea ETHLINE se utiliza para la comunicación de usuario, a la IP base del sistema y a la IP Virtual de VPRODUCCIÓN.

La línea CLUSTER se utiliza para la comunicación de control que necesita la configuración de HA de los nodos del Cluster. Es necesaria su modificación para que lleve también tráfico XSM.

La línea XSM se utiliza para el flujo de datos de la replicación entre los nodos del cluster. Es necesaria su modificación para que lleve también tráfico de Cluster.

6.6.2. Definición nodos del Cluster XSM y activación

Los sistemas son los nodos del cluster que pueden actuar en cada momento como sistema primario (desde donde se dará servicio a las aplicaciones de producción). Los nodos del

cluster se comunican entre sí a través de las direcciones IP especificadas en el gráfico 1, según se muestra a continuación:

PRODUCCIÓN → 172.22.30.1 – 172.20.30.11
 BACKUP → 172.22.31.7 – 172.20.31.11

Los servicios de cluster envían información y se encargan de notificar eventos a todos los nodos que constituyen el cluster.

En el gráfico anterior se pueden observar las descripciones de todos los elementos creados para aportar la funcionalidad de cluster necesaria para el proyecto.

‘CLUSTERP6’ es la definición del cluster en sí y engloba los nodos PRODUCCIÓN y BACKUP, el dominio de recuperación ‘DOMINIOP6’, el cluster resource group ‘CRGP6’, el iASP VPRODUCCIÓN incluido en dicho CRG, y los servicios de cluster necesarios, incluido el dominio administrativo DOMADMP6, a través del cual se sincronizan los usuarios.

Los nodos PRODUCCIÓN y BACKUP forman parte de un mismo dominio de recuperación (‘DOMINIOP6’) lo que permite que compartan recursos existentes dentro del cluster (en este caso el iASP VPRODUCCIÓN incluido dentro del elemento de cluster ‘CRGP6’ y el dominio administrativo).

El cluster resource group ‘CRGP6’ es el proyecto el contenedor del iASP. Es una definición lógica que establece, entre otras cosas, la existencia de un conjunto de discos conmutable así como el papel que cada nodo va a tener dentro del dominio de recuperación para este recurso (PRODUCCIÓN – Primary, BACKUP – Backup 1). La asignación de iASP al CRG es la que establece que recursos lógicos se van a conmutar.

Dentro del CRG, ‘CRGP6’ se definen asimismo parámetros de configuración de la replicación del iASP VPRODUCCIÓN mediante la función de XSM. A continuación se detalla dicha configuración:

| Nodo | Estado | F. Nodo | F. Preferida | Ubicación | Dirección IP |
|-------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|---------------------|
| <i>PRODUCCIÓN</i> | <i>Active</i> | <i>Primary</i> | <i>Primary</i> | <i>CPD1</i> | <i>172.20.30.1</i> |
| <i>BACKUP</i> | <i>Active</i> | <i>Backup 1</i> | <i>Backup 1</i> | <i>CPD2</i> | <i>172.20.31.7</i> |

En cursiva se han resaltado las direcciones IP que XSM utiliza para la comunicación de datos con la copia remota.

Se ha definido para el iASP (VPRODUCCIÓN) el nombre de base de datos VPRODUCCIÓN como requisito de la migración de SAP a entorno iASP. Además se ha asignado a dicha base de datos la dirección IP virtual 172.16.1.6, esto es lo que se denomina IP takeover. Los servicios de cluster se encargarán de activar esta IP en cada momento en el que un nodo pase a actuar como primario, dando servicio por tanto a las aplicaciones y usuarios.

CAPÍTULO 7 - CONCLUSIONES

En la actualidad gran cantidad de procesos críticos de negocio de las organizaciones se ejecutan en los centros de cálculo de las mismas. El fallo de uno de estos procesos tiene un alto coste en función de lo crítico que sea y del tiempo que no esté disponible. En ciertas organizaciones el impacto en la parada de un proceso puede significar otro tipo de problemas más allá del perjuicio económico como puede ser el caso de un hospital o el sistema informático de una central nuclear, por nombrar algunos ejemplos.

Cada organización es responsable de identificar sus procesos críticos y evaluar el impacto que se produciría en caso de fallo de alguno de ellos. Tras identificar estos procesos, es necesario diseñar soluciones para conseguir restaurar los procesos críticos en el menor tiempo posible o evitar su fallo si así se requiere.

El coste de las soluciones para minimizar el impacto de un fallo en procesos críticos suele ser bastante elevado, un mayor nivel de disponibilidad suele traducirse en costes mas elevados de las soluciones de contingencia. Por lo tanto, la elección de una solución de contingencia para un entorno o proceso crítico requiere un análisis adecuado para ajustar los costes a las necesidades reales de la organización.

En el mercado existen multitud de soluciones de alta disponibilidad de diferentes fabricantes. En algunos proyectos se pueden emplear soluciones de diferentes fabricantes y en otros casos las opciones están más limitadas y es necesario recurrir a un fabricante en concreto.

En el proyecto caso de estudio se ha buscado un equilibrio entre el nivel de disponibilidad y el coste de la solución. Por un lado se ha continuado con la plataforma anterior para no reprogramar algunos componentes de los procesos y para aprovechar las habilidades técnicas de la plantilla del departamento de Tecnologías de la Información. Los servidores antiguos se han podido reutilizar para máquinas de desarrollo y preproducción.

La solución implantada tiene la posibilidad de ofrecer alta disponibilidad sin ningún tipo de interrupción en el servicio, pero en este proyecto se optó por una opción automatizada parcialmente. El cambio de rol de los sistemas productivos a los sistemas de respaldo requiere de la autorización de un responsable de sistemas.

La experiencia en el diseño e implantación de proyectos de alta disponibilidad muestra que las caídas de los sistemas principales no son el principal motivo de la parada de los procesos críticos de las organizaciones, es decir, la fragilidad total de un entorno informático es la fragilidad del componente más débil. Aún así, los fallos en los sistemas principales, aun poco frecuentes, suelen ser con diferencia los más difíciles, complicados y con mayor tiempo de parada. Por lo tanto, un paso previo a la implementación de un sistema de alta disponibilidad es la revisión de todos los componentes que forman parte del entorno, pues un simple Switch de comunicaciones puede anular el más complejo de los sistemas de alta disponibilidad.

ANEXO A - PROGRAMAS DESARROLLADOS PARA EL PROYECTO

Durante el proyecto ha aparecido la necesidad de desarrollar diversos programas para facilitar y/o automatizar ciertas tareas para la gestión y monitorización del entorno.

A continuación se detallan los programas desarrollados más relevantes que se han empleado en la implementación de la solución. Estos programas se encuentran en la biblioteca *CLUSTERSAP* de ambos nodos.

