

Tipo de artículo: Artículo original

Arquitectura para la gestión basada en políticas de redes de almacenamiento utilizando SMI-S

Architecture for policy-based management of storage networks using SMI-S

Alexander López Pupo^{1*} , <https://orcid.org/0000-0002-7222-7736>

Mónica Peña Casanova² , <https://orcid.org/0000-0003-2500-4510>

Yasiel Pérez Villazón³ , <https://orcid.org/0000-0003-2500-4510>

¹ Departamento Informática, Facultad Tecnologías Educativas, Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba. Correo: alopezp@uci.cu

² Departamento Ciberseguridad, Facultad 2, Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba. Correo: monica@uci.cu

³ Centro de Software Libre (CESOL), Facultad 1, Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba. Correo: yasiel@uci.cu

* Autor para correspondencia: monica@uci.cu

Resumen

Este artículo se presenta una arquitectura basada en la Iniciativa de Gestión de Almacenamiento SMI-S (Storage Management Initiative Specification, por sus siglas en inglés) de la Asociación de Industrias de Redes de Almacenamiento SNIA (Storage Networking Industry Association, por sus siglas en inglés), el cual ha pasado a ser un estándar adoptado tanto por la ISO como por la ANSI. SMI-S reutiliza distintos estándares existentes en la gestión de redes proveyendo a los fabricantes de equipamiento y de software de una interfaz extensible, interoperable, abierta y altamente funcional con el propósito de estandarizar la gestión de la industria del almacenamiento. SMI-S divide su arquitectura funcional en servidores y clientes. Se presenta el método propuesto por SMI-S para lograr la interoperabilidad de la gestión en redes de almacenamientos SAN (Storage Area Network) heterogéneas. Para verificar su funcionamiento se propone la implementación de una personalización de Nova para la administración de un servidor de almacenamiento basado SMI-S.

Palabras clave: SMI-S, SAN y gestión de dispositivos de almacenamiento

Abstract

This article presents an architecture based on the SMI-S Storage Management Initiative Specification of the Storage Networking Industry Association (SNIA), which has become a standard adopted by both ISO and ANSI. SMI-S reuses different existing standards in network management, providing equipment and software manufacturers with an extensible, interoperable, open and highly functional interface with the purpose of standardizing management in the storage industry. SMI-S divides its functional architecture into servers and clients. The method proposed by SMI-S to achieve management interoperability in heterogeneous SAN (Storage Area Network) storage networks is presented. To verify its operation, the implementation of a Nova customization for the administration of an SMI-S based storage server is proposed.

Keywords: SMI-S, SAN, Storage Devices Management

Recibido: 06/09/2022

Aceptado: 28/01/2023

En línea: 02/02/2023



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**
(CC BY 4.0)

Introducción

La tendencia a mover o consumir de la “nube” los diferentes servicios que antes se implementaban de forma local ha traído consigo la consolidación y centralización de servidores en grandes centros de datos, con este proceso también se ha potenciado el uso de redes de almacenamiento dedicadas SAN (Storage Area Network). La gestión de estas redes es un factor vital para las organizaciones en tanto en ellas se encuentra uno de los activos más valiosos, “la información”.

La heterogeneidad de las soluciones que forman parte de las tecnologías de almacenamiento ha llevado a las organizaciones que las explotan a encarar el gran problema de la implementación de una gestión eficiente, los costos asociados a la necesidad de desplegar diferentes herramientas propietarias para realizar las mismas tareas en los diferentes sistemas de almacenamiento, la falta visión global de toda la infraestructura desplegada impacta fuertemente en los procesos de aprovisionamiento al no conocerse cuánto almacenamiento se tiene y cómo este está siendo utilizado. La solución a estos problemas pasa por la definición de estándares para realizar esta gestión. Si los diferentes sistemas de almacenamiento fueran capaces de proveer la misma información básica en la misma forma cualquier herramienta de administración sería capaz de accederla y usarla. La Asociación de Industrias de Redes de Almacenamiento SNIA (Storage Networking Industry Association) ha propuesto un estándar para la gestión de redes de almacenamiento llamado Iniciativa de Gestión de Almacenamiento SMI-S (Storage Management Initiative Specification).

