



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE CONTADURÍA  
Y ADMINISTRACIÓN

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SAN  
BAJO PROTOCOLO AoE Y EL SISTEMA DE ARCHIVOS  
GFS EN EL SISTEMA DE CORREO *servidor.unam.mx*

DISEÑO DE UN SISTEMA O PROYECTO PARA UNA  
ORGANIZACIÓN

CÉSAR IBRAHIM DOMÍNGUEZ ROLDÁN



MÉXICO, D. F.

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE CONTADURÍA  
Y ADMINISTRACIÓN

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SAN  
BAJO PROTOCOLO AOE Y EL SISTEMA DE ARCHIVOS  
GFS EN EL SISTEMA DE CORREO *servidor.unam.mx*

DISEÑO DE UN SISTEMA O PROYECTO PARA UNA  
ORGANIZACIÓN  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN INFORMÁTICA

PRESENTA:

CÉSAR IBRAHIM DOMÍNGUEZ ROLDÁN

ASESOR:

L.A. SALVADOR MEZA BADILLO



MÉXICO, D. F.

2008

# AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, mi *alma máter*, la máxima casa de estudios y la mejor Universidad de habla hispana. Por haberme abierto las puertas de sus instalaciones con la firme intención de formar a un ciudadano de provecho, con valores y ética moral. Por permitirme en todo momento acercarme a cualquier campo de conocimiento. Por fomentar en todo momento el espíritu crítico con la finalidad de formar profesionistas de alto nivel académico.

A la Dirección General de Servicios de Computo Académico. Por darme la posibilidad de seguir aprendiendo en cualquier área de las Tecnologías de la Información y haberme recibido como uno de sus becarios. Gracias a todos los miembros del staff del Departamento de Administración de Servidores por brindarme la información necesaria para que este trabajo pudiera ser una realidad y por darme la oportunidad de ser uno de sus colaboradores.

A mi mamá, María Gabriela Roldán Cisneros. Por darme la vida, por su ejemplo de superación y lucha constante, por no haberme dejado retirarme a pesar de las adversidades que se presentaron. Este logro se lo debo a su sacrificio y es por ello que comparto gran parte del mismo con ella. Muchas gracias, te admiro y te amo.

A mi papá, Adrián Aldo Domínguez Estrada. Por sus consejos y por hacerme saber que siempre tendré su apoyo.

A mis hermanas, Jessica y Janeth. Por apoyarme en todo momento, por ser tolerantes, por estar a mi lado y darme el cariño que solo los hermanos nos podemos dar.

A Dios. Por haberme regalado esta familia y por poner en mi vida a las personas que de alguna manera ayudaron a que esto fuera posible, alentándome, animándome y creyendo en que lo lograría a pesar de las circunstancias. Por todas las cosas que a puesto en mi vida ya sea para que aprenda de ello o para que lo disfrute.

# ÍNDICE GENERAL

Introducción .....	i
1. Análisis y Conceptos Relacionados	
1.1 Investigación Preeliminar .....	2
1.1.1 El departamento de administración de servidores DGSCA-DTD .....	3
1.1.1.1 Misión .....	3
1.1.1.2 Visión .....	3
1.1.1.3 Objetivos .....	3
1.1.1.4 Funciones .....	3
1.1.2 El sistema de correo <i>servidor.unam.mx</i> .....	4
1.2 Objetivo de la Propuesta .....	8
1.3 Estudio de Factibilidad de la Propuesta .....	9
1.3.1 Estudio de factibilidad de la tecnología ATA over Ethernet (AoE) .....	9
1.3.2 Estudio de factibilidad del Global File System (GFS) .....	11
1.3.3 Estudio de factibilidad de toda la propuesta .....	12
1.4 Requerimientos de la Propuesta .....	13
1.4.1 Servidor de la tecnología AoE .....	14
1.4.1.1 Advanced Technology Attachment (ATA) .....	14
1.4.1.2 Ethernet .....	16
1.4.1.3 ATA over Ethernet (AoE) .....	18
1.4.2 Servidores que utilicen el GFS .....	23
1.4.2.1. Sistema de Archivos (File System) .....	23
1.4.2.2. Sistema de Archivos Global (Global File System) .....	28
2. Diseño	
2.1 Diseño de la Propuesta en el Sistema de Correo Bajo el Nombre de Dominio <i>servidor.unam.mx</i> .....	33
2.1.1 Diseño de la red de Servidores AoE .....	33
2.1.2 Diseño de la red de Clientes GFS .....	35
2.2 Diseño del Sistema de Correo Bajo el Nombre de Dominio <i>servidor.unam.mx</i> con AoE y GFS Implementados .....	37
3. Implementación	
3.1 Instalación .....	40
3.1.1 Instalación del modulo del kernel para el uso de AoE .....	40
3.1.2 Instalación de las herramientas para el uso del GFS .....	41
3.2 Configuración .....	44

3.2.1 Configuración del servidor AoE y el cliente AoE .....	44
3.2.1.1. Servidor AoE .....	44
3.2.1.2. Cliente AoE .....	45
3.2.2 Configuración de los Clientes GFS .....	46
3.3 Administración .....	50
3.3.1 Herramientas para la administración del Servidor AoE .....	50
3.3.2 Herramientas para la administración de GFS .....	50
3.4 Seguridad .....	52
Conclusiones .....	55
A. ANEXO	
A.1 Descripción del Protocolo AoE .....	57
A.2 Descripción de Comandos .....	61
A.3 Procedimientos .....	68
Glosario .....	76
Bibliografía .....	82

# ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 Diagrama organizacional de la DGSCA-DTD .....	2
1.2 Esquema físico y lógico del Sistema de Correo Electrónico .....	6
1.3 Componentes del <i>EtherDrive® Storage Appliance</i> .....	10
1.4 Trama CSMA/CD .....	16
1.5 Ubicación del Protocolo AoE en el Modelo OSI .....	19
1.6 Encabezado de la trama EtherType AoE .....	20
1.7 Mensaje ATA de la trama EtherType AoE .....	20
1.8 Mensaje Config/Query de la trama EtherType AoE .....	21
1.9 Ubicación del Modulo AoE en el Kernel GNU/Linux .....	22
1.10 Descriptores de los Archivos .....	24
1.11 Nodo-i en el Disco Duro .....	25
1.12 Estructura arborescente o jerárquica de directorios y archivos .....	26
1.13 Descripción Grafica del GFS .....	29
1.14 Distribución de los archivos en el GFS .....	30
1.15 GFS Nodo-i en el Disco Duro .....	31
2.1 Diseño físico de la Red de Servidores AoE .....	35
2.2 Diseño Físico y Lógico de los Clientes GFS .....	36
2.3 Diseño Físico y Lógico de toda la Propuesta .....	38
3.1 Creación de un Volumen Lógico .....	48
A.1 Encabezado de la trama EtherType AoE .....	57
A.2 Flags validas para la trama EtherType AoE .....	57
A.3 Mensaje ATA de la trama EtherType AoE .....	59
A.4 Valores para AFlags en la trama EtherType AoE .....	59
A.5 Mensaje Config/Query de la trama EtherType AoE .....	60
A.6 Instalación personalizada de las aplicaciones .....	71
A.7 Instalación del CMAN .....	71
A.8 Sección para la instalación del GFS .....	72
A.9 Instalación del GFS .....	72

# ÍNDICE DE CUADROS

1.1 Características de los Servidores del Sistema de Correo Electrónico .....	5
1.2 Herramientas que usa el Sistema de Correo Electrónico .....	5
1.3 Relación Servidor-Usuarios .....	7
1.4 Sistema de Correo con la Propuesta Implementada contra el Diseño Actual .....	15
1.5 Requerimientos de la Propuesta .....	15
1.6 Tipos de Ethernet .....	17
2.1 Características de los Servidores AoE .....	34
3.1 Elementos para la configuración del Servidor AoE .....	45
3.2 Elementos para la configuración del Cliente AoE .....	46
3.3 Elementos para la configuración de un Clientes GFS .....	49



# INTRODUCCION.

Este documento es una propuesta para la implementación de un Sistema de Archivos Global (GFS, por sus siglas en inglés) en una Red de Área de Almacenamiento (SAN, por sus siglas en inglés) de bajo costo que utiliza el protocolo AoE (ATA over Ethernet) para el servicio de correo electrónico bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx*, el cual es proporcionado por el Departamento de Administración de Servidores de la Dirección de Telecomunicaciones de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico.

En el documento se explican las bases teórico-prácticas que van a permitir comprender, configurar e implementar ambas tecnologías sobre el servicio de correo electrónico de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El documento está desarrollado con la finalidad de evitar la dependencia tecnológica en el uso de Software y Hardware, en base a lo anterior se han utilizado tecnologías basadas en Software Libre y estándares abiertos que pueden ser utilizados en equipos de cómputo de diferentes marcas y para diferentes aplicaciones en los Sistemas Operativos tipo UNIX.

Las recomendaciones que se dan en esta propuesta, son meramente para llevar un mejor control de la implementación, una serie de buenas prácticas y estandarización del software involucrado.

## ***Origen de la Propuesta.***

Esta propuesta tiene su origen con la finalidad de mejorar el servicio de correo electrónico que actualmente se les proporciona a los usuarios del sistema de correo electrónico *servidor.unam.mx*.

Si bien los principales beneficiados al implementar esta propuesta serían los usuarios de dicho servicio, también se ha buscado la manera de que la administración de las capacidades de almacenamiento de las cuentas de correo electrónico sea flexible y dinámica para los administradores de dicho sistema de correo.

Como referencia histórica, al Departamento de Administración de Servidores se le proporcionó la cotización de una solución propietaria para el sistema de correo electrónico *servidor.unam.mx*, la cual pretendía proporcionarles a los usuarios grandes capacidades de almacenamiento de correo y la posibilidad de crecimiento en el número de usuarios del servicio. Dicha solución resultó ser poco factible debido a los altos costos que tenía.

Por dicha razón se tuvo que optar por una solución de menor costo tanto para el almacenamiento físico de los correos, como para la administración de los equipos involucrados en el sistema. De esta manera se optó por conservar el sistema de correo actual pero agregándole una Red de Área de Almacenamiento (SAN) de bajo costo que les permitiera a los usuarios tener mayor capacidad para recibir sus correos. Lo anterior resuelve una parte importante del problema, la cual es incrementar el almacenamiento del correo.

Debido al diseño distribuido del actual sistema de correo electrónico, en el que interactúan varios equipos para brindar el servicio, dio la pauta para pensar en un Sistema de Archivos bajo el mismo diseño, es por ello que aquí se propone la implementación del GFS (aunque esto no



implica que sea el único Sistema de Archivos distribuido) en la SAN de bajo costo que ya había adquirido el Departamento de Administración de Servidores.

## **Estructura de este Documento.**

Este documento se encuentra dividido en 3 capítulos donde se abordan las definiciones teórico-prácticas que van a permitir comprender el funcionamiento de las dos tecnologías que se encuentran involucradas en esta propuesta.

Los 3 capítulos principales que conforman a este documento versan de la siguiente manera:

### **Capítulo 1: Análisis y conceptos relacionados.**

Aborda las funciones del Departamento a quien esta dirigida esta propuesta, el análisis del estado actual del sistema de correo electrónico bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx* y el contexto teórico del protocolo AoE y el GFS. En el análisis se describen los equipos involucrados en todo el sistema de correo electrónico, las funciones que desempeñan cada uno de ellos y se mencionan cuales serían los equipos afectados de manera directa al momento de implementar esta propuesta. El contexto teórico de las dos tecnologías involucradas en la propuesta va a permitir dimensionar las capacidades de dichas tecnologías, de esta manera se podrán contemplar las necesidades específicas de cada una de las tecnologías y de esta forma poder implementar la propuesta.

### **Capítulo 2: Diseño.**

Ilustra y explica cada uno de los equipos involucrados en toda la propuesta, se describe el diseño de cada una de las tecnologías de manera independiente para posteriormente hacerlo en todo su conjunto. El capítulo va a permitir visualizar la ubicación de cada equipo dentro del diseño de la infraestructura de red con la que cuenta el Departamento y de que manera dicha infraestructura va a ser afectada para que solo los equipos encargados del sistema de correo puedan usar el GFS dentro de la SAN.

### **Capítulo 3: Implementación.**

Aborda el contexto práctico de la propuesta, esto a través de la descripción de las herramientas necesarias para la implementación de la tecnología AoE y la tecnología del GFS, la configuración de ambas tecnologías en los equipos miembros del sistema de correo y la descripción de las herramientas que van a permitir administrar la SAN bajo protocolo AoE y el GFS, para finalizar, en el capítulo se proporcionan algunos de los ataques informáticos más conocidos que se pueden presentar cuando se utiliza el protocolo AoE y la manera de mitigarlos.

En este documento se redacta, además de las conclusiones, un ANEXO en el que se describen los pasos técnicos para la implementación de la SAN bajo protocolo AoE y el uso del sistema de archivos GFS. Es importante aclarar que el ANEXO solo describe los pasos de instalación y configuración para el uso de AoE y GFS en cualquier equipo de cómputo con el sistema operativo CentOS versión 5 y utilizando los servidores AoE que proporciona la compañía CORAID.

# **CAPÍTULO 1**

---

**ANÁLISIS Y CONCEPTOS  
RELACIONADOS.**



## 1.1 Investigación Preliminar.

La Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es la entidad universitaria encargada de la operación de los sistemas centrales de cómputo académico y de las telecomunicaciones de la institución; su esfuerzo más amplio es la capacitación en tecnología de la información, de prospección e innovación y de asimilación de estas tecnologías en beneficio de la Universidad y de la sociedad en general.

La DGSCA para cumplir con los servicios y la operación de los sistemas de Telecomunicaciones de la UNAM cuenta con la Dirección de Telecomunicaciones (DTD) la cual es la encargada de proporcionar los servicios de telecomunicaciones a toda la comunidad universitaria, esto lo realiza a través de las redes de datos centrales, del servicio de telefonía y de los servicios de correo electrónico y web que requiere la institución hoy en día para sus actividades cotidianas y que son necesarias para cumplir con los objetivos de la Universidad.

En la Figura 1.1 se muestra la estructura organizacional de la DGSCA, para fines de este documento solo se desglosa la Dirección de la DTD ya que es de dicha dirección de donde el Departamento de Administración de Servidores depende de manera directa y ese sería el departamento que se debe encargar de implementar esta propuesta.

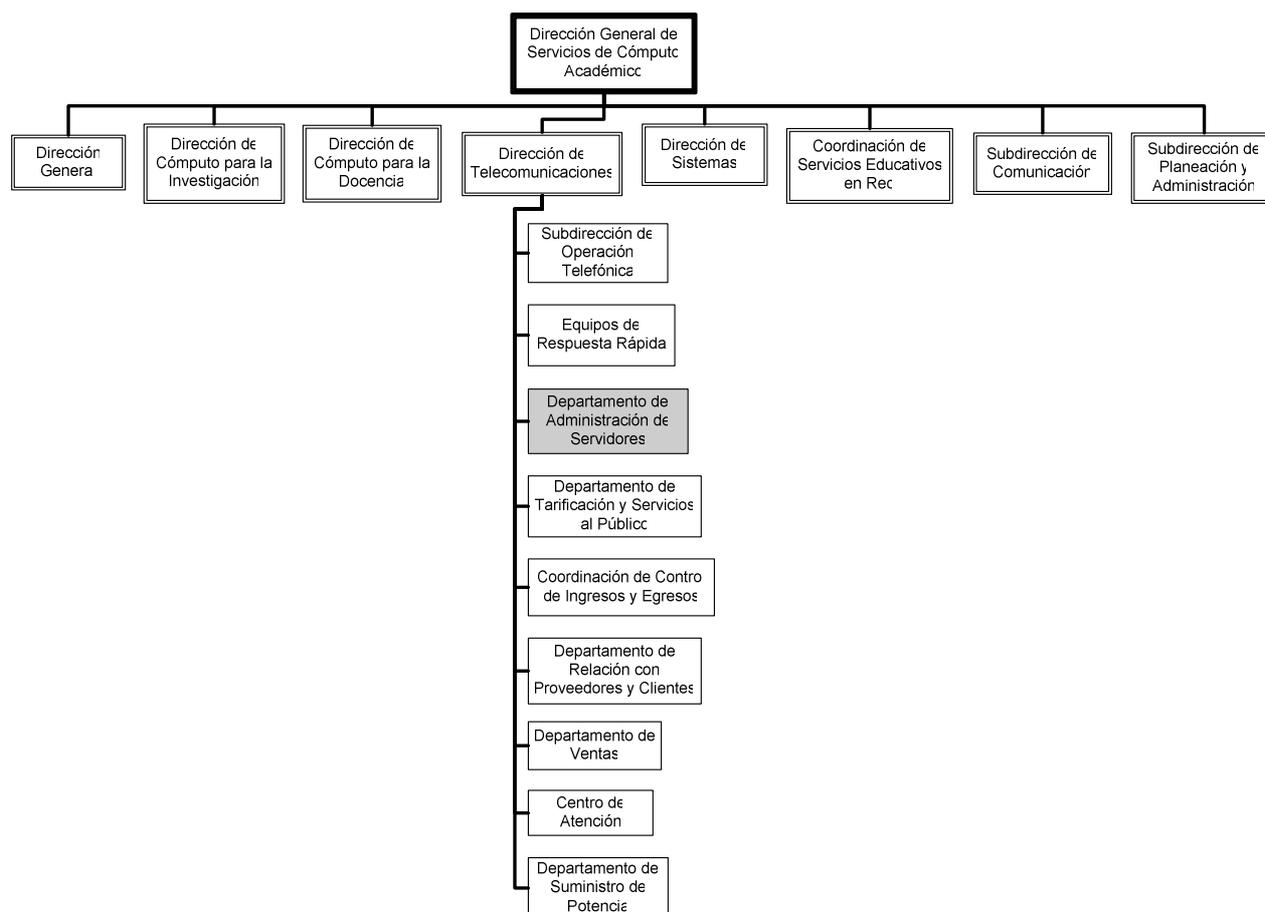


Figura 1.1. Diagrama organizacional de la DGSCA-DTD



### 1.1.1 El departamento de administración de servidores DGSCA-DTD.

El Departamento de Administración de Servidores en la DTD, es el encargado de las actividades relacionadas con la configuración, el mantenimiento y la administración de los recursos tecnológicos que proporcionan principalmente los servicios de alojamiento de sitios web, bases de datos y correo electrónico de varias de las dependencias de la UNAM, así como de la propia DTD.

#### 1.1.1.1 Misión.

Proporcionar servicios de soporte tecnológico e infraestructura que requiere la DTD e instituciones que lo requieran, relacionados con el alojamiento de sitios web, bases de datos y correo electrónico, así como realizar las actividades necesarias para la resolución de peticiones y problemas que se susciten y que puedan afectar el funcionamiento de estos servicios. Además del correcto funcionamiento de los servicios proporcionados, el Departamento realiza el desarrollo de propuestas para la mejora del funcionamiento de los servicios proporcionados tomando como base la evaluación constante de herramientas y su posible implementación.

#### 1.1.1.2 Visión.

Ser una de las áreas de la DTD reconocidas por su alta calidad y servicio, teniendo para ello personal altamente calificado y especializado que le permita al Departamento resolver problemas, desarrollar soluciones y aplicar nuevas tecnologías que mantengan a la vanguardia los servicios proporcionados a los usuarios.

#### 1.1.1.3 Objetivos.

- Brindar disponibilidad las 24 horas del día, durante los 365 días del año en los distintos servicios que se proporcionan por el Departamento. Lo que se traduce en proporcionar servicios constantes, de alto rendimiento y que no fallen.
- Mantener servicios de calidad.
- Investigación de nuevas herramientas que mejoren el funcionamiento de los servicios proporcionados por el Departamento.
- Optimización de recursos económicos, humanos y técnicos.
- Mejora de la gestión y soporte técnico a los usuarios.
- Evaluar nuevas tecnologías en el servicio de correo electrónico, bases de datos y sitios web con la finalidad de mejorar dichos servicios.
- Tener una evolución constante de los servicios proporcionados por el Departamento con la finalidad de que estos les sean más funcionales y útiles a los usuarios.
- Mantener una documentación actualizada sobre proyectos desarrollados en el Departamento.

#### 1.1.1.4 Funciones.

El Departamento de Administración de Servidores tiene diferentes funciones ha realizar, dichas funciones pueden ser clasificadas en tres grandes actividades primordiales:

- > Proporcionar Servicios de Telecomunicaciones. El Departamento se encarga de proporcionar tres servicios principales a toda la comunidad universitaria:
  - a) Correo Electrónico. Siendo los dominios *servidor.unam.mx* y *correo.unam.mx* los más destacados, debido al número de usuarios que hacen uso de este servicio.
  - b) Bases de Datos. Este servicio se proporciona a través de los siguientes Manejadores de Bases de Datos: SyBase, PostgreSQL, MySQL y Oracle.



- c) Alojamiento de Sitios Web. Proporciona el alojamiento de sitios web para diferentes dependencias de la UNAM, el departamento también se encarga de proporcionar las herramientas de desarrollo necesarias para el funcionamiento de dichos sitios. En este servicio destaca el sitio *www.unam.mx* y *www.dgae-siae.unam.mx*
- > Administración de la Tecnología y los servicios proporcionados. Para llevar a cabo esta tarea se realizan principalmente las siguientes:
  - a) Respaldos. Esta actividad implica crear copias de seguridad a la información que generan los diferentes servicios que proporciona el Departamento. Para poder realizar los respaldos se toman en cuenta los siguientes criterios:
    - Información que se va a respaldar. Siendo lo más importante los datos de los usuarios y el Sistema Operativo del equipo.
    - Periodicidad de los respaldos. Se realizan respaldos semanales y mensuales.
    - Medio de almacenamiento de la información. Los respaldos se almacenan únicamente en cintas magnéticas.
  - b) Mantenimiento, Configuración y Actualización de los equipos. Estas actividades se realizan de manera lógica y física en los equipos encargados de proporcionar los servicios anteriormente mencionados. La finalidad de esta actividad es evitar fallas que puedan ocasionar una interrupción de los servicios, brindar servicios de mejor calidad y proporcionar las versiones más actuales y estables de las herramientas que los usuarios requieran para sus propias necesidades. El actualizar los equipos permite, principalmente, evitar problemas de desempeño y seguridad.

### 1.1.2 El sistema de correo servidor.unam.mx

El sistema de correo bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx* da servicio, hoy en día, a más de 8500 usuarios, este es un servicio para los académicos, investigadores y trabajadores de la UNAM.

La mayoría de los usuarios solo cuentan con una bandeja de entrada de correo de 20MB, aproximadamente 8100 usuarios se encuentran en esta situación.

Este sistema de correo funciona utilizando 7 equipos de cómputo, en este documento solo se profundizará en 4 de ellos debido a que son los encargados del almacenamiento y el envío de correo electrónico, por la naturaleza de la propuesta es en estos 4 equipos donde se tienen que realizar los cambios necesarios para la implementación de la SAN bajo el protocolo AoE y el uso del GFS que se proponen en este documento. Sin embargo se describirá el funcionamiento general del sistema de correo electrónico, en donde se podrá entender cuál es la tarea que desempeñan los 3 equipos restantes.

Los 4 equipos principales que se encargan del correo electrónico cuentan con características físicas y lógicas muy similares entre ellos, por razones de seguridad no se proporcionan los nombres a los que responden en la red y tampoco las direcciones IP con las que están configurados pero en este documento se les nombrará bajo un alias para poder identificarlos, el Cuadro 1.1 muestra el detallado general de las características y capacidades más importantes de dichos equipos, poniendo énfasis en las características en las cuales no son iguales entre ellos:



<b>Componente</b>	<b>Características</b>
Procesador	Intel® Xeon 2.4GHz
Memoria Principal	2GB
Unidades Ópticas	Unidad de CD-RW
Unidades de Cinta	Unidad DDS-4
Almacenamiento Secundario (Disco Duro)	286GB
Red	2 interfaces de red con una velocidad máxima de 100Mbps cada una.
Sistema Operativo	GNU/Linux (2 equipos con Red Hat Advanced Server versión 3.0 y 2 equipos con Mandrake Linux versión 9.1)

Cuadro 1.1. Características de los Servidores del Sistema de Correo Electrónico

El sistema de correo actualmente utiliza dos herramientas para poder brindar el servicio, cada herramienta cumple con una función y estas se describen en el Cuadro 1.2:

<b>Herramienta</b>	<b>Versión</b>	<b>Función</b>
Qmail	1.03	Es el servidor de correo electrónico, además de eso permite agrupar a un conjunto de equipos para que proporcionen el servicio de correo electrónico como si fuera uno solo (cluster).
OpenLDAP	2.0.27	Permite el acceso al servicio de correo electrónico utilizando el protocolo LDAP, el cual proporciona un directorio de acceso para los usuarios de un sistema (en nuestro caso, para el sistema de correo).

Cuadro 1.2. Herramientas que usa el Sistema de Correo Electrónico

Las herramientas mencionadas permiten tener un sistema distribuido de correo electrónico, esta solución cluster tiene como principal ventaja balancear la carga de peticiones de los usuarios entre los equipos que son miembros del sistema, por lo que se tiene una capacidad de crecimiento de hasta 40000 usuarios, esta información es una estimación basada en las estadísticas de carga de recursos de los servidores que proporcionadas por el departamento, donde todos los equipos que forman parte del sistema tiene poco uso de sus recursos físicos en horas en la que los usuarios suelen revisar con mayor frecuencia sus bandejas de correo electrónico y que solo dos de los servidores miembros del sistema tienen una mediana carga de recursos en esas horas pico.

El siguiente esquema muestra de manera grafica como esta conformado (física y lógicamente) todo el sistema de correo electrónico bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx*:

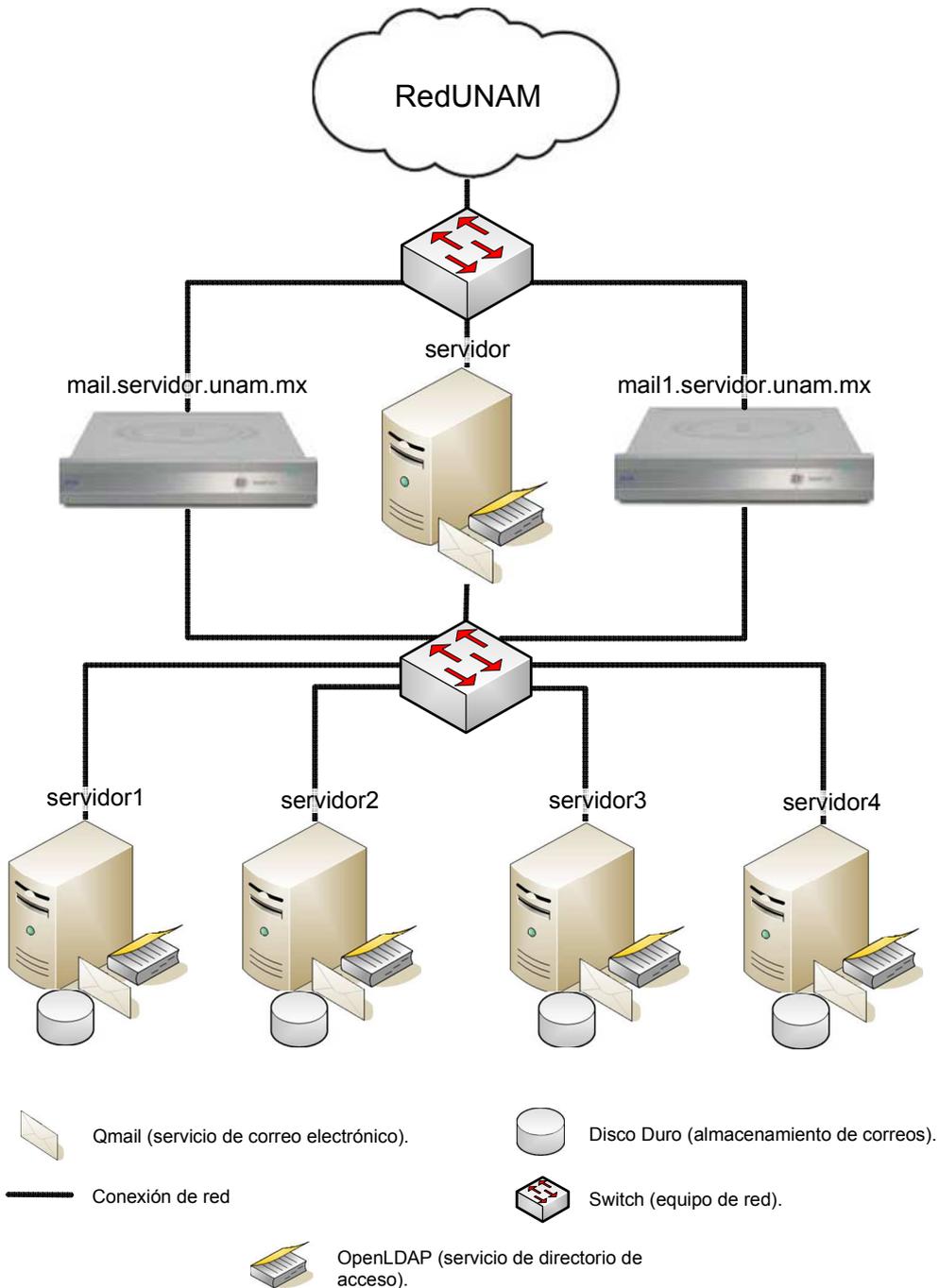


Figura 1.2. Esquema físico y lógico del Sistema de Correo Electrónico

La Figura 1.2 nos muestra que:

- Los equipos dedicados (*Appliance*) de nombre *mail.servidor.unam.mx* y *mail1.servidor.unam.mx* se encargan de recibir todo el correo electrónico que se envía desde Internet hacia cualquier cuanta de correo *@servidor.unam.mx*, estos equipos son los MX (Mail eXchanger) en los DNS de la RedUNAM, una vez que reciben el correo se



- encargan analizar todos los correos y filtran el correo *Spam* que reciben, los filtros se aplican en base a políticas previamente configuradas en dichos equipos.
- El equipo bajo el nombre *servidor.unam.mx* se encarga de distribuir el correo electrónico que recibe de *mail.servidor.unam.mx* y *mail1.servidor.unam.mx* (que ya fue analizado y que fue catalogado como no ser correo *Spam*), este correo electrónico es distribuido en los equipos *servidor1*, *servidor2*, *servidor3* y *servidor4* en base al contenido del directorio de acceso OpenLDAP y establece la comunicación del servicio de correo electrónico a través del servidor de correo Qmail. Es importante aclarar que a partir de aquí cuando se haga mención del nombre *servidor.unam.mx* NO se estará haciendo referencia a este equipo, si no a todo el sistema de correo electrónico bajo ese nombre de dominio.
  - Los equipos bajo el nombre *servidor1*, *servidor2*, *servidor3* y *servidor4*, son los que se dedican a almacenar directamente, en sus dispositivos de almacenamiento secundario, los correos electrónicos de los usuarios. Los correos electrónicos de los usuarios se encuentran distribuidos entre estos equipos, los cuales son miembros de un cluster de sistema de correo proporcionado por la herramienta servidor de correo Qmail, para que el sistema resuelva que usuario tiene su correo en que equipo se utiliza la herramienta OpenLDAP.
  - Los equipos de red (*Switch*) permiten la interconexión entre todos los equipos y la RedUNAM, la cual tiene la salida directa a Internet, no se desglosa el diseño de esta red ya que es muy grande y compleja, además de que no es el objetivo de este documento describir como los servidores están conectados a la red de Internet.