QSTRUPSAP → Sentencias añadidas al programa de arranque

```

5722WDS V5R4M0 060210 LISTADO FUENTE SEU
ARCHIVO FUENTE . . . . . CLUSTERSAP/QCLSRC
MIEMBRO . . . . . QSTRUPSAP
SEQNBR*...+... 1 ...+... 2 ...+... 3 ...+... 4 ...+... 5 ...+... 6 ...+... 7 ...+... 8
100
200 /* Modificada la descripción de trabajos QSTRUPJD para que utilice +
300 el usuario ARRANQUE (copia de QSECOFR) en vez de QPGMR, ya que +
400 éste último no tiene permisos para los mandatos de cluster, etc. */
500
600 PGM
700 DCL VAR(&STRWTRS) TYPE(*CHAR) LEN(1)
800 DCL VAR(&CTLSBSD) TYPE(*CHAR) LEN(20)
900 DCL VAR(&CPYR) TYPE(*CHAR) LEN(90) VALUE('5722-SS1 (C) COPYRIGHT-
1000 IBM CORP 1980, 2000. LICENSED MATERIAL - PROGRAM PROPERTY OF IBM')
1100
1200 CHGJOB LOG(4 00 *SECLVL) LOGCLPGM(*YES)
1300 MONMSG MSGID(CPF0000)
1400
1500 QSYS/STRSBS SBSD(QSERVER)
1600 MONMSG MSGID(CPF0000)
1700
1800 QSYS/STRSBS SBSD(QUSRWRK)
1900 MONMSG MSGID(CPF0000)
2000
2100 QSYS/RLSJOBQ JOBQ(QGPL/QS36MRT)
2200 MONMSG MSGID(CPF0000)
2300
2400 QSYS/RLSJOBQ JOBQ(QGPL/QS36EVOKE)
2500 MONMSG MSGID(CPF0000)
2600
2700 QSYS/STRCLNUP
2800 MONMSG MSGID(CPF0000)
2900
3000 QSYS/RTVSYSVAL SYSVAL(QCTLSBSD) RTNVAR(&CTLSBSD)
3100 IF COND((&CTLSBSD *NE 'QCTL QSYS ') *AND (&CTLSBSD *NE-
3200 'QCTL QGPL ')) THEN(GOTO CMDLBL(DONE))
3300
3400 QSYS/STRSBS SBSD(QINTER)
3500 MONMSG MSGID(CPF0000)
3600
3700 QSYS/STRSBS SBSD(QBATCH)
3800 MONMSG MSGID(CPF0000)
3900
4000 QSYS/STRSBS SBSD(QCMN)
4100 MONMSG MSGID(CPF0000)
4200
4300 DONE:
4400
4500 /* Monitor de mensajes de QSYSOPR */
4600 SBMJOB CMD(DPD/DPD991CM COLA(QSYSOPR)) +
4700 JOB(MON_SYSOPR) JOBQ(QUSRNOMAX) +
4800 OUTQ(*USRPRF) USER(ARRANQUE) LOG(4 00 *MSG)
4900
5000 CALL PGM(CLUSTERSAP/ARRCLU11) /* Arranque Cluster */

```

```

5100
5200 STRSBS SBSB(QSNADS)
5300 MONMSG MSGID(CPF0000)
5400
5500 QSYS/STRSBS SBSB(QSPL)
5600 MONMSG MSGID(CPF0000)
5700 QSYS/RTVSYSVAL SYSVAL(QSTRPRTWTR) RTNVAR(&STRWTRS)
5800 IF COND(&STRWTRS = '0') THEN(GOTO CMDLBL(NOWTRS))
5900 CALL PGM(QSYS/QWCSWTRS)
6000 MONMSG MSGID(CPF0000)
6100 NOWTRS:
6200 RETURN
6300 CHGVAR VAR(&CPYR) VALUE(&CPYR)
6400 ENDPGM

```

* * * * F I N D E F U E N T E * * * *

ARRCLU11 →

```

5722WDS V5R4M0 060210 LISTADO FUENTE SEU
ARCHIVO FUENTE . . . . . CLUSTERSAP/QCLSRC
MIEMBRO . . . . . ARRCLU11
SEQNBR*...+... 1 ...+... 2 ...+... 3 ...+... 4 ...+... 5 ...+... 6 ...+... 7 ...+... 8 ...+... 9 ...+...
100
200 /* Modificada la descripción de trabajos QSTRUPJD para que utilice +
300 el usuario ARRANQUE (copia de QSECOFR) en vez de QPGMR, ya que +
400 éste último no tiene permisos para los mandatos de cluster, etc. */
500
600 /* Editar y compilar con la biblioteca CLUSTERSAP en LIBL */
700
800 PGM
900 /* DCLF FILE(PRIM_VALUE) OPNID(PRIM_VALUE) */
1000 /* DCLF FILE(RMTPRIMVAL) OPNID(RMTPRIMVAL) */
1100
1200 DCL VAR(&NOM_CLU ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1300 DCL VAR(&NOD_PROD) TYPE(*CHAR) LEN( 7)
1400 DCL VAR(&NOD_BACK) TYPE(*CHAR) LEN( 7)
1500 DCL VAR(&SRL_PROD) TYPE(*CHAR) LEN( 8)
1600 DCL VAR(&SRL_BACK) TYPE(*CHAR) LEN( 8)
1700 DCL VAR(&DOM_ADM ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1800 DCL VAR(&NOM_CRG ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1900 DCL VAR(&IP_CLI ) TYPE(*CHAR) LEN(15)
2000 DCL VAR(&NOM_ASP ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
2100 DCL VAR(&NUM_ASP ) TYPE(*CHAR) LEN( 4)
2200 DCL VAR(&LIB_CLU ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
2300 DCL VAR(&LIB_XSM ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
2400
2500 DCL VAR(&rmtsys ) TYPE(*CHAR) LEN(15)
2600 DCL VAR(&QABNORMSW) TYPE(*CHAR) LEN(1)
2700 DCL VAR(&LOCAL_PRIM) TYPE(*CHAR) LEN(7)
2800 DCL VAR(&RMT_PRIM) TYPE(*CHAR) LEN(7)
2900 DCL VAR(&SAVF) TYPE(*CHAR) LEN(10)
3000 DCL VAR(&SRLNBR) TYPE(*CHAR) LEN(8)
3100 DCL VAR(&FIN2) TYPE(*char) LEN(1) VALUE('0')
3200 DCL VAR(&ESTADOPRD) TYPE(*char) LEN(1) VALUE('0')
3300 DCL VAR(&ESTADOBCK) TYPE(*char) LEN(1) VALUE('0')
3400 DCL VAR(&COMPRD) TYPE(*CHAR) LEN(11) +
3500 VALUE('Desconocido')
3600 DCL VAR(&COMBCK) TYPE(*CHAR) LEN(11) +
3700 VALUE('Desconocido')
3800 DCL VAR(&DIRIP) TYPE(*CHAR) LEN(15)
3900 DCL VAR(&MSGDTA) TYPE(*CHAR) LEN(80)
4000
4100 RMVLIBLE LIB(CLUSTERSAP)
4200 MONMSG MSGID(CPF2104)
4300 ADDLIBLE LIB(CLUSTERSAP)
4400
4500 DATOSCLU NOM_CLU(&NOM_CLU) NOD_PROD(&NOD_PROD) +
4600 NOD_BACK(&NOD_BACK) SRL_PROD(&SRL_PROD) +
4700 SRL_BACK(&SRL_BACK) DOM_ADM(&DOM_ADM) +
4800 NOM_CRG(&NOM_CRG) IP_CLI(&IP_CLI) +
4900 NOM_ASP(&NOM_ASP) NUM_ASP(&NUM_ASP) +
5000 LIB_CLU(&LIB_CLU) LIB_XSM(&LIB_XSM)
5100
5200 RMVLIBLE LIB(&LIB_XSM)