En el presente artículo se aborda el estándar SMI-S: su evolución, implementación y el impacto que ha tenido en la integración de las redes de almacenamiento, así como en la estandarización de su gestión.

Materiales y métodos

El estándar SMI-S fue creado con el objetivo de unificar la industria del almacenamiento de cara a la gestión mediante una interfaz extensible, abierta, altamente funcional e interoperable⁷. Su arquitectura consiste en clientes SMI-S que van a acceder a una abstracción de la información de almacenamiento para la gestión a través de SMI-S la cual se obtendrá de los proveedores o servidores SMI-S que se implementan normalmente en el equipamiento. Ver Figura 1 (FERREIRA, 2020).



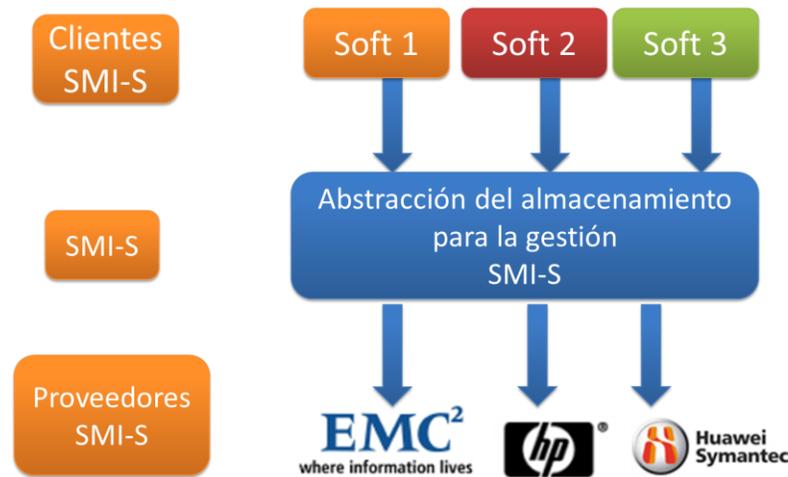


Figura 1. Arquitectura de SMI-S

SMI-S se basa en dos estándares de la DMTF (Distributed Management Task Force): CIM (Common Information Model) como modelo de información y WBEM (Web Based Enterprise Management) como modelo de transporte y referencia (YANG, 2020). CIM es un modelo de información que describe aspectos de la gestión de los servicios y recursos con diversos niveles de abstracción y descomposición, ofreciendo una descripción extrema a extremo del ambiente de gestión usando una semántica estandarizada, la cual puede ser especializada y extendida. Es un modelo de referencia jerárquico y orientado a objeto que puede utilizarse para describir los atributos de los objetos gestionados, así como las relaciones entre ellos, dentro de un ecosistema empresarial. Está compuesto por un esquema y la especificación. La especificación CIM describe una meta-modelo orientado a objeto que define la sintaxis y las reglas para describir los objetos gestionados. El esquema CIM es la implementación del modelo de información que crea un modelo de datos específico, de ahí que se describan los objetos gestionados en forma de clases que a su vez contienen propiedades y métodos. SMI-S implementa CIM a través de perfiles y subperfiles (SHEN, 2020).

Las reglas de política para gestionar recursos se representan según la especificación si – condición – entonces – acción. La unidad básica de CIM-SPL es una regla de política. Una regla de política consiste en una condición, una acción y otros campos (por ejemplo importar). Varias políticas pueden agruparse en un grupo de políticas que a su vez pueden contener varios grupos de políticas (LE, 2019).

CIM-SPL se basa en CIM Policy Model, el cual es un modelo de información definido por el DMTF para describir sistemas gestionados por políticas. En su núcleo proporciona un modelo para sistemas de políticas a través del cual, el

administrador puede especificar políticas al estilo si – condición – entonces – acción, a varias capacidades distribuidas. Los constructos de mayor nivel de CIM Policy Model, son las clases: CIM_Policy, CIM_PolicySet, CIM_PolicyRule, CIM_PolicyGroup y CIM_PolicyTimePeriodCondition. La clase CIM_Policy se asocia con las clases CIM_PolicyCondition y CIM_PolicyAction, para especificar condiciones y acciones de las políticas.