Como se puede observar, los equipos hacen uso de sus propios recursos de almacenamiento secundario, por lo que en el caso de que falle uno de los equipos, ya sea un problema físico o lógico, todos los usuarios que se encuentran almacenados en ese equipo se quedarían sin servicio hasta que se solucione el problema. El Cuadro 1.3 muestra la relación del número de usuarios por servidor:

<b>Nombre de la maquina</b>	<b>Usuarios</b>
servidor1	1935
servidor2	1928
servidor3	1324
servidor4	3370

Cuadro 1.3. Relación Servidor-Usuarios

Con la relación mostrada en la tabla anterior se puede observar la magnitud del problema, si alguno de los servidores llega a fallar y en el peor de los escenarios si *servidor4* falla, los 3370 usuarios del sistema de correo que se encuentran almacenados en ese equipo se quedarían sin servicio.

Debido a la situación actual del sistema de correo se requiere un sistema de correo mas flexible, que permita centralizar el almacenamiento de los correos y que a su vez permita tener un crecimiento del recurso antes mencionado de una manera dinámica y eficiente; pero que conserve el esquema de carga balanceada, oportunidad de crecimiento y alta disponibilidad del servicio.



## 1.2 Objetivo de la Propuesta.

El objetivo principal de este documento es proponer un par de tecnologías informáticas que permitan brindar un mejor servicio a los usuarios del sistema de correo electrónico bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx*, el cual hasta ahora es un servicio confiable, pero se encuentra limitado en la capacidad de almacenamiento del correo electrónico de los usuarios.

Actualmente la capacidad máxima del almacenamiento de correo del usuario (bandeja de entrada) es de 100MB, esta cantidad es para usuarios que realmente justifiquen que necesitan dicha capacidad y que por lo regular solo se le proporciona a los altos directivos de la UNAM, en el mejor de los escenarios y debido a la importancia del puesto que puede llegar a ocupar el usuario se le llega a proporcionar una capacidad ilimitada de espacio en su bandeja de entrada.

El hecho de poder escalar la capacidad de almacenamiento de un equipo de cómputo tiene sus contratiempos y posibles dificultades, en base a eso se necesita pensar en una tecnología que sea flexible al momento de incrementar dicha capacidad en los equipos de cómputo. Hoy en día se cuenta con la tecnología que proporcionan las Redes de Área de Almacenamiento (SAN, por sus siglas en inglés), las cuales permiten escalar fácilmente la capacidad de almacenamiento de los equipos, esto se debe a que el almacenamiento se convierte en un recurso que se accede a través de una red. Cuando se tiene una SAN solo se requiere de agregar un equipo de almacenamiento (disco duro) a la misma para que el equipo servidor que tenga acceso a dicha SAN y necesite usar el nuevo recurso, pueda hacerlo sin necesidad de tener que apagar el equipo servidor. Una SAN puede implementarse utilizando varias tecnologías, la mayoría de ellas basadas en protocolos de comunicación de Fibra Óptica debido a las altas velocidades que este medio proporciona.

El inconveniente principal de la tecnología que se involucra en una SAN es su alto costo económico tanto del equipo que lo compone como de la infraestructura que lo conecta con el resto de los equipos de cómputo, debido a ello en esta propuesta se da la opción de una tecnología de bajo costo y de gran facilidad de crecimiento basada en estándares llamada ATA over Ethernet (AoE), que si bien no nos va a proporcionar las altas velocidades de la Fibra Óptica si nos proporciona las velocidades (de hasta 2Gbps) necesarias para el buen funcionamiento del sistema de correo y para otros sistemas de servicios como el alojamiento de sitios web o servicios para compartir archivos y recursos de almacenamiento.

Por otro lado debido a la complejidad del diseño del sistema de correo electrónico que se tiene implementado actualmente bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx* y que este esquema proporciona ventajas de gran importancia como: Alta Disponibilidad (HA, por sus siglas en inglés) y Balanceo de Carga. El uso de una SAN requiere de una tecnología más para poder trabajar bajo el diseño en *cluster* actual del sistema *servidor.unam.mx*, esta funcionalidad puede ser proporcionada por un sistema de archivos llamado GFS (Global File System o Sistema de Archivos Global), el cual permite que los servidores que forman parte del sistema de correo *servidor.unam.mx* puedan acceder a un solo dispositivo de almacenamiento de manera simultánea.

La propuesta está enfocada en centralizar el almacenamiento de los correos en un sistema confiable y que las tecnologías que en él se usen puedan utilizarse también para diferentes aplicaciones, equipos o servicios. Otro punto importante que se tomó en cuenta para esta propuesta es que las tecnologías involucradas sean rentables y que permitan conservar el diseño actual del sistema de correo bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx* ya que se tiene demostrado que además de su alta capacidad de crecimiento de usuarios, brinda los beneficios de alta disponibilidad y balanceo de carga de trabajo en los equipos involucrados en dicho sistema de correo electrónico.

En resumen, este documento describe una propuesta que permita cumplir los siguientes objetivos:



- Un sistema que utilice tecnología rentable que pueda aplicarse a cualquier otro de los servicios que brinda el Departamento de Administración de Servidores.
- Que con el nuevo sistema los usuarios de correo electrónico bajo el dominio *servidor.unam.mx* puedan tener una capacidad mínima en su bandeja de entrada de 500MB.
- Que se conserve el diseño en cluster actual del sistema de correo electrónico y de esa forma poder llegar a brindarle servicio a más usuarios (según las estadísticas del Departamento con ese diseño se le puede brindar servicio hasta a 40,000 usuarios).
- Que la complejidad que se pueda adquirir en el sistema de correo, implementando la propuesta, no incremente la complejidad en la administración del mismo.

## **1.3 Estudio de Factibilidad de la Propuesta.**

### **1.3.1 Estudio de factibilidad de la tecnología ATA over Ethernet (AoE).**

Lo que se pretende en la propuesta con el uso de la tecnología AoE es poder tener una Red de Área de Almacenamiento (SAN).

Una SAN es una red de alta velocidad que comparte dispositivos de almacenamiento. Los dispositivos de almacenamiento no son más que un equipo de hardware que contiene uno o varios discos duros que se encargan de almacenar datos. Una SAN se compone, además de los dispositivos de almacenamiento, de una colección de hardware de alta velocidad que tiene la función de interconectar los dispositivos de almacenamiento en la red y aplicaciones de software que se encarga de administrar, configurar y en algunos casos de monitorear dichos dispositivos de almacenamiento. Los principales beneficios de una SAN son:

- Permite tener un mejor uso de la capacidad de almacenamiento, debido a que la asignación de la capacidad de almacenamiento en los equipos de cómputo se vuelve más flexible y sencilla.
- Los recursos de almacenamiento se administran de manera centralizada.
- El crecimiento futuro de los recursos de almacenamiento se realizan sin la necesidad de detener los servicios que se proporcionan con los equipos de cómputo involucrados. También se elimina el riesgo de perder un servicio o varios servicios que proporcione un equipo de cómputo por fallas en sus dispositivos de almacenamiento (Disponibilidad de Servicios).
- El Costo Total de Propiedad de la SAN es muy bajo comparado con otras soluciones de almacenamiento masivo, esto se debe a su flexibilidad, su escalabilidad y la facilidad de administración de los recursos que proporciona, además de que proporciona una mayor disponibilidad de los servicios cuando es necesario expandir las capacidades de almacenamiento de algún equipo de cómputo.

Las soluciones propietarias de SAN suelen ser costosas debido a que necesitan de una infraestructura especializada (basada en Fibra Óptica o tecnología iSCSI) la cual es brindada por un proveedor, por lo general se adquiere toda la solución de la SAN con un proveedor único el cual se encarga de proporcionar la infraestructura de red, el subsistema de almacenamiento, el software de administración de la SAN y también de la instalación física y lógica de todo el sistema, entre las desventajas que se tienen con estas soluciones de SAN se encuentran: el incremento en el costo de toda la solución y la dependencia tecnológica que se genera cuando se adquiere la SAN. Sus principales ventajas es el soporte que brinda la marca de la solución y las altas velocidades de acceso que proporcionan las tecnologías basadas en Fibra Óptica o iSCSI. Actualmente una solución pequeña de SAN que utiliza tecnología de Fibra Óptica o



tecnología iSCSI tiene un valor muy elevado (llega a superar el millón de pesos mexicanos) con una capacidad de almacenamiento muy pequeña (2TB aproximadamente).

Esta propuesta hace uso de una solución de SAN que de igual manera esta basada en estándares pero que es de bajo costo debido a que utiliza la tecnología AoE, la diferencia entre esta solución y las propietarias es que se utiliza infraestructura de red menos costosa ya que puede ser cualquier equipo de red que soporte el estándar Ethernet, el subsistema de almacenamiento es igualmente administrable y cuenta con una alta capacidad de almacenamiento (mas de 15TB por chasis), la instalación puede realizarla cualquier individuo con conocimiento en Redes y Sistemas Operativos, proporciona velocidades de acceso suficientes para cualquier servicio en red.

La empresa proveedora del subsistema de almacenamiento, también llamados Servidores AoE, es la misma que se encargo de desarrollar el protocolo, esta empresa proporciona el producto de nombre *EtherDrive® Storage Appliance*, los cuales son una serie de discos con soporte *hot swap* montados en un chasis que contiene su propia interfaz de configuración, además de que cuenta con su propio controlador de RAID, dos interfaces Gigabit Ethernet para tener acceso a la interfaz de configuración, así como poder hacer uso de los discos de almacenamiento, sistema de ventilación y un sistema proveedor redundante de energía.

Los equipos *EtherDrive® Storage Appliance* cuentan con una interfaz de línea de comandos (CLI) para que el usuario pueda administrar el uso de los discos y gracias al controlador RAID con el que cuenta internamente el equipo se puede configurar: RAID 0, RAID 1, RAID 5 y RAID 10. También tiene la posibilidad de configurar un disco o grupo de discos *spare* global, lo cual sirve para proteger cualquiera de los discos que formen parte de un RAID o en caso de un mal funcionamiento de cualquier otro disco del equipo. La Figura 1.3 es un esquema grafico de los componentes internos del equipo:

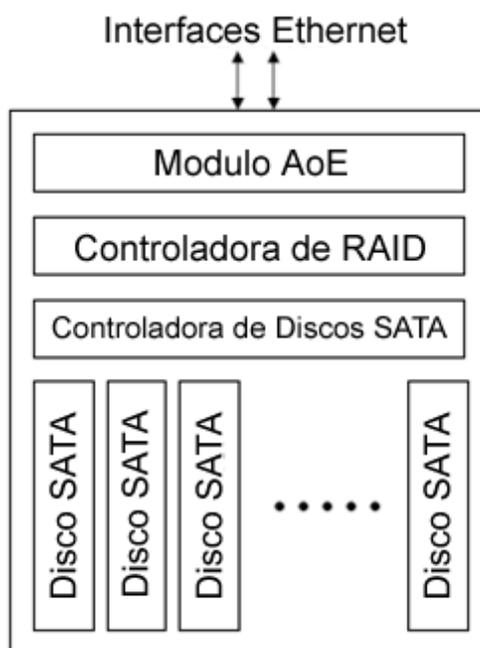


Figura 1.3. Componentes del *EtherDrive® Storage Appliance*



Como se había mencionado el *EtherDrive® Storage Appliance* cuenta con dos interfaces Gigabit Ethernet; el puente AoE que en realidad es el encargado del protocolo AoE en el equipo y que de manera general se encarga de traducir las peticiones en formato AoE en peticiones ATA (este protocolo se describe en el subtema 1.4.1.3 de este documento); el controlador RAID que permite la configuración de arreglos de disco con tolerancia a fallas; el panel controlador de discos SATA, el cual además de tener la conexión directa de todos los discos con el equipo, brinda el soporte hot swap; y la serie de discos SATA que es donde se almacenaran los datos de los equipos de computo hacen uso de este equipo vía AoE.

Consideraciones que el equipo tiene a nivel de seguridad para el acceso a sus recursos de almacenamiento, en el subtema 3.4 de este documento se aborda la parte de Seguridad para este equipo y para el resto del sistema que se esta proponiendo, por lo que aquí solo se mencionaran:

- El equipo proporciona una herramienta de control de acceso de servidores usando su dirección MAC.
- Limitando el acceso a nivel switch, configurando el estándar IEEE 802.1Q (Virtual LAN).

La solución de la SAN con tecnología AoE es factible para el Departamento de Administración de Servidores debido a:

- Se cuenta con la infraestructura de red necesaria para la implementación de esta solución.
- El costo de la solución permite que el Departamento pueda adquirir actualmente una SAN con 21TB de almacenamiento, estos recursos pueden ser aplicados al sistema de correo electrónico y a otros servicios que administra el Departamento de Administración de Servidores.
- Los Sistemas Operativos que administra el Departamento son soportados por la tecnología AoE.
- La tecnología AoE cuenta con herramientas y sistemas de seguridad para restringir el acceso a los recursos de la SAN.

### 1.3.2 Estudio de factibilidad del Global File System (GFS).

El Global File System o Sistema de Archivos Global permite que un grupo de servidores puedan leer y escribir de manera simultánea en un único Sistema de Archivos compartido, si bien esta función también podría ser proporcionada por el Sistema de Archivos de Red (NFS, por sus siglas en ingles), el GFS proporciona herramientas que permiten una mejor administración del sistema de archivos, además de que es un Sistema de Archivos que fue desarrollado para su uso en esquemas de servidores en cluster.

Existen dos implementaciones de esta tecnología de Sistemas de Archivos, una es la que se encuentra bajo el proyecto OpenGFS y la segunda es la de Red Hat GFS, la que se propone en este documento es la de implementación de Red Hat GFS debido principalmente a tres cosas:

- Red Hat es la implementación que se encuentra mejor documentada en cuanto a las herramientas que hacen que funcione el GFS y Red Hat proporciona otras herramientas de administración de los servicios que van a utilizar el GFS. La implementación de Red Hat simplifica la instalación y actualización del software involucrado en el GFS.
- Red Hat es el Sistema Operativo basado en GNU/Linux que tiene mayor aceptación en la comunidad empresarial, esto se debe a su capacidad de soporte calificado en las herramientas que proporcionan, junto con sus versiones del Sistema Operativo.



- El Sistema Operativo en los equipos que actualmente proporcionan el servicio de correo es Red Hat Advanced Server versión 3, el cual ya cuenta con el soporte de GFS, lo único que necesita es la instalación de las herramientas que permiten que funcione el GFS.

Debido a la situación de los Sistemas Operativos que se encuentran instalados hasta este momento en los equipos involucrados en el sistema de correo, es necesario recomendar la actualización y homogenización de dichos Sistemas Operativos para que esta propuesta pueda implementarse, los beneficios de tener un Sistema Operativo más actual y que estos sean iguales en los equipos de cómputo involucrados en el sistema de correo son:

- Los Sistemas Operativos actuales cuentan con las últimas herramientas de software, las cuales permiten una mejor administración de los equipos.
- Los Sistemas Operativos con versiones más actuales ya tienen combatidos los errores o vulnerabilidades que se hayan presentado en las versiones anteriores del Sistema Operativo del mismo fabricante.
- El tener los equipos que se encargan de un mismo servicio instalados de manera homogénea permite facilitar la administración del equipo, bajo esta política de instalación de equipos se puede tener un mejor conocimiento de las características lógicas con las que cuentan los equipos de cómputo y sistemas a administrar, además de que se evita tener software innecesario en los equipos.

El Sistema de Archivos GFS es una herramienta que por sí sola brinda los beneficios de disponibilidad de los datos y evita la duplicidad de los mismos. Cuando este Sistema de Archivos es combinado con una SAN se pueden administrar mejor los recursos de la SAN, ya que el GFS permite un fácil incremento de espacio en disco para el Sistema de Archivos, lo que le brinda a las aplicaciones una flexible asignación de los recursos de almacenamiento.

El Sistema de Archivos Red Hat GFS es factible para el sistema de correo electrónico administrado por el Departamento de Administración de Servidores debido a:

- Permite conservar el diseño en cluster en los servidores del servicio de correo electrónico bajo el dominio *servidor.unam.mx*.
- El sistema de archivos GFS proporciona una mayor disponibilidad de los correos y datos, debido a que se encuentran dentro de un sistema centralizado de almacenamiento proporcionado por la SAN.
- Las herramientas de administración del Sistema de Archivos reducen la complejidad en la administración de los recursos de almacenamiento y del Sistema de Archivos.
- Es más sencillo realizar un crecimiento de espacio con el sistema de archivos GFS, la principal ventaja de esto es la facilidad para incrementar las bandejas de correo electrónico de los usuarios del servicio.

### 1.3.3 Estudio de factibilidad de toda la propuesta.

Hasta este momento se ha justificado la factibilidad de cada una de las tecnologías que se involucran en esta propuesta, esto nos permite tener un panorama particular de los beneficios que se obtienen con la implementación de la SAN bajo protocolo AoE y el GFS.

El Cuadro 1.4 presenta el estudio de factibilidad de la propuesta que se presenta en este documento, esto con la finalidad de abordar de forma más real la factibilidad de implementar esta propuesta en comparación con el sistema actual del servicio de correo electrónico *servidor.unam.mx*.



<b>Sistema de Correo con la Propuesta Implementada.</b>	<b>Sistema de Correo con el Diseño Actual.</b>
Alta disponibilidad del servicio y de los correos.	Alta disponibilidad del servicio.
La migración de los usuarios se realiza modificando el servicio de directorio.	La migración de los usuarios se realiza modificando el servicio de directorio y trasladando la cuenta del usuario de un servidor a otro.
Incremento dinámico de la capacidad de almacenamiento de correo, sin la necesidad de dejar de brindar el servicio.	El incremento de la capacidad de almacenamiento de correo implica migrar el sistema a un disco duro de mayor capacidad.
El servidor de correo electrónico se encuentra en un equipo diferente al lugar en donde se almacenan los correos de los usuarios.	El servidor de correo electrónico se encuentra en el mismo equipo que los correos de los usuarios.
La velocidad de lectura/escritura a los correos depende de la infraestructura en la conexión SAN-Servidores (velocidad máxima 2Gbps).	La velocidad de lectura/escritura a los correos es igual a la velocidad de lectura/escritura a un Disco Duro.
Servidores de correo electrónico con Sistemas Operativos actualizados y herramientas homogéneas.	Servidores de correo electrónico con Sistemas Operativos antiguos y heterogéneos, y herramientas homogéneas.

Cuadro 1.4. Sistema de Correo con la Propuesta Implementada contra el Diseño Actual

## 1.4 Requerimientos de la Propuesta.

En esta parte del documento se explicara el nacimiento y las características de las dos tecnologías involucradas en la propuesta que explica este documento, esto con la finalidad de comprender los requerimientos para su implementación y también poder comprender el funcionamiento de dichas tecnologías (la SAN bajo protocolo *ATA over Ethernet* y el *Global File System*).

De acuerdo con lo anterior, el objetivo del Cuadro 1.5 es puntualizar sobre los conceptos que se relacionan con la SAN bajo protocolo *ATA over Ethernet* (AoE) y el *Global File System* (GFS) y que de alguna manera ayudaran a comprender dichas tecnologías:

<b>Servidor de la Tecnología AoE</b>	<b>Servidores que utilicen el GFS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tecnología ATA, para el acceso a dispositivos de almacenamiento masivo.</li> <li>• La tecnología Ethernet, para la comunicación entre equipo de computo.</li> <li>• El protocolo ATA over Ethernet, para la construcción de una SAN de bajo costo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Archivos y sus características.</li> <li>○ Sistemas de Archivos.</li> <li>○ El sistema de archivos en cluster <i>Global File System</i> (GFS).</li> </ul>

Cuadro 1.5. Requerimientos de la Propuesta



Todo lo mencionado en la tabla anterior será redactado en las siguientes secciones de este capítulo.

#### 1.4.1 Servidor de la Tecnología AoE.

##### 1.4.1.1 Advanced Technology Attachment (ATA).

Es un sistema estándar para controlar dispositivos de almacenamiento masivo, esto a través de la conexión de dichos dispositivos a la placa base (también conocida como tarjeta madre) de los equipos de cómputo.

Este estándar es una evolución de las interfaces ST506 y del chip controlador de disco desarrollado por la empresa Western Digital en 1986 y de nombre 1010. Este chip estuvo integrado en los adaptadores llamados HBA (Host Bus Adapter) los cuales fueron utilizados en las computadoras personales de IBM de la época.

El chip contenía las instrucciones necesarias para controlar la transferencia de datos a los discos. Por ejemplo, cuando se realizaba una petición de lectura, el disco de manera interna enviaba un comando propio de lectura, el cual le indicaba que tenía que traer los datos contenidos en el disco a un cache o buffer que se encontraba en el HBA, una vez ahí el HBA informaría a la parte del equipo de cómputo correspondiente que los datos estaban disponibles para ser leídos, ya que el equipo sabía que los datos estaban en el HBA los datos eran enviados a la memoria principal.

Con la invención de la interfaz IDE (In Disk Electronics), la función que realizaba el HBA ya se encontraba integrada en el disco. La principal ventaja de esto fue que se reducía de manera considerable el tiempo de transferencia de los datos del buffer a la memoria principal del equipo de cómputo, todo este procedimiento de conexiones físicas al disco y sus interfaces lógicas fueron lo que se definió en el estándar ATA.

Originalmente el direccionamiento era una serie de registros que proporcionaban coordenadas en el ambiente de cilindro, pista y sector del disco; estos fueron reemplazados por un Direccionamiento Lógico de Bloques (LBA) de 24 bits, este método se vio limitado debido a que los discos estaban diseccionados en bloques de 512 bytes y utilizando LBAs de 24 bits solo era posible tener discos de 137GB de capacidad. Debido a las limitantes del esquema de direccionamiento de 24 bits se comenzó a utilizar un direccionamiento LBA de 48 bits, el cual permite direccionar discos de hasta 144,115GB.

En el año de 1989 el Comité CAM (Common Access Method), formado por diseñadores y empresas que manufacturaban discos duros y tecnología relacionada, fue creado el primer documento en el que se describe una propuesta del uso estandarizado del sistema ATA. En el año de 1990 fue presentado al Instituto de Estándares Nacional Americano (ANSI), el cual llegó a ser de manera eventual el primer estándar formal del sistema ATA hasta 1994 que fue publicado el primer estándar oficial de ATA conocido como ATA-1.

El comité CAM fue reemplazado por varias organizaciones que tienen como objetivo cumplir con las tareas que este comité tenía, hoy en día los estándares ATA son desarrollados, mantenidos y aprobados por las siguientes organizaciones:

- El Instituto de Estándares Nacional Americano (ANSI).
- El Consejo Industrial de Tecnologías de la Información (ITIC).
- El Comité Nacional para las Tecnologías de la Información (NCITS).



- El Comité Técnico T13. Es el actual encargado del desarrollo de los nuevos estándares ATA.

Con el pasar del tiempo se han desarrollado mejoras al estándar ATA-1 que le han permitido un acceso de mayor velocidad a los dispositivos de Disco Duro, mayor capacidad de almacenamiento en los dispositivos de Disco Duro, etc.

Existen 3 tipos de implementación del sistema ATA, las cuales son:

1. Paralell ATA (también conocido como PATA o P-ATA). Este es el estándar aprobado por las organizaciones antes mencionadas y que asido mejorada en diversas ocasiones. Las versiones de esta implementación son:
  - a. ATA-1. Publicado por la ANSI bajo el documento X3.221-1994.
  - b. ATA-2. Publicado por la ANSI bajo el documento X3.279-1996, el cual introducía modos de transferencia de datos a altas velocidades, lo que le permitía transferir datos a 16MB/s.
  - c. ATA-3. Publicado por la ANSI bajo el documento X3.298-1997, es una revisión del estándar ATA-2 por lo que la transferencia de datos seguía siendo a la misma velocidad, entre las mejoras de esta versión era la aplicación de tecnologías de seguridad y el uso de la tecnología S.M.A.R.T (acrónimo de *Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology*).
  - d. ATA-4. Publicado por la ANSI bajo el documento NCITS 317-1998, entre las características mas importantes de esta versión es la implementación de un nuevo protocolo de transferencia de datos llamado UltraDMA, el cual permite revisar la integridad de los datos, y una velocidad de transferencia a en 33 MB/s.
  - e. ATA-5. Publicado por la ANSI bajo el documento NCITS 340-2000, fue originalmente una propuesta de la empresa Quantum para que el estándar ATA utilizara el modo de transferencia UltraDMA 66 y de esa forma soportara transferencias en 66 MB/s.
  - f. ATA-6. Publicado por la ANSI y el NCITS bajo el número de proyecto 1410 en el año 2002, esta versión introduce el modo de transferencia UltraDMA 100 lo cual le permite soportar velocidades de transferencia de 100 MB/s e incluye un aumento en el manejo del Direccinamiento Lógico de Bloques (LBA) de 28 a 48 bits.
  - g. ATA-7. Publicado por la ANSI bajo el documento NCITS 397-2005, el documento tuvo que ser dividido en 3 volúmenes que son: NCITS 397-2005 (Vol. 1) en el que se especifican principalmente los comandos de disco duro del estándar ATA-7, NCITS 397-2005 (Vol. 2) que especifica el uso tradicional de la interfaz Paralell ATA y NCITS 397-2005 (Vol. 3) que especifica la versión del T13 de la interfaz Serial ATA (SATA-1). Esta versión del estándar ATA soporta velocidades de transferencia de 133 MB/s.
  - h. ATA-8. Se encuentra en desarrollo desde el año 2005 y pretende estandarizar la versión Serial ATA de la llamada "Sociedad Secreta", además de implementar la tecnología Hybrid Drive que permitiría utilizar un cache no volátil para almacenar los archivos críticos de los Sistemas Operativos que se almacenen en el Disco Duro.
2. Serial ATA (también conocido como SATA o S-ATA). Es una nueva interfaz para el sistema ATA, la cual funciona a traves de 7 cables y permite mayores velocidades de transferencia. Los principales problemas de este desarrollo es que fue creada por un grupo de compañías encabezadas por Intel, las cuales



tienen prohibido divulgar los avances del desarrollo y la documentación del desarrollo solo esta disponible entre las compañías que integran la “Sociedad Secreta”, lo que no le permite ser un estándar ya que no esta siendo publicada por las organizaciones encargadas del sistema ATA y la versión que tiene publicada el T13 tiene cambios comparada con la versión de la “Sociedad Secreta”.

3. ATA over Ethernet. Esta implementación del sistema ATA es explicada a detalle en el punto 1.4.1.3 de este documento.

#### 1.4.1.2 Ethernet.

Las especificaciones de las redes Ethernet fueron publicadas de manera conjunta en el año de 1980 por las compañías Xerox Corporation, Intel Corporation y Digital Equipment Corporation (DEC). Las especificaciones de esta forma de operación de redes locales fueron presentadas a los comités del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE por sus siglas en ingles) 802, las especificaciones publicadas para Ethernet por las compañías antes mencionadas fueron la base para la norma IEEE 802.3.

La primera red de este tipo operaba a 10 Mbps y actualmente es la más utilizada en Redes de Área Local (LAN) y en algunas Redes de Área Extendida (WAN) debido a sus elevadas prestaciones y a su bajo costo, actualmente la norma 802.3ae define una velocidad de transmisión de 10 Gbps lo que la hace una atractiva solución para las redes de largo alcance.

Ethernet implementa el esquema de Acceso Múltiple por Escucha de la Portadora con Detección de Colisiones (CSMA/CD por su acrónimo en ingles), el cual controla el acceso al medio físico de los equipos de cómputo o nodos que quieran enviar datos a traves de la red.

CSMA/CD se organiza a partir de niveles de protocolos, los cuales cada uno cumple con una tarea específica, entre los niveles que se encuentran en CSMA/CD están:

- Nivel de Enlace de Datos. Este nivel proporciona la lógica para controlar la red, es independiente del medio físico, por lo tanto la red puede ser de banda ancha o de banda base. El Nivel de Enlace de Datos consta de las siguientes entidades:
  - Encapsulado/Desencapsulado de Datos. Establece la trama de Control de Acceso al Medio (MAC por su acrónimo en ingles), la cual proporciona las direcciones de la fuente y del destino, calcula el campo de detección de errores en el nodo de transmisión y utiliza dicho campo para calcular el indicador correspondiente a la detección de errores en el nodo receptor. El formato de la trama de CSMA/CD esta ilustrado en la Figura 1.4.

Preámbulo	Dirección Destino	Dirección Origen	Tipo de Trama	Datos	FCS
-----------	-------------------	------------------	---------------	-------	-----

Figura 1.4. Trama CSMA/CD

- Preámbulo (8 bytes de longitud). El propósito de este campo es sincronizar el dispositivo de red del nodo receptor con el dispositivo de red del nodo transmisor.
- Dirección Destino (6 bytes de longitud). En este campo se especifica la dirección física (dirección MAC) del dispositivo de red del nodo receptor.