```

Programas desarrollados para el proyecto

```

5300          MONMSG      MSGID(CPF0000)
5400          ADDLIB     LIB(&LIB_XSM)
5500
5600          DLYJOB      DLY(30120) /* Da tiempo a que arranque TCP/IP */
5700
5800
5900 /* Verificar comunicaciones con nodos */
6000
6100 /* INI: Temporal hasta que se arregle el VFYPING: LMG 06/11/08 */
6200 /* Asume que las comunicaciones son incorrectas y +
6300 /* finaliza sin completar el arranque normal */
6400 /*          CHKOBJ      OBJ(CLUSTERSAP/LMG061108) OBJTYPE(*DTAARA) */
6500 /*          MONMSG      MSGID(CPF9801) EXEC(DO) */
6600 /*          RCVMSG      */
6700 /*          GOTO          CMDLBL(LMG1) */
6800 /*          ENDDO        */
6900 /*          GOTO          CMDLBL(FIN2) */
7000 /* LMG1: */
7100 /* FIN: Temporal hasta que se arregle el VFYPING: LMG 06/11/08 */
7200
7300          CHGVAR      VAR(&RMTSYS) VALUE(&NOD_PROD)
7400          CALL        PGM(VFYPING) PARM(&RMTSYS &ESTADOPRD)
7500          IF          COND(&ESTADOPRD = '1') THEN(DO)
7600              CHGVAR      VAR(&COMPRD) VALUE('Activo')
7700              ENDDO
7800          ELSE        CMD(DO)
7900              CHGVAR      VAR(&FIN2) VALUE('1')
8000              ENDDO
8100
8200          CHGVAR      VAR(&RMTSYS) VALUE(&NOD_BACK)
8300          CALL        PGM(VFYPING) PARM(&RMTSYS &ESTADOBCK)
8400          IF          COND(&ESTADOBCK = '1') THEN(DO)
8500              CHGVAR      VAR(&COMBCK) VALUE('Activo')
8600              ENDDO
8700          ELSE        CMD(DO)
8800              CHGVAR      VAR(&FIN2) VALUE('1')
8900              ENDDO
9000
9100          IF          COND(&FIN2 = '1') THEN(GOTO CMDLBL(FIN2))
9200
9300 /* Ya que las comunicaciones estan OK continua arranque */
9400
9500 /* Comprobación de si la última IPL fué anómala */
9600 /* en ese caso para el arranque de cluster FIN3 */
9700          RTVSYSVAL   SYSVAL(QABNORMSW) RTNVAR(&QABNORMSW)
9800          IF          COND(&QABNORMSW *EQ '1') THEN(DO)
9900
10000         GOTO          CMDLBL(FIN3) /* En caso de IPL anomala no +
10100         continua el arranque */
10200
10300 /* Como hemos puesto este salto no continua por aqui en caso de +
10400 /* IPL anómala, si se quita el salto si que haria esta actualizacion +
10500 /* de los ficheros de control PRIM_VALUE */
10600
10700 /* Recuperación de nodo primario actual para continuar arranque */
10800 /* El valor del nodo actual podría estar mal */
10900
11000         RTVSYSVAL   SYSVAL(QSRLNBR) RTNVAR(&SRLNBR)
11100         PRIM_VALUE  FILE_OVR(PRIM_VALUE) OPER(*READ) +
11200         VALOR(&LOCAL_PRIM)
11300         PRIM_VALUE  FILE_OVR(RMTPRIMVAL) OPER(*READ) +
11400         VALOR(&RMT_PRIM)
11500
11600 /* Si se ha conmutado mientras el sistema estaba caido */
11700 /* actualizamos el valor de PRIM_VALUE desde el nodo remoto */
11800 /* ya que el actual no es valido - No importa el nodo en que */
11900 /* nos encontramos en este punto */
12000
12100         IF          COND(&LOCAL_PRIM *NE &RMT_PRIM) THEN(DO)
12200             PRIM_VALUE  FILE_OVR(PRIM_VALUE) OPER(*WRITE) +
12300             VALOR(&RMT_PRIM)
12400             CHGVAR      VAR(&LOCAL_PRIM) VALUE(&RMT_PRIM)
12500             ENDDO
12600
12700         ENDDO

```

```

12800 CONTINUA:
12900
13000 /* Arranque de servicios de cluster desde el nodo */
13100 /* en que me encuentro */
13200 CALL PGM(ARRENTORNO)
13300 RETURN
13400
13500 FIN2: /* Las comunicaciones no son correctas y finaliza */
13600 CHGVAR VAR(&MSGDTA) VALUE('Comun. con nodo' +
13700 *BCAT &NOD_PROD *BCAT &COMPRD)
13800 SNDMSG MSG(&MSGDTA) TOUSR(*SYSOPR)
13900
14000 CHGVAR VAR(&MSGDTA) VALUE('CLUSTER: Comun. con +
14100 nodo' *BCAT &NOD_BACK *BCAT &COMBCK)
14200 SNDMSG MSG(&MSGDTA) TOUSR(*SYSOPR)
14300
14400 CHGVAR VAR(&MSGDTA) VALUE('CLUSTER: Tome las +
14500 acciones necesarias y arranque el entorno')
14600 SNDMSG MSG(&MSGDTA) TOUSR(*SYSOPR)
14700
14800 CALLSUBR SUBR(SUBMSG)
14900 RETURN
15000
15100 FIN3:
15200 CHGVAR VAR(&MSGDTA) VALUE('CLUSTER: El ultimo +
15300 apagado de sistema fue anomalo. Revisar +
15400 estados de nodos y tomar +
15500 acciones..... - +
15600 Revisar estado de +
15700 sistemas -
15800 - Lineas de comunicaciones, estado de IPs (CFGTCP +
15900 op 1) - Hacer +
16000 PING entre +
16100 sistemas -
16200 - Hacer arranque de entorno con o sin +
16300 suspension +
16400 - etc...')
16500 SNDMSG MSG(&MSGDTA) TOUSR(*SYSOPR)
16600 CALLSUBR SUBR(SUBMSG)
16700
16800 RETURN
16900
17000 /* Envía mensaje de estado y de terminación */
17100 SUBR SUBR(SUBMSG)
17200 SNDPGMMSG MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) MSGDTA(&MSGDTA)
17300 SNDPGMMSG MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) MSGDTA(&MSGDTA) +
17400 TOPGMQ(*EXT) MSGTYPE(*STATUS)
17500 ENDSUBR
17600
17700 ENDPGM
* * * * F I N D E F U E N T E * * * *