El modelo de información de CIM-SPL es una subclase de CIM_PolicyRule llamada CIM_SPL_PolicyRule y contiene una string property llamada PolicyString que almacena las políticas escritas en CIM-SPL (LE, 2019).

WBEM es un conjunto de tecnologías de gestión y estándares de Internet para unificar la gestión en ambientes de computación distribuida. Posibilita la existencia de una interfaz común de administración para todos los recursos de la red aprovechando las potencialidades de las tecnologías web para las operaciones de gestión². Proporciona un mecanismo uniforme para intercambiar información y ejecutar acciones como parte de la operación, basado en CIM, entre gestores y agentes (CASANOVA, 2020).

Arquitecturas de almacenamiento

En una infraestructura de almacenamiento conectado a la red intervienen varios componentes que interactúan entre sí para facilitar la comunicación entre los clientes y el servidor de almacenamiento. A continuación, se describen las principales arquitecturas que existen para implementar servicios de almacenamiento conectado a la red.

DAS: El almacenamiento de conexión directa está compuesta por dispositivos de almacenamiento directamente conectados a los ordenadores, como es el caso de discos duros internos o cabinas de disco conectadas directamente a un servidor. Se basan en tecnologías SCSI (Small Computers System Interface), FC (Fiber Channel), e IDE. La arquitectura de almacenamiento DAS presenta muchos inconvenientes, como es la dispersión del almacenamiento que implica una dificultad en la gestión de las salvadas de información, una relativamente baja tolerancia a fallos, y un alto TCO debido a las dificultades de mantenimiento (Ren et al. 2019)

SAN: El almacenamiento de área de red implica disponer de una infraestructura de red de alta velocidad dedicada sólo para almacenamiento y restauración, optimizada para mover grandes cantidades de datos, y consistente en múltiples recursos de almacenamiento geográficamente distribuidos y otros elementos (cables, switches de fibra FC, routers, adaptadores HBA, etc), completamente accesibles desde la red corporativa (Бочарова, Воронов и Часовских 2021)



Las redes de almacenamiento SAN suelen basarse en la tecnología FC (Fibre Channel), aunque también pueden basarse en **Gigabit Ethernet**.

Las soluciones SAN están orientadas a entornos corporativos por lo que los cursos que utilizan son muy costosos en el mercado internacional.

NAS: El almacenamiento conectado a la red son servidores de almacenamiento conectados a la LAN, a los cuales se puede acceder directamente a través de la propia red mediante diferentes protocolos como NFS (Network File System) en entornos UNIX, CIFS (Common Internet File System) , FTP, HTTP, etc. En consecuencia, en la actualidad, un dispositivo NAS sería un ordenador dedicado con una o varias direcciones IP y además estaría dotado de una conexión de alta velocidad a la red LAN (KHOFIFAH 2022) .

Los equipos clientes en una arquitectura de almacenamiento NAS, delegan la gestión del sistema de ficheros al propio dispositivo NAS. Se limitan a montar las unidades de red exportadas o compartidas por los dispositivos NAS, de tal modo que usuarios y aplicaciones utilizan estos sistemas de ficheros como si fueran sistemas de ficheros locales, aunque para el sistema operativo se trate claramente de sistemas de ficheros remotos. NAS ofrece una arquitectura escalable, capaz de ofrecer una alta disponibilidad, es la mejor forma de ofrecer compartición e intercambio de ficheros en un entorno heterogéneo.

Después de analizar las diferentes arquitecturas se puede concluir que NAS es la arquitectura más adaptable al entorno empresarial cubano ya que se pueden desplegar con recursos de bajos costos financieros, tiene soporte para el acceso concurrente de los cliente a la información a través de redes que implementan el protocolo TCP/IP, presenta almacenamiento escalable con la posibilidad de gestión de bandejas de discos, dispone una gestión centralizada, compartida y concurrente del almacenamiento, es independiente de la plataforma o sistema operativo de los cliente y finalmente tiene soporte para los principales protocolos y estándares de comunicación que existen hoy en el mercado.