- Dirección Origen (6 bytes de longitud). En este campo se especifica la dirección física (dirección MAC) del dispositivo de red del nodo transmisor.
- Tipo de Trama (2 bytes de longitud). En este campo se indica que protocolo se estará transportando en la trama Ethernet, los valores de toda la trama que son entre 0 y 1500 bytes indican que se está utilizando el formato original de Ethernet, pero los valores de 1536 bytes (0600 valor en hexadecimal) y superiores indican que se está utilizando un nuevo formato de la trama Ethernet el cual es llamado subprotocolo EtherType. En el Cuadro 1.6 se muestran algunos de los subprotocolos EtherType más comunes y los valores expresados en hexadecimal que puede tener este campo de la trama Ethernet:

<b>EtherType</b>	<b>Protocolo</b>
0800	Internet Protocol versión 4 (IPv4)
0806	Address Resolution Protocol (ARP)
8035	Reverse Address Resolution Protocol (RARP)
809B	AppleTalk (Ethertalk)
80F3	AppleTalk Address Resolution Protocol (AARP)
8100	IEEE 802.1Q tagged frame
8137	Novell IPX
814C	Simple Network Manager Protocol (SNMP)
86DD	Internet Protocol version 6 (IPv6)
880B	Point to Point Protocol (PPP)
8847	MPLS unicast
8848	MPLS multicast
8863	PPP over Ethernet (Discovery Stage)
8864	PPP over Ethernet (Session Stage)
889A	HyperSCSI (SCSI over Ethernet)
88A2	ATA over Ethernet
9000	Loopback (protocolo de prueba de configuración)
9100	VLAN tag Protocol Identifier

Cuadro 1.6. Tipos de Ethernet

- Datos. Para que este campo sea reconocido bajo las especificaciones de Ethernet debe de tener una longitud menor a 1500 bytes, contiene los datos proporcionados por las capas superiores del Modelo de referencia OSI (acrónimo de Open System Interconnection) y los datos que se pretenden enviar al nodo destino.
- FCS (4 bytes de longitud). En este campo se proporciona un esquema que revisa los errores. Si la trama contiene errores, el dispositivo de red del nodo



que realice la revisión de la trama simplemente se encarga de desechar la trama con errores.

Este Nivel de Enlace de Datos solo acepta las tramas correctas, por lo que no existe un método de retransmisión de trama en esta Capa del Modelo OSI, esa función la cumplen los protocolos de las capas superiores del Modelo.

- Gestión de Acceso al Medio. Las funciones de esta entidad son:
  - Transmitir las tramas al nivel físico y recibe las tramas del nivel físico.
  - Almacena las tramas en un buffer.
  - Intenta evitar las colisiones (en el lado emisor).
  - Gestiona las colisiones (en el lado del emisor).
- Nivel Físico. Se ocupa de introducir las señales eléctricas al canal, y de codificar y decodificar los datos. Este nivel cuenta con dos entidades para cumplir con sus funciones, estas son:
  - Codificación/Decodificación de datos. La cual cumple las funciones de:
    - Proporcional las señales para sincronizar los nodos con el canal (esta señal de denomina *preámbulo*).
    - En el nodo transmisor se codifica la cadena de datos binarios utilizando el Código Manchester, mientras que en el nodo receptor se decodifica el Código Manchester y se convierte de nuevo en Código Binario.
  - Acceso al canal. La cual cumple con las funciones siguientes:
    - Introduce la señal física en el canal del nodo transmisor y recibe la señal en el nodo receptor.
    - Realiza la escucha de la portadora en los nodos transmisor y receptor (para saber si el medio esta ocupado).
    - Detecta colisiones en el medio en el nodo transmisor (de esta manera se avisa que dos señales se están interfiriendo entre ellas).

Ethernet se ha convertido en la tecnología de redes mas usada de la actualidad, esto se debe a su bajo costo y a su fácil implementación. La mayoría de los equipos de infraestructura de redes que se venden hoy en día soportan las especificaciones de esta tecnología.

Para el protocolo ATA over Ethernet no es necesario contar con equipo de red especial para su implementación, esto se debe a que el protocolo AoE especifica una trama que no es mas que una variante de la trama Ethernet y forma parte de las especificaciones de la tecnología de red Ethernet. En la sección 1.4.1.3 de este documento se describe como funciona el protocolo AoE y el formato de la trama que este protocolo utiliza.

#### 1.4.1.3 ATA over Ethernet (AoE).

AoE fue desarrollado y diseñado por *The Brantley Coile Company*, para acceder a dispositivos de almacenamiento bajo el estándar ATA utilizando redes convencionales basadas en las especificaciones del estándar Ethernet.

AoE es un protocolo basado en estándares abiertos que le permite a cualquier equipo de cómputo conectado a una Red de Computadoras, que utilicen las especificaciones de Ethernet, el acceso a los dispositivos de disco duro de un equipo que se encuentre en la misma red a nivel Capa 2 del Modelo OSI, la principal función de dicho equipo es ser el proveedor de los dispositivos de almacenamiento secundario (discos duros ATA), este equipo es llamado Servidor AoE.



AoE funciona solamente bajo las especificaciones de las redes Ethernet y no requiere de los protocolos de otras capas del Modelo OSI, esto convierte al protocolo AoE en un protocolo que no trabaja de manera idéntica que las redes convencionales de datos como en el caso de Internet o bien redes que utilizan el mismo protocolo (TCP/IP), esto le proporciona al protocolo AoE un nivel de seguridad mayor si es que se quiere hacer una Red de Área de Almacenamiento (SAN por sus siglas en inglés) implementando dicho protocolo.

Es importante mencionar que el protocolo AoE no es un protocolo basado en conexión, por lo que cada mensaje que se le envía al servidor AoE es único e irrepetible.

La Figura 1.5 pretende mostrar la ubicación, a nivel redes, del protocolo AoE comparado con las capas del Modelo OSI el cual es utilizado como referencia para el funcionamiento de las Redes de Computadoras actuales:

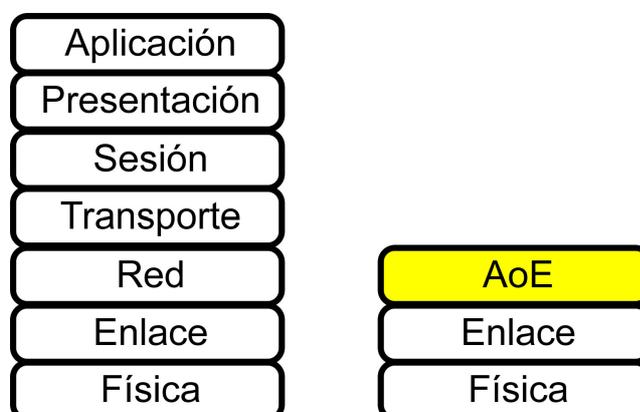


Figura 1.5. Ubicación del Protocolo AoE en el Modelo OSI

El protocolo está basado en el esquema de Cliente-Servidor ya que consiste en el envío de mensajes haciendo solicitudes a un equipo proveedor de discos ATA o servidor AoE, el cual se encarga de responder los mensajes al equipo que le envió la solicitud o cliente AoE.

El formato de los mensajes que se envían lleva un *encabezado de la trama* o bien una primera parte de la trama y dependiendo del código de comando que se especifica en este segmento de la trama puede contener un mensaje de dos tipos:

- Mensajes ATA.
- Mensajes Config/Query.

El encabezado de la trama, además de definir el mensaje que se estará enviando también provee la información suficiente para enviar los mensajes entre el equipo cliente AoE y el equipo servidor AoE. Este encabezado de la trama es igual no importando que el mensaje sea una petición al servidor AoE o una respuesta del servidor AoE, esta primera parte de la trama cumple con 4 funciones específicas, las cuales se listan a continuación:

1. Proporciona la información que permite relacionar las respuestas y las peticiones.
2. Proporciona el mecanismo para descubrir la dirección Ethernet de un servidor AoE y de esta forma distinguir un servidor AoE de otros que se puedan encontrar en el mismo lugar físico.



3. Identifica los mensajes de respuesta y los de peticiones.
4. Contiene información de los errores que se hayan presentado en la transferencia de mensajes.

El formato del encabezado de la trama es el siguiente:

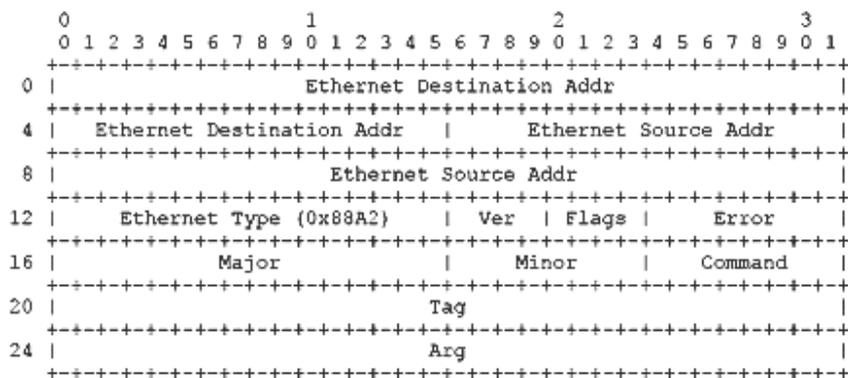


Figura 1.6. Encabezado de la trama EtherType AoE

El campo *Arg* del *Encabezado de la trama* contiene el mensaje que se va a enviar, el formato que va a contener dicho campo es diferente para cada uno de los mensajes que se quieran transmitir entre el Servidor AoE y el Cliente AoE o viceversa, como ya se menciono existen 2 tipos de mensajes (el Mensaje ATA y el Mensaje Config/Query).

Un Mensaje ATA es utilizado cuando se realizan las peticiones de Lectura/Escritura entre el Cliente AoE y el Servidor AoE, estos mensajes pueden ser generados por el Cliente AoE o por el Servidor AoE y esto dependerá del tipo de operación que se este llevando a cavo dentro de la petición. Cuando se envía un Mensaje ATA el formato dentro del campo *Arg* es el siguiente:

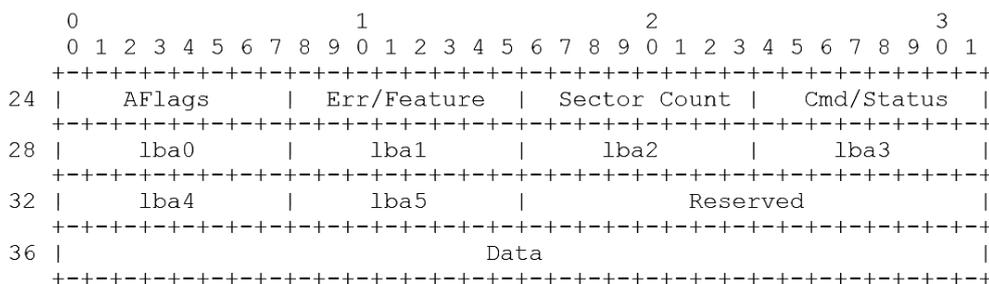


Figura 1.7. Mensaje ATA de la trama EtherType AoE

El Servidor AoE cuenta con una memoria interna, la cual no tiene un significado importante para el Servidor AoE, dicha memoria puede ser configurada por los Clientes AoE, ya que en ella se almacenan configuraciones que definirán el comportamiento de los Clientes AoE con el Servidor AoE. Para configurar o consultar el contenido de la memoria en el Servidor AoE se utiliza el Mensaje Config/Query. Cuando se envía un Mensaje Config/Query, el formato del campo *Arg* es el siguiente:

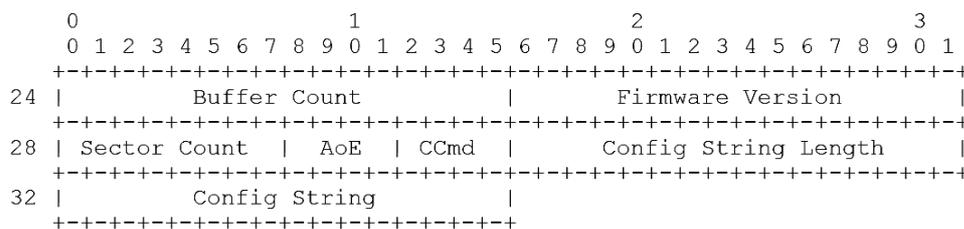


Figura 1.8. Mensaje Config/Query de la trama EtherType AoE

Para más información a cerca del significado de cada uno de los campos dentro de la trama del protocolo AoE consulte la sección *Descripción del Protocolo AoE* ubicada en el ANEXO de este documento.

Con lo anterior, se a definido como funciona el protocolo AoE a traves de la red, el protocolo AoE permite hacer uso de los discos ATA que están en un equipo de computo llamado servidor AoE el cual debe de estar conectado a una Red de Área Local, por lo que los equipos de computo que quieran hacer uso de los discos en el servidor AoE tienen que encontrarse físicamente en la misma red (conectados al mismo *switch* o concentrador) o bien conectados directamente a traves de un cable de red al servidor AoE.

Hasta ahora se ha definido como se lleva a cabo la transmisión de peticiones de escritura, lectura y procesos adicionales para la conectividad Cliente-Servidor del protocolo AoE. Lo que a continuación se definirá es la parte del Cliente AoE, antes de esto es importante mencionar que para que cualquier equipo funcione como servidor AoE requiere de una herramienta adicional al modulo del kernel AoE, dicha herramienta es la que va a permitir exportar los dispositivos de almacenamiento ATA que se encuentran en el servidor AoE, esta herramienta tiene el nombre de *vblade*, esta herramienta solo va a ser mencionada en este documento debido a que para la implementación de la propuesta que se va a describir en este documento se utilizaran los equipos servidores AoE llamados *EtherDrive® Storage Appliance* que ya cuentan con las herramientas necesarias para que funcionen como servidor AoE, además de que estos equipos ya fueron adquiridos por el Departamento de Administración de Servidores de la DTD.

El comportamiento del protocolo AoE en los equipos clientes o bien los equipos que van a utilizar los dispositivos de disco duro ATA proveídos por el servidor AoE, deben contar con un Sistema Operativo instalado, los Sistemas Operativos que ya tienen soporte para el protocolo AoE son:

- o GNU/Linux.
- o FreeBSD.
- o Solaris.
- o MacOS X.
- o Windows.

En este documento se mencionará más a detalle el funcionamiento del protocolo AoE en los Sistemas Operativos GNU/Linux ya que es el Sistema Operativo base para la implementación de la propuesta, pero es importante mencionar que los controladores están mejor desarrollados en Sistemas Operativos GNU/Linux y Sistemas Operativos BSD, esto no quiere decir que en el resto de los Sistemas Operativos que se mencionaron arriba no funcionen de manera correcta.



AoE está incluido en todos los Sistemas Operativos GNU/Linux que tengan una versión de kernel 2.6.11 y posteriores, en el Sistema Operativo GNU/Linux funciona de forma nativa sin necesidad de software adicional, la Figura 1.9 muestra la ubicación del módulo AoE dentro del kernel GNU/Linux.

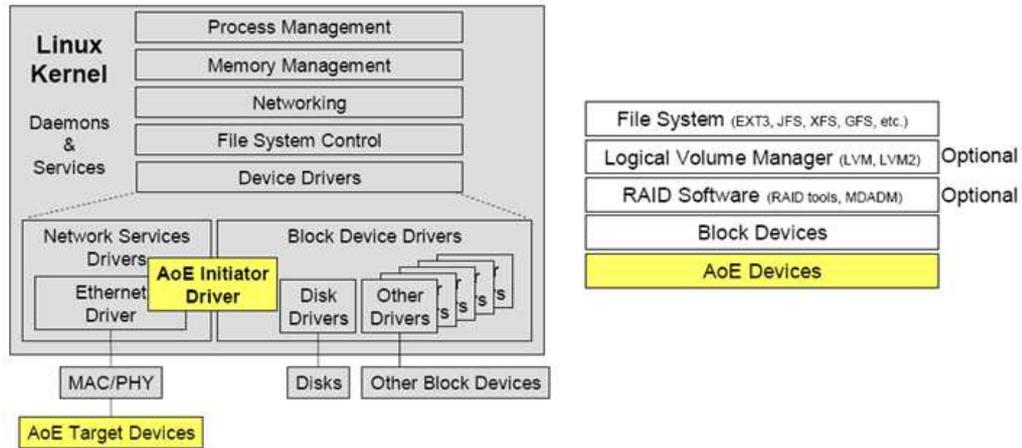


Figura 1.9. Ubicación del Módulo AoE en el Kernel GNU/Linux

La forma en que los clientes AoE acceden a los recursos proporcionados a través del protocolo AoE es usando los archivos de bloque que se encuentran bajo el directorio `/dev/etherd` en el sistema de archivos del Sistema Operativo (para una mejor comprensión acerca de archivos y sistema de archivos, consulte el subtema 1.4.2.1 de este documento). Los nombres de los archivos que se encuentran bajo el directorio `/dev/etherd` especifican la dirección `Major` (la dirección de algún servidor AoE) y la dirección `Minor` (una dirección en el servidor AoE) en el servidor AoE, por ejemplo: si la dirección `Major` del servidor AoE es 1 y la dirección `Minor` en el servidor AoE es 3 el archivo de bloque en el cliente AoE que hace se refiere a ese dispositivo de almacenamiento es el archivo `/dev/etherd/e1.3`, y la partición 5 de ese dispositivo de almacenamiento sería el archivo `/dev/etherd/e1.3p5` en el caso de que se hayan realizado particiones en el dispositivo de almacenamiento.

Como se pudo observar con el ejemplo anteriormente citado, los dispositivos de almacenamiento que provee el servidor AoE aparecen como cualquier otro dispositivo de bloque en el cliente AoE, esto permite que sean tratados igual que cualquier otro dispositivo de bloque en el cliente AoE, es por ello que se pueden utilizar con cualquier herramienta de administración de discos como LVM (Logical Volume Manager) o RAID (Redundant Array of Independent Disks) y darles un formato con cualquier Sistema de Archivos, mientras el Sistema Operativo cuente con las herramientas para hacerlo o lo pueda soportar.

Existen una serie de herramientas que solo pueden ser utilizadas por los clientes AoE y que permiten realizar la configuración de los discos exportados por el servidor AoE directamente en el cliente AoE, estas herramientas tienen el nombre de *Aoetools*. La instalación y la descripción de las *Aoetools* serán revisadas en el Capítulo 3 de este documento.

Lo que se describió y definió en esta parte de la propuesta fue el protocolo AoE y como se visualiza en los equipos clientes, así como las posibilidades de uso de los recursos de almacenamiento que proporciona el Servidor AoE. Con lo anterior ya se tiene el conocimiento



de lo que se necesita para la implementación de una SAN con el protocolo AoE y con ello poder hacer las consideraciones pertinentes para poder implementar una solución de SAN utilizando el protocolo AoE.

#### 1.4.2 Servidores que utilicen el GFS.

##### 1.4.2.1 Sistema de Archivos (File System).

El propósito de este documento no es describir el como funciona la gestión de los archivos de manera interna en el dispositivo de almacenamiento secundario o bien profundizar en el tema de gestión de archivos, tampoco explicarlo de esa manera en cada uno de los Sistemas Operativos que se pueden llegar a mencionar en este documento, ya que ese tema bien podría ser objeto de otro caso de estudio. Por lo anterior solo se describirá de una manera breve y general lo que es un archivo, sus atributos y como se administran en los Sistemas Operativos mas actuales poniendo mayor énfasis en los Sistemas Operativos tipo UNIX (principalmente en GNU/Linux) ya que es el Sistema Operativo base para la implementación de esta propuesta, esto tiene como finalidad poder entender cual es la función del *sistema de archivos*, en que parte del Sistema Operativo se encuentra soportado y en que parte del dispositivo de almacenamiento se encuentra, sin llegar a un detalle muy técnico y específico.

En el área informática, un *archivo* es la unidad lógica que bajo un nombre almacena un conjunto de caracteres o bytes que pueden ser manipulados (copiados, borrados, leídos, etc.) y que suelen ser almacenados de manera física y permanente en dispositivos de almacenamiento secundario como los discos duros, unidades magnéticas, discos ópticos, etcétera. Los tipos de archivos pueden ser varios esto depende de cómo los maneje el Sistema Operativo en el que se este trabajando, es por ello que aquí agruparán en dos grandes bloques:

- Archivos ASCII. Suelen ser archivos que almacenan texto que puede ser editado e impreso de manera directa y que su contenido es entendible para los usuarios.
- Archivos binarios. Suelen ser archivos que almacenan objetos y datos no textuales, para los usuarios suele ser un contenido incomprensible, pero realmente contienen una estructura que solo es entendida por el sistema en el que se esta trabajando.

En el Sistema Operativo UNIX existen archivos muy particulares del sistema que se denominan Archivos Especiales, los cuales se dividen de la siguiente manera:

- Archivos especiales de caracteres. Los cuales son utilizados para modelar los dispositivos de Entrada/Salida (E/S) de un equipo de cómputo, estos dispositivos pueden ser: terminales, impresoras y redes.
- Archivos especiales de bloque. Son utilizados para modelar los dispositivos de almacenamiento (por lo general discos duros) de un equipo de cómputo.

En los Sistemas Operativos cada archivo tiene características propias las cuales son llamadas atributos, los atributos varían de un Sistema Operativo a otro pero de manera habitual los atributos llegan a ser los siguientes:

- Nombre. Es un atributo que es definido por el usuario del Sistema Operativo y es el identificador del archivo comprensible para el usuario.
- Identificador. Es un atributo que es definido por el Sistema Operativo y es único en todo el sistema, suele ser un número y es la manera en que el sistema va a poder identificar al archivo.



- Tipo de archivo. Atributo que le indica al Sistema Operativo en un ámbito interno que clase de archivo es, para que de esa forma sea tratado al momento de que el usuario lo manipula.
- Mapa del archivo. Atributo que proporciona información al Sistema Operativo de la ubicación física de los caracteres que contiene el archivo.
- Permisos. Es el atributo en el que se define el control de acceso al archivo, tanto para el usuario dueño del archivo (normalmente el usuario que creo el archivo) y el resto de los usuarios del sistema.
- Tamaño del archivo. Es el atributo en el que se muestra el tamaño físico que ocupa el archivo en el dispositivo de almacenamiento, bajo este atributo también se puede fijar un límite máximo para el tamaño del archivo.
- Información temporal. Atributo que se mantiene de manera temporal, por lo que constantemente va cambiando y muestra información a cerca de fechas de creación, modificación, último acceso, etc. que se hayan realizado en el archivo.

El Sistema de Operativo proporciona una estructura genérica para darle soporte a cada tipo de archivo mencionado anteriormente, esta estructura le permite al Sistema Operativo proteger los archivos y explotar los dispositivos de almacenamiento secundario y el sistema de E/S de manera más eficiente, esta estructura incluye todos los atributos de los archivos que ya fueron mencionados. A continuación se muestra, de manera grafica, en los Sistemas Operativos más populares de los últimos tiempos (UNIX, MS-DOS y Windows NT), como es esta estructura genérica que se encarga de describir a cada archivo:

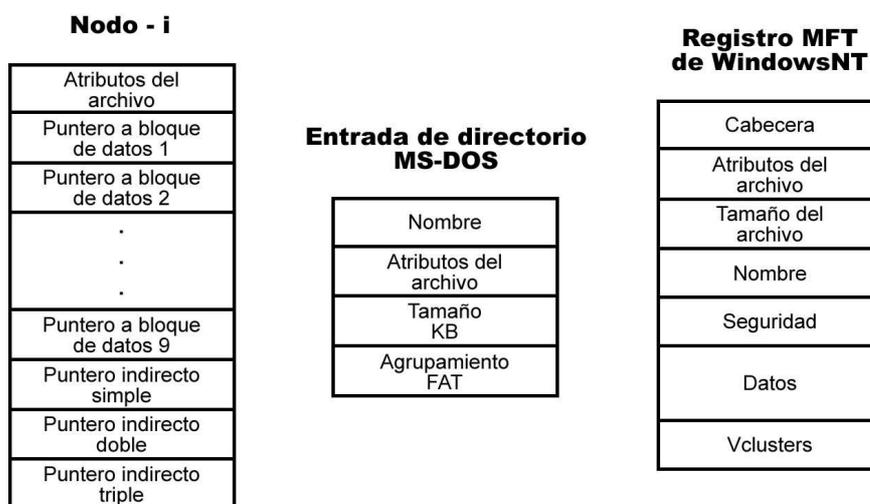


Figura 1.10. Descriptores de los Archivos

*Nodo – i.* Como se puede observar en la Figura 1.10, la estructura del nodo-i (también conocido como nodo índice) contiene todos los atributos que identifican al archivo de manera particular, sumado a esto contiene un mapa físico del archivo, en el que se encuentran las direcciones físicas que ocupa el archivo en el dispositivo de almacenamiento secundario, usando este mapa se puede tener acceso a cualquiera de los bloques que se encuentran en el disco y de los cuales esta formado el archivo. Lo que realmente pasa cuando nosotros hacemos uso de un archivo es que el nodo-i es trasladado del dispositivo de almacenamiento secundario a la memoria principal del equipo de cómputo. Los punteros o también llamados bloques indirectos, son utilizados cuando el tamaño del archivo es muy grande y no es suficiente con el uso de los punteros de bloque de datos. Esta estructura es la utilizada por los Sistemas Operativos tipo UNIX. En la Figura 1.11 se muestra el arbol de meta datos que



utiliza el equipo de cómputo cuando un usuario quiere hacer uso de un archivo, algunos conceptos que se presentan en la grafica no han sido definidos, pero los más importantes serán explicados mas adelante en esta sección del documento:

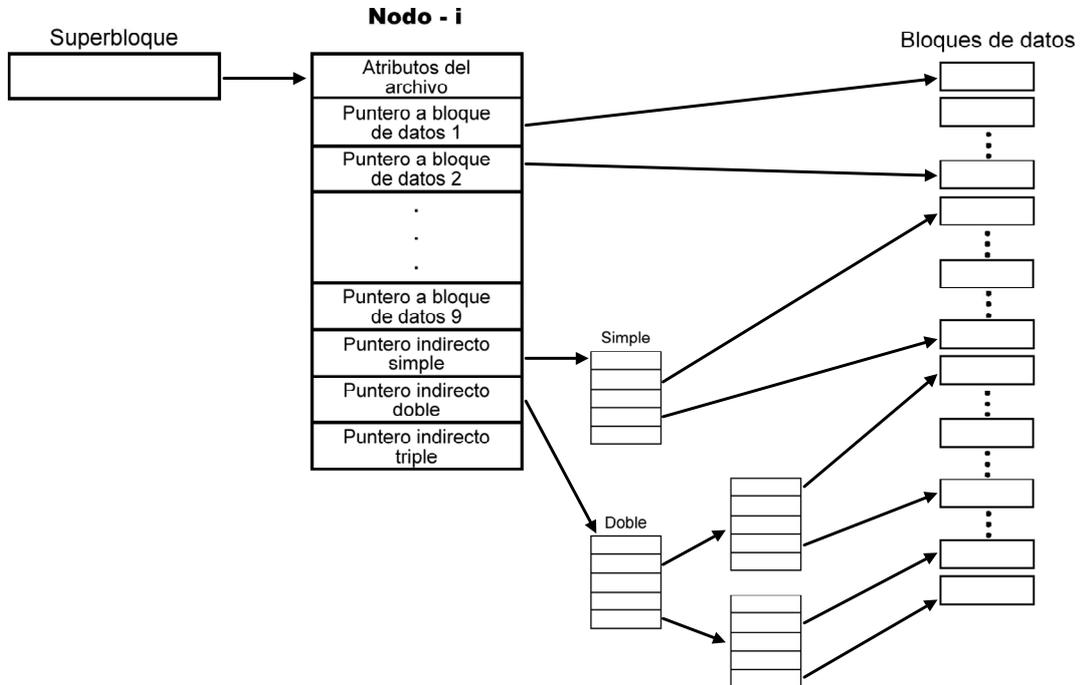


Figura 1.11. Nodo-i en el Disco Duro

**Registro MFT.** La estructura ilustrada en la imagen anterior tiene un tamaño de 1.5KB para los "Datos" del archivo, por lo que si el archivo requiere de mayor espacio hace uso de los punteros de bloques de datos (también conocidos como Vclusters), los cuales incluyen a su vez datos y punteros a otros grupos de bloques del dispositivo de almacenamiento. Cuando uno como usuario hace uso de un archivo, el registro MFT es llevado del disco a la memoria principal, cuando el archivo llega a ser muy grande, es necesario usar el campo Vclusters para mandar llamar a los demás punteros que hacen referencia a los bloques de disco, los cuales forman parte del archivo, y de esa forma poder completar el archivo en su totalidad y hacer uso del archivo. Esta estructura es utilizada por los Sistemas Operativos basados en Windows NT, por lo que es implementada en las versiones de Windows actuales.

**MS-DOS.** Esta estructura es más sencilla debido a que no utiliza información de protección y solo contiene los atributos mínimos que permiten ocultar el archivo o ponerlo en modo de solo lectura, así como atributos básicos que se ilustran en la imagen anterior. Su tamaño esta especificado en KB y en el campo de "Agrupamiento FAT" se especifica la posición del inicio del archivo en la tabla FAT (File Allocation Table), que es la que contiene el mapa de la dirección física en el dispositivo de almacenamiento del archivo. Esta estructura era la utilizada por el Sistema Operativo MS-DOS de Microsoft, así como por las versiones de Windows que utilizaban el Sistema de Archivos FAT16 y FAT32.