```

ARRENTORNO →

```

5722WDS V5R4M0 060210 LISTADO FUENTE SEU
ARCHIVO FUENTE . . . . . CLUSTERSAP/QCLSRC
MIEMBRO . . . . . ARRENTORNO
SEQNBR*...+... 1 ...+... 2 ...+... 3 ...+... 4 ...+... 5 ...+... 6 ...+... 7 ...+... 8
PGM
200
300 DCL VAR(&LOCAL_PRIM) TYPE(*CHAR) LEN(7)
400 DCL VAR(&SRLNBR) TYPE(*CHAR) LEN(8)
500
600 DCL VAR(&MSGDTA) TYPE(*CHAR) LEN(80)
700
800 DCL VAR(&NOM_CLU ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
900 DCL VAR(&NOD_PROD) TYPE(*CHAR) LEN( 7)
1000 DCL VAR(&NOD_BACK) TYPE(*CHAR) LEN( 7)
1100 DCL VAR(&SRL_PROD) TYPE(*CHAR) LEN( 8)
1200 DCL VAR(&SRL_BACK) TYPE(*CHAR) LEN( 8)
1300 DCL VAR(&DOM_ADM ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1400 DCL VAR(&NOM_CRG ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1500 DCL VAR(&IP_CLI ) TYPE(*CHAR) LEN(15)
1600 DCL VAR(&NOM_ASP ) TYPE(*CHAR) LEN(10)

```

```

1700          DCL          VAR(&NUM_ASP ) TYPE(*CHAR) LEN( 4)
1800          DCL          VAR(&LIB_CLU ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1900          DCL          VAR(&LIB_XSM ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
2000
2100
2200          DATOSCLU     NOM_CLU(&NOM_CLU) NOD_PROD(&NOD_PROD) +
2300                      NOD_BACK(&NOD_BACK) SRL_PROD(&SRL_PROD) +
2400                      SRL_BACK(&SRL_BACK) DOM_ADM(&DOM_ADM) +
2500                      NOM_CRG(&NOM_CRG) IP_CLI(&IP_CLI) +
2600                      NOM_ASP(&NOM_ASP) NUM_ASP(&NUM_ASP) +
2700                      LIB_CLU(&LIB_CLU) LIB_XSM(&LIB_XSM)
2800  rmvlibl  &LIB_XSM
2900  monmsg  cpf0000
3000  addlibl  &LIB_XSM
3100
3200  rmvlibl  &LIB_CLU
3300  monmsg  cpf0000
3400  addlibl  &LIB_CLU
3500
3600          PRIM_VALUE  FILE_OVR(PRIM_VALUE) OPER(*READ) +
3700                      VALOR(&LOCAL_PRIM)
3800
3900          RTVSYSVAL   SYSVAL(QSRLNBR) RTNVAR(&SRLNBR)
4000
4100 /* Comprobar si se ejecuta en el nodo que actua como primario */
4200 SELECT
4300     WHEN          COND(&SRLNBR *EQ &SRL_BACK) THEN(DO)          /* HIMOXS */
4400                 IF          COND(&LOCAL_PRIM *EQ &NOD_PROD) THEN(DO)
4500                 GOTO          CMDLBL(EXIT)
4600                 enddo
4700     ENDDO
4800     WHEN          COND(&SRLNBR *EQ &SRL_PROD) THEN(DO)          /* HIMOPRO */
4900                 IF          COND(&LOCAL_PRIM *EQ &NOD_BACK) THEN(DO)
5000                 GOTO          CMDLBL(EXIT)
5100                 enddo
5200     ENDDO
5300 ENDSELECT
5400
5500 /* Arranque de servicios de cluster desde el nodo */
5600 /* en que me encuentro que es el primario */
5700 SELECT
5800     WHEN          COND(&SRLNBR *EQ &SRL_BACK) THEN(DO)          /* HIMOXS */
5900                 STRCLUNOD  CLUSTER(&NOM_CLU) NODE(&NOD_BACK)
6000                 MONMSG  CPF0000
6100                 DLYJOB    DLY(5)
6200                 STRCLUNOD  CLUSTER(&NOM_CLU) NODE(&NOD_PROD)
6300                 MONMSG  CPF0000
6400                 ENDDO
6500     WHEN          COND(&SRLNBR *EQ &SRL_PROD) THEN(DO)          /* HIMOPRO */
6600                 STRCLUNOD  CLUSTER(&NOM_CLU) NODE(&NOD_PROD)
6700                 MONMSG  CPF0000
6800                 DLYJOB    DLY(5)
6900                 STRCLUNOD  CLUSTER(&NOM_CLU) NODE(&NOD_BACK)
7000                 MONMSG  CPF0000
7100                 ENDDO
7200 ENDSELECT
7300
7400          DLYJOB          DLY(15)
7500
7600          STRCRG          CLUSTER(&NOM_CLU) CRG(&NOM_CRG)
7700          MONMSG          MSGID(CPF0000)
7800          STRCRG          CLUSTER(&NOM_CLU) CRG(&DOM_ADM)
7900          MONMSG          MSGID(CPF0000)
8000
8100 /* DLTLIB QS36F */
8200 /* MONMSG MSGID(CPF0000) */
8300
8400          VRYCFG          CFGOBJ(&NOM_ASP) CFGTYPE(*DEV) STATUS(*ON)
8500          MONMSG          MSGID(CPF0000)
8600
8700          STRTCPIFC       INTNETADR(&IP_CLI)
8800          MONMSG          MSGID(CPF0000)
8900 /* XRESUME IASP(&NUM_ASP) */
9000          STRTCPFSVR      SERVER(*NETSVR)
9100          MONMSG          MSGID(CPF0000)

```

```

9200
9300 MD DIR('QFileSvr.400/SAPDESA')
9400 MONMSG MSGID(CPF0000)
9500 MD DIR('QFileSvr.400/VHIMOPRO')
9600 MONMSG MSGID(CPF0000)
9700
9800 rmvlibl &LIB_CLU
9900 rmvlibl &LIB_XSM
10000
10100 SETASPGRP ASPGRP(&NOM_ASP)
10200 MONMSG MSGID(CPF0000)
10300 CALL PGM(R3SYS/SAPINIT)
10400 MONMSG MSGID(CPF0000)
10500 SETASPGRP ASPGRP(*NONE)
10600 MONMSG MSGID(CPF0000)
10700          ENDCRG      CLUSTER(&NOM_CLU) CRG(&NOM_CRG)
10800          MONMSG     MSGID(CPF0000)
10900
11000 RETURN
11100
11200 EXIT: /* El programa se ha de ejecutar en el nodo primario */
11300
11400          CHGVAR      VAR(&MSGDTA) VALUE('Este mandato se ha de +
11500                      realizar desde nodo nodo que actua como +
11600                      primario, en estos momentos aparece como +
11700                      primario: ' *CAT &LOCAL_PRIM)
11800          SNDMSG     MSG(&MSGDTA) TOUSR(*SYSOPR)
11900          CALLSUBR   SUBR(SUBMSG)
12000 RETURN
12100
12200 /* Envía mensaje de estado y de terminación */
12300          SUBR        SUBR(SUBMSG)
12400          SNDPGMMSG  MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) MSGDTA(&MSGDTA)
12500          SNDPGMMSG  MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) MSGDTA(&MSGDTA) +
12600                      TOPGMQ(*EXT) MSGTYPE(*STATUS)
12700          ENDSUBR
12800 ENDPGM