Resultados y discusión

La implementación de una gestión interoperable de los dispositivos de almacenamiento y elementos de red en una red distribuida de almacenamiento requieren un transporte común para comunicar la información de gestión entre los distintos elementos que componen el sistema de gestión. También se hace necesario definir los roles y responsabilidades de los elementos que usan este transporte común en un modelo de referencia (CASANOVA, 2020).



El modelo de transporte propuesto por SIM-S es separado en capas para incluir otros protocolos si se requiere, se basa como la Figura 2 ilustra en un protocolo de transporte basado en TCP/IP, el empleo de este protocolo de transporte no restringe ninguna especificación para la red física que soporte este modelo permitiendo a los proveedores escoger entre la comunicación dentro de banda sobre Fibre-Chanel o fuera de banda sobre Ethernet como soporte para esta interfaz. Como protocolo de mensajes se usa HTTP garantizando la necesidad de comunicación de atravesar los distintos firewall que existan dentro y entre las distintas organizaciones, así como la facilidad de implementar este estándar de forma embebida en los dispositivos. La descripción semántica del mensaje recae en WBEM. Finalmente la sintaxis del mensaje se puede realizar utilizando la codificación xmlCIM o WS-CIM la implementación de esta última es opcional (DENNERT, 2018).



Figura 2. Modelo de transporte de SMI-S

El modelo de referencia Figura 3 muestra todos los posibles elementos de un ambiente de gestión donde se implemente el modelo de transporte antes propuesto.

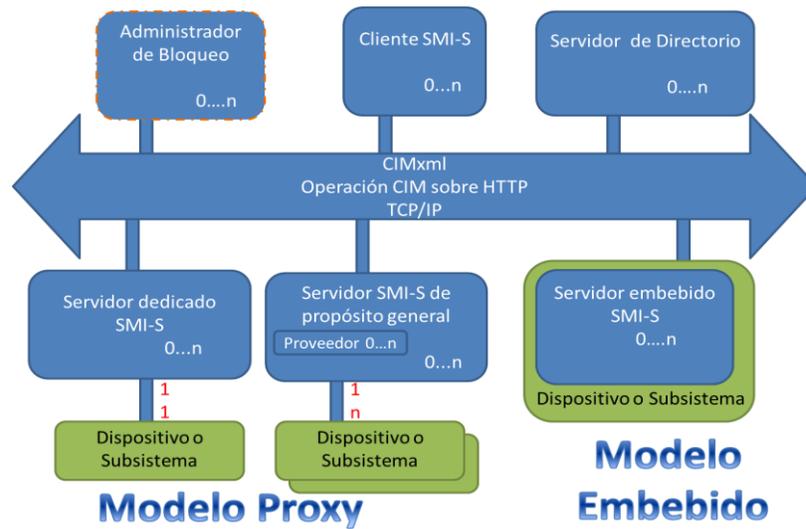


Figura 3. Modelo de referencia de SMI-S

Servidor SMI-S

SMI-S describe una matriz de funcionalidades que abarca el conjunto de funciones para la gestión establecidos en la especificación, se definen cinco niveles de funcionalidades que permiten al cliente gestionar: una aplicación almacenada en la SAN (bases de datos, servidores de correo, etc); datos como un fichero o sistemas de ficheros, discos lógicos o volúmenes de almacenamiento, la conectividad entre los dispositivos físicos y los dispositivos físicos (KIM, 2012).

Los servidores SMI-S son servidores CIM que deben implementar los perfiles funcionales definidos por las especificaciones del DMTF, necesarios para satisfacer los perfiles definidos por SMI-S3. Típicamente los servidores SMI-S solo manejan un solo equipo y pueden estar embebidos en el dispositivo (ejemplo Switch Fibre Channel) o realizar funciones de Proxy al instalarse en un host que gestiona un equipo de manera propietaria ejemplo mediante la interconexión usando SCSI (unidades lógicas que se exportan de los sistemas de almacenamiento).

Aunque los servidores embebidos son el estado deseado para los ambientes de gestión al encontrarse incluido en el equipo, no representa una carga extra para el cliente que solo debe añadirlo a su sistema de gestión, no es el caso de las soluciones proxy la cual necesita de un equipo dedicado para realizar la gestión.