En muchos Sistemas Operativos los directorios son catalogados como archivos de sistema que llevan una lista de nombres de archivos, esto con la finalidad de tener una estructura razonable que nos permita identificar, a los usuarios y al sistema, todos los demás archivos que se encuentren almacenados en los dispositivos. Esto se realiza utilizando una jerarquía



general (también llamada árbol de directorios), en el que cada usuario del sistema va a poder tener tantos directorios o subdirectorios como los necesite y de esta forma tenerlos organizados. Esta forma de organizar los archivos también es utilizada por el Sistema Operativo, esto se debe a que el Sistema de Archivos puede llegar a ser muy grande (ya que depende de la cantidad de archivos que se tengan en los dispositivos de almacenamiento) y organizándolo de esta manera la forma de acceder a un archivo tiene mayor facilidad. A continuación se ilustra un árbol de directorios básico:

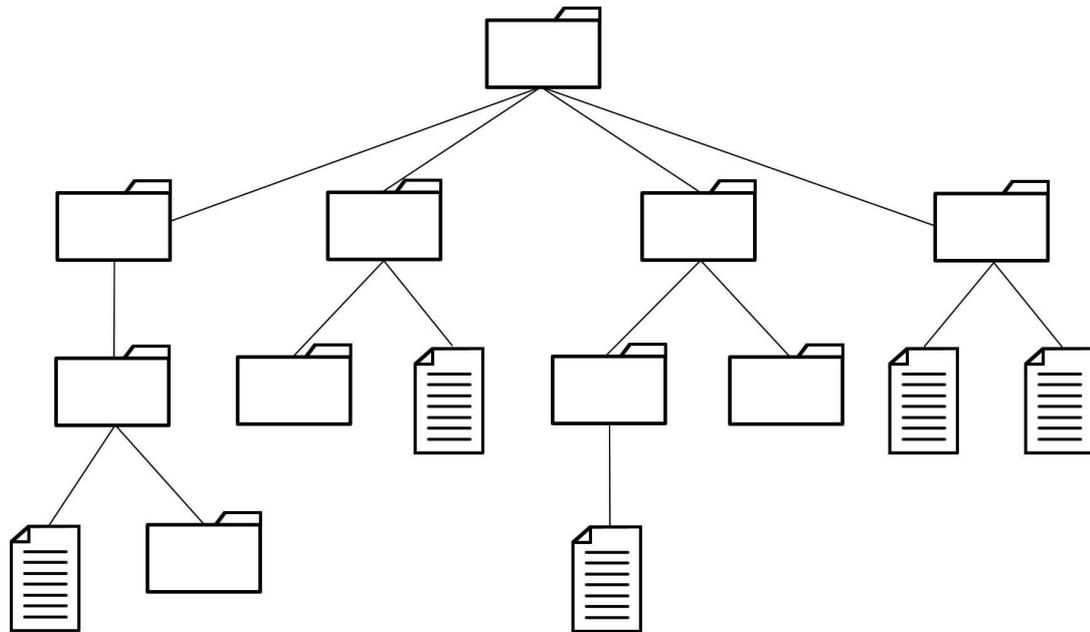


Figura 1.12. Estructura arborescente o jerárquica de directorios y archivos

El sistema de archivos es una parte soportada por el núcleo (en los sistemas UNIX lleva el nombre de *kernel*) del Sistema Operativo, específicamente en el Sistema Operativo GNU/Linux el encargado de esta tarea es el VFS (Virtual Filesystem, también conocido como Virtual Filesystem Switch), la cual es una capa de software implementada en el kernel de GNU/Linux que se encarga de crear un sistema de archivos UNIX estándar capaz de soportar y gestionar todas las llamadas que se hacen al sistema que se encuentran relacionadas con la manipulación de los sistemas de archivos contenidos en los dispositivos de almacenamiento que tiene el equipo de cómputo, esta capa del kernel permite que el Sistema Operativo soporte una gran variedad de Sistemas de Archivos tales como NTFS, FAT32, EXT3, EXT2, entre otros que bien podrían no ser nativos para el sistema operativo GNU/Linux.

El sistema de archivos se encarga de administrar los archivos que se encuentran almacenados en los dispositivos de almacenamiento secundario (discos, discos compactos, memorias tipo flash, cintas, etc.). También se encarga de conservar la integridad de los datos que están contenidos en los archivos y es el encargado directo de la manipulación de los atributos que tienen los archivos.

Los sistemas de archivos son creados dentro de las unidades de almacenamiento secundario o dentro de alguna partición de un disco duro. Al crear un sistema de archivos se está formando una entidad lógica dentro de la unidad de almacenamiento secundario, la estructura de esta entidad depende del tipo de Sistema Operativo en el que se está creando,



hay que tomar en cuenta que no todos los Sistemas Archivos son soportados por todos los Sistemas Operativos debido a que este depende de cómo haya sido construido el núcleo del Sistema Operativo. A continuación, se muestra una estructura genérica de cómo queda formada la entidad lógica de los sistemas de archivos dentro de los primeros sectores de la unidad de almacenamiento secundario en los Sistemas Operativos Windows NT, MS-DOS y UNIX:

#### MS-DOS.

Boot	Dos copias de la FAT	Directorio raíz	Datos y directorios
------	----------------------	-----------------	---------------------

Formato de un Disco Duro en MS-DOS

#### Windows NT.

Boot	Super-bloque	Mapas de bits	Descriptorios físicos de archivos	Datos y directorios
------	--------------	---------------	-----------------------------------	---------------------

Formato de un Disco Duro en Windows NT

#### UNIX.

Boot	Super-bloque	Mapa de bits	Nodos-i	Datos y directorios
------	--------------	--------------	---------	---------------------

Formato de un Disco Duro en UNIX

En la entidad lógica de MS-DOS el diseño y funcionamiento es más sencillo debido a que toda la información para administrar el dispositivo de almacenamiento se encuentra contenido en la FAT.

Como se puede apreciar en las entidades lógicas de Windows NT y UNIX, mostradas arriba, cuentan con un *Superbloque* en el que se almacena la meta información encargada de describir toda la estructura del sistema de archivos, sus características, la ubicación de sus elementos y su ubicación física en el dispositivo de almacenamiento, así como información común para otros sistemas de archivos que pueda llegar a soportar el Sistema Operativo. El *Mapa de bits* contiene la información referente al espacio que se encuentra libre dentro del dispositivo de almacenamiento. De ahí en adelante la administración de los archivos depende de la estructura genérica que el Sistema Operativo utiliza para describir cada archivo contenido en el dispositivo de almacenamiento, como se menciono anteriormente en los Sistemas Operativos tipo UNIX se utiliza la tabla de *Nodos-i* y en el Sistema Operativo Windows NT se utiliza el Registro MFT (*Descriptorios físicos de archivos*).

A continuación se proporcionan unos ejemplos de los Sistemas de Archivos más populares hoy en día y algunas de sus características más significativas:

- Ext3. Sistema de archivos comúnmente utilizado para los Sistemas Operativos GNU/Linux, implementa un mecanismo de registro de diario, el cual permite reestablecer la información de los archivos en el caso de que por una transacción fallida se hayan perdido datos. El volumen bajo este sistema de archivos puede tener un tamaño máximo de 32TB.
- Ext4. Sistema de archivos anunciado en el 2006 por Andrew Morton, soporta volúmenes de hasta 1024PB y añade un soporte que permite reservar un área contigua para un archivo, lo cual permite reducir la fragmentación de los archivos en el dispositivo de almacenamiento secundario.



- NTFS. Sistema de archivos diseñado para el Sistema Operativo Windows NT y esta basado en el sistema de archivos HPFS el cual es utilizado en el Sistema Operativo OS/2. Incorpora un registro de transacciones, lo que le permite recuperarse de algunos errores automáticamente, optimización en su rendimiento, estabilidad, aprovechamiento del espacio en disco y características adicionales que le permiten el manejo mayor de seguridad, implementando para ello permisos y cifrado en los archivos. El tamaño máximo que puede tener un archivo esta limitado por el tamaño del volumen y se recomienda que este sea como máximo de un tamaño de 2TB
- FAT32. Sistema de archivos diseñado para el Sistema Operativo MS-DOS y esta limitado a un máximo de tamaño del volumen de 124GB. Es utilizado como sistema de intercambio de datos entre Sistemas Operativos distintos que coexisten en el mismo equipo de cómputo pero que no son iniciados de manera simultanea (también conocido como entorno multiarranque).
- GFS (Global File System). El *Sistema de Archivos Global* es abordado en el subtema 1.4.2.2 en este documento.

#### 1.4.2.2 Sistema de Archivos Global (Global File System).

GFS fue desarrollado en el año de 1997 en la Universidad de Minnesota y originalmente funcionaría en el Sistema Operativo IRIX. En el año de 1998 paso a ser parte de un proyecto mas de la comunidad Open Source, lo que genero que su funcionalidad estuviera basada en el Sistema Operativo GNU/Linux. Para el año 2001 el proyecto fue adquirido por la compañía Sistina Software y se convirtió en un producto comercial bajo una licencia no libre.

Debido a que el proyecto original de GFS pasó a ser una solución propietaria, un grupo de desarrolladores vieron nacer el proyecto *OpenGFS* usando como base la última versión libre del proyecto original del GFS. Para finales del 2003 la compañía Red Hat adquiere Sistina Software e integra al sistema de archivos GFS dentro de su línea de productos. Red Hat libera, bajo licencia GPL, la serie de herramientas que permiten que el sistema de archivos GFS funcione y en el mes de junio del 2004 invita a los desarrolladores del proyecto OpenGFS a que se integren a su equipo y de esa forma continuaran mejorando el proyecto del GFS.

En el año 2005 Ken Preslan, el encargado de la versión GFS original en Sistina Software así como de las versiones siguientes que desarrollo Red Hat, diseño y escribió GFS2 la cual es la descripción más actual del sistema de archivos GFS. GFS2 ya esta incluido, con algunas modificaciones, en el kernel 2.6.16 del Sistema Operativo GNU/Linux. La descripción del GFS2 no difiere mucho de la del GFS original, pero si agrega algunas mejoras en el momento de la implementación y funcionalidad del sistema de archivos. En este capitulo del documento se describirá de manera general el GFS y se mencionaran las cualidades de este sistema de archivos, con las mejoras que implementa el GFS2.

El Sistema de Archivos Global o *GFS* es un sistema de archivos distribuido, también nombrado sistema de archivos de cluster, que le permite a los miembros de un cluster de computadoras tener acceso simultaneo a dispositivos de bloque compartidos, esto puede realizarse utilizando soluciones de SAN o con otras técnicas como la del Global Network Block Device (GNBD) de Red Hat, en este documento se abordara únicamente el uso del GFS utilizando una SAN, esto se debe a que el uso de una SAN es parte de lo que se propone para el sistema de correo bajo el dominio *servidor.unam.mx* utilizando la tecnología AoE. En los nodos de un cluster que tienen implementado GFS, el sistema de archivos escribe y lee en los dispositivos de bloque tal y como si se tratara de un sistema de archivos



local, esto permite que los sistemas de archivos creados bajo GFS puedan ser utilizados para aplicaciones de red como NFS, servicios de HTTP, servicio de correo electrónico, etc.

GFS interviene directamente con el VFS del Sistema Operativo GNU/Linux. Debido a que el VFS es el encargado de leer los primeros sectores de un disco duro antes de que el Sistema Operativo pase a tomar el control de dicho dispositivo y con ello del sistema de archivos contenido en él. El superbloque del GFS es como cualquier otro de los sistemas de archivos nativos de los Sistemas Operativos tipo UNIX, lo que asegura que el VFS pueda tener el soporte para gestionar las llamadas del sistema operativo al sistema de archivos.

GFS se encarga de agrupar lógicamente a todos los dispositivos de almacenamiento para proveerles a los equipos clientes un espacio de almacenamiento único. Esta colección de dispositivos de almacenamiento que se encuentran compartidos a través de la red SAN, es llamada NSP (Network Storage Pool). El NSP puede estar agrupado por diferentes tipos de dispositivos de almacenamiento llamados *subpools*, los subpools pueden ser arreglos de discos creados a partir del equipo conectado a la red que los administra directamente o bien cualquier otro dispositivo de almacenamiento como discos duros, unidades de cinta, etc., pero que de alguna manera tienen una conexión a la red. En la Figura 1.13 que se presenta a continuación se ejemplifica lo anteriormente definido:

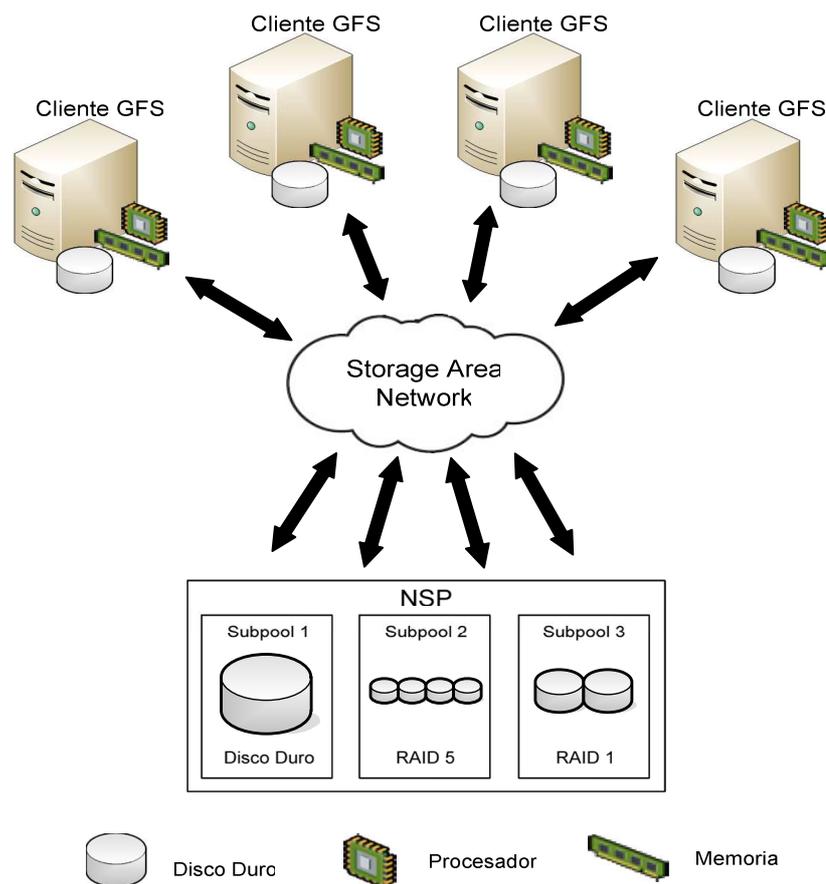
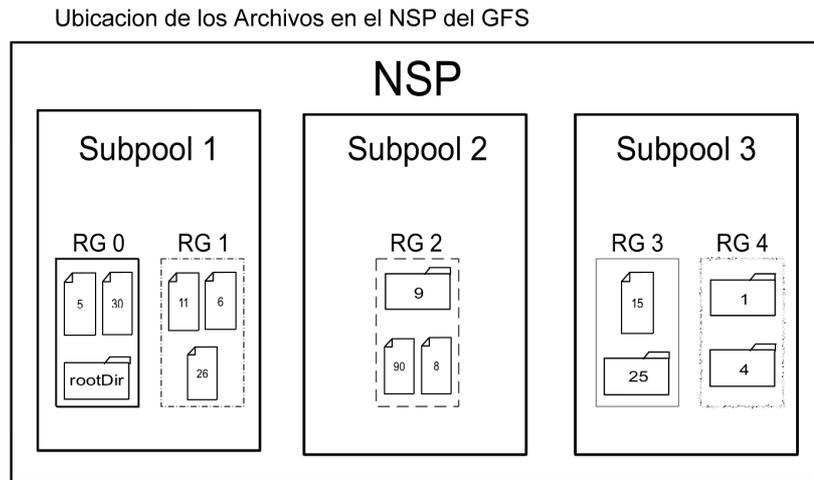


Figura 1.13. Descripción Gráfica del GFS

GFS organiza el sistema de archivos dentro de los llamados *Grupos de Recursos* (RG, por sus siglas en inglés). Los RG se encuentran distribuidos a través de todos los subpools del



NSP, un subpool del NSP puede contener varios RG. Los RG pueden verse como pequeños sistemas de archivos o pequeños trozos de todo el GFS. Los RG son transparentes para los clientes GFS, esto mientras el sistema de archivos GFS este trabajando bajo condiciones normales. En base la definición anterior, la estructura jerárquica (la cual contiene directorios y archivos) que conforma al GFS se encuentra distribuido dentro de los subpools del NSP, por lo que un solo archivo puede estar contenido dentro de uno, dos o n subpools del NSP ya que bajo este ejemplo el archivo estaría abarcando varios RG. A continuación se ilustra la distribución del GFS en el NSP:



Arbol de Directorios en el GFS

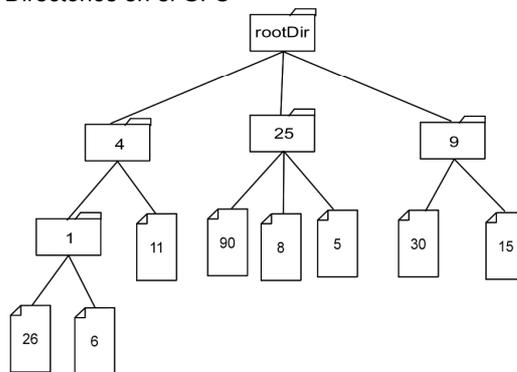


Figura 1.14. Distribución de los archivos en el GFS

La entidad lógica (para mas información a cerca de los componentes de la entidad lógica de un sistema de archivos UNIX vea la sección 1.4.2.1 de este documento) que se forma cuando un dispositivo de almacenamiento tiene el formato del GFS, se encuentra distribuida en todos los RG, esto con excepción del superbloque. El superbloque contiene los índices de cada RG (RGI, por sus siglas en ingles), los cuales describen la ubicación y los atributos de cada RG. El superbloque también contiene el número de clientes GFS y proporciona a los clientes la información a cerca de los permisos del GFS como sistema de archivos en el Sistema Operativo (permisos de montaje) y que dispositivos de NSP contienen al GFS.

GFS maneja los archivos de manera diferente a los sistemas de archivos que se utilizan de manera local, es por ello que la Figura 1.15 ilustra el árbol de meta datos y como se manejan los nodos-i en este sistema de archivos distribuido:

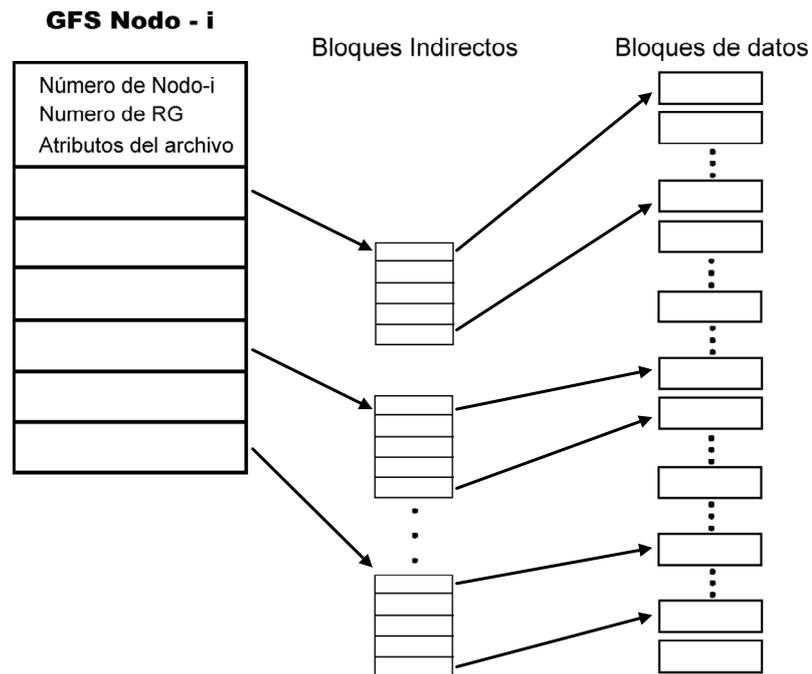


Figura 1.15. GFS Nodo-i en el Disco Duro

Como se puede observar el manejo de los nodos-i es muy similar al utilizado por los sistemas de archivos tradicionales de UNIX, sin embargo en el nodo-i de un archivo en GFS también se define el RG o los RG del archivo, esto para saber siempre en que subpool o subpools del NSP se encuentra el archivo.

Para coordinar las operaciones de Entrada/Salida (E/S) de todas los clientes GFS se utiliza un modulo de bloqueo (*lock module*, también conocido como *lock manager*), el cual permite mantener la integridad de los archivos que se encuentran bajo el GFS. En la descripción de GFS2 el lock manager es un administrador de bloqueo distribuido (DLM, por sus siglas en ingles). El DLM permite sincronizar el acceso a los recursos de almacenamiento compartido, por dicha razón debe estar implementado en todos los clientes GFS.

Existen características propias que aplican al momento de la implementación del GFS por lo que en el Capítulo 3 se explicaran conceptos propios para la implementación del Red Hat GFS el cual es la solución de GFS de la compañía Red Hat y que se propone implementar en el sistema de correo bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx*.

# CAPÍTULO 2

---

**DISEÑO.**



En el diseño de esta propuesta se toma en cuenta que los equipos a utilizar van a ser los mismos con los que actualmente trabaja el Departamento de Administración de Servidores de la DGSCA-DTD, pero es importante mencionar que en este documento se van a mencionar algunas recomendaciones para los equipos que intervienen en esta propuesta y las ventajas de las mismas de ser tomadas en cuenta para la implementación de esta propuesta. El diseño del sistema de correo bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx* que se tiene actualmente ya se explico en el Capitulo 1 de este documento, así como los servicios que cada uno de los equipos tiene instalados y sus funciones.

En esta sección del documento se atenderá el diseño a implementar bajo la propuesta, el diseño de esta propuesta solo se enfoca a los equipos que se encargan del almacenamiento y el envío de los correos (*servidor1*, *servidor2*, *servidor3* y *servidor4*). Este capitulo se desarrolla en base a los siguientes temas:

- Diseño de la propuesta en el sistema de correo bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx*.
- Diseño del sistema de correo bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx* con AoE y GFS implementados.

En cada uno de ellos se explica el nuevo diseño de red y de servicio de correo bajo el cual estaría el sistema de correo bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx* de implementarse la propuesta de este documento.

## **2.1 Diseño de la Propuesta en el Sistema de Correo Bajo el Nombre de Dominio *servidor.unam.mx***

Para poder explicar y entender mejor el diseño de esta propuesta es necesario que el tema se desarrolle abordando primeramente el *Diseño de la Red de Servidores AoE*, la cual es una SAN bajo el protocolo AoE, y posteriormente el *Diseño de la Red de los Clientes GFS*, los cuales serán los servidores de correo con los que el sistema de correo *servidor.unam.mx* trabaja actualmente.

### **2.1.1 Diseño de la red de servidores AoE.**

Como ya se menciona en este documento, los equipos que van a cumplir la función de servidores AoE o bien los equipos que van a proporcionar el almacenamiento en la SAN, son los de nombre *EtherDrive® Storage Appliance* proveídos por la compañía CORAID y que ya fueron adquiridos por el Departamento de Administración de Servidores, estos equipos van a proporcionar el almacenamiento de los correos electrónicos de los usuarios (en el caso de esta propuesta) o de los datos de los usuarios (en el caso de que los equipos *EtherDrive® Storage Appliance* también vayan a ser utilizados para otros servicios) y esta contemplado que se encuentren en una red aislada, en la que solo los servidores actuales puedan tener el acceso a los recursos que proporcionan los equipos *EtherDrive® Storage Appliance*. En esta propuesta solo se tiene contemplado el diseño de los servidores de correo electrónico con los equipos *EtherDrive® Storage Appliance*. Como ya se menciona, una de las finalidades de que se implemente esta propuesta es que las tecnologías que lleguen a utilizarse en este proyecto también puedan usarse en cualquier otro de los servicios que proporciona el Departamento de Administración de Servidores, es por esa razón que se propone que los servidores AoE se encuentren bajo la misma red a nivel Capa 2 del Modelo OSI para que posteriormente el crecimiento de la SAN, así como la de los servidores que hagan uso de ella no provoque una reestructuración en el diseño de la red. Entre los detalles importantes a tomar en cuenta para la implementación de esta SAN son:



- Su capacidad de crecimiento.
- Las capacidades de los equipos de red que formarán parte de su infraestructura.
- Que servicios pueden llegar, en un futuro, a hacer uso de los recursos que proporciona.

Si bien el Departamento de Administración de Servidores ya cuenta con la infraestructura de red para la implementación de esta SAN, es necesario realizar ajustes en el diseño de la red actual, en dichos ajustes se deben de tomar en cuenta los puntos mencionados anteriormente.

La finalidad de este documento no es detallar el diseño o el rediseño de la red actual para la implementación de la SAN, eso se debe a que ese tema no es parte de esta propuesta, es por ello que este documento se limita a definir el diseño de red entre la SAN y los servidores de correo electrónico, lo que es importante rescatar de esta propuesta es que el diseño de red entre la SAN y los servidores de correo electrónico bien podría servir para el uso de la SAN con otros servicios y tomar este diseño como una buena base para la implementación de toda la SAN ya que el diseño de red entre la SAN y los servidores de correo electrónico que se propone en este documento esta pensado para darle un mejor rendimiento en el trafico de red que se genera entre los servidores de correo electrónico y la SAN.

Actualmente el Departamento de Administración de Servidores cuenta con dos equipos *EtherDrive® Storage Appliance* los cuales tienen las siguientes características:

<b>Nombre del equipo</b>	<b>Características Físicas</b>
Shelf 1	<ul style="list-style-type: none"><li>- 15 discos con capacidad de 1TB.</li><li>- 2 interfaces Ethernet con velocidad máxima de 1Gbps.</li><li>- 3 fuentes de poder.</li><li>- 2 ventiladores.</li></ul>
Shelf 2	<ul style="list-style-type: none"><li>- 11 discos con capacidad de 1TB.</li><li>- 2 interfaces Ethernet con velocidad máxima de 1Gbps.</li><li>- 3 fuentes de poder.</li><li>- 2 ventiladores.</li></ul>

Cuadro 2.1. Características de los Servidores AoE

En la sección de implementación se darán los detalles a cerca de la asignación de nombre del equipo *EtherDrive® Storage Appliance* y como se realiza la asignación de sus recursos a los servidores de correo electrónico. A continuación se presenta una imagen en la que se muestra la propuesta del diseño físico de implementación de la red de servidores AoE:

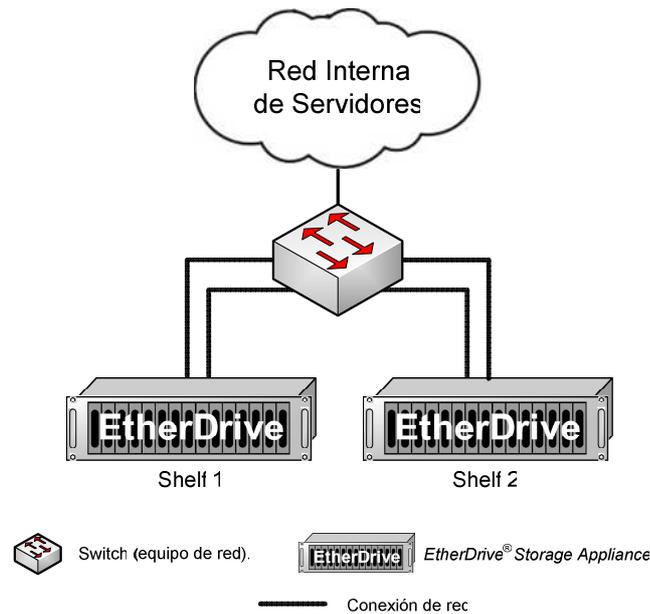


Figura 2.1. Diseño físico de la Red de Servidores AoE

Como se puede observar en el diseño de la SAN (Figura 2.1), los servidores AoE (los equipos *EtherDrive® Storage Appliance*) se encuentran colocados de manera que cualquier servidor que se encuentre conectado al mismo switch que los servidores AoE va a poder hacer uso de los recursos de la SAN, en la sección 2.2 de este documento se proporciona el diseño completo de los servidores de correo electrónico y los equipos *EtherDrive® Storage Appliance* (la SAN).

Se propone este diseño debido a que con el se presentan algunas ventajas que bien valen la pena que se mencionen:

- Mejor administración del crecimiento de la SAN, debido a que todos sus recursos se encuentran bajo un solo segmento físico de red.
- El diseño permite que los equipos de cómputo que proporcionan otros servicios puedan hacer uso de los recursos de la SAN.
- Con este diseño se obtiene en la SAN un esquema importante de seguridad ya que el tráfico de datos entre los equipos que proporcionan servicios y los servidores AoE se encontraría aislado del tráfico de cualquier equipo ajeno a los servicios que proporcionan los equipos administrados por el Departamento de Administración de Servidores, o en el peor de los casos equipos que por conocimiento o desconocimiento lleguen a sustraer información confidencial almacenada en la SAN.

### 2.1.2 Diseño de la red de clientes GFS.

Con anterioridad ya se menciona que el GFS funciona a través de clientes, estos son llamados Clientes GFS, esto se debe a que es un sistema de archivos distribuido orientado a servicios con una solución en cluster implementada. El sistema de correo electrónico bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx* tiene una solución en cluster con la que atiende dicho servicio, es por ello que cada uno de los servidores que envían o reciben correo bajo dicho nombre de dominio necesita ser un cliente GFS.



Anteriormente en este documento se detallaron las herramientas que tienen instaladas los servidores que se encargan del correo electrónico, así como las funciones que desempeñan cada una de ellas.

Como parte de este diseño es necesario abordar las características de los dispositivos de red con los que cuentan los equipos de cómputo que funcionan como servidores de correo electrónico, en la sección 1.1.2 se mencionó de manera general las características físicas y lógicas de cada equipo, en esta parte de este documento se mencionara la manera en que se interconectara la red de cada equipo de computo (Cliente GFS) del sistema de correo electrónico a la SAN.