```

* * * * F I N D E F U E N T E * * * *

SWITCH_PLN →

```

5722WDS V5R4M0 060210          LISTADO FUENTE SEU
ARCHIVO FUENTE . . . . . CLUSTERSAP/QCLSRC
MIEMBRO . . . . . SWITCH_PLN
SEQNBR*...+... 1 ...+... 2 ...+... 3 ...+... 4 ...+... 5 ...+... 6 ...+... 7 ...+... 8
100 PGM
200 /*          DCLF          FILE(CLUSTER/PRIM_VALUE) OPNID(PRIM_VALUE) */
300
400          DCL          VAR(&LOCAL_PRIM) TYPE(*CHAR) LEN(7)
500          DCL          VAR(&NODPRDACT) TYPE(*CHAR) LEN(7)
600          DCL          VAR(&SRLPRDACT) TYPE(*CHAR) LEN(8)
700          DCL          VAR(&MSGDTA) TYPE(*CHAR) LEN(255)
800          DCL          VAR(&SRLNBR) ) TYPE(*CHAR) LEN(8)
900          DCL          VAR(&ARRANCA) TYPE(*CHAR) LEN(1)
1000
1100          DCL          VAR(&NOM_CLU) ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1200          DCL          VAR(&NOD_PROD) TYPE(*CHAR) LEN( 7)
1300          DCL          VAR(&NOD_BACK) TYPE(*CHAR) LEN( 7)
1400          DCL          VAR(&SRL_PROD) TYPE(*CHAR) LEN( 8)
1500          DCL          VAR(&SRL_BACK) TYPE(*CHAR) LEN( 8)
1600          DCL          VAR(&DOM_ADM) ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1700          DCL          VAR(&NOM_CRG) ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1800          DCL          VAR(&IP_CLI) ) TYPE(*CHAR) LEN(15)
1900          DCL          VAR(&NOM_ASP) ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
2000          DCL          VAR(&NUM_ASP) ) TYPE(*CHAR) LEN( 4)
2100          DCL          VAR(&LIB_CLU) ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
2200          DCL          VAR(&LIB_XSM) ) TYPE(*CHAR) LEN(10)
2300
2400
2500          DATOSCLU   NOM_CLU(&NOM_CLU) NOD_PROD(&NOD_PROD) +
2600                      NOD_BACK(&NOD_BACK) SRL_PROD(&SRL_PROD) +
2700                      SRL_BACK(&SRL_BACK) DOM_ADM(&DOM_ADM) +
2800                      NOM_CRG(&NOM_CRG) IP_CLI(&IP_CLI) +
2900                      NOM_ASP(&NOM_ASP) NUM_ASP(&NUM_ASP) +

```

```

3000                                LIB_CLU(&LIB_CLU) LIB_XSM(&LIB_XSM)
3100 rmvliblible &LIB_XSM
3200 monmsg cpf0000
3300 addliblible &LIB_XSM
3400
3500 rmvliblible &LIB_CLU
3600 monmsg cpf0000
3700 addliblible &LIB_CLU
3800
3900
4000                                PRIM_VALUE FILE_OVR(PRIM_VALUE) OPER(*READ) +
4100                                VALOR(&LOCAL_PRIM)
4200
4300 /* Comprobar que no se ejecuta en el nodo actual de producción */
4400 CHGVAR VAR(&NODPRDACT) VALUE(&LOCAL_PRIM)
4500 NOD2SRL NOMBRE(&NODPRDACT) SRL(&SRLPRDACT)
4600 RTVSYSVAL SYSVAL(QSRLNBR) RTNVAR(&SRLNBR)
4700 IF COND(&SRLNBR *EQ &SRLPRDACT) THEN(DO)
4800     CHGVAR VAR(&MSGDTA) VALUE('Solo se debe conmutar de +
4900     nodo desde el de backup')
5000     CALLSUBR SUBR(ENVMSG)
5100     GOTO CMDLBL(ENDPGM)
5200     ENDDO
5300
5400
5500 /* Conmuta al siguiente nodo del cluster */
5600 /* DTLIB QS36F +
5700     MONMSG MSGID(CPF0000) */
5800     CHGVAR VAR(&MSGDTA) VALUE('Cambiando desde el +
5900     nodo... ' *CAT &NODPRDACT)
6000     CALLSUBR SUBR(ENVMSG)
6100     STRCRG CLUSTER(&NOM_CLU) CRG(&NOM_CRG)
6200     CHGCRGPRI CLUSTER(&NOM_CLU) CRG(&NOM_CRG)
6300     ENDCRG CLUSTER(&NOM_CLU) CRG(&NOM_CRG)
6400
6500
6600 /* ACTUALIZACION DE FICHEROS DE CONTROL DE NODO PRIMARIO ACTUAL */
6700 /* EN BACKUP Y PRODUCCIÓN. */
6800
6900     CHGVAR VAR(&MSGDTA) VALUE('Actualizando ficheros de +
7000     control..')
7100     CALLSUBR SUBR(ENVMSG)
7200     IF COND(&LOCAL_PRIM *EQ &NOD_PROD) THEN(DO)
7300         CHGVAR VAR(&LOCAL_PRIM) VALUE(&NOD_BACK)
7400         ENDDO
7500     ELSE CMD(DO)
7600         CHGVAR VAR(&LOCAL_PRIM) VALUE(&NOD_PROD)
7700         ENDDO
7800
7900     PRIM_VALUE FILE_OVR(PRIM_VALUE) OPER(*WRITE) +
8000     VALOR(&LOCAL_PRIM)
8100     PRIM_VALUE FILE_OVR(RMTPRIMVAL) OPER(*WRITE) +
8200     VALOR(&LOCAL_PRIM)
8300
8400 /* ARRANCAR SERVICIOS ENTORNO SAP */
8500 /* CAMBIAR VALOR DOMINIO?? */
8600     CHGVAR VAR(&MSGDTA) VALUE('Arrancando servicios +
8700     IP...')
8800     CALLSUBR SUBR(ENVMSG)
8900     ENDCPSVR SERVER(*NETSVR)
9000 /* CHGTCPDMN HOSTNAME('VHIMOPRO') /* REVISAR */
9100     STRTCPDMSR SERVER(*NETSVR)
9200     STRTCPDMSR INTNETADR(&IP_CLI)
9300     MONMSG TCP1B12 /* YA ARRANCADO */
9400
9500 /* Arranque del sistema para los usuarios */
9600     CHGVAR VAR(&MSGDTA) VALUE('Arrancando entorno de +
9700     usuario.....')
9800     CALLSUBR SUBR(ENVMSG)
9900
10000
10100
10200 MD DIR('/QFileSvr.400/SAPDESA')
10300 MONMSG CPFA0A0
10400 MD DIR('/QFileSvr.400/VHIMOPRO')