La opción de servidores proxy se incluyó para dar soporte a las soluciones propietarias que se encontraban en explotación, usualmente requiere la instalación y configuración de un software. Un ejemplo de servidor proxy podría ser el ofrecido por HP con el nombre de SMI-S Proxy Provider for Windows - HP StorageWorks MSA2000fc G2.

Los clientes SMI-S son implementados en un software capaz de realizar operaciones de gestión sobre los recursos gestionados. Estas tareas incluyen el monitoreo, configuración y control de las operaciones. Los clientes suelen incluir consolas de interfaces de usuarios, aplicaciones y servicio de gestión de alto nivel como sistemas de gestión basado en políticas (DENG, 2008).

La figura 4 muestra un ambiente de gestión que ejemplifica donde puede estar ubicados los distintos elementos. El cliente SMI-S esta implementado en el software de gestión WhatsUpGold el cual accede a la información de gestión de los componentes de la red atendiendo a la implementación que tengan los mismos. A los switch fibre channel, en este caso, se les implementa la gestión usando el modelo de servidor embebido que provee el fabricante; no siendo así con los equipos de almacenamiento, cuyo fabricante provee las aplicaciones implementando la variante del modelo proxy, en nuestro caso los dos proveedores de proxy están corriendo en el mismo servidor (CHENGAPPA, 2020).

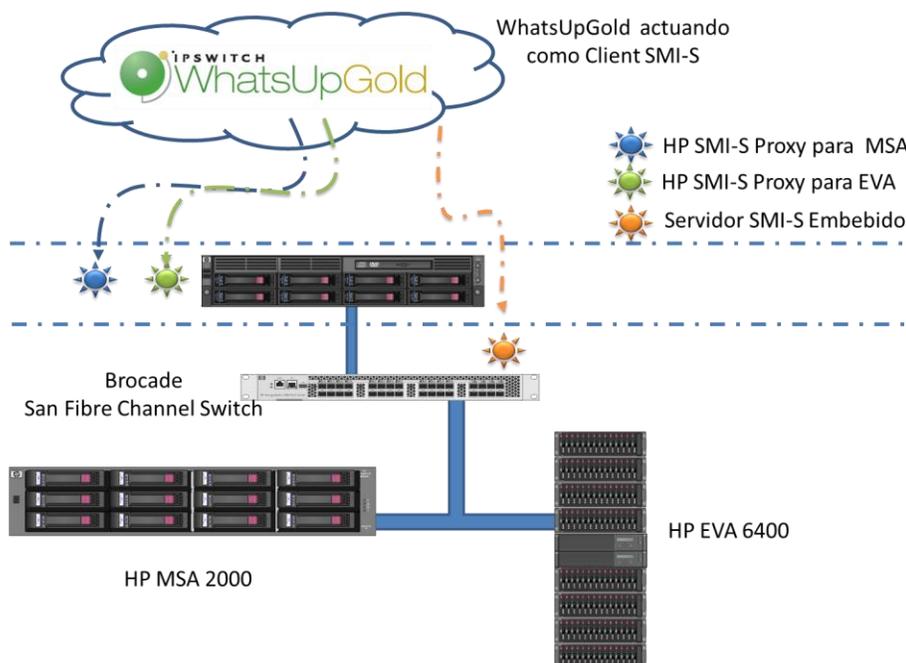


Figura 4. Ambiente de Gestión de SMI-S

Implementación del modelo de información

El modelo de información de SMI-S está basado en CIM, es implementado en forma de perfiles y subperfiles. Un perfil es una especificación que define el modelo CIM y de comportamiento, asociado a un dominio de gestión autónomo y auto contenido. El modelo CIM incluye clases, asociaciones, indicaciones, métodos y propiedades. Un perfil es identificado inequívocamente por su nombre, organización y versión³.

En SIM-S cada perfil describe las interfaces de gestión de una entidad dentro de la SAN. Los perfiles permiten diferencias en la implementación, pero proveen una aproximación consistente a los clientes para descubrir y modificar los recursos en la SAN (QIN, 2020).