La instalación de cada cliente GFS se vera en el capítulo de Implementación de este documento, por lo que lo único a considerar en esta sección es el diseño de red que deberán de tener los clientes GFS que a su vez son los servidores responsables del servicio de correo electrónico. A continuación se ilustra el diseño de la red de Clientes GFS:

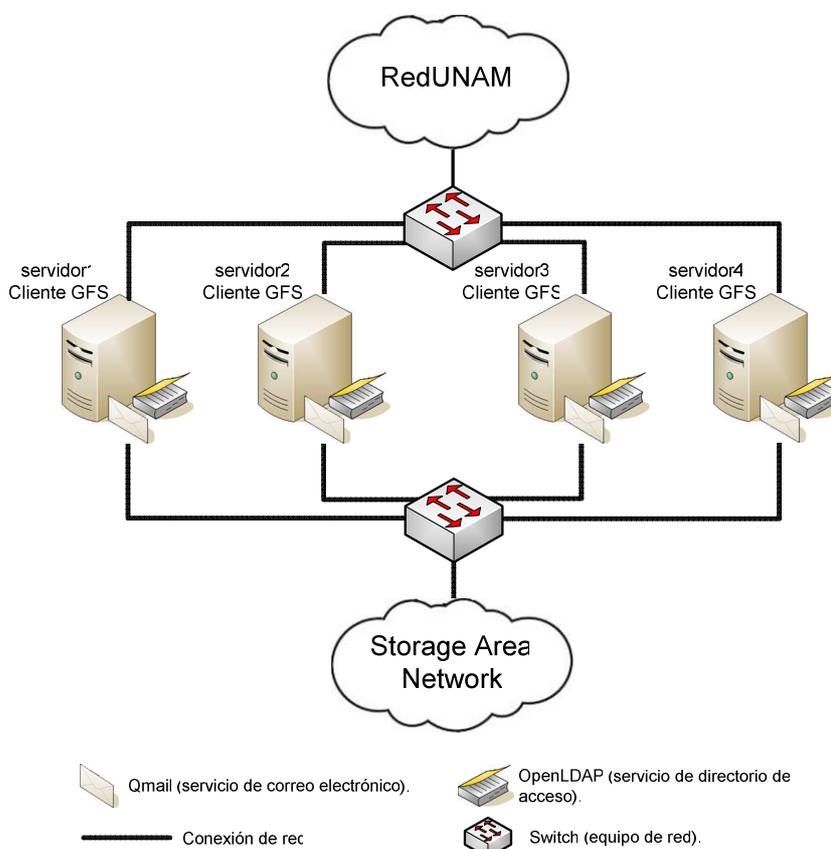


Figura 2.2. Diseño Físico y Lógico de los Clientes GFS

Como se puede observar el dispositivo de almacenamiento (disco duro) ya no se encuentra ilustrado en el cada uno de los servidores Clientes GFS, esto se debe a que el dispositivo de almacenamiento local ya no va a intervenir en el sistema de correo electrónico, esto no implica que el equipo de computo ya no vaya a hacer uso de ese componente de hardware para uso local del sistema de computo.



En los clientes GFS se seguirá utilizando el servidor de correo electrónico Qmail y el directorio de acceso OpenLDAP ya que son parte esencial del sistema de correo electrónico que se encuentra implementado actualmente, en esta parte de la propuesta la mejoría es la de centralizar los correos electrónicos de los usuarios en una SAN, lo que le permitirá al Departamento de Administración de Servidores:

- Incrementar las bandejas de correo electrónico de los usuarios de forma más flexible y dinámica.
- Una mejor administración de los recursos de almacenamiento para el sistema de correo electrónico.
- Disponibilidad de los correos electrónicos de los usuarios, debido a que si bajo esta propuesta alguno de los servidores encargados del correo electrónico falla, bastaría con modificar el directorio de acceso para que los usuarios que estaban siendo atendidos bajo el servidor que se encuentra en estado de falla sean atendidos por algún otro de los servidores que se encuentre en estado óptimo para operar.

## **2.2 Diseño del Sistema de Correo Bajo el Nombre de Dominio *servidor.unam.mx* con AoE y GFS Implementados.**

Hasta ahora ya se ha definido e ilustrado el diseño de ambas redes con las tecnologías que se proponen en este documento, también se han mencionado una serie de ventajas que permitirán un mejor aprovechamiento del funcionamiento de las tecnologías AoE y GFS en el sistema de correo electrónico. En este subtema del documento se mostrará el diseño de red de toda la propuesta, el propósito de esto es poder ver el panorama completo de la propuesta y también dar una serie de recomendaciones de las características más importantes a tomar en cuenta en el equipo de red que forme parte de la infraestructura del sistema de correo, solo para tomarlo como referencia en el caso de que se quiera realizar un rediseño de red.

Entre algunas de las características del equipo de red que vaya a formar parte de la infraestructura entre la SAN y los clientes GFS son:

- Puertos que soporten una velocidad mínima de Fast Ethernet (100Mbps). Mientras el equipo de red soporte el estándar Ethernet a alta velocidad la velocidad de la SAN tendrá un rendimiento aceptable para el tráfico de los datos entre los Clientes GFS y los Servidores AoE.
- Soporte para el estándar 802.1Q (VLAN) de la IEEE. Esta característica le brindará a la SAN un nivel de seguridad mayor ya que en base a ella se puede aislar el tráfico entre los Servidores AoE que estén almacenando los datos de un servicio con los de algún otro, en el caso de que se llegue a utilizar la SAN para otros servicios además del de correo.
- Soporte de SNMP para la administración del equipo. Si bien esta herramienta no es importante para la operación de la SAN, podría ser de gran utilidad para el Departamento de Administración de Servidores, ya que podrían evaluar el rendimiento del equipo.

Las recomendaciones anteriormente citadas son únicamente herramientas que bien podrían ser descartadas ya que el Departamento de Administración de Servidores cuenta con equipo propio de red, pero es importante tenerlas en cuenta ya que proporcionan funcionalidad extra a la SAN, además de que dichas herramientas actualmente se encuentran soportadas por muchos de los equipos de red de diferentes marcas.



A continuación se presenta el diseño completo de la red para el sistema de correo electrónico que se propone en este documento, el diseño físico que se presenta compone a los equipos de red, los Servidores AoE y los Clientes GFS (que a su vez también son Clientes AoE), lo que en su totalidad representa el nuevo esquema del sistema de correo electrónico que se propone en este documento:

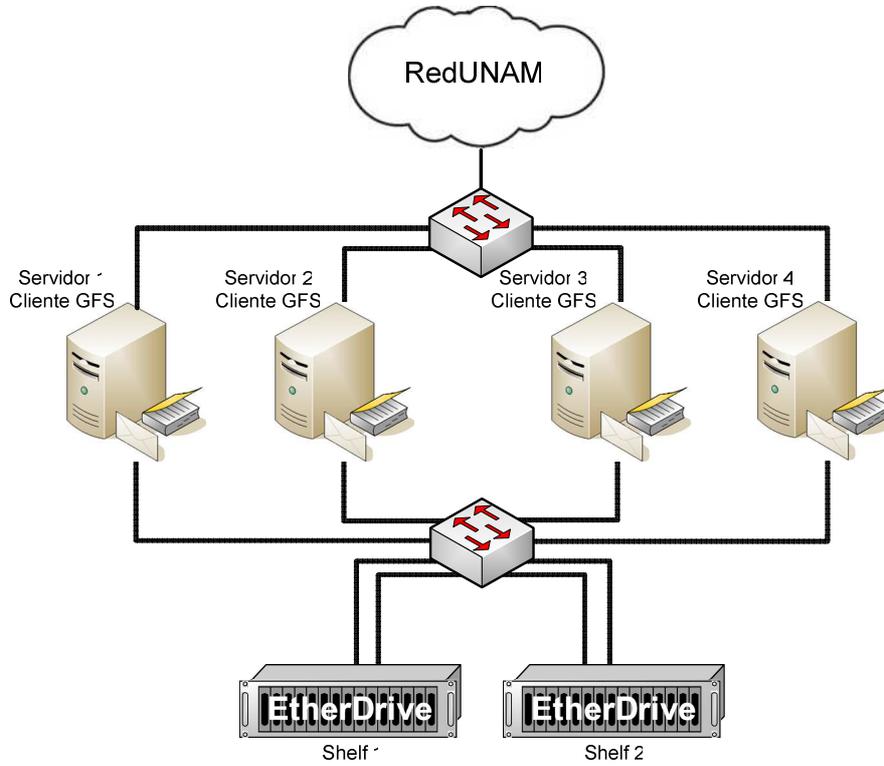


Figura 2.3. Diseño Físico y Lógico de toda la Propuesta

# CAPÍTULO 3

---

**IMPLEMENTACIÓN.**



En este capítulo se explicarán las herramientas necesarias para poder implementar la propuesta de este documento, de igual manera se explicará la funcionalidad de cada una de ellas. Para poder entender todo el proceso de implementación es necesario abordar 4 temas:

- **Instalación.** La explicación clara de las herramientas que se necesitan instalar para poder implementar la propuesta descrita a lo largo de este documento.
- **Configuración.** Se describirán los comandos necesarios para la configuración de la tecnología AoE (Servidores y Clientes) y las herramientas a configurar (nombrando los archivos específicos a editar en cada herramienta) en los Clientes GFS, así como los comandos propios para la configuración de los Clientes GFS, los cuales a su vez también deben funcionar como Clientes AoE.
- **Administración.** El objetivo es explicar las herramientas que permiten administrar los Servidores AoE y las herramientas que permiten administrar el GFS.
- **Seguridad.** Principalmente se explicarán las vulnerabilidades de la SAN bajo el protocolo AoE y se mencionarán las técnicas que permiten combatir dichas vulnerabilidades.

Si bien la implementación podría solamente abordar la instalación de las herramientas necesarias para la puesta en marcha de esta propuesta, en este documento también se toma en cuenta la post-instalación de dichas herramientas, esto se debe a que una vez que se han instalado las herramientas necesarias es necesario explicar en que consiste la instalación, así como dar a conocer las herramientas que van a permitir administrar los recursos de la SAN y las herramientas que permitan administrar el GFS.

Una vez explicado lo anterior se abordan una serie de recomendaciones que son necesarias tomar en cuenta si es que se quiere tener un servicio de correo electrónico seguro, es por ello que se habla en este documento de la seguridad, poniendo un mayor énfasis en el tráfico de la SAN debido a que por sus características se pueden explotar vulnerabilidades que puedan comprometer los datos que se almacenan en los equipos *EtherDrive® Storage Appliance* y los que se transportan a través de la infraestructura de la SAN.

### **3.1 Instalación.**

En el Capítulo 1 de este documento se recomendó la actualización de los Sistemas Operativos con los que actualmente está trabajando el sistema de correo electrónico, ahí también se mencionó las ventajas de llevar a cabo esta tarea y los peligros de no realizarla. El objetivo de este documento no es explicar cuál es el procedimiento y las especificaciones a seguir para la instalación del Sistema Operativo en cada uno de los equipos que actualmente atienden el sistema de correo electrónico. Es por dicha razón que solo se explicarán específicamente en que consisten las herramientas que van a permitir implementar la SAN que utiliza el protocolo AoE y las que permiten implementar el Red Hat GFS.

Cabe destacar que en el caso específico de la implementación del Red Hat GFS es necesario utilizar el Sistema Operativo Red Hat a partir de su versión 3, en la sección 3.1.2 se explicarán las herramientas que se necesitan para la implementación del Red Hat GFS y que versión del Sistema Operativo Red Hat tienen la capacidad de soportarla.

#### **3.1.1 Instalación del módulo del kernel para el uso de AoE.**

Como ya se menciona en el Capítulo 1 de este documento, específicamente en la sección 1.4.1.3, el módulo AoE ya se encuentra incluido a partir del kernel 2.6.11 de cualquier Sistema



Operativo GNU/Linux, el modulo del kernel que se encuentra incluido permite ver los archivos de bloque creados automáticamente que se encuentran en el directorio `/dev/etherd` y que hacen referencia a los dispositivos de almacenamiento que comparte el Servidor AoE.

Dicho lo anterior, el modulo AoE incluido en todas las versiones del kernel a partir de la 2.6.11 de los Sistemas Operativos GNU/Linux, proporcionan la funcionalidad necesaria para el uso de los dispositivos de almacenamiento del equipo *EtherDrive® Storage Appliance*, que se utiliza como Servidor AoE en esta propuesta. Sin embargo es necesario recomendar la instalación manual del modulo AoE, esto se debe a que el paquete de instalación del modulo AoE para todas las versiones del kernel 2.6 incluye una serie de herramientas que proporcionan un soporte básico a los recursos que provee el Servidor AoE en los Clientes AoE, estas herramientas de soporte permiten realizar algunas tareas de administración desde los Clientes AoE, a continuación se listan algunas de las tareas que nos permiten realizar las herramientas AoE (conocidas como *Aoetools*):

- Realizar un reconocimiento de los Servidores AoE que se encuentran conectados en la red.
- Asignar las interfaces que van a tener comunicación con el Servidor AoE.
- Obtener el estado en el que se encuentran los Servidores AoE.
- Actualizar la lista de Servidores AoE que se encuentran activos en la red.
- Crear los archivos de bloque para un Servidor AoE que se haya agregado a la red.

La versión más actual del paquete a instalar se puede conseguir en la página oficial de la compañía CORAID en la sección de soporte (Support). El modulo del kernel AoE debe instalarse en todos los equipos que atienden el servicio de correo electrónico, esto se debe a que este modulo es el que permite ver los recursos de almacenamiento que proporciona la SAN que utiliza el protocolo AoE.

Los requisitos para la instalación del modulo AoE dentro de esta propuesta no existen, esto se debe a que la tecnología AoE permite ser implementada en cualquier equipo de computo que tenga cualquiera de los Sistemas Operativos mencionados en la sección 1.4.1.3.

Los requisitos de hardware y software para la implementación de esta propuesta en los equipos que cumplen con la función de servidores de correo electrónico se encuentran especificados dentro de la *Instalación de las herramientas para el uso del GFS*.

### 3.1.2 Instalación de las herramientas para el uso del GFS.

Existen varias formas de implementar el GFS en cualquier equipo de cómputo (por ejemplo, instalando las herramientas que se encuentran en la pagina web del proyecto GFS), en este documento se propone instalar el Red Hat GFS el cual utiliza la versión GFS2. Por motivos de soporte y debido a que Red Hat proporciona una serie de herramientas que facilitan la Administración y Configuración del GFS, así como la administración de otras aplicaciones diseñadas para trabajar en un cluster de computadoras, es que se propone en este documento la implementación del Red Hat GFS. Este conjunto de herramientas son parte de la Red Hat Cluster Suite, la cual es compatible con las más recientes versiones del Sistema Operativo Red Hat y con todas las versiones de Red Hat GFS debido a que antes de instalarlo y configurarlo es necesario tener instalada la Red Hat Cluster Suite en cada uno de los clientes GFS.

La Red Hat Cluster Suite proporciona por medio de las herramientas que lo componen, toda la infraestructura necesaria para diversos servicios diseñados para trabajar en cluster, entre uno de esos servicios esta el Red Hat GFS. Más adelante en las secciones 3.2.2 y 3.3.2 de este



documento se explicaran las herramientas más importantes de la Red Hat Cluster Suite y de la administración del Red Hat GFS, para de esta manera poder comprender la importancia de esta *suite* de software.

En este documento se ha recomendado la actualización del Sistema Operativo de los equipos que actualmente se encargan del sistema de correo electrónico, el Sistema Operativo específico que se propone para los servidores de correo electrónico es CentOS (acrónimo de Community ENTERprise Operating System) en su versión 5. Se recomienda utilizar dicho Sistema Operativo tomando en cuenta que en él se puede implementar el Red Hat GFS y todas las herramientas para la administración de diversos sistemas en cluster (el Red Hat Cluster Suite), agregado a lo anterior, se recomienda el Sistema Operativo CentOS debido a que es un clon a nivel binario de la distribución Red Hat Enterprise Linux (RHEL) la cual es una de las distribuciones del Sistema Operativo GNU/Linux más reconocidas y que cuenta con más gente capacitada para su administración en todo el mundo (principalmente en el continente Americano). El Sistema Operativo CentOS está compilado por voluntarios encargados del proyecto CentOS y dicha compilación es a partir del código fuente liberado por Red Hat, empresa que se encarga de desarrollar RHEL.

Los requisitos mínimos de hardware y software para la implementación del Red Hat GFS son:

- Sistema Operativo. Cualquier distribución empresarial de Red Hat a partir de la versión 4 o bien CentOS a partir de su versión 4.
- Arquitectura del Procesador. ia64, x86\_64 y x86.
- Tamaño de la memoria principal. Mínimo 256MB.
- Red Hat Cluster Suite.
- Red Hat GFS.

Todo el software necesario para el uso del Red Hat GFS se puede instalar desde el momento de la instalación del sistema operativo. Específicamente existen 2 secciones en la instalación de dicho sistema operativo en las que se deben seleccionar las herramientas a instalar, estas son: *Clustering* y *Cluster Storage*.

Primero es necesario instalar las herramientas que proporciona la Red Hat Cluster Suite y que van a permitir administrar y configurar todo el sistema GFS, aquí se menciona únicamente la instalación de la herramienta base, por lo que su configuración y forma de administrar es en la interfaz de línea de comandos del sistema operativo y su archivo de configuración debe estar desarrollado en el metalenguaje de programación XML (acrónimo de eXtensible Markup Language), en la sección 3.2.2 se explicaran las características que se definen en este archivo y su ubicación dentro del sistema. Dentro de la instalación del sistema operativo, en la sección de *Clustering*, es necesario indicar la instalación de las siguientes herramientas:

- *cman-devel*. Proporciona la base a nivel Sistema Operativo para el uso de las herramientas que proporciona el *cman*.
- *cman (The Cluster Manager)*. Proporciona todas las herramientas necesarias para la administración de todo el conjunto de equipos que van a formar parte del cluster.

En la sección 3.2.2 de este Capítulo se mencionaran las herramientas más importantes que contiene y proporciona el *cman* y cuál es la función específica que realizan dentro del GFS.



Existe una herramienta adicional que no esta incluida en el Red Hat Cluster Suite, específicamente no esta incluida en el *cman*, y por lo tanto no esta soportada por Red Hat. El hecho de que no este incluida en el Red Hat Cluster Suite se debe a que esta serie de herramientas solo proporcionan el soporte necesario para sistemas de SAN basados en protocolos que utilizan fibra óptica o la tecnología iSCSI, ya que estos equipos cuentan características que permiten tener un monitoreo de todos los equipos conectados a la SAN y debido a que en este documento la SAN esta basada en el protocolo AoE es necesario utilizar una herramienta externa a las que proporciona dicha colección de herramientas. En un sistema de archivos en cluster es muy importante saber en todo momento el estado de los equipos miembros del cluster, esto se debe a que cualquier falla en uno de los nodos miembros del cluster, puede corromper todo el sistema de archivos lo que se traduce en una perdida de la integridad de los datos contenidos en los dispositivos de almacenamiento, lo anterior puede suceder si no se tiene un monitoreo de los nodos y un sistema que evite que se corrompa el sistema de archivos. Las herramientas encargadas de monitorear el estado de los nodos del Red Hat GFS son las proporcionadas por la Red Hat Cluster Suite (específicamente por las herramientas integradas en el *cman*), el programa que se encarga de evitar que se pierda la integridad en el Red Hat GFS es el DLM, pero se requiere de otra herramienta que permita restringir el acceso desde el equipo que contiene los recursos de almacenamiento compartidos cuando un miembro del cluster falle, esta herramienta se conoce como *fencing* y también va a permitir asegurar la integridad de los datos dentro del Red Hat GFS y los dispositivos físicos de almacenamiento.

El *fencing* se realiza a través del demonio *fenced*, el cual es notificado por el *cman* cuando alguno de los nodos dentro del cluster tiene problemas de comunicación, una vez que el *fenced* es comunicado de dicha falla se encarga de restringir las peticiones de Entrada/Salida de datos desde los dispositivos de almacenamiento en la SAN y restringe el acceso al cliente GFS que tiene problemas de comunicación.

El *cman* se encarga de determinar e informar, a toda la colección de herramientas que lo conforman (entre ellas el DLM), cuando un nodo dentro del Red Hat GFS se encuentra en estado de falla, una vez que el *fenced* esta enterado de esta situación se encarga de quitar del sistema de archivos al nodo que se encuentra fallando, esto evita que ese cliente GFS siga escribiendo o leyendo en el sistema de archivos hasta que se realicen las actividades necesarias que pongan a ese cliente GFS de nuevo en un estado optimo para seguir formando parte del Red Hat GFS. Existe una herramienta que permite realizar el *fencing* entre los servidores AoE y los clientes GFS la cual tiene el nombre de:

- *aoemask*. Este comando, proporcionado por la empresa CORAID, permite generar una lista de direcciones MAC con las que va a estar comprobando la conexión entre el cliente AoE y el *EtherDrive® Storage Appliance*, esto permite saber el estado de la comunicación entre los clientes AoE, que también son clientes GFS, con los servidores AoE. Esta herramienta por si sola NO es la encargada del *fencing*, pero es de gran utilidad para poder realizarlo, ya que es una herramienta usada como base para las funciones que va a realizar el programa *fence\_aoemask*, el cual actúa como *fenced* dentro de los clientes GFS.

Otras de las herramientas que son necesarias instalar y que nos van a permitir el uso del Red Hat GFS son las que están en la sección de *Cluster Storage*, esto dentro de la instalación del sistema operativo. Dichas herramientas son:



- *gfs-utils*. Proporciona una serie de utilerías para la administración del GFS a nivel Sistema de Archivos.
- *kmod-gfs*. Proporciona los módulos del kernel del sistema operativo que permiten el uso del GFS.
- *lvm2-cluster*. Proporciona el soporte para el uso de volúmenes lógicos en un sistema en cluster.

Las herramientas anteriormente mencionadas sirven específicamente para que funcione el Red Hat GFS en el sistema operativo que se tiene instalado.

Todas las herramientas y utilerías anteriormente explicadas deben ser instaladas en todos los equipos que se encargan del correo electrónico (*servidor1*, *servidor2*, *servidor3* y *servidor4*).

## 3.2 Configuración.

### 3.2.1 Configuración del Servidor AoE y el Cliente AoE.

#### 3.2.1.1 Servidor AoE.

Antes de comenzar con la configuración del *EtherDrive® Storage Appliance* es necesario aclarar varios conceptos técnicos que se manejan para la configuración del equipo, aunque algunos de ellos en esencia ya fueron mencionados en la sección 1.4.1.3 de este documento. Los conceptos técnicos que son necesarios describir, serán usados al momento de la práctica y sirven para entender como funcionan los comandos de configuración del Servidor AoE (*EtherDrive® Storage Appliance*) descritos en el ANEXO de este documento. Dichos conceptos son los siguientes:

*shelf*. Se refiere a un número entero configurable para el *EtherDrive® Storage Appliance* (dirección *Major*), este número es la primera configuración necesaria para el *EtherDrive® Storage Appliance*, propiamente dicho número es el identificador de todo el servidor AoE por lo cual se recomienda que sea único para cada servidor AoE dentro de la misma SAN.

*drives* (discos). Dentro del *EtherDrive® Storage Appliance* cada *drive* o disco es identificado en base al número de *shelf* (todo el equipo) y al número de *slot* que ocupa físicamente en el equipo, el numero de *slot* inicia por el numero cero. La notación para identificar un disco es de la siguiente forma: *shelf.slot*.

*lblade* o “Logical Blades”. Es la forma de nombrar a los dispositivos que exporta el *EtherDrive® Storage Appliance* y pueden ser un conjunto de discos duros configurados en un arreglo (RAID) o un solo disco duro, los “Logical Blades” están identificados directamente en el *EtherDrive® Storage Appliance* como *lblade* (dirección *Minor*) y proporciona el segundo numero identificador necesario para el uso de los dispositivos de almacenamiento del servidor AoE en los clientes AoE. Cuando se configuran arreglos de discos la identificación de los discos que componen al arreglo tienen un formato especial, el cual es de la siguiente forma: *lblade.part.drive*, donde *lblade* es el numero identificador del arreglo, *part* es el numero de identificador del disco dentro del arreglo y *drive* es el numero de *slot* que ocupa el disco en todo el equipo.

*spare*. Es un disco o serie de discos que tienen la función de estar reservados hasta que algún disco dentro de un arreglo falle, cuando un disco dentro del arreglo falla, el disco



configurado como `spare` automáticamente sustituye al disco que presenta la falla dentro del arreglo.

interfaz. Son las conexiones de red o interfaces de red, tienen el nombre de `ether0` y `ether1`, es importante identificarlas ya sea para la administración del equipo o para indicar por que interfaces se va a tener acceso a los recursos del *EtherDrive® Storage Appliance*.

SMART (Self Monitoring, Analysis, and Reporting Technology). Es una tecnología que informa, a través de un auto monitoreo de discos SATA, el estado interno del disco.

En el Cuadro 3.1 que se presenta a continuación se puntualiza en lo que es necesario definir y configurar en el Servidor AoE:

<p style="text-align: center;"><b>Servidor AoE</b> (<i>EtherDrive® Storage Appliance</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>- Definición del numero de Servidor: <code>shelf</code></li><li>- Definición del tipo de arreglo con el los discos van a trabajar: RAID</li><li>- Definición del numero de arreglo de discos: <code>lblade</code></li><li>- Definición del disco o los discos a prueba de falla: <code>spare</code></li><li>- Definición de la interfaz de administración.</li><li>- Activación de la herramienta para la administración remota del servidor: <code>cec</code></li><li>- Configurar el monitoreo de discos: SMART</li><li>- Configurar el monitoreo del servidor: <code>syslog</code></li></ul>
--	---

Cuadro 3.1. Elementos para la configuración del Servidor AoE

En la sección *Comandos para la Configuración del Servidor AoE (EtherDrive® Storage Appliance)*, ubicada en el ANEXO de este documento, se encuentra la documentación necesaria de las herramientas que permiten configurar el Servidor AoE.

### 3.2.1.2 Cliente AoE.

Una vez instalado el modulo AoE en el equipo lo único que hay que realizar es el formateo del disco bajo el Sistema de Archivos que se va a utilizar en el mencionado dispositivo de almacenamiento.

En el Capítulo 1 se menciona que los recursos que proporciona el *EtherDrive® Storage Appliance* (servidor AoE), se encuentran dentro del directorio `/dev/etherd` de los clientes AoE, también se ejemplifico la nomenclatura que tiene cada uno de los archivos especiales de bloque contenidos en este directorio y que hacen referencia a los recursos que el servidor AoE proporciona. En esta sección solo se abordaran las *Aoetools*, ya que son las herramientas que permiten la configuración manual de ciertos parámetros dentro del cliente AoE.

La configuración específicamente de los discos se revisara en la sección 3.2.2, esto se debe a que para la configuración del Red Hat GFS se va a utilizar el Cluster Logical Volume Manager (CLVM), dicha herramienta además de que es importante para la implementación del Red Hat GFS permite una administración mas dinámica del almacenamiento que proporcionan los discos duros.



De manera mas concreta, las *Aoetools* son una serie de comandos, los que se mencionan en este documento son los que actualmente tienen un mayor soporte (proporcionado por los desarrolladores) para las versiones de kernel 2.6 en adelante, los comandos que proporcionan las *Aoetools* se encuentran descritos de manera mas detallada en el ANEXO de este documento.

El Cuadro 3.2 menciona los puntos a definir y configurar en un Cliente AoE.

<p style="text-align: center;">Cliente AoE</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>- Definición de la interfaz con la que se tendrá comunicación con la SAN</li><li>- De ser necesario (dependiendo de las necesidades), definición del numero de particiones para los discos proporcionados por la SAN</li><li>- Creación de las particiones de los dispositivos de bloque que proporciona la SAN, estos se ubican en el directorio <code>/dev/etherd</code>.</li></ul>
--	---

Cuadro 3.2. Elementos para la configuración del Cliente AoE

Para mas detalles prácticos para la creación de las particiones véase *Crear Particiones con parted* y para más información del uso de las *Aoetools* consultar *Comandos para la Configuración de los Clientes AoE (Aoetools)*, ambas secciones se encuentran dentro del ANEXO de este documento.

### 3.2.2 Configuración de los Clientes GFS.

En este documento ya se explico como funciona el GFS, para la implementación de este Sistema de Archivos es necesario aclarar algunos conceptos extras y explicar los requisitos que son, en el caso de este documento se explicaran los requisitos para la implementación, parte de esos requisitos (además de la instalación propia de las herramientas) comprenden desde la configuración hasta la implementación propiamente del GFS.

Para la implementación (la cual es técnicamente levantar los servicios necesarios para que funcione el Red Hat GFS y crear el sistema de archivos sobre los dispositivos de almacenamiento) es necesario determinar ciertos puntos importantes, los cuales son necesarios para la configuración, en el caso de esta propuesta se aplicarían directamente sobre los equipos encargados del servicio de correo electrónico (*servidor1*, *servidor2*, *servidor3* y *servidor4*), estos puntos a determinar son:

- Numero de sistemas de archivos. Actualmente el sistema de correo electrónico guarda los correos de los usuarios en 2 puntos de montaje: `/home1` y `/home2`, ambos utilizando el sistema de archivos `ext3`. En esta propuesta se manejara el mismo esquema (esto evitara tener que volver a configurar el directorio de acceso) con la novedad de que ahora trabajaran con el sistema de archivos GFS, con esto podemos decir que se utilizaran 2 sistemas de archivos GFS.
- Nombre de los sistemas de archivos. Debido a lo comentado en el punto anterior y recordando que los nombres de los sistemas de archivos que van a trabajar con el Red



Los GFS deben ser únicos, los nombres se mantendrán casi similares al punto de montaje, esto ayudara a no provocar confusión: *home1gfs* y *home2gfs*.

- Journals. La definición de este punto es importante, aquí se define el numero de *journals* que va a tener el GFS. Debido a que el GFS es un sistema de archivos distribuido, el número de journals debe de ser igual al número de clientes GFS.
- Nodos GFS o clientes GFS. En el caso de esta propuesta, aquí es donde se definen los equipos encargados del correo electrónico: *servidor1*, *servidor2*, *servidor3* y *servidor4*.
- Dispositivos de almacenamiento y particiones. Los dispositivos de almacenamiento que van a utilizar volúmenes lógicos, físicamente son los que proporcionan los *EtherDrive® Storage Appliance*. En cada cliente AoE o cliente GFS, son los dispositivos que se encuentran dentro del directorio `/dev/etherd` y que deben de configurarse con la herramienta CLVM.

Los puntos anteriores serán aplicados al momento de crear el GFS, antes de esto es necesario realizar las configuraciones propias del cluster y para ello el *cman* utiliza la herramienta *ccs* (Cluster Configuration System), esta herramienta puede utilizarse para diversos servicios diseñados en un sistema en cluster, como la finalidad de este documento se limita a detallar las herramientas necesarias para la implementación del GFS, solo se explicara el uso del *ccs* para dicho propósito. El *ccs* utiliza un único archivo de configuración desarrollado en el metalenguaje XML que se encuentra ubicado dentro del Sistema Operativo en la ruta absoluta `/etc/cluster/cluster.conf`, este archivo puede ser creado de manera manual o bien utilizando herramientas basadas en una interfaz grafica que genera automáticamente el archivo. El archivo especifica principalmente las siguientes características de un cluster:

- Nombre del cluster. Donde se define el nombre del cluster a configurar, un control en la version del archivo y en el se definen los tiempos que se van a tomar para el manejo del *fencing*.
- Miembros del cluster. Se definen los equipos que van a formar parte del cluster, se le asigna un numero identificador y se determina método de *fencing* que se va a utilizar para cada nodo miembro del cluster.
- Dispositivo de *fencing*. en donde se define el dispositivo encargado del *fencing*, todos los parámetros que se utilizan para la sección del archivo en la que se configura este punto, son específicos del equipo que se va a encargar del *fencing*.