```

```

10500 MONMSG CPFA0A0
10600
10700 rmvliblible &lib_clu
10800
10900 SETASPGRP ASPGRP(&NOM_ASP)
11000 CALL PGM(R3SYS/SAPINIT)
11100 SETASPGRP ASPGRP(*NONE)
11200
11300 /* Enviar mensaje de borrado de SQL Packages */
11400         CHGVAR         VAR(&MSGDTA) VALUE('Tiene que hacer el +
11500                 borrado de los SQL Package, iniciar +
11600                 seesion con usuario PROADM y ejecutar el +
11700                 mandato DLTR3PKG')
11800         CALLSUBR        SUBR(ENVMSG)
11900         /* ENVIAR PANTALLAZO CON ESTA INFORMACION */
12000
12100 ENDPGM:
12200         RETURN
12300
12400 /* Envía mensaje de estado y de terminación */
12500         SUBR             SUBR(ENVMSG)
12600         SNDPGMMSG        MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) MSGDTA(&MSGDTA)
12700         SNDPGMMSG        MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) MSGDTA(&MSGDTA) +
12800                 TOPGMQ(*EXT) MSGTYPE(*STATUS)
12900         ENDSUBR
13000
13100 /* Envía mensaje de solicitud */
13200         SUBR             SUBR(ENVMSGINQ)
13300         SNDPGMMSG        MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) MSGDTA(&MSGDTA) +
13400                 TOPGMQ(*EXT) MSGTYPE(*INQ)
13500         ENDSUBR
13600
13700 ENDPGM

```

* * * * F I N D E F U E N T E * * * *

SWITCH_UNP →

```

5722WDS V5R4M0 060210 LISTADO FUENTE SEU
ARCHIVO FUENTE . . . . . CLUSTERSAP/QCLSRC
MIEMBRO . . . . . SWITCH_UNP
SEQNBR*...+... 1 ...+... 2 ...+... 3 ...+... 4 ...+... 5 ...+... 6 ...+... 7 ...+... 8
100 PGM
200 DCL VAR(&LOCAL_PRIM) TYPE(*CHAR) LEN(7)
300 DCL VAR(&NODPRDACT) TYPE(*CHAR) LEN(7)
400 DCL VAR(&SRLPRDACT) TYPE(*CHAR) LEN(8)
500 DCL VAR(&MSGDTA) TYPE(*CHAR) LEN(160)
600 DCL VAR(&SRLNBR) TYPE(*CHAR) LEN(8)
700 DCL VAR(&ARRANCA) TYPE(*CHAR) LEN(1)
800
900 DCL VAR(&NOM_CLU) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1000 DCL VAR(&NOD_PROD) TYPE(*CHAR) LEN(7)
1100 DCL VAR(&NOD_BACK) TYPE(*CHAR) LEN(7)
1200 DCL VAR(&SRL_PROD) TYPE(*CHAR) LEN(8)
1300 DCL VAR(&SRL_BACK) TYPE(*CHAR) LEN(8)
1400 DCL VAR(&DOM_ADM) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1500 DCL VAR(&NOM_CRG) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1600 DCL VAR(&IP_CLI) TYPE(*CHAR) LEN(15)
1700 DCL VAR(&NOM_ASP) TYPE(*CHAR) LEN(10)
1800 DCL VAR(&NUM_ASP) TYPE(*CHAR) LEN(4)
1900 DCL VAR(&LIB_CLU) TYPE(*CHAR) LEN(10)
2000 DCL VAR(&LIB_XSM) TYPE(*CHAR) LEN(10)
2100
2200
2300 DATOSCLU NOM_CLU(&NOM_CLU) NOD_PROD(&NOD_PROD) +
2400         NOD_BACK(&NOD_BACK) SRL_PROD(&SRL_PROD) +
2500         SRL_BACK(&SRL_BACK) DOM_ADM(&DOM_ADM) +
2600         NOM_CRG(&NOM_CRG) IP_CLI(&IP_CLI) +
2700         NOM_ASP(&NOM_ASP) NUM_ASP(&NUM_ASP) +
2800         LIB_CLU(&LIB_CLU) LIB_XSM(&LIB_XSM)
2900 rmvliblible &LIB_XSM
3000 monmsg cpf0000
3100 addliblible &LIB_XSM
3200
3300 rmvliblible &LIB_CLU

```

Programas desarrollados para el proyecto

```

3400 monmsg cpf0000
3500 addlibl &LIB_CLU
3600
3700          PRIM_VALUE FILE_OVR(PRIM_VALUE) OPER(*READ) +
3800          VALOR(&LOCAL_PRIM)
3900
4000 /* Comprobar que no se ejecuta en el nodo actual de producción */
4100 CHGVAR      VAR(&NODPRDACT) VALUE(&LOCAL_PRIM)
4200 NOD2SRL     NOMBRE(&NODPRDACT) SRL(&SRLPRDACT)
4300 RTVSYSVAL   SYSVAL(QSRLNBR) RTNVAR(&SRLNBR)
4400 IF          COND(&SRLNBR *EQ &SRLPRDACT) THEN(DO)
4500     CHGVAR   VAR(&MSGDTA) VALUE('Solo se debe conmutar de +
4600     nodo desde el de backup')
4700     CALLSUBR SUBR(ENVMSG)
4800     GOTO     CMDLBL(ENDPGM)
4900     ENDDO
5000
5100
5200     CHGCLUNODE CLUSTER(&NOM_CLU) NODE(&local_prim) +
5300     OPTION(*CHGSTS)
5400     DLYJOB     DLY( 5)
5500 /*          STRCRG   CLUSTER(&NOM_CLU) CRG(&NOM_CRG)          +
5600          DLYJOB     DLY( 5)          +
5700          STRCRG   CLUSTER(&NOM_CLU) CRG(&DOM_ADM)          +
5800          DLYJOB     DLY( 5)          */
5900
6000     IF          COND(&LOCAL_PRIM *EQ &NOD_PROD) THEN(CHGVAR +
6100     VAR(&LOCAL_PRIM) VALUE(&NOD_BACK))
6200     ELSE        CMD(CHGVAR VAR(&LOCAL_PRIM) VALUE(&NOD_PROD))
6300
6400 /* LLAMADA A API PARA SUSPENDER XSM DE IASP 33 */
6500
6600     CHGVAR      VAR(&MSGDTA) VALUE('Suspendiendo XSM...')
6700     CALLSUBR     SUBR(ENVMSG)
6800     STRCRG      CLUSTER(&NOM_CLU) CRG(&NOM_CRG)
6801     DLYJOB      DLY( 5)
6900     XSUSPEND    IASP(&NUM_ASP)
7000
7100     CHGVAR      VAR(&MSGDTA) VALUE('Activando IASP' *BCAT +
7200     &NOM_ASP)
7300     CALLSUBR     SUBR(ENVMSG)
7400 /*          DLTLIB   QS36F          +
7500          MONMSG   MSGID(CPF0000)   */
7600          VRYCFG   CFGOBJ(&NOM_ASP) CFGTYPE(*DEV) STATUS(*ON)
7700
7800
7900
8000 /* ACTUALIZACION DE FICHEROS DE CONTROL DE NODO PRIMARIO ACTUAL */
8100 /* EN NODO FUNCION BACKUP          */
8200
8300     CHGVAR      VAR(&MSGDTA) VALUE('Actualizando fichero +
8400     de control local...')
8500     CALLSUBR     SUBR(ENVMSG)
8600     PRIM_VALUE  FILE_OVR(PRIM_VALUE) OPER(*WRITE) +
8700     VALOR(&LOCAL_PRIM)
8800
8900 /* Arranque del sistema para los usuarios */
9000 /* CAMBIAR VALOR DOMINIO?? */
9100     CHGVAR      VAR(&MSGDTA) VALUE('Arrancando servicios +
9200     IP...')
9300     CALLSUBR     SUBR(ENVMSG)
9400     ENDTCPSVR   SERVER(*NETSVR)
9500 /*          CHGTCPDMN  HOSTNAME('VHIMOPRO') /* REVISAR */
9600     STRTCPSVR   SERVER(*NETSVR)
9700     STRTCPIFC   INTNETADR(&IP_CLI)
9800     MONMSG      TCP1B12 /* YA ARRANCADO */
9900
10000 /* Arranque del sistema para los usuarios */
10100     CHGVAR      VAR(&MSGDTA) VALUE('Arrancando entorno de +
10200     usuario.....')
10300     CALLSUBR     SUBR(ENVMSG)
10400
10500
10600
10700 MD DIR('/QfileSvr.400/SAPDESA')