SMI-S provee perfiles para los distintos elementos que componen la SAN como pueden ser: arreglos de discos, programas virtualizadores de almacenamiento o librerías de cinta. En el caso de que un fabricante decidiera implementar en un mismo equipo varias funcionalidades (arreglo de disco + switch Fibre Channel) le bastaría con implementar los perfiles de cada elemento independiente (KAUR, 2017).

Los subperfiles son perfiles que especifican un parte del dominio de gestión. Un subperfil CIM esta enmarcado dentro de un perfil que lo contiene. La especificación de un perfil debe incluir la lista de subperfiles que el usa así como si son opcionales u obligatorios³. Ver Figura 5 (KAUR, 2017).

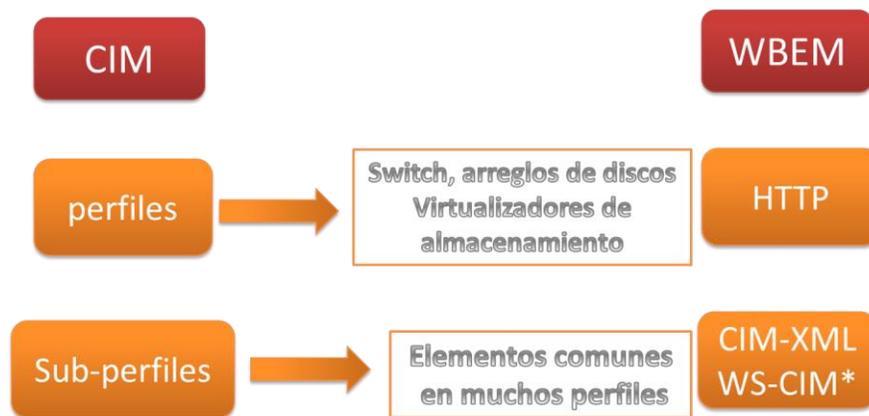


Figura 5. Modelo de Información de SMI-S.

Antes del surgimiento del estándar SMI-S, los proveedores de dispositivos de almacenamiento, diseñaban interfaces de programación de aplicaciones (API) específicas de cada equipo, en tanto los desarrolladores de aplicaciones de gestión implementaban en sus soluciones, tantas interfaces diferentes como podían, creándose acuerdos bilaterales

entre ellos que ataban las soluciones de gestión al hardware lo que implicaba que no podía remplazarse ninguna de las dos partes sin reemplazar la otra y que las actualizaciones de los sistemas de gestión para el almacenamiento eran desarrollados por los mismos proveedores¹⁰ (CHU, 2021).

Los atisbos de lo que luego se convertiría en el SMI-S se desarrollaron fuera de la SNIA, a través del esfuerzo privado de un grupo de compañías vendedoras de soluciones de almacenamiento, conocido como Procedimiento para Socios Desarrolladores (PDP por sus siglas en inglés), de dicho trabajo se obtuvieron un grupo de especificaciones llamadas Bluefin los cuales se publicaron en mayo de 2002, más tarde, en el mismo 2002 la SNIA adoptó el PDP y lo renombró como Iniciativa para Gestión de Almacenamiento (SMI por sus siglas en inglés) y el Bluefin se renombró como SMI-S (FERREIRA, 2020).

La versión 1.0 de SMI-S estuvo disponible en julio de 2003, ésta amplió el contenido de Bluefin esclareciendo el uso de Perfiles y Subperfiles, no obstante, esta primera versión se consideró un trabajo en progreso, no finalizado. SMI-S 1.0 se basaba en la versión 2.2 de la especificación CIM, la versión 2.8 del esquema CIM y operaba sobre la versión 1.1 de HTTP8.

En marzo de 2004 SMI-S comienza el Programa de Conformación de Pruebas (SMI-S CTP por sus siglas en inglés) para validar el cumplimiento una versión de SMI-S en algún dispositivo o software, proporcionando una validación imparcial de los productos de software para la gestión de almacenamiento y confirmar que tanto un dispositivo como una infraestructura de red de almacenamiento respondían a las versiones del SMI-S7.