Ya desarrollado el archivo de configuración del cluster, es necesario asegurarse que los servidores de correo electrónico (*Cientes GFS*) tengan sincronizada la hora y fecha del sistema, esta tarea es importante en cualquier sistema computacional y para poder asegurarse que todos los equipos se encuentran sincronizados se puede utilizar el NTP (Network Time Protocol) el cual permitirá que de forma automática cada uno de los servidores actualicen su hora y fecha.

Con el archivo de configuración del cluster creado y con los equipos sincronizados en tiempo, se deben de crear los volúmenes lógicos en donde se va a almacenar el Red Hat GFS, estos volúmenes lógicos deben ser creados con la herramienta CLVM. El uso de volúmenes lógicos proporciona una administración más dinámica y eficiente de los recursos de almacenamiento, esto se debe a que los dispositivos de almacenamiento son administrados en un ambiente lógico, la ventaja mas notoria de una administración lógica del almacenamiento es que cuando se quiere incrementar las capacidades de un sistema de archivos no es necesario remplazar el dispositivo físico por uno de mayor capacidad, lo único que se necesita realizar es agregar un dispositivo de almacenamiento a un volumen físico (Physical Volume) en el que se este almacenando el sistema de archivos para poder posteriormente asignarlo a un grupo de



volúmenes (Volume Group) y asignar la capacidad que se requiera al volumen lógico (Logical Volume) específico en donde se encuentra el sistema de archivos que quiere incrementar su capacidad. La herramienta CLVM permite realizar volúmenes lógicos en un ambiente de equipos en cluster ya que cualquier volumen lógico que se cree con esta herramienta puede estar disponible para cualquier nodo de un cluster. Para poder entender como funcionan los volúmenes lógicos con los dispositivos de almacenamiento físicos de un equipo de cómputo, antes de comenzar con la explicación de los comandos necesarios para crear los volúmenes lógicos, en la Figura 3.1 se ilustran los pasos para crear volúmenes lógicos a partir de las particiones y discos duros físicos ubicados dentro del directorio `/dev` de un Sistema Operativo GNU/Linux, esperando que con ello quede mas claro el concepto de *Volumen Lógico*:

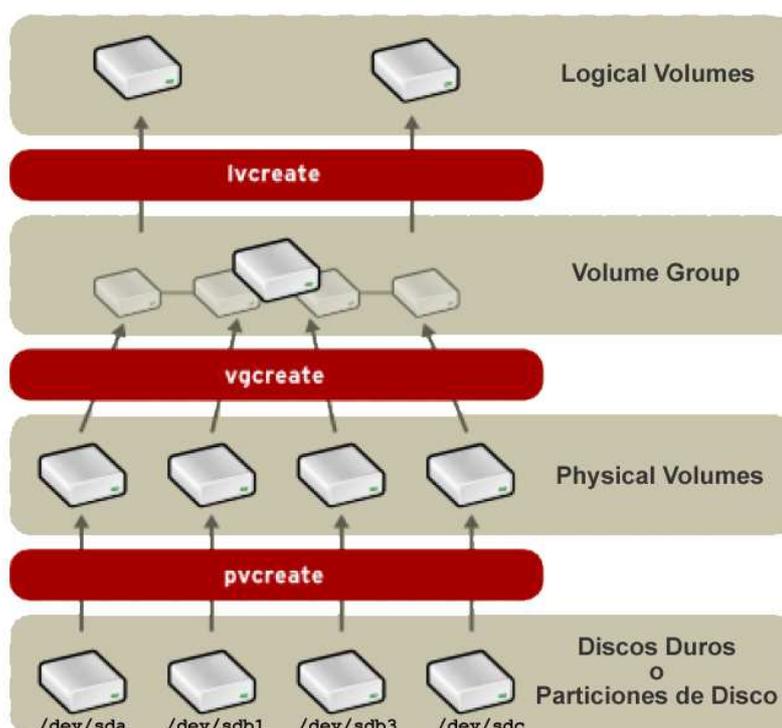


Figura 3.1. Creación de un Volumen Lógico

En este documento solo se explican los comandos necesarios para crear volúmenes lógicos, esto se debe a que LVM es una herramienta muy extensa y que no es necesario definirla a detalle para los fines de la implementación del Red Hat GFS. La descripción de los comandos necesarios para la creación de los Volúmenes Lógicos se encuentra en el ANEXO de este documento, pero antes de abordar la descripción técnica de los comandos es necesario revisar las siguientes definiciones:

- Physical Volume (PV). Dispositivo o conjunto de dispositivos de bloque físicos que serán usados dentro de los Volume Group. Cuando los dispositivos de almacenamiento físicos son asignados para funcionar como PV, físicamente en cada disco se escribe una etiqueta para de esa forma el LVM pueda identificarlos y administrarlos.
- Volume Group (VG). Entidad que agrupa a un o a una serie de Physical Volume antes de crear un Logical Volume. Es el nivel más alto de abstracción dentro de LVM ya que agrupa a los PV y a los LV, dentro de una sola unidad administrable.



- Logical Volume (LV). Es el equivalente a una partición de disco, cuando no se usa LVM. Es el dispositivo de bloque (a nivel lógico) capaz de contener el formato de un sistema de archivos en LVM.

En esta sección se ha explicado de manera general el funcionamiento y el uso de volúmenes lógicos, los volúmenes lógicos son la herramienta que va a permitir crear el recurso lógico (en base a la agrupación de recursos físicos) donde se va a almacenar el Red Hat GFS y que va a permitir una asignación mas dinámica y sencilla del almacenamiento para los sistema de archivos que utilizan volúmenes lógicos. Por lo anterior podemos decir que el LVM va a permitir mejorar la administración de los recursos de almacenamiento en donde se van a encontrar los correos electrónicos de los usuarios del sistema *servidor.unam.mx*.

Una vez que se tiene el volumen lógico, se puede pasar a crear el GFS dentro de dicho volumen lógico, de esta forma ya tendremos un dispositivo con formato GFS.

El dispositivo con formato GFS necesita ser montado en un directorio dentro del sistema de archivos con el que esta trabajando el Sistema Operativo, en GNU/Linux por lo regular es el *ext3*, de esta forma será necesario crear el directorio o si ya se encuentra creado solo faltara montar el dispositivo en dicho directorio.

A continuación se presenta el Cuadro 3.3 en el que se puntualiza cada una de las características que deben de ser definidas y configuradas para tener a un equipo de cómputo como Cliente GFS:

<p style="text-align: center;"><b>Cliente GFS</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>- Definición de los puntos de montaje: <i>/home1</i> y <i>/home2</i>.</li><li>- Definición de la información del cluster: nombre del cluster, nombre de los sistemas de archivos GFS, journals, miembros del cluster y <i>fencing</i>.</li><li>- Creación del archivo de configuración del cluster: <i>/etc/cluster/cluster.conf</i>. Usado la información del cluster definida anteriormente.</li><li>- Sincronización de la fecha y hora entre los nodos del cluster.</li><li>- Ubicar la ruta de los dispositivos de almacenamiento físico: <i>/dev/etherd</i>. De esta manera se asegura que el modulo AoE esta funcionando.</li><li>- Creación de los volúmenes lógicos.</li><li>- Dar formato de GFS a los volúmenes lógicos.</li><li>- Montar los volúmenes lógicos con formato GFS en los puntos de montaje anteriormente definidos.</li></ul>
---	--

Cuadro 3.3. Elementos para la configuración de un Clientes GFS

Para mas detalles prácticos a utilizar para la configuración de los Clientes GFS véase *Comandos para la Creación de los Volúmenes Lógicos en los Clientes GFS* y *Comandos para la Creación y Montaje del GFS* en el ANEXO de este documento.

Hasta este punto ya se tendrá un Red Hat GFS funcionando, el cual deberá ser necesario administrar. Para conocer más a cerca de los comandos para la administración del Red Hat GFS es necesario revisar la sección 3.3.2 de este documento.



## 3.3 Administración.

### 3.3.1 Herramientas para la administración del Servidor AoE.

La Administración del *EtherDrive<sup>®</sup> Storage Appliance* se puede realizar de 2 maneras:

- Local. Esto se realiza utilizando el CLI (Command Line Interface) de manera local, es decir, a través de un teclado y un monitor conectados directamente al *EtherDrive<sup>®</sup> Storage Appliance*. La administración local también se puede realizar a través del puerto en serie (Serial Port) del *EtherDrive<sup>®</sup> Storage Appliance*.
- Remota. Esto se realiza utilizando la herramienta CEC, dicha herramienta establece una conexión desde cualquier equipo al *EtherDrive<sup>®</sup> Storage Appliance*, una vez establecida la conexión se tiene acceso al CLI del *EtherDrive<sup>®</sup> Storage Appliance*. Para que este medio de administración funcione es necesario que la herramienta CEC este habilitada en el *EtherDrive<sup>®</sup> Storage Appliance*, esto se establece utilizando el comando `cecon`. Es importante señalar que las instrucciones que viajan a través de la red, cuando se utiliza el CEC van en claro, lo que significa que se puede saber que instrucciones se le están enviando al equipo, para esto es necesario utilizar herramientas que permiten capturar el tráfico de una red. Existen tres condiciones para el uso de la herramienta de administración CEC:
  - El CEC debe de estar habilitado en el *EtherDrive<sup>®</sup> Storage Appliance*.
  - El equipo remoto que quiera administrar el *EtherDrive<sup>®</sup> Storage Appliance* debe de estar en la misma red a nivel Capa 2 del Modelo OSI.
  - El equipo remoto que quiera administrar el *EtherDrive<sup>®</sup> Storage Appliance* debe de tener instalada la herramienta CEC. La instalación de dicha herramienta es a través de la compilación de su código fuente, el código fuente de la herramienta CEC se encuentra en la página oficial de la compañía CORAID.

Las herramientas de administración más importantes del *EtherDrive<sup>®</sup> Storage Appliance*, dentro del CLI, son:

- Los comandos `make`, `remove`, `online`, `offline`, `grow` y `eject`. Para la administración de los `lblades`.
- Los comandos `list`, `fail`, `unfail`, `replace`, `smartenable`, `smartdisable`, `spare`, `rm spare` y `show`. Para la administración de los `drives`.
- Los comandos `shelf`, `reboot`, `halt`, `cecon`, `cecoff`, `passwd`, `exit` y `update`. Para la administración de todo el *EtherDrive<sup>®</sup> Storage Appliance*.
- El comando `mask`. Para la administración del acceso a los recursos que proporciona el equipo.
- Los comandos `aoeping`, `aoe-stat` y `aoecfg`. Para el monitoreo y algunas configuraciones del servidor AoE, desde los clientes AoE.

### 3.3.2 Herramientas para la administración del GFS.

El Red Hat GFS proporciona comandos propios para la administración de este sistema de archivos en cluster, la administración se realiza desde el intérprete de comandos (*shell*) del sistema operativo de cualquier cliente GFS activo en el cluster.



A continuación se describirán las herramientas más importantes para la administración del GFS:

- Los comandos `gfs_mkfs` y `mount`. Para crear y montar un GFS. Los comandos fueron descritos la sección 3.2.2
- El comando `umount`. Para desmontar cualquier sistema de archivos. Sintaxis:  
`umount <punto de montaje>`  
El *punto de montaje* es el nombre de un directorio existente en el sistema de archivos que utiliza el Sistema Operativo para trabajar (esto aplica para todos las herramientas que se mencionen a continuación y que necesiten el *punto de montaje* como argumento).
- El comando `gfs_quota`. Permite crear cuotas y mostrar las cuotas ya asignadas en el GFS. Sintaxis:  
`gfs_quota <opciones> <punto de montaje>`  
En las opciones se especifican las siguientes características de la *quota*:  
*Limite*. Se especifica de dos maneras: `warn` es la cantidad de espacio menor al límite de la *quota*, es utilizada por el sistema operativo para informarle al usuario o grupo, que esta a punto de llegar al límite de de la *quota* y; `limit` es la cantidad de espacio en el sistema de archivos que el usuario o grupo puede utilizar (*quota*), una vez ocupada esta cantidad el usuario no podrá seguir almacenando datos en el sistema de archivos.  
*Usuarios y Grupos*. Una *quota* es asignada a un usuario o a un grupo del sistema operativo, cuando se le especifica un usuario es necesario poner en el argumento de comando la opción `-u` seguida del UID del usuario en el sistema operativo, cuando la *quota* se aplica sobre un grupo la opción a utilizar es la `-g` seguida del GID del grupo en el sistema operativo.  
*Tamaño*. El tamaño de la *quota* es asignado con la opción `-l` seguido de la cantidad de espacio expresada en MB.  
*Información de la quota*. Sirve para poder visualizar las *quotas* asignadas en un punto de montaje, las opciones son: `get` para visualizar la *quota* asignada a un usuario o grupo sobre un punto de montaje (es necesario usar las opciones `-u` o `-g` para especificar el usuario o grupo dueño de la *quota*), y `list` seguido de `-f` para mostrar todas las *quotas* asignadas en un punto de montaje.
- Los comandos `gfs_grow` y `gfs_jadd`. Permiten incrementar la capacidad del GFS una vez que se tienen mas dispositivos de almacenamiento o bien que se a aumentado las capacidades de los volúmenes lógicos que contienen al GFS (esta tarea se realiza con LVM), estos comandos le dan mayor flexibilidad a las cantidades de espacio que pueden ocupar los puntos de montaje que están utilizando el GFS. Cualquiera de estos comandos se deben ejecutar en un solo cliente GFS y antes de ejecutarlos deben de tomarse en cuenta las siguientes precauciones:
  - Respaldar la información que se encuentre en el GFS.
  - Haber expandido la capacidad del volumen lógico en donde se encuentra el GFS.
  - Asegurarse donde es el punto de montaje del GFS al que se le va a aplicar el comando.Sintaxis.  
`gfs_grow <punto de montaje>`  
`gfs_jadd -j<numero de journals> <punto de montaje>`
- `gfs_fsck`. Permite revisar la integridad del GFS, el comando debe de ser ejecutado en un GFS que se encuentre desmontado ya que la revisión que realiza este comando se hace directamente sobre el dispositivo de almacenamiento o volumen lógico que tiene el



formato GFS, agregado a esto debe de ejecutarse en todos los clientes GFS ya que es un sistema de archivos distribuido.

Sintaxis:

```
gfs_check -y <dispositivo de almacenamiento con formato GFS>
```

- *gfs\_tool*. Permite configurar y monitorear el GFS. Este comando permite manipular las instrucciones de entrada/salida (E/S) del GFS. Debido a la complejidad y a la importancia de manipular las operaciones de E/S de un sistema de archivos, este documento recomienda consultar el manual que proporciona el Sistema Operativo CentOS 5 (a través del comando *man*) que hace referencia a esta herramienta o bien el documento *Red Hat Global File System* que se encuentra en la base de conocimiento de la pagina de Red Hat (en las *Fuentes en Línea* de este documento se encuentra la liga directa para descargar dicho documento).

Para poder explotar todas las capacidades técnicas de cada una de las herramientas de administración del GFS, se recomienda leer los manuales de cada uno de los comandos anteriormente citados, esto puede realizarse utilizando el comando *man* seguido del comando del que se quiere obtener mas información.

### 3.4 Seguridad.

Hablar de Seguridad Informática hoy en día se ha convertido en uno de los temas más importantes tanto para las instituciones con fines de lucro, como para las instituciones educativas y gubernamentales. El crecimiento en el uso de las Tecnologías de la Información a implicado que muchas de las actividades mas importantes de una entidad, este basada en el uso de equipo de computo y aplicaciones de software, es por esta razón que el tema de Seguridad Informática o Seguridad en los Servicios de Tecnologías de la Información ha llegado a tomar un papel importante en muchas partes del mundo.

El centralizar la información en un solo lugar de almacenamiento, como en el caso de una SAN, implica que se debe tener en mente cuales son los puntos vulnerables de cualquier sistema que se valla a implementar (ya sea bajo el protocolo AoE, iSCSI, Fiber Channel o cualquier otro) con la finalidad de mantener los datos de todas o algunas aplicaciones en un solo equipo de almacenamiento. El hecho de saber cuales son los puntos vulnerables de cualquier sistema nos da una idea de los posibles ataques que se pueden presentar hacia dicho sistema.

La importancia de un buen esquema de seguridad en una SAN es más grande por si sola que tener un buen esquema de seguridad en cualquier aplicación (aunque esto no quiere decir que se deba pasar por alto), por poner un ejemplo, resulta ser mas critico un acceso no autorizado a la SAN que el hecho de tener acceso no autorizado al sistema de correo electrónico de una institución, esto se debe al simple hecho de que en la SAN se puede encontrar toda información de correo electrónico, bases de datos, información financiera, nomina, etc. de dicha institución y el tener acceso a toda esa información implica no solo comprometer todos los datos que en la SAN se almacenan, sino también se comprometen los sistemas con los que la institución trabaja.

En el caso específico de esta propuesta, el no tener en mente las vulnerabilidades de la SAN bajo el protocolo AoE, implicaría comprometer los correos electrónicos de los mas de 8000 usuarios del sistema de correo *servidor.unam.mx*. Es por esta razón que aquí se mencionaran los ataques mas comunes que se presentan en una SAN bajo el protocolo AoE y las formas en las que se pueden prevenir.



Debido a que el protocolo AoE esta directamente relacionado con Ethernet, AoE hereda todas las vulnerabilidades de Ethernet, AoE no tiene ningún sistema de autenticación para los equipos clientes, por lo que solo existen pocas formas de restringir el acceso a la SAN.

Algunos de los ataques necesitan de herramientas específicas para llevarlos a la practica, estas herramientas serán citadas con el fin de tener el conocimiento de que realmente existen y de cómo funciona el ataque con el uso de las herramientas.

Ataques comunes a una SAN con protocolo AoE:

- Apoderarse de AoE (AoE Proxying). Se ha mencionado en este documento que el protocolo AoE tiene la característica de que funciona a nivel Capa 2 del Modelo OSI y que por dicha razón es un protocolo que no podía ser encaminado (protocolo no *routable*) hacia otra red. La teoría sobre este caso es clara y muy cierta, pero el hecho de tener una herramienta como `vblade` que permite exportar dispositivos de almacenamiento crea una vulnerabilidad en la SAN. Este ataque consiste en que un cliente AoE exporte uno o varios de los dispositivos de almacenamiento proveídos por algún servidor AoE, el dispositivo bien puede terminar siendo usado por un equipo que no se encuentre en la misma red a nivel Capa 2 del Modelo OSI pero que si este en la misma red a ese nivel del Modelo OSI, con el cliente AoE original.
- Ataque de repetición (Reply Attack). La finalidad de este ataque es replicar todo el tráfico de la SAN a algún equipo que no tenga acceso a la misma o bien utilizarlo para modificar la información que se almacena en la SAN. El método para poder realizar dicho acto es a través de una herramienta que se encargue de capturar todo el tráfico de red (comúnmente conocida como *sniffer*), esta herramienta puede ser `tcpdump`, y una segunda herramienta que sea capaz de repetir todo ese tráfico a cualquier otro equipo, esta herramienta puede ser `tcpreplay`.
- Servidor Malicioso (Malicious Server). Este ataque tiene la finalidad de usurpar a un servidor AoE. El ataque consiste en que utilizando la herramienta `vblade` se configure el mismo número de `shelf` y el mismo número de `lblade` que el de algún servidor AoE real con el objetivo de que toda la información sea almacenada en el equipo usurpador.
- Acceso a discos sin autenticación (Unauthenticated Disk Access). Este ataque permite leer o escribir directamente en el dispositivo de almacenamiento sin hacer uso del Sistema de Archivos, utilizando este ataque se pueden modificar archivos directamente en el disco, sin necesidad de tener un Sistema de Archivos montado en el Sistema Operativo. Este ataque es una potencial vulnerabilidad para el GFS, debido a que cualquier proceso de lectura/escritura se realiza es utilizando directamente el `nodo-i` de un archivo, las herramientas que nos permiten realizar esto son las desarrolladas por Sleuthkit (comandos `fls` y `icat`).
- Negación de Servicio (Deny of Service, DoS). Este tipo de ataque tiene la finalidad de poner algún servicio como no disponible para los usuarios que tengan autorizado el uso de dicho servicio. En el caso del protocolo AoE, el objetivo de este ataque es eliminar todo el contenido de un dispositivo de almacenamiento que haya sido exportado por algún servidor AoE. Para poder llevar a cabo un ataque de DoS dentro del protocolo AoE solo es necesario utilizar el comando `cat` sobre alguno de los dispositivos especiales de algún Sistema Operativo tipo UNIX redirigiendo su salida al dispositivo referente al protocolo AoE (los dispositivos de bloque que están dentro de `/dev/etherd`), lo cual sobrescribiría toda la información contenida en el disco.

Todos estos ataques pueden ser contrarrestados si se tiene un buen diseño de la SAN, agregado a esto los *EtherDrive*<sup>®</sup> *Storage Appliance* tienen una herramienta muy útil que permite filtrar el acceso



de los clientes AoE en base a su dirección MAC, esto permite evitar accesos no deseados en los servidores AoE. Otra forma de contrarrestar intrusiones o bien sufrir los ataques antes mencionados a los recursos que proporcionan los servidores AoE, es tener equipos de red (switch) que soporten el estándar 802.1Q (VLAN), esto permitiría aislar el acceso a los recursos de la SAN a nivel infraestructura, de esta manera se puede tener una completa restricción solo a los equipos que se encuentren en el mismo segmento de red a nivel Capa 2 del Modelo OSI.

Es un hecho que el protocolo AoE aun sufre de vulnerabilidades, lo que lo hace mas criticas las vulnerabilidades es el hecho de que en base al protocolo AoE se están compartiendo recursos importantes como lo son el almacenamiento y lo que se compromete en mayor medida es la información que en los servidores AoE se almacenan. Es por ello que es muy importante tener restricciones a nivel servidor AoE y a nivel infraestructura.

Por otro lado, debido a la capacidad de los ataques que se mencionaron, no es suficiente con el control de acceso usado en el GFS, ya que no importa que tipo de Sistema de Archivos se tenga implementado, mientras las modificaciones se realicen directamente en el dispositivo físico.

En este tema el Departamento de Administración de Servidores debe de tener muy en cuenta, una vez que esta propuesta sea implementada, que al tener intrusos dentro de cualquier servidor de correo electrónico se estarían comprometiendo no solo el sistema de correo electrónico, ni tampoco todos los correos de los usuarios, sino que también todo lo que se tenga almacenado en la SAN. Un ataque a la SAN bajo el protocolo AoE puede realizarse bajo cualquier servidor si no se tiene un buen diseño en la SAN y si no se tiene una buena configuración en la infraestructura y en los equipos que conforman a la misma, es por ello que el Departamento debe poner especial atención en este tema y utilizar la herramienta `mask` configurada en el y equipos de red que soporten el estándar 802.1Q, para de esta manera evitar en la medida de lo posible ataques de cualquier tipo y perdida de información.



## CONCLUSIONES.

De acuerdo con los temas abordados en este documento y en base a la aplicación de las tecnologías que se propone en esta propuesta se concluyen los siguientes puntos:

1. La SAN bajo protocolo AoE le va a permitir al Departamento de Administración de Servidores incrementar la capacidad de almacenamiento en el servicio de correo electrónico a un bajo costo.
2. La tecnología AoE es soportada por los Sistemas Operativos más utilizados de hoy en día, lo que permite que cualquier equipo del Departamento de Administración de Servidores pueda tener acceso a la SAN.
3. La SAN puede ser utilizada para los diferentes servicios (Hospedaje de Sitios Web, Correo Electrónico y Bases de Datos) que proporciona actualmente el Departamento de Administración de Servidores, así como para las necesidades de almacenamiento que requiera el Departamento para cumplir con sus actividades administrativas y de soporte (Almacenamiento de Respaldos, Históricos de Estadísticas, etc.).
4. La SAN centraliza los datos en un solo lugar de almacenamiento, esto permite tener una fácil administración y crecimiento de los recursos de almacenamiento de datos.
5. El GFS brinda alta disponibilidad a los datos que se encuentran en un solo punto de almacenamiento, ya que cualquier equipo cliente GFS puede seguir proporcionando el acceso a dichos datos.
6. El GFS permite controlar a través de las cuotas, el uso de los recursos de almacenamiento de todos los equipos que utilizan dicho Sistema de Archivos (clientes GFS), es decir, facilidad de la administración del Sistema de Archivos.
7. El diseño actual del sistema de correo electrónico combinado con la SAN y el GFS permite reducir el tiempo y la dificultad en la migración de los usuarios de un servidor a otro.
8. La propuesta cumple con los objetivos de poder incrementar a los usuarios su bandeja de entrada a 500MB ya que el Departamento de Administración de Servidores cuenta con los recursos de almacenamiento suficientes.
9. La propuesta permitiría incrementar el número de usuarios sin que represente un alto costo por el tema del almacenamiento.
10. Con la implementación de la propuesta se liberarían los recursos de almacenamiento de los servidores y podrían utilizarse para otros fines.

Con la implementación de esta propuesta existen varias ventajas como las anteriormente citadas, pero también existen desventajas en cada una de las tecnologías, estas son:

- a) El uso de una SAN representa tener un punto único de falla en el almacenamiento de los datos, en la propuesta que se describe en este documento, ese punto de falla podría ser la disponibilidad de la conectividad entre los servidores de correo electrónico y la SAN bajo protocolo AoE.
- b) La SAN bajo protocolo AoE es una tecnología con poca experiencia en el área, lo que genera cierto grado de desconfianza en cuanto a la seguridad de los datos almacenados en la SAN.
- c) El GFS utilizado en esta propuesta solo funciona en el Sistema Operativo Red Hat Enterprise Linux y en el Community ENTERprise Operating System.
- d) Las herramientas que se utilizan en esta propuesta para que funcione el GFS en la SAN bajo protocolo AoE son proporcionadas por la compañía CORAID, esto puede significar un cierto grado de dependencia tecnológica.



- e) Actualización de los Sistemas Operativos que tienen instalados actualmente los equipos servidores de correo electrónico bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx*



# ANEXO.

Este ANEXO se encuentra organizado en 3 secciones, las cuales son:

- Descripción del Protocolo AoE.
- Descripción de Comandos.
- Procedimientos.

## A.1 DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO AoE.

Con la finalidad de poder comprender como funciona el protocolo ATA over Ethernet es que se detalla a continuación cada una de las tramas involucradas en dicho protocolo, describiendo cada una de las partes que lo componen:

### Encabezado de la Trama.

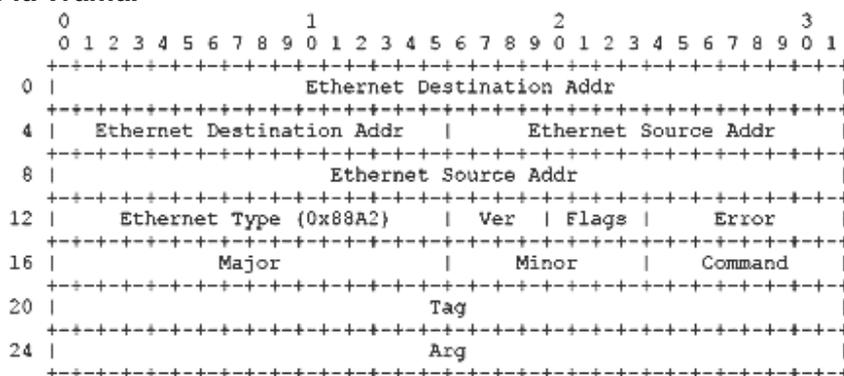


Figura A.1. Encabezado de la trama EtherType AoE

A continuación se describe el significado de cada uno de los campos de esta trama:

- Ethernet Destination Address y Ethernet Source Address. En esa serie de bytes se envían las direcciones físicas (dirección MAC) de los equipos que se están comunicando, la primera dirección es la del nodo receptor y la segunda dirección es la del nodo receptor.
- EtherType. En ese rango de bytes se define que se va a utilizar el protocolo ATA over Ethernet y tiene el valor 0x88A2.
- Ver. Bits en los que se define la versión de la trama AoE que se esta enviando, lo que también implica que se esta definiendo la versión de los códigos de comando que se van a utilizar en la trama.
- Flags. Serie de bits que toman un valor de acuerdo a su posición, la posición esta en base al siguiente esquema:

```

+---+---+---+
|R|E|Z|Z|
+---+---+---+

```

Figura A.2. Flags validas para la trama EtherType AoE

La posición tiene significado cuando el bit en esa posición esta encendido, el significado de las letras es:



- R – Bit que es encendido por el Servidor AoE y define que el mensaje es de respuesta, en los equipos clientes es apagado asignándole el valor de cero.
- E – Bit que se enciende en un mensaje de respuesta cuando la petición no pudo ser terminada por una razón. Cuando este bit esta encendido se pasa a leer el campo de `Error` de la trama.
- Z – Bits reservados y siempre se encuentran con valor de cero.
- **Error.** Bytes que llegan a tener algún valor mientras en el campo `Flags` tenga el bit de error encendido, este campo contiene un código de error definido, este código solo puede tomar valor cuando se presentan los siguientes casos:
    - **Error 1: Unrecognized command code.** Cuando el servidor AoE no entiende el código en el campo `Command`.
    - **Error 2: Bad argument parameter.** Cuando existe un valor inapropiado en el campo `Arg`.
    - **Error 3: Device unavailable.** Cuando el servidor AoE ya no puede aceptar comandos ATA.
    - **Error 4: Config string present.** Cuando el servidor no puede configurar la trama `Config` debido a que no esta iniciada.
    - **Error 5: Unsupported version.** Cuando el servidor AoE no entiende la version que se define en el campo `Ver`.
  - **Major, Minor.** Bytes que representan una dirección en el servidor AoE, el servidor AoE valida la dirección `Major` y `Minor` con las que se encuentran en estos campos de la trama. Para que el servidor acepte lo que se encuentra en el campo `Command` de la trama debe de validar que las siguientes condiciones sean ciertas:
    - Que la dirección `Major` que se encuentra en la trama sea la misma que la del servidor AoE.
    - Que la dirección `Minor` que se encuentra en la trama sea la misma que la del servidor AoE.  
La dirección `Major` hace referencia a un servidor AoE en la red.  
La dirección `Minor` hace referencia a algún disco ATA dentro del servidor AoE.  
El servidor AoE debe de proporcionar sus direcciones `Major` y `Minor` en todas sus respuestas.
  - **Command.** Bytes que contienen el código del comando que esta definido en esta versión del protocolo AoE, los códigos de comando son:
    - **Command 0: Issue ATA Command.** Es utilizado para emitir un comando ATA a alguno de los dispositivos que utilizan el sistema de acceso ATA en el servidor AoE. Los datos asociados con este comando deben de estar contenidos en un solo mensaje. Utilizando el estándar de la trama Ethernet de 1520 bytes se puede leer/escribir un máximo de 2 sectores del disco del servidor. Este código de comando también se le conoce como *Mensaje ATA* ya que de manera más general, los mensajes con este código de comando contienen las peticiones y sus respuestas para realizar las transacciones de datos a los discos que se encuentran en el servidor AoE.
    - **Command 1: Query Config Information.** Es utilizado para recuperar información de configuración del servidor AoE y en ciertos casos lo puede llegar a configurar. Con este código de comando se proporciona un esquema de nombramiento de servidores AoE más avanzado y comprensible que es muy útil cuando se llegan a tener muchos equipos clientes y equipos servidores del protocolo AoE.
  - **Tag.** Esta serie de bytes son utilizadas por el cliente, lo que le permite al servidor AoE tener un mecanismo de seguimiento de peticiones y respuestas, como se menciona



anteriormente el protocolo AoE no esta orientado a conexión por lo que no se encarga de validar que las tramas se hayan recibido bien, pero este campo de la trama le permite al servidor tener un seguimiento de las peticiones a las que se le dio una respuesta y por otro lado al cliente le permite llevar el control de las tramas que aun no han recibido una respuesta.