```

```

10800 MONMSG CPFA0A0
10900 MD DIR('/QFileSvr.400/VHIMOPRO')
11000 MONMSG CPFA0A0
11100
11200          RMVLIBLE   LIB(&LIB_CLU)
11300          RMVLIBLE   LIB(&LIB_XSM)
11400
11500          SETASPGRP  ASPGRP(&NOM_ASP)
11600          CALL       PGM(R3SYS/SAPINIT)
11700          SETASPGRP  ASPGRP(*NONE)
11800
11900
12000
12100 /* Enviar mensaje de borrado de SQL Packages */
12200          CHGVAR      VAR(&MSGDTA) VALUE('Tiene que hacer el +
12300                      borrado de los SQL Package, iniciar +
12400                      seesion con usuario PROADM y ejecutar el +
12500                      mandato DLTR3PKG')
12600          CALLSUBR    SUBR(ENVMSG)
12700          /* ENVIAR PANTALLAZO CON ESTA INFORMACION */
12800
12900
13000 /* ARRANCAR XSM CUANDO EL SISTEMA REMOTO ESTE DE NUEVO OPERATIVO */
13100
13200          SNDPGMMSG   MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) +
13300                      MSGDTA('ATENCION: SE DEBE ARRANCAR XSM +
13400                      CUANDO EL SISTEMA SECUNDARIO VUELVA A +
13500                      ESTAR OPERATIVO Y ACTUALIZAR EL FICHERO +
13600                      PRIM_VALUE DE NODO SECUNDARIO') TOPGMQ(*EXT)
13700
13800          SNDPGMMSG   MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) +
13900                      MSGDTA('ATENCION: SE DEBE ARRANCAR XSM +
14000                      CUANDO EL SISTEMA SECUNDARIO VUELVA A +
14100                      ESTAR OPERATIVO Y ACTUALIZAR EL FICHERO +
14200                      PRIM_VALUE DE NODO SECUNDARIO') +
14300                      MSGTYPE(*ESCAPE)
14400
14500          DLYJOB      DLY(20)
14600
14700 endpgm:
14800          RETURN
14900
15000 /* Envía mensaje de estado y de terminación */
15100          SUBR        SUBR(ENVMSG)
15200          SNDPGMMSG   MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) MSGDTA(&MSGDTA)
15300          SNDPGMMSG   MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) MSGDTA(&MSGDTA) +
15400                      TOPGMQ(*EXT) MSGTYPE(*STATUS)
15500          ENDSUBR
15600
15700 /* Envía mensaje de solicitud */
15800          SUBR        SUBR(ENVMSGINQ)
15900          SNDPGMMSG   MSGID(CPF9898) MSGF(QCPFMSG) MSGDTA(&MSGDTA) +
16000                      TOPGMQ(*EXT) MSGTYPE(*INQ)
16100          ENDSUBR
16200
16300
16400 ENDPGM

```

* * * * F I N D E F U E N T E * * * *

Se pueden encontrar los ficheros fuentes del resto de programas que se listan a continuación directamente en los sistemas en el archivo físico fuente **QCLSRC** de la biblioteca **CLUSTERSAP**.

| | |
|-------------------|--|
| CRTARADAT | CLLE DTAARA DATOS contiene valores Cluster |
| DATOSCLU | CLLE Devuelve datos de configuración del cluster |
| PRIM_VALUE | CLLE Accesos a PRIM_VALUE |
| NOD2SRL | CLLE Convierte nombre de nodo a número de serie |
| SRL2NOD | CLLE Convierte número de serie a nombre de nodo |

ANEXO B - COMANDOS EMPLEADOS PARA LA GESTIÓN DEL CLUSTER

ChgCrgPri

Este mandato se emplea para conmutar el CRG (base de datos – iASP VPRODUCCIÓN) al nodo de backup. Se cambia el nodo primario del cluster de manera que el primer backup pasa a ser el nodo primario y el primario backup. Este comando se emplea siempre que sea una **conmutación planificada** (no por contingencia) del iASP al nodo de backup.

DspCluInf

Este comando se emplea para visualizar información sobre el estado del cluster. Permite comprobar el estado de cada uno de los nodos del cluster desde cada uno de ellos. Los estados más comunes de un nodo son *inactive*, *active*, *fail* y *partition*.

DspCrgInf

Este comando se emplea para visualiza información sobre el estado del CRG. Se puede comprobar, si el CRG está arrancado, que nodo es primario dentro del dominio de recuperación y cual es nodo de backup. Visualizará también el estado del mismo: *active*, *inactive*, *switchover*... En este proyecto existen dos CRG: CRGP6 y un Dominio Administrativo DOMADMP6.

EndCluNod

Finaliza los servicios de cluster en el nodo especificado. También se pueden finalizar los servicios para todos los nodos del cluster. Es importante no finalizar el nodo primario de un CRG si el CRG está activo, o se puede producir una situación de *failover*. Primero es necesario finalizar el CRG y a continuación el nodo primario, o bien finalizar todos los nodos del cluster especificando el parámetro **all*.