La versión 1.0 del SMI-S CPT se centraba en evaluar la capacidad de software de gestión para efectuar el descubrimiento de los elementos que componían la SAN, la versión 1.1 ya medía la capacidad del software de controlar la SAN mediante la modificación de la configuración de sus elementos⁶, la versión 1.4 esta dividida en 3 niveles para certificarse en su último nivel el equipo debe ser capaz de emitir notificaciones estandarizadas hacia el cliente de gestión¹⁰.

El proceso de adopción y reconocimiento por parte de otras organizaciones normalizadoras fue inmediato, en SMI-S V 1.0 fue adoptado como estándar ISO por la IEC en el 2007, SMI-S V 1.1 fue aceptado como estándar ANSI en el 2008. SMI-S V 1.1 fue publicado como estándar ISO en febrero de 2011 y el SMI-S V1.3 fue acatado como estándar ANSI en febrero de 2011.



A lo largo de su evolución como estándar internacional, ver figura 3; ha incorporado el trabajo de más de 50 compañías y cientos de ingenieros; implementándose en más de 500 productos. Actualmente, se trabaja en el desarrollo de la versión 1.6. En sus inicios identificaba los atributos y propiedades de los dispositivos de almacenamiento, actualmente proporciona servicios tales como: descubrimiento, seguridad, virtualización, rendimiento y reporte de fallas.

Entre las compañías miembros de SMI podemos encontrar algunas tan prestigiosas como EMC Corporation, Hewlett-Packard o Brocade .

Componentes de la infraestructura de almaceamiento

Dentro de una infraestructura de almacenamiento existen un conjunto de componentes que intervienen en el correcto funcionamiento del servicio de almacenamiento conectado a la red, estos elementos tienen que jugar un papel fundamental en la persistencia, integridad, disponibilidad y seguridad de los datos alojados en el servidor.

- **Disposición del almacenamiento:** Este componente es el encargado de manejar la gestión de la persistencia de la información. Unos de los objetivos principales es la administración de los volúmenes físicos a través de la creación de los sistemas de archivos compatibles con sistemas UNIX como son ReiserFS, Ext2, Ext3 y Ext4, en estos volúmenes físicos se hará la distribución de los datos a través de un sistemas de cuotas asociadas a cada cliente. El almacenamiento también tiene que manejar la tolerancia a fallos para evitar la pérdida de la información, así como eficientes procedimientos de escritura y lectura de la información.
- **Disponibilidad de la información:** Este componente tiene que garantizar el acceso a la información a través de cualquier protocolo de compartición, comunicación o intercambio remoto. Tiene que contar con sistemas de respaldo que una vez que el servicio que implementan los protocolos de comunicación estén fuera de funcionamiento los vuelva a poner en línea. Tiene que manejar el balanceo de carga por la red para hacer más eficientes las operaciones de copia y así aumentar el rendimiento de la lectura y escritura en el sistema de almacenamiento.
- **Seguridad de la información:** Este componente es el encargado de evitar y prevenir los ataques al servidor por parte de clientes no deseados. Gestiona el control de acceso a los recursos del servidor, es decir, maneja reglas que dictan que cliente accede a que tipo de recurso del servidor, mediante que protocolo y que operaciones puede realizar. Tiene que incluir un sistema de prevención de intrusos y un sistema de detección de intrusos así como mecanismos anti-hackeo del servidor.



- **Integridad de la información:** Debido que a través de las operaciones de escritura los clientes pueden almacenar cualquier tipo de información en el sistemas de almacenamiento, está la posibilidad que se alojen programas malignos que puedan afectar la integridad de los datos y el funcionamiento de los servicios que se ejecutan en el servidor por lo que este componente tiene que tener un sistema de antivirus que este en todo momento a la escucha de cambios en el sistemas de almacenamiento para efectuar operaciones de detección y desinfección de programas malignos.
- **Monitoreo:** Este es uno de los componentes más importantes porque tiene que gestionar el monitorio y control de los recursos de hardware y evaluar en todo momento el estado de los servicios. Una de las principales tareas es la capacidad de detección de fallos en los volúmenes físicos y evaluar los atributos de los discos como son temperatura, velocidad de lectura y escritura y velocidades de búsquedas. Tiene que tener un sistema de alerta para que avise a los administradores ante cualquier anomalía en el servidor de almacenamiento ya sea en el funcionamiento en los recursos de hardware como en el estado de los servicios.