- Arg. Este campo es variable ya que depende del contenido del campo `Command`. Este campo contiene el mensaje que se va a transmitir/recibir. Los mensajes o códigos de comando que se pueden enviar pueden ser: Mensaje ATA o código de comando `Command 0` y Mensaje Config/Query o código de comando `Command 1`.

### Mensaje ATA (Command 0).

Cuando en el valor de campo `Command` es 0 (cero) dentro del *Encabezado de la Trama*, el campo `Arg` va a contener el siguiente formato dentro de toda la trama del protocolo:

	0								1								2								3															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	AFlags								Err/Feature								Sector Count								Cmd/Status															
28	lba0								lba1								lba2								lba3															
32	lba4								lba5								Reserved																							
36	Data																																							

Figura A.3. Mensaje ATA de la trama EtherType AoE

Los significados de cada uno de los campos son:

- Las banderas del campo `AFlags` proporcionan la información necesaria para controlar los valores que van a contener el resto de los campos, el campo tiene el siguiente contenido:

```

+---+---+---+---+
| Z | E | Z | D | Z | Z | A | W |
+---+---+---+---+

```

Figura A.4. Valores para AFlags en la trama EtherType AoE

W – bit que debe estar encendido cuando se requiere escribir en el dispositivo.

A – bit que esta encendido cuando la petición esta siendo hecha de manera asíncrona.

D – este bit es evaluado únicamente cuando el bit de la posición E esta encendido.

E – cuando este bit se encuentra apagado se utiliza un direccionamiento LBA de 24 bits en disco, de lo contrario se define un direccionamiento LBA de 48 bits.

Z – son bits reservados y se encuentran en estado apagado.

- Los valores de los campos `lba0`, `lba1`, `lba2`, `lba3`, `lba4` y `lba5` son direcciones de disco que serán copiadas dentro del registro de direcciones del disco en el que se va a escribir/leer.
- El valor del campo `Sector Count` es utilizado cuando la bandera `W` esta encendida y determina a donde o desde donde se van a transferir los datos de disco, después de que el comando se completo, los registros son copiados a los campos de respuesta que se encuentran en la cabecera de la trama.
- El servidor AoE hace uso del campo `Cmd/Status` para conocer el estado de los registros que se están transfiriendo.
- Los errores en los registros se encuentran en el campo `Err/Feature` que posteriormente son copiados al campo `Cmd/Status`. Cuando la bandera `A` se encuentra encendida, le indica al servidor AoE que puede escribir otro registro, tan pronto como responda el comando de escritura que esta atendiendo en ese momento. Esto le permite al protocolo AoE encolar las peticiones de escritura, proporcionando un mayor rendimiento, el cual

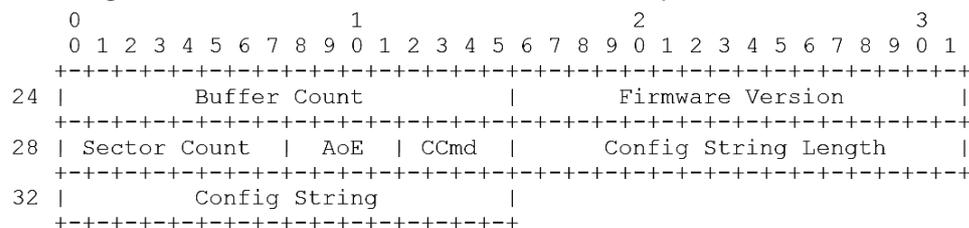


permite transferir datos de forma paralela y da la posibilidad de que el servidor AoE atienda múltiples peticiones de escritura en una sola transacción al dispositivo de almacenamiento.

- El campo *Reserved* es un campo reservado y contiene bits apagados.
- El campo *Data* se encuentran los bits que representan los datos que se están enviando al servidor AoE o recibiendo del mismo.

### **Mensaje Config/Query (Command 1).**

Cuando en el valor de campo *Command* es 1 (uno) dentro del *Encabezado de la Trama*, el campo *Arg* va a contener el siguiente formato dentro de toda la trama del protocolo:



*Figura A.5. Mensaje Config/Query de la trama EtherType AoE*

La descripción para cada uno de los campos es:

- En el campo *Buffer Count* se almacena el número de mensajes que el servidor AoE puede tener en espera para atender. Los mensajes se eliminan cuando las peticiones son mayores al valor de este campo.
- En el campo *Firmware Version* se almacena el número de versión del firmware en el servidor AoE.
- Cuando el valor del campo *Sector Count* no es cero, se especifica dentro del servidor AoE, el número máximo de sectores que se van a manejar en las peticiones del código de comando *Command 0*. Cuando el valor del campo es cero el valor que se define es de dos para compatibilidad hacia atrás.
- El campo *AoE* define la versión del protocolo AoE que soporta el servidor.
- En el campo *CCmd* solo puede contener los siguientes valores:
  - *CCmd0*: read config string. Se lee el campo *Config String* del servidor sin realizar ninguna prueba y se responde el mensaje.
  - *CCmd1*: test config string. Responde si la cadena que se envía como argumento es igual al contenido del campo *Config String* del servidor.
  - *CCmd2*: test config prefix string. Responde si la cadena que se envía es un prefijo del campo *Config String* del servidor.
  - *CCmd3*: set config string. Si en el servidor el campo *Config String* esta vacío, configura el campo con la cadena enviada como argumento y envía mensaje de respuesta. Si el campo ya esta configurado, el mensaje de respuesta que se envía tiene las banderas de error configuradas en la trama.
  - *CCmd4*: force set config string. configure el campo *Config String* con la cadena argumento y envía mensaje de respuesta.
- El *Config String Length* define el tamaño del campo *Config String* siguiente.
- En el campo *Config String* que contiene la cadena que configura al servidor AoE, tiene un tamaño máximo de 1024bytes.



## A.2 DESCRIPCIÓN DE COMANDOS.

La finalidad de describir los comandos, es la de poder conocer con mayor certeza el funcionamiento de las herramientas que van a permitir configurar, monitorear y administrar la SAN bajo el protocolo AoE y el Red Hat GFS.

En ciertos casos, dentro de esta sección del ANEXO, solo se describirán los comandos más importantes y necesarios para la implementación de la propuesta descrita en este documento, los cuales pueden aplicarse para la manipulación de algún equipo o tecnología. Esto se debe a que existen los documentos que detallan con mayor profundidad cada una de las tecnologías y el nivel de uso de estas depende de las necesidades que requiera la implementación de la SAN bajo protocolo AoE o del Red Hat GFS, para el caso específico de la propuesta de este documento es mas que suficiente con la descripción de los comandos que aquí se mencionan.

### **Comandos para la Configuración del Servidor AoE (*EtherDrive*<sup>®</sup> *Storage Appliance*).**

`help`

Sintaxis: `help comando`

Sin argumentos muestra la lista de todos los comandos que pueden utilizarse para la configuración del *EtherDrive*<sup>®</sup> *Storage Appliance*. Cuando el comando `help` esta seguido por otro comando muestra la sintaxis y las opciones del segundo comando.

`shelf`

Sintaxis: `shelf numero`

Cuando no tiene argumento muestra el número `shelf` con el que esta configurado todo el *EtherDrive*<sup>®</sup> *Storage Appliance* y que es mostrado en los servidores. Si se le proporciona un número como argumento configura dicho número como el número `shelf` el utilizara para identificar todo el Appliance en los servidores. El numero puede ser desde el 0 hasta el 65534, es muy recomendable que cada *EtherDrive*<sup>®</sup> *Storage Appliance* tenga su propio número `shelf`.

`show`

Sintaxis: `show [-lcs]`

Muestra la información de cada disco que se encuentra instalado en el *EtherDrive*<sup>®</sup> *Storage Appliance*. Sus opciones son:

- o `l` -> la información que se proporciona incluye la capacidad de cada disco y su estado (*up* o *down*).
- o `c` -> se muestra información a cerca de la configuración del *EtherDrive*<sup>®</sup> *Storage Appliance* que es utilizada por el equipo de soporte del *EtherDrive*<sup>®</sup> *Storage Appliance*.
- o `s` -> la información que se muestra es un estado proporcionado por la herramienta SMART, los estados de los discos pueden ser:
  - *Normal*.
  - *Threshold*. Cuando el disco esta en estado de alerta.
  - *Exceded*. Cuando el disco se encuentra en estado de critico.
  - *Disabled*. Cuando el disco no tiene habilitada la tecnología SMART.
  - *Unknown*. Cuando el disco no se encuentra conectado físicamente en el equipo.

`make`

Sintaxis: `make lblade raidtype [shelf.slot]`

Crea los arreglos de disco que se van a manejar en el *EtherDrive*<sup>®</sup> *Storage Appliance*. Para esta configuración, aquí se propone que sea un RAID1 el cual evitaría más retrasos de escritura a disco (debido a que algunos retrasos pueden ser provocados por la infraestructura y la velocidad de la



SAN) y bajo un RAID1 se tiene un soporte a fallas en el disco las cuales provocarían la pérdida de correo de los usuarios. Al configurar un RAID1 se puede proporcionar una capacidad en la bandeja de entrada de correo electrónico de hasta 500MB a todos los usuarios que se encuentran registrados actualmente en el sistema de correo electrónico bajo el nombre de dominio *servidor.unam.mx* y aun con la posibilidad de proporcionar dicha capacidad al doble de usuarios que se tienen actualmente. La descripción de las opciones del comando `make` son:

- `lblade` debe de ser un número entero desde el número 0 hasta el número 63 y es con el que se identificara el arreglo que se vaya a crear.
- `raidtype` es el tipo de arreglo que se va a configurar para los discos, estos pueden ser:
  - `raidL` -> el equivalente a un RAID concat.
  - `raid0` -> el equivalente a un RAID striped.
  - `raid1` -> el equivalente a un RAID mirror.
  - `raid5` -> el equivalente a un RAID round-robin parity.
  - `raid10` -> se configuran los discos con una combinación de un RAID striped y un RAID mirror.
  - `raw` -> se configuran los discos sin ningún tipo de arreglo.
  - `update` -> se utiliza cuando se quiere actualizar el kernel y el root filesystem del *EtherDrive® Storage Appliance*.
- `shelf.slot` son el numero de shelf y el número de disco o discos que van a conformar al `lblade`.

Para que los servidores puedan verlo como un dispositivo y de esa forma hacer uso de los recursos que proporciona es necesario iniciar el `lblade` con el comando `online`. Cuando se crea un RAID10 se aplica en los discos proporcionados una división entre 2 para que los primeros discos sean una cara del espejo y los segundos sean la otra cara, por lo que no hay que definirlo de forma manual.

`remove`

Sintaxis: `remove lblade`

Elimina el `lblade` que se le pase como argumento y pone a disposición los discos que lo hayan conformado, para que de esa forma se puedan reutilizar nuevamente utilizando cualquier otra configuración.

`spare`

Sintaxis: `spare shelf.slot`

Este comando sin argumentos muestra los discos que están configurados como `spare`, de otro modo configurará los discos ingresados como argumentos en el formato `shelf.slot`. De esa forma se puede tener una serie de discos o un disco funcionando como `spare`.

`rm spare`

Sintaxis: `rm spare shelf.slot`

Elimina el o los discos ingresados como argumento en el formato `shelf.slot` de un conjunto de discos configurados como `spare`.

`online`

Sintaxis: `online lblade`

Comando para iniciar un `lblade`. Sin argumentos muestra los `lblade` que están inicializados.

`offline`

Sintaxis: `offline lblade`



Comando para detener un lblade.

`list`

Sintaxis: `list [-l] lblade`

Sin argumentos muestra todos los lblades creados. Entre la información que se muestra esta el número de lblade, su tamaño y su estado que puede ser `online` u `offline`. La única opción de este comando es `l` y muestra un informe más detallado del estado de cada lblade, entre la información que muestra esta opción es la de los discos que forman parte del lblade, el tipo de RAID que tiene configurado, etcétera.

Las posibles banderas de información que se muestran para saber el estado del RAID configurado en el lblade son:

- o `initing` -> el RAID esta iniciando una paridad con los discos.
- o `recovering` -> el RAID esta reconstruyendo alguno de sus componentes.
- o `degraded` -> el RAID esta funcionando con algunas fallas o sin alguno de sus componentes.
- o `failed` -> el RAID por sustituir muchos de sus componentes que fallaron esta inaccesible.
- o `normal` -> el RAID esta operando de forma normal.

El comando `list` también proporciona información a cerca de cada uno de los componentes de los lblade, esta información es referente al estado en el que se encuentra cada componente del lblade, los estados pueden ser:

- `failed` -> el disco esta fallando.
- `replaced` -> el disco esta iniciándose para sustituir a un disco que fallo.
- `missing` -> el disco no se encuentra insertado en el `slot` del *EtherDrive® Storage Appliance*.
- `normal` -> el disco funciona de forma normal.

`smartenable`

Sintaxis: `smartenable shelf.slot`

Habilita la tecnología SMART en el disco que se le pase como argumento.

`smartdisable`

Sintaxis: `smartdisable shelf.slot`

Deshabilita la tecnología SMART en el disco que se le pase como argumento.

`cecon`

Sintaxis: `cecon interfaz`

Habilita la herramienta CEC (CORAIID Ethernet Console) para que los clientes AoE se conecten al *EtherDrive® Storage Appliance* y de esta manera poder administrarlo remotamente, la comunicación entre el equipo remoto y el *EtherDrive® Storage Appliance* se realiza utilizando la interfaz de red que se le pase como argumento.

`cecoff`

Sintaxis: `cecoff interfaz`

Deshabilita la herramienta CEC en la interfaz que se le pase como argumento.

`mask`

Sintaxis: `mask lblade [+MAC] [-MAC]`

Permite definir un control de acceso a los recursos que proporciona determinado lblade, tomando como argumento la dirección MAC de los clientes AoE, el signo mas (+) es para permitir el acceso y el signo menos (-) es para limitar el acceso al cliente AoE que cuente con la dirección MAC que le precede al signo.



`passwd`

Sintaxis: `passwd`

Permite configurar una contraseña para poder tener acceso a la consola de configuración del *EtherDrive® Storage Appliance*.

`grow`

Sintaxis: `grow lblade raidtype shelf.slot`

Permite agregar un RAID a un `lblade` existente. Los argumentos que se le proporcionan a este comando significan lo mismo que los descritos en el comando `make`.

`eject`

Sintaxis: `eject lblade`

Permite quitar un `lblade` del equipo, en comparación con el comando `remove`, el comando `eject` NO borra la información del `lblade`, esto es útil cuando se quiere llevar un `lblade` existente de un *EtherDrive® Storage Appliance* a otro sin perder la configuración y los datos almacenados en los discos.

`fail`

Sintaxis: `fail lblade.part.drive`

Permite poner un disco en estado de falla (*failed*), esto es útil cuando se quiere reemplazar un disco inestable por uno en buen estado o bien para realizar pruebas con el uso de los discos.

`unfail`

Sintaxis: `unfail lblade.part.drive`

Permite poner un disco que se encuentre en estado de falla en un estado que permite utilizarlo de manera normal.

`replace`

Sintaxis: `replace lblade.part.drive shelf.slot`

Permite reemplazar un disco que este fallando por uno que este en buenas condiciones para utilizarlo, sirve de igual manera si se utilizan los comandos `fail` y `unfail`, con la diferencia de que utilizando el comando `replace` se reduce en un solo paso el cambio del estado del disco.

`syslog`

Sintaxis: `syslog [-cp] [-s tipo de alerta] <mensaje a mostrar>`

Permite enviar las bitácoras del estado del Servidor AoE a un equipo determinado. Para ello el equipo encargado de administrar las bitácoras debe de estar configurado de manera apropiada. El envío de bitácoras se realiza utilizando el puerto 514 del protocolo de transporte UDP. Las opciones de este comando indican lo siguiente:

- `c` -> Permite configurar el envío de las bitácoras, en esta opción se debe de proporcionar datos como la dirección IP del equipo al que se le van a enviar, la dirección IP con la que van a llegar las bitácoras (este dato es meramente informativo y no tiene ningún significado en la SAN) y la interfaz por la que el Servidor AoE va a enviar las bitácoras.
- `p` -> Imprime la configuración para el envío de las bitácoras que se tiene en el Servidor AoE.
- `s` -> Define el tipo de alerta que debe de cumplirse en el equipo para que la bitácora sea enviada con el mensaje posteriormente definido.

`reboot`



Sintaxis: `reboot`

Reinicia los `lblades`, los discos que lo componen y todo el equipo. Esta es la mejor manera de reiniciar el sistema ya que evita que los datos se corrompan o que sufra daños el equipo.

`halt`

Sintaxis: `halt`

Apaga los `lblades`, los discos que lo componen y todo el equipo. Esta es la mejor manera de apagar el sistema.

`exit`

Sintaxis: `exit`

Permite salir de la CLI, cuando se tiene habilitada la contraseña sale de la sesión de línea de comandos en la que se estaba trabajando.

`update`

Sintaxis: `update [-l]`

Permite actualizar la versión del sistema base con el que trabaja el equipo *EtherDrive® Storage Appliance*.

### **Crear Particiones con `parted`.**

`parted` es una herramienta que al igual que `fdisk` (GNU/Linux), `format` (Solaris) y `Partition Magic` (Windows) son útiles para una mejor administración de los discos duros de un equipo de cómputo. Gracias a ellas podemos hacer particiones en un dispositivo de bloque, una de las grandes ventajas de esta herramienta sobre `fdisk` es que nos permite crear particiones de gran tamaño, anula los posibles problemas generados por realizar muchas particiones sobre un solo disco duro y permite ver el tamaño real de toda la partición.

A continuación se describen algunos de los comandos básicos para crear particiones con esta herramienta:

`help`

Sintaxis: `help [comando]`

Muestra todos los comandos que se pueden utilizar con la herramienta `parted`, así como una breve descripción de lo que realiza el comando. Cuando el comando está seguido de otro comando muestra una descripción más detallada del segundo comando.

`select`

Sintaxis: `select [ruta del dispositivo de bloque]`

Comando con el que se le indica cuál va a ser el disco con el que queremos trabajar.

`mktable`

Sintaxis: `mktable [tipo de tabla de particiones]`

Comando con el que se define la tabla de particiones con la que se va a trabajar y en base a sus propiedades es con la que se realizarán las particiones del disco. Un par de ejemplos de las tablas de partición que podemos utilizar y que este comando acepta como argumento son: `gpt` y `msdos`.

`mkpart`

Sintaxis: `mkpart`

Comando que realiza las particiones, cuando se inserta el comando se pasa a un modo interactivo en donde se debe definir el nombre de la partición, tamaño, tipo de filesystem, etc. es



importante mencionar que a comparación de otras herramientas de administración de discos `parted` realiza las particiones en el momento, por lo que no se confirma la creación de las particiones, es decir, al momento en que se terminan de definir las propiedades de la partición esta es creada.

`print`

Sintaxis: `print`

Muestra las particiones que tiene creadas el disco, entre la información que se muestra esta: el nombre, el número de partición, el tipo, el tamaño, el filesystem, etc.

### **Comandos para la Configuración de los Clientes AoE (Aoetools).**

`aoe-stat`

Muestra el estado de todos los *EtherDrive® Storage Appliance* que sean parte de la SAN, también muestra información a cerca de la interfaz que esta teniendo conexión con la SAN o bien el estado de la conexión con determinado `shelf`.

`aoe-discover`

Hace una exploración en la SAN para detectar a un `shelf`, o a una serie de ellos, y que pudieran haberse agregado o desinstalado en la SAN. Este comando no muestra ninguna salida (ya que solo envía una serie de paquetes de exploración en la SAN), es por ello que para comprobar el nuevo estado de los equipos que conforman la SAN es necesario ejecutar el comando `aoe-stat`.

`aoe-interfaces`

Sintaxis: `aoe-interfaces interfaz`

Permite configurar una interfaz para que el cliente AoE se pueda comunicar con la SAN y hacer uso de los recursos de almacenamiento que proporciona a través de los *EtherDrive® Storage Appliance*. La interfaz debe tener físicamente una conexión a la SAN, de lo contrario no se podrá establecer la comunicación con ningún `shelf`.

`aoe-flush`

Sintaxis: `aoe-flush [-a]`

Borra toda la información a cerca de los dispositivos AoE que estén fuera de producción. Con la opción `-a` borra toda la información de los dispositivos AoE, no importando que estén utilizándose (que estén en producción) o que ya no se encuentren dentro de la SAN.

`aoe-version`

Sintaxis: `aoe-version`

Muestra la version del software AoE que se encuentra instalado y en ejecución.

`aoe-revalidate`

Sintaxis: `aoe-revalidate e{shelf}.{lblade}`

Permite validar si no han existido cambios en las capacidades de almacenamiento en un `shelf` y un `lblade` especificados en los argumentos que se le proporcionan al comando.

`aoeping`

Sintaxis: `aoeping [opciones] shelf slot interfaz`

Permite comprobar la conexión con cualquier *EtherDrive® Storage Appliance* que se le proporcione como argumento, el nivel de poder comprobar el estado de los discos con la tecnología SMART (esto mientras este habilitado en los discos del equipo). Las opciones más útiles de este comando son:



-I proporciona la información del Firmware, modelo, número de serie, etc. toda la información de esta salida se refiere al servidor AoE.

-v proporciona información propia del shelf, slot, dirección MAC del servidor AoE, etc.

aoecfg

Sintaxis: aoecfg [-c] cmd [-s] cfgstr [-t] time shelf lblade interfaz

Permite configurar los AoE Config Strings, la opción -c indica la configuración del *Command1* que soporta la trama AoE definido en la sección 1.4.1.3, aquí solo se mencionaran los argumentos que pueden ser proporcionados al ejecutar el comando:

- read.
- test.
- prefix.
- set.
- fset.

La opción -s se encarga propiamente de identificar que el argumento que le sigue en el comando (cfgstr) va a ser la cadena de identificación. La opción -t es el tiempo que va a intentar recibir una respuesta del servidor AoE.

### **Comandos para la Creación de los Volúmenes Lógicos en los Clientes GFS.**

pvcreate

Sintaxis: pvcreate dispositivo1 dispositivo2 . . . dispositivoN

Etiqueta al dispositivo físico de bloque o conjunto de dispositivos físicos de bloque para que puedan ser usados como PV.

pvdisplay

Sintaxis: pvdisplay

Muestra todos los dispositivos físicos que están etiquetados como PV.

vgcreate

Sintaxis: vgcreate <nombre del VG> dispositivo1 . . . dispositivoN

Crea un VG asignándole un nombre e indicándole los dispositivos físicos de bloque con etiquetas PV que van a formar parte del VG que se esta creando.

vgdisplay

Sintaxis: vgdisplay

Muestra todos los VG creados y sus características (nombre, dispositivos que lo conforman, tamaño, etc.).

lvcreate

Sintaxis: lvcreate -L <tamaño> -n <nombre del LV> <nombre del VG>

Crea un LV con un tamaño, el cual puede ser especificado en MB cuando al número le precede por una M o en GB cuando al número le precede una G, un nombre que identifica al LV y el nombre del VG al que va a pertenecer.

lvdisplay

Sintaxis: lvdisplay

Muestra todos los LV creados y sus características (nombre del LV, tamaño, estado, nombre del VG al que pertenece, etc.).



### **Comandos para la Creación y Montaje del GFS.**

`gfs_mkfs`

Sintaxis: `gfs_mkfs -p <modulo de bloqueo> -t <nombre del cluster:nombre del sistema de archivos> -j <numero de journals> /dev/nombreVG/nombreLV`

Las opciones básicas para crear el GFS son:

-p El modulo de bloqueo o administrador de bloqueo a utilizar para el GFS, en el capítulo 1 se había revisado el uso del DLM.

-t En el que el nombre del cluster se define en el archivo `/etc/cluster/cluster.conf` y el nombre del sistema de archivos es el nombre con el que se va a conocer el sistema de archivos en el *cman*.

-j Los journals que va a utilizar el GFS que se esta creando.

Finalmente se indica la ruta del dispositivo lógico que tendrá el formato que utiliza el GFS.

`mkdir`

Sintaxis: `mkdir <nombre del directorio a crear>`

`mount`

Sintaxis: `mount -t <formato del sistema de archivos a ser montado> <dispositivo de almacenamiento con formato> <punto de montaje>`

La opción `-t` solo se utiliza para especificar el tipo de sistema de archivos que se va a montar y suele ser opcional en algunos Sistemas Operativos GNU/Linux debido a que los más actuales lo detectan de manera automática. El *punto de montaje* es el nombre de un directorio existente en el sistema de archivos que utiliza el Sistema Operativo para trabajar.

## **A.3 PROCEDIMIENTOS.**

Todos los procedimientos que se citan a continuación deben de ser realizados en cada uno de los equipos que se encargan del sistema de correo (Servidor1, Servidor2, Servidor3 y Servidor4) a menos que en el procedimiento se especifique que se debe de realizar de otra forma.

A manera de ejemplo los procedimientos fueron realizados en el Sistema Operativo CentOS 5 y se utilizaron 2 equipos de prueba con los siguientes nombres: *CentOSGFS1* y *CentOSGFS2*.

El símbolo #, hace referencia al *prompt* del usuario administrador del sistema operativo (root) y los comandos deben ser ejecutados en una sola línea, excepto cuando el símbolo # este al principio de la línea ya que este significa que se trata de un comando que se debe ejecutar de manera independiente al anterior.

Los pasos descritos a continuación deben de seguir el orden en el que aparecen en este ANEXO en el momento de llevarlo a la práctica.

### **SAN Bajo el Protocolo AoE.**

- Instalación del modulo del kernel AoE en los Clientes AoE.

Desinstalar el modulo AoE que ya se encuentra instalado en el kernel del Sistema Operativo (esto aplica en los Sistemas Operativos GNU/Linux con kernel 2.6.11 y posteriores).

```
# rm -rf /dev/etherd
```

```
# find /lib/modules/`uname -r` -name aoe.ko -print0 | xargs -0 rm
```

Descargar el archivo que contiene el modulo AoE.



```
# wget http://www.coraid.com/support/linux/aoe6-55.tar.gz
```

Descomprimir y desempaquetar el archivo descargado.

```
# tar -zxvf aoe6-55.tar.gz
```

Entrar al directorio que contiene la instalación del modulo.

```
# cd aoe6-55/
```

Hacer la compilación de los archivos a instalar en el kernel que actualmente esta utilizando el Sistema Operativo.

```
# make KDIR=/usr/src/kernels/`uname -r`-i386 INSTDIR=/lib/modules/`uname -r`/kernel/drivers/block/aoe
```

Instalación del modulo AoE.

```
# make install KDIR=/usr/src/kernels/`uname -r`-i386  
INSTDIR=/lib/modules/`uname -r`/kernel/drivers/block/aoe
```

Cargar el modulo en el kernel para que pueda ser usado, definiendo la interfaz física del equipo que va a establecer las conexiones con los servidores AoE.

```
# modprobe aoe aoe_iflist="eth0"
```

NOTA: La version del modulo AoE (*aoe6-55*) utilizada en este documento podría no estar disponible en un futuro, ya que la disponibilidad del modulo depende de la empresa CORAID. *i386* es la arquitectura del procesador del equipo de computo en donde se instalara el modulo AoE (esto puede variar según las características físicas del equipo en donde se este realizando la instalación).

- Instalación del CORAID Ethernet Console (CEC) para la administración y configuración del Servidor AoE de manera remota.

Descargar el archivo que contiene a la aplicación.

```
# wget http://downloads.sourceforge.net/aoetools/cec-8.tgz?modtime=1188402055&big_mirror=0
```

Descomprimir y desempaquetar el archivo descargado.

```
# tar -zxvf ~cdominguez/Downloads/cec-8.tgz
```

Entrar al directorio que contiene la instalación de la aplicación.

```
# cd cec-8/
```

Hacer la compilación de los archivos que se encuentran en el directorio de la aplicación e instalación de los archivos generados por dicha compilación.

```
# make  
# make install
```

NOTA: La versión de la aplicación CEC utilizada en este documento podría no estar disponible en un futuro, ya que la disponibilidad de dicha aplicación depende de la empresa CORAID.