ChgCluNode

Cambiar estado del nodo de *partition* a *fail*. Se debe cambiar sólo tras confirmar que no se trata de un problema de comunicaciones, siempre tras haberse declarado una situación de contingencia. Para este caso se emplea el parámetro **chgsts* (cambiar el estado). Este comando se utiliza también para cambiar la interface IP de un nodo del cluster.

Strclunod

Arranca los servicios de cluster en un nodo determinado.

StrCrg

Arrancar el grupo de recursos de cluster.

AddCluNode

Añadir nodo a un Cluster existente.

ChgCrg

Permite establecer el rol de cada uno de los sistemas (*primary* o *backup*) si en algún momento la información es inconsistente entre los nodos. Este comando permitiría además cambiar cualquier parámetro de la configuración de un CRG existente.

ANEXO C - DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS ASP

A continuación se muestra el detalle de los discos configurados para los ASP's creados en el sistema. Todos los discos están configurados con protección RAID 5.

PRODUCCIÓN

- *ASP 1* → 8 x 70 GB → 490 GB útiles
- *iASP VPRODUCCIÓN* → 14 x 70 GB → 770 GB útiles

BACKUP

- *ASP 1* → 8 x 35 GB → 245 GB útiles
- *iASP VBACKUP* → 14 x 70 GB → 840 GB útiles

ANEXO D - CONSIDERACIONES PARA COPIAS DE SEGURIDAD

Es necesario tener en cuenta el mantenimiento de CL's y aplicaciones relacionadas con el cluster, así como la copia de seguridad de estos elementos que residen en estas bibliotecas:

- *CLUSTERSAP*
- *XSMUTIL*

ANEXO E - COMANDOS BIBLIOTECA XSMUTIL

| | |
|------------------|---|
| <i>XATACH</i> | Conecta la copia duplicada |
| <i>XDETACH</i> | Desconecta la copia duplica sin seguimiento |
| <i>XDETACHT</i> | Desconecta la copia duplica con seguimiento |
| <i>XRESUME</i> | Reanuda la copia duplicada |
| <i>XSUSPEND</i> | Suspende la copia duplicada sin seguimiento (track) |
| <i>XSUSPENDT</i> | Suspende la copia duplicada con seguimiento (track) |
| <i>VFYPING</i> | Verificar disponibilidad sistema remoto |

BIBLIOGRAFÍA

High Availability: Design, Techniques, and Processes

Floyd Piedad; Michael Hawkins

Editorial: Prentice Hall

ISBN: 0130962880

In Search Of Clusters

Gregory F. Pfister

Editorial: Prentice Hall

ISBN: 0138997098

Availability Management: Planning and Implementing Cross-Site Mirroring on IBM System i5

Nick Harris, Ted Bauer, Doug Bidwell, Dan Degroff, Mike Halda, Sabine Jordan, John Schrum

Editorial: IBM

ISBN: 0738489905

Clustering and IASPs for Higher Availability on the IBM eServer iSeries Server

Susan Powers, Ellen Dreyer Andersen, Sue Nee, David Salmon, Shashi Sethi, Lee Walkky

Editorial: IBM

ISBN: 0738422355

Hardware Management Console V7 Handbook

Stephen Hochstetler, JunHeum Min, Matt Robbins, Nancy Milliner, Narend Chand, Syamsul Hidayat

Editorial: IBM

ISBN: 0738486507

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Disponibilidad / Tiempo de caída..... | 10 |
| Tabla 2. Procesos típicos en empresas de fabricación..... | 21 |
| Tabla 3. Relación de procesos con módulos de un ERP | 23 |
| Tabla 4. Costes de los diferentes sistemas..... | 34 |
| Tabla 5. Características Servidor P01 (Producción)..... | 46 |
| Tabla 6. Carga del sistema Servidor P01 (Producción)..... | 47 |
| Tabla 7. Características servidor DESA-TEST (Desarrollo y Test)..... | 47 |
| Tabla 8. Carga del entorno de Desarrollo..... | 48 |
| Tabla 9. Carga del entorno de Test..... | 48 |
| Tabla 10. Plantilla de instalación del armario de Producción | 52 |
| Tabla 11. Plantilla de instalación del armario de Desarrollo/Test..... | 54 |
| Tabla 12. Listado detallado de los armarios de componentes | 58 |
| Tabla 13. Listado detallado de los sistemas físicos | 60 |
| Tabla 14. Listado detallado de las HMCs..... | 60 |
| Tabla 15. Listado detallado de las librerías de cinta..... | 61 |
| Tabla 16. Distribución de particiones en los sistemas físicos | 72 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Coste de diferentes técnicas para mejorar la disponibilidad | 9 |
| Figura 2. Niveles de disponibilidad y tipos de empresa | 11 |
| Figura 3. Esquema de multipath sencillo | 16 |
| Figura 4. Principales características de SAP | 30 |
| Figura 5. Módulos de SAP R/3..... | 31 |
| Figura 6. Fechas de lanzamiento de los procesadores IBM Power | 36 |
| Figura 7. Ciclo de vida de IBM i | 37 |
| Figura 8. Tipos de CRG..... | 40 |
| Figura 9. Nodo primario y nodo de recuperación..... | 42 |
| Figura 10. Usuarios concurrentes durante el día | 47 |
| Figura 11. IBM Power6 8203-E4A | 54 |
| Figura 12. Unidad TotalStorage EXP 24 instalada en el armario | 55 |
| Figura 13. Expansión PCI-X EXP24 Ctl-1.5GB instalada en armario de componentes..... | 55 |
| Figura 14. Parte trasera unidad de expansión de tarjetas..... | 56 |
| Figura 15. Cable alimentación ZTAC 16 A | 56 |
| Figura 16. Biblioteca de cintas IBM TS3100 | 57 |
| Figura 17. Sistema de gestión HMC para sistemas físicos..... | 57 |
| Figura 18. Guías de instalación para armario de componentes | 62 |
| Figura 19. Pie estabilizador para armario de componentes | 62 |
| Figura 20. Brazo trasero para el cableado de sistemas | 63 |
| Figura 21. Brazo de cableado durante el proceso de instalación..... | 63 |
| Figura 22. Soportes para cableado sobrante | 64 |
| Figura 23. HMC pantalla de selección de idioma | 65 |
| Figura 24. HMC pantalla de inicio tras su puesta en marcha | 66 |
| Figura 25. HMC pantalla de selección interfaz de red | 67 |
| Figura 26. HMC pantalla selección velocidad conexión..... | 67 |
| Figura 27. HMC pantalla selección tipo de red..... | 68 |
| Figura 28. HMC pantalla selección rango IP's..... | 68 |
| Figura 29. HMC pantalla configuración de red pública | 69 |
| Figura 30. HMC pantalla configuración IP pública | 70 |
| Figura 31. HMC pantalla de activación del Cortafuegos | 70 |
| Figura 32. HMC pantalla de configuración del cortafuegos | 71 |
| Figura 33. HMC pantalla de autenticación de sistemas IBM Power | 71 |
| Figura 34. HMC pantalla para de arranque de sistema gestionado | 72 |
| Figura 35. Esuema configuración Cluster y XSM..... | 75 |