- Conectarse remotamente al CLI del Servidor AoE a través de la herramienta CEC. Para revisar que servidores AoE se encuentran en la red y cual es su dirección MAC.

```
# cec eth0
```

La salida del comando anterior será similar a la siguiente:



```
Probing for shelves ... done.  
SHELF | EA  
      00304861C7B4
```

Nos devuelve un *prompt* igual al que se muestra a continuación:  
[#qp]:

Con lo anterior, las opciones que acepta el *prompt* anterior pueden ser:  
p -> Volver a realizar una búsqueda de servidores AoE en la red.  
q -> Salir de la búsqueda.

Ya con la información necesaria para conectarse a la consola del *EtherDrive® Storage Appliance* solo basta con introducir el siguiente comando:

```
# cec -m 00304861C7B4 eth0
```

O bien con el comando:

```
# cec eth0
```

- Configuración del Servidor AoE.

Definiendo el número de *shelf* del equipo.

```
SR shelf> shelf 2
```

Configuración del *blade* haciendo un RAID10.

```
SR shelf 2> make 1 raid10 2.0-1  
SR shelf 2> online 1
```

Configuración del disco que va a funcionar como spare.

```
SR shelf 2> spare 2.2
```

Configuración para la restricción de los clientes AoE (utilizando su dirección MAC) que pueden hacer uso del *blade* ya configurado.

```
SR shelf 2> mask 0 +00:0c:29:f7:de:49 +00:0c:29:ca:23:7a
```

### **Sistema de Archivos GFS.**

- Instalación de las herramientas para el uso del Red Hat GFS desde la instalación del Sistema Operativo CentOS 5.

NOTA: en este anexo no se describe la instalación completa del Sistema Operativo CentOS 5, esto se debe a que las herramientas que se pueden instalar en los equipos deben de estar definidas por las necesidades del Departamento de Administración de Servidores. Por lo anterior solo se describe la instalación de las herramientas necesarias para el uso del GFS en los equipos.

Dentro de la instalación del sistema operativo CentOS 5 cuando se halla llegado al paso de "Configuración de la Instalación", indicar que se va a realizar una configuración personalizada (*Customize now*) e ir al paso siguiente.

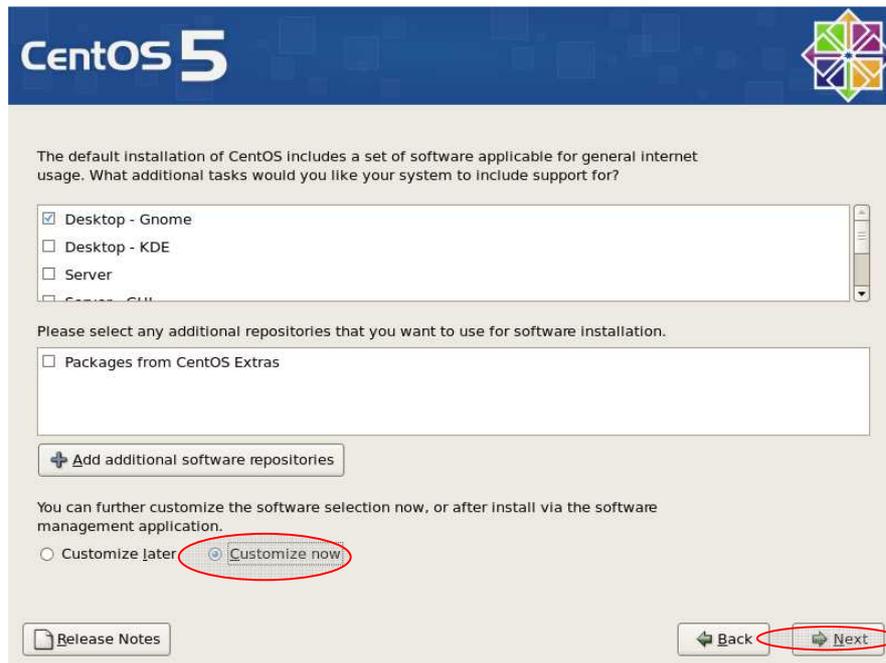


Figura A.6. Instalación personalizada de las aplicaciones

*Instalación del cman.* Seleccionar la sección de *Clustering* y marcar en la caja de selección la opción de "Clustering".

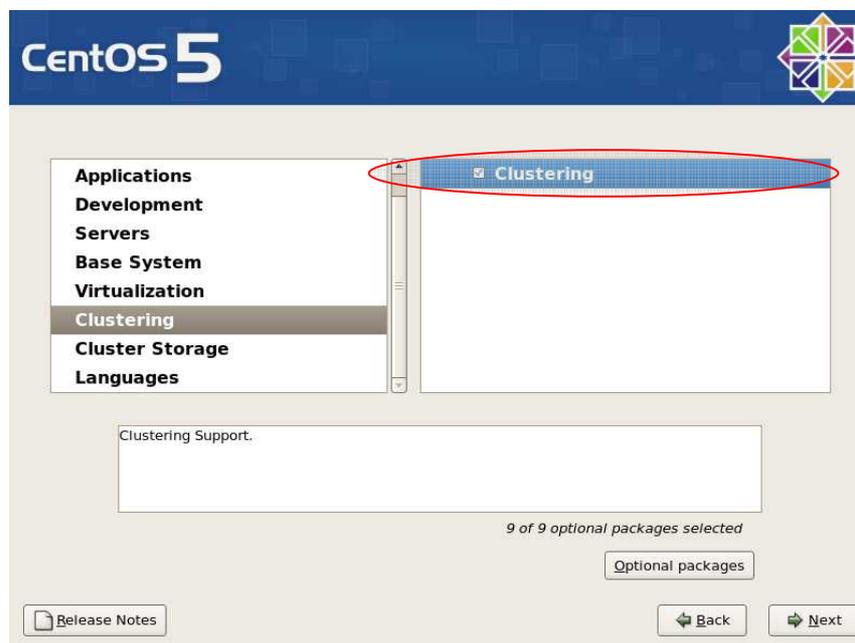


Figura A.7. Instalación del CMAN

*Instalación del GFS.* Seleccionar la sección de *Cluster Storage*, marcar en la caja de selección la opción de "Cluster Storage" y dar clic en el botón "Optional packages".

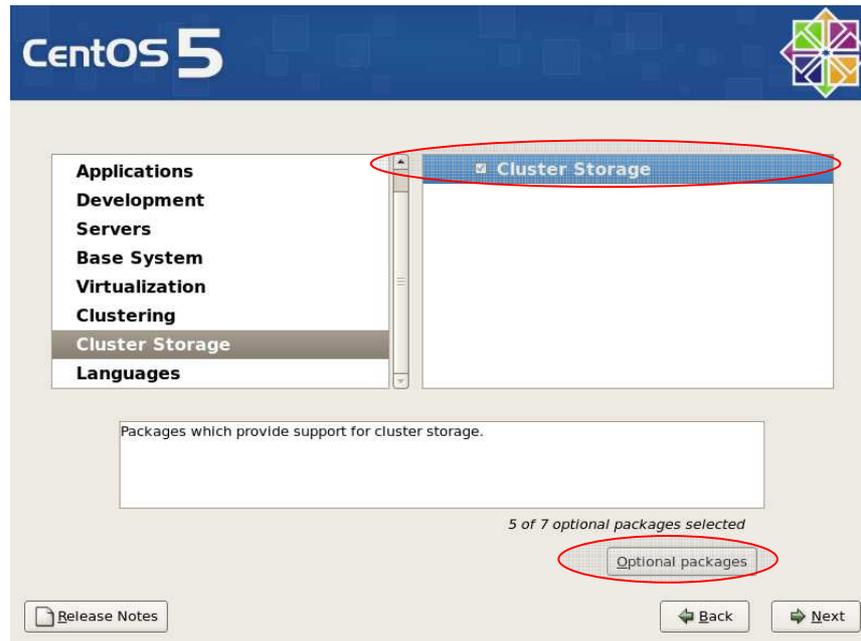


Figura A.8. Sección para la instalación del GFS

Seleccionar solo las herramientas necesarias para el GFS (modulo del kernel para el GFS, utilerías para el GFS y herramientas del LVM2).

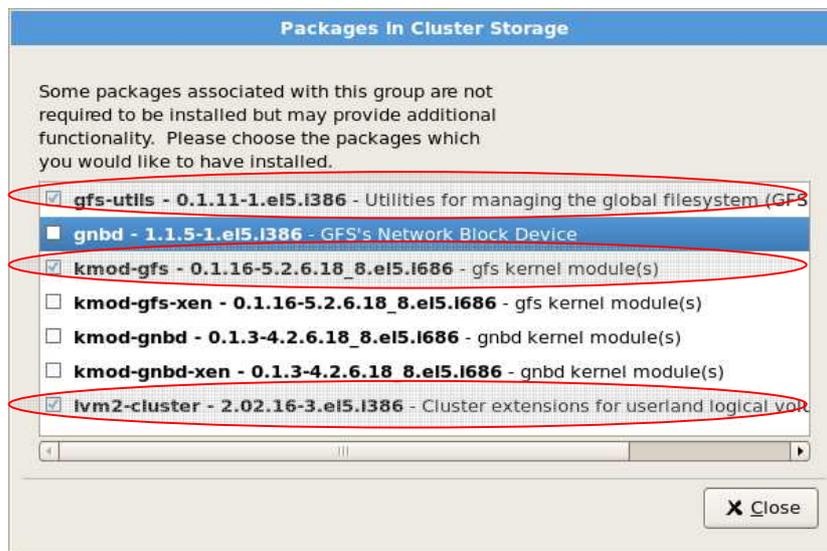


Figura A.9. Instalación del GFS

- Instalación de la herramienta *aoemask*.

Descargar el archivo que contiene a la aplicación.

```
# wget http://www.coraid.com/support/sr/aoemask-1.tgz
```

Descomprimir y desempaquetar el archivo descargado.

```
# tar -zxvf aoemask-1.tgz
```

Entrar al directorio que contiene la instalación de la aplicación.



```
# cd aoemask-1/
```

Hacer la compilación de los archivos que se encuentran en el directorio de la aplicación e instalación de los archivos generados por dicha compilación.

```
# make
# make install
```

NOTA: La versión que se instala en este documento es la versión 1 de la aplicación aoemask, es seguro que posteriormente se publique una nueva versión por lo que el procedimiento puede cambiar entre esta versión y la más actual.

- Instalación del programa *fence\_aoemask*.

Entrar al directorio en donde se encuentran todos los programas para el *fencing* proporcionados por la herramienta *cman*.

```
# cd /sbin
```

Editar el archivo *fence\_aoemask* e poner como contenido el código en el Lenguaje de Programación Perl que se encuentra en la página de Internet [http://www.coraid.com/support/linux/contrib/weck/fence\\_aoemask](http://www.coraid.com/support/linux/contrib/weck/fence_aoemask).

```
# vi fence_aoemask
```

Cambiar los permisos del archivo *fence\_aoemask*, para que pueda ejecutarse en el sistema operativo.

```
# chmod 755 fence_aoemask
```

NOTA: La dirección de la página de Internet que aquí se cita esta disponible gracias a la compañía CORAID, puede que en un futuro cambie su contenido ya que su contenido es la primera versión del programa de *fencing* para el protocolo AoE.

- Creación del archivo de configuración *cluster.conf* para el GFS y configuración del archivo de red *hosts*.

Entrar al directorio donde se debe de encontrar el archivo de configuración.

```
# cd /etc/cluster
```

Editar el archivo de configuración.

```
# vi cluster.conf
```

Ejemplo del contenido del archivo *cluster.conf* (debe de estar en el metalenguaje de programación XML).

```
<?xml version="1.0"?>
<cluster alias="Prueba_GFS" config_version="1" name="GFS">
  <fence_daemon post_fail_delay="0" post_join_delay="3"/>
  <clusternodes>
    <clusternode name="CentOSGFS1" nodeid="1" votes="1">
      <fence>
        <method name="coraid">
          <device name="e2.1" mac="00:0c:29:f7:de:49"/>
        </method>
      </fence>
    </clusternode>
    <clusternode name="CentOSGFS2" nodeid="2" votes="1">
      <fence>
        <method name="coraid">
          <device name="e2.1" mac="00:0c:29:ca:23:7a"/>
        </method>
      </fence>
    </clusternode>
  </clusternodes>
</cluster>
```



```
</clusternodes>
<fencedevices>
  <fencedevice agent="fence_aoemask" name="e2.1" shelf="2" slot="1" interface="eth0"/>
</fencedevices>
<rm>
  <failoverdomains/>
  <resources/>
</rm>
</cluster>
```

NOTA: La dirección MAC que se debe de poner en este archivo de configuración es la de los equipos Clientes GFS y los nombres bien pueden ser otros en todos los casos, mientras en los nombres que se repiten en este ejemplo de archivo de configuración deben ser iguales teniendo cualquier otro nombre. El nombre del nodo debe de ser igual al que se encuentra en el archivo *hosts* del Sistema Operativo. Para efectos de este ejemplo el archivo ubicado en la ruta */etc/hosts* debe ser igual al siguiente en todos los clientes GFS:

Editar el archivo *hosts*.

```
# vi /etc/hosts
```

Ejemplo del contenido del archivo *hosts*.

```
# Do not remove the following line, or various programs
# that require network functionality will fail.
127.0.0.1      localhost.localdomain localhost
::1          localhost6.localdomain6 localhost6
192.168.10.222 CentOSGFS2.servidores.unam.mx CentOSGFS2
192.168.10.221 CentOSGFS1.servidores.unam.mx CentOSGFS1
```

- Configuraciones al archivo del LVM e inicio de los servicios que permiten el uso del GFS.

Editar el archivo *lvm.conf*.

```
# vi /etc/lvm/lvm.conf
```

Modificar las líneas que responden a las variables “scan” y “locking\_type”, sustituir los valores de tal manera que queden de la siguiente manera:

```
scan = [ "/dev/etherd" ]
locking_type = 3
```

Iniciar los servicios proporcionados por todas las herramientas contenidas en el *cman*.

```
# /etc/init.d/cman start
```

Iniciar los servicios de la herramienta CLVM

```
# /etc/init.d/clvmd start
```

NOTA: Las salidas de los comandos que inician los servicios del *cman* y el CLVM deben de tener la cadena OK.

- Creación del *home1* y *home2* bajo GFS.

IMPORTANTE. Todos los pasos que se describen en este punto se deben de hacer solo en uno de los clientes GFS.

Creación del PV sobre los dispositivos de almacenamiento proporcionados por los Servidores AoE.

```
# pvcreate /dev/etherd/e2.1
```

Creación del VG con nombre *GrpPrueba*.

```
# vgcreate GrpPrueba /dev/etherd/e2.1
```



### Creación de los LV.

```
# lvcreate -L 510G -n home1 GrpPrueba
# lvcreate -L 410G -n home2 GrpPrueba
```

### Creación del home1 y home2 con el sistema de archivos GFS.

```
# gfs_mkfs -p lock_dlm -t GFS:home1 -j 2 /dev/GrpPrueba/home1
# gfs_mkfs -p lock_dlm -t GFS:home2 -j 2 /dev/GrpPrueba/home2
```

### Ejemplo de la salida del comando `gfs_mkfs` cuando no ocurrieron errores al darle formato de GFS a los volúmenes lógicos.

```
This will destroy any data on /dev/GrpPrueba/home2.
```

```
Are you sure you want to proceed? [y/n] y
```

```
Device:                /dev/GrpPrueba/home2
Blocksize:             4096
Filesystem Size:      107400368
Journals:              2
Resource Groups:      1640
Locking Protocol:     lock_dlm
Lock Table:           GFS:home2
```

```
Syncing...
All Done
```

- Crear los puntos de montaje para los sistemas de archivos GFS anteriormente creados

### Creación de los directorios donde se van a montar los sistemas de archivos home1 y home2.

```
# mkdir /home1
# mkdir /home2
```

### Montado del sistema de archivos en los directorios `/home1` y `/home2`.

```
# mount -t gfs /dev/GrpPrueba/home1 /home1
# mount -t gfs /dev/GrpPrueba/home2 /home2
```

### Ejemplo de la salida del comando `mount` cuando no surgieron errores al momento de montar el GFS.

```
Trying to join cluster "lock_dlm", "GFS:home1"
Joined cluster. Now mounting FS...
GFS: fsid=GFS:home1.0: jid=0: Trying to acquire journal lock...
GFS: fsid=GFS:home1.0: jid=0: Looking at journal...
GFS: fsid=GFS:home1.0: jid=0: Done
GFS: fsid=GFS:home1.0: jid=1: Trying to acquire journal lock...
GFS: fsid=GFS:home1.0: jid=1: Looking at journal...
GFS: fsid=GFS:home1.0: jid=1: Done
```



# GLOSARIO.

## A

### *Advanced Technology Attachment (ATA).*

Estándar en el que se especifica la interfaz que interconecta a un dispositivo, en su mayoría dispositivos de almacenamiento masivo, con un equipo de cómputo.

### *Address Resolution Protocol (ARP).*

Es un protocolo que se encuentra descrito en el RFC 826, este protocolo es utilizado para las redes de computadoras y permite conocer de manera dinámica la dirección física (también conocida como MAC Address) de una tarjeta de red a partir del conocimiento de su dirección lógica (dirección IP).

### *Appliance.*

Es un término utilizado para los equipos o dispositivos de cómputo que tienen un propósito único y específico que cumplir.

### *Archivo.*

En informática, es una unidad lógica con características propias que representa a un conjunto de caracteres, o bien de manera más técnica, a un conjunto de bytes en un dispositivo de almacenamiento.

### *American Standard Code for Information Interchange (ASCII).*

Es un estándar americano en el que se definen, a través de un código (generalmente representado en una tabla), caracteres alfanuméricos, la versión básica de esta tabla se compone de 128 caracteres alfanuméricos y algunos símbolos, la versión extensa de la tabla ya cuenta con 256 caracteres. Este código fue creado con la finalidad de lograr cierta compatibilidad entre los diversos procesadores de texto.

### *ATA over Ethernet (AoE).*

Es un protocolo diseñado para poder tener acceso a dispositivos de almacenamiento que utilizan el estándar ATA a través de una red de computadoras con el estándar Ethernet.

## B

### *Boot o Master Boot Record (MBR).*

Es el primer sector de un disco duro y se encarga de leer el Master Boot Code, el cual contiene la instrucción de identificar y comenzar (booting) con la partición configurada para iniciar la lectura de la información almacenada en el disco (en donde generalmente hay Sistema Operativo o un Gestor de Arranque).

## C

### *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD).*



Es un mecanismo que con uso de una secuencia de bits forman una trama, la cual permite controlar el acceso de los equipos de cómputo de una red de computadoras al medio físico que las mantiene comunicadas.

*Coraid Ethernet Console (CEC).*

Método para la configuración del *EtherDrive® Storage Appliance* de manera remota, la conexión se realiza sin ningún mecanismo de cifrado por lo que todas las órdenes de configuración viajan en crudo.

*Cluster.*

En computación, es un conjunto de computadoras que se comportan como si fueran una o bien que se encuentran configuradas para atender una misma tarea entre todo el conjunto de computadoras.

*Command Line Interface (CLI).*

Es una interfaz que permite configurar o manipular un equipo de computo o aplicacion introduciendo comandos para realizar esta tarea.

## **D**

*Digital Data Storage (DDS).*

Es una tecnología utilizada para leer y escribir en cintas magnéticas.

*Distributed Lock Manager (DLM).*

Es un mecanismo que permite sincronizar el acceso a los recursos de almacenamiento que se encuentra compartido entre varios equipos de computo.

## **E**

*Ethernet.*

Son una serie de especificaciones en las que se describen el funcionamiento de las redes de computadoras, basado en un acceso múltiple al un solo medio físico para la comunicación de los equipos.

*eXtensible Markup Language (XML).*

Es un metalenguaje basado en etiquetas que fue creado con la finalidad de programar sitios web.

## **F**

*Fast Ethernet.*

Es una variación de las especificaciones de las redes Ethernet que permite transmitir y recibir datos a una velocidad de 100Mbps.

*Fiber Channel.*

Es un estándar diseñado para la comunicación entre equipos de cómputo de alto rendimiento, utilizando medios de comunicación de fibra óptica.

**G***Gigabit Ethernet.*

Es una variación de las especificaciones de las redes Ethernet que permite transmitir y recibir datos a una velocidad de 1000Mbps.

*Global File System (GFS).*

Es un sistema de archivos de disco para los equipos con sistema operativo GNU/Linux que son parte de un cluster.

*Global Network Block Device (GNBD).*

Es una tecnología Cliente-Servidor que permite exportar dispositivos de bloque ubicados físicamente en un equipo (llamado Servidor GNBD) y utilizados por otros equipos (clientes GNBD) como dispositivos de bloque propios, estableciendo la comunicación a través del protocolo TCP/IP.

*GNU/Linux.*

Es un Sistema Operativo tipo UNIX que es distribuido bajo licencia GPL de GNU, este Sistema Operativo cuenta con el kernel de nombre Linux que fue desarrollado por Linus Torvalds en 1991 y que también es distribuido bajo la misma licencia. Este Sistema Operativo es comúnmente conocido como *Linux*.

**H***Host Bus Adapter (HBA).*

Tecnología que era usada para el acceso a dispositivos de almacenamiento masivo (discos duros) y que se encargaba de ser el intermediario entre las peticiones al dispositivo de almacenamiento y la carga de dichas peticiones a la memoria del equipo. Actualmente este concepto es aplicado para las SAN de alto rendimiento.

*HyperText Transport Protocol (HTTP).*

Protocolo utilizado para transmitir páginas web a través de Internet. La última versión publicada (1.2) es la que se describe en el RFC 2774.

**I***In Disk Electronics (IDE).*

Interfaz utilizada para la interconexión de dispositivos de almacenamiento y equipos de cómputo la cual utiliza señales paralelas para el intercambio de los bits que viajan en la interfaz.

*IRIX.*



Es un sistema operativo compatible con UNIX, creado por SGI (Silicon Graphics) para su plataforma MIPS de 64 bits.

*iSCSI.*

Protocolo que permite a los clientes enviar a través de una red con infraestructura TCP/IP comandos SCSI a dispositivos de almacenamiento SCSI que se encuentran en servidores remotos. iSCSI puede ser utilizado para tener acceso a recursos de almacenamiento que se encuentran a grandes distancias.

## **L**

*Lightweight Directory Access Protocol (LDAP).*

Es un protocolo de tipo cliente-servidor que permite acceder a un servicio de directorio. La última versión (versión 3) de este protocolo se encuentra descrita en el RFC 2251.

*Logical Block Addressing (LBA).*

Mecanismo de direccionamiento en discos duros utilizado por algunas tablas de particiones.

## **M**

*Mail eXchanger (MX).*

Es un tipo de registro utilizado por el DNS en el cual se especifica en donde debe ser entregado el correo electrónico que responde a cierto nombre de dominio.

*Modelo OSI.*

Es un modelo de referencia dividido en 7 capas (Física, Enlace, Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación) utilizado principalmente por los fabricantes de equipos de red con la finalidad de que todos los equipos de red que salen al mercado, no importando la marca, sean compatibles entre ellos.

*MicroSoft Disk Operating System (MS-DOS).*

Sistema Operativo comercializado por la compañía Microsoft y que era parte de la computadora IBM PC, era parte de la familia de Sistemas Operativos DOS.

## **N**

*NFS.*

Protocolo desarrollado por Sun Microsystems para permitir que una computadora pueda acceder a los archivos de otro equipo como si éstos fueran propios.



## **P**

### *Paralell ATA (PATA).*

Es la una de las implementaciones del estándar ATA, en la cual la transmisión de los bites se realiza de forma paralela, es la mas común hoy en día, pero se pretende sea sustituida por la tecnología Serial ATA (SATA).

### *Protocolo.*

Conjunto de reglas que deben ser respetadas para que pueda ser realizado un proceso de comunicaciones.

## **R**

### *Redundant Array of Independent Disks (RAID).*

Es un método de combinación de varios discos duros para formar una única unidad lógica en la que se almacenan los datos de forma redundante, evitando con ello fallas que provoquen perdida de información.

### *Reverse Address Resolution Protocol (RARP).*

Es un método para que algún equipo de cómputo obtenga una dirección lógica (dirección IP) cuando solo se conoce su dirección física (dirección MAC).

### *Router.*

También conocido como ruteador o encaminador, es un dispositivo de hardware que permite interconectar redes de computadoras. Este dispositivo permite trazar la ruta de los paquetes entre las redes de datos existentes.

## **S**

### *Serial ATA (SATA).*

Es una nueva interfaz para el sistema ATA, la cual funciona a traves de 7 cables y permite mayores velocidades de transferencia debido a que el intercambio de los bits se hace en serie.

### *Sistema de Archivos.*

Es el encargado de administrar los archivos que se encuentran almacenados en los dispositivos de almacenamiento secundario. Suele estar soportado por el kernel del Sistema Operativo.

### *Simple Network Manager Protocol (SNMP).*

Protocolo que permite administrar y supervisar de manera remota los equipos que se encuentran conectados en una red TCP/IP.

### *Sniffer.*

Aplicación que captura los paquetes que transitan por una red y los analiza.

**Spam.**

En informática, es correo electrónico publicitario o que comunica algún otro tipo de mensaje y que es enviado de manera masiva a través de Internet, dicho mensaje nunca fue solicitado por el usuario del servicio y no representa ninguna utilidad para el usuario.

**Storage Area Network (SAN).**

Una red de alta velocidad y destinada a fines específicos, la cual conecta diferentes dispositivos de almacenamiento de datos a los servidores. Un SAN puede brindar soporte y almacenamiento de archivos para locaciones múltiples o remotas.

**Switch.**

Es un equipo de red que permite interconectar redes de computadoras, permite la comunicación de diferentes equipos en una misma red, a comparación de los *hubs* o concentradores, los switches mejoran el rendimiento y la seguridad de las redes locales.

**U****UNIX.**

Es un sistema operativo portable, multiusuario y multitarea, que fue desarrollado en su mayoría en el lenguaje de programación C por Ken Thompson y Dennis Ritchie en los laboratorios Bell (hoy en día es AT&T).

**V****VLAN.**

Es un estándar de la IEEE (802.1Q), el cual permite crear redes lógicas, las cuales son completamente independientes a pesar de que comparten el mismo equipo físico.

**W****Windows NT.**

Es una familia de sistemas operativos producidos por Microsoft diseñado para usuarios avanzados y empresas.

# BIBLIOGRAFÍA

BLACK Uyles. Redes de Computadores Protocolos, normas e interfaces. 2da edición. Alfaomega Grupo Editor. Madrid, España. 1997. 585pp

HUIDOBRO MOYA, José Manuel. Tecnologías de Telecomunicaciones. Alfaomega Grupo Editor. México. 2006. 551pp.

TANENBAUM Andrew. Redes de Ordenadores. 2da edición. Prentice-Hall. México. 1991. 759pp.  
RAMTEKE, Timothy. Networks. 2da edición. Prentice-Hall. Estados Unidos de América. 2001. 705pp.

STALLING William. Sistemas Operativos, principios de diseño e interioridades. 4ta edición. Pearson Education. Madrid. 2001. 800pp.

TANENBAUM, Andrew. Sistemas Operativos Modernos. Prentice-Hall. México. 1993. 825pp.  
CARRETERO Pérez Jesús. Sistemas Operativos, una visión aplicada. McGraw Hill. Madrid. 2001. 732pp.

BOVET Daniel, CESATI Marco. Understanding the Linux Kernel. 3ra edición. O'Reilly. Estados Unidos de América. 2006. 942pp.

## **Referencias Electrónicas**

<http://www.networkdictionary.com/networking/EtherType.php>  
<http://www.ata-atapi.com/hist.htm#T26>  
<http://www.ata-atapi.com/sata.htm>  
<http://standards.ieee.org/regauth/ethertype/eth.txt>  
<http://www.coraid.com/documents/AoEr10.txt>  
<http://www.coraid.com/documents/AoEDescription.pdf>  
[http://www.computerworld.com/action/article.do?command=viewArticleBasic&articleId=72289&intsrc=article\\_pots\\_bot](http://www.computerworld.com/action/article.do?command=viewArticleBasic&articleId=72289&intsrc=article_pots_bot)  
<http://pk.com.price.ru/~lelik/AoE/>  
<http://www.hp.com/sbso/espanol/news/storageworks-glosario.html>  
<http://www.academic.marist.edu/~jftw/2006fall/IT410/student%20presentations/day7/MichaelAdams-Introduction-to-SANs.pdf>  
[http://www.redhat.com/whitepapers/rha/gfs/GFS\\_INS0032US.pdf](http://www.redhat.com/whitepapers/rha/gfs/GFS_INS0032US.pdf)  
<http://clusterfie.epn.edu.ec/clusters/Publicaciones/HTML/articulo1.htm>  
<http://opengfs.sourceforge.net/>  
<http://sources.redhat.com/cluster/wiki/>  
<http://www.diku.dk/undervisning/2003e/314/papers/soltis97global.pdf>  
<http://ols.108.redhat.com/2007/Reprints/whitehouse-Reprint.pdf>  
<http://aoetools.sourceforge.net/>  
<http://www.coraid.com/support/sr/SR20080502.pdf>  
<http://sources.redhat.com/cluster/gfs>  
[https://www.redhat.com/docs/manuals/enterprise/RHEL-5-manual/en-US/RHEL510/pdf/Global\\_File\\_System.pdf](https://www.redhat.com/docs/manuals/enterprise/RHEL-5-manual/en-US/RHEL510/pdf/Global_File_System.pdf)  
[https://www.redhat.com/docs/manuals/enterprise/RHEL-5-manual/en-US/RHEL510/pdf/Cluster\\_Suite\\_Overview.pdf](https://www.redhat.com/docs/manuals/enterprise/RHEL-5-manual/en-US/RHEL510/pdf/Cluster_Suite_Overview.pdf)

[https://www.redhat.com/docs/manuals/enterprise/RHEL-5-manual/en-US/RHEL510/pdf/Cluster\\_Administration.pdf](https://www.redhat.com/docs/manuals/enterprise/RHEL-5-manual/en-US/RHEL510/pdf/Cluster_Administration.pdf)

<http://tcpreplay.synfin.net/trac>

<http://www.sleuthkit.org>

[http://www.security-assessment.com/files/whitepapers/Insecurities\\_in\\_AoE.pdf](http://www.security-assessment.com/files/whitepapers/Insecurities_in_AoE.pdf)