Aplicación de perfiles y subperfiles de SMI-S que se adoptaron en la infraestructura de almacenamiento

- **Perfil de exportación de archivos:** Este perfil es implementado en el **componente de disponibilidad de la información** donde para permitir el acceso a la información la infraestructura propone el despliegue de servicios como:
 - NFS: Es utilizado para sistemas de archivos distribuido en un entorno de red de computadoras de área local. Posibilita que distintos sistemas conectados a una misma red accedan a ficheros remotos como si se tratara de locales.
 - FTP: El Protocolo de transferencia de archivos es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP (Transmission Control Protocol), basado en la arquitectura cliente-servidor.
 - CIFS: Un protocolo de red que proporciona la fundación para el uso compartido de archivos basado en Windows y otras utilidades de red.
- **Subperfil de manipulación del servidor de archivos:** Es un subperfil para obtener información básica sobre un servidor de archivos (como los protocolos compatibles y el nombre de NetBIOS para recursos compartidos de CIFS). El **componente de disponibilidad de la información** tiene la administración del servicio



CIFS/SMB el cual una de las configuraciones disponibles es la modificación del atributo workgroup el permite identificar el servidor Samba una vez que se hallan compartido archivos mediante este protocolo.

- **Perfil de autorización basado en roles (DMTF):** Para enumerar y establecer permisos en un archivo compartido la infraestructura provee un sistema de gestión de listas de control de acceso en el **componente seguridad de la información** el cual restringe por usuarios y *host* el acceso a los recursos compartidos en el servidor permitiendo el control de los clientes, a las carpetas compartidas en el servidor de almacenamiento.
- **Perfil de manipulación de exportación de archivos:** En el **componente disposición del almacenamiento** están implementadas las funcionalidades para crear, eliminar y modificar los atributos de los recursos acciones en el servidor de almacenamiento en cualquiera de los protocolos disponibles, así como la gestión de los volúmenes.
- **Perfil de puerto de red NAS:** La implementación de este perfil está asociado al **componente disposición del almacenamiento** el cual permite ejecutar el balanceo de carga entre las interfaces de redes del servidor. También por cada servicio de compartición de archivos es configurable el puerto de escucha.
- **Perfil de almacenamiento en arreglos:** Este perfil es implementado mediante la tecnología RAID en el **componente disposición del almacenamiento** donde se puede administrar los diferentes de niveles de RAID.
- **Perfil de rendimiento del sistema de archivos :** Este perfil controla el rendimiento del sistema de archivos. En el **componente de monitoreo** mediante la herramienta S.M.A.R.T se provee la capacidad de detección de fallos del disco duro. La detección con anticipación de los fallos en la superficie permite al usuario el poder realizar una copia de su contenido, o reemplazar el disco, antes de que se produzca una pérdida de datos irrecuperable. También mediante la herramienta Monit se le da seguimiento a los principales recursos del servidor incluyendo el almacenamiento.

Tabla 1: Cantidad de perfiles que se aplican en los componentes de la infraestructura de almacenamiento propuesta.

Componente	Cantidad de perfiles implementados	Tecnologías que lo implementan
Disponibilidad de la información	2	SMB/CIFS, SSH, NFS,FTP,TFTP
Disponibilidad del almacenamiento	3	RAID,LVM,Gestión de Sistemas de archivos y carpetas compartidas
Seguridad de la información	1	IDS, ACL,IPS
Integridad de la información		-
Monitoreo	1	S.M.A.R.T, Monit

Como propuesta de solución se plantea el despliegue de una infraestructura de almacenamiento bajo la arquitectura NAS que contenga la distribución lógica de los cinco componentes descritos anteriormente con la administración y configuración de las tecnologías asociadas a la gestión del almacenamiento, los servicios que implementan los protocolos de disponibilidades de la información, así como herramientas que garantizan la seguridad, integridad de los datos y el monitoreo de los recursos del servidor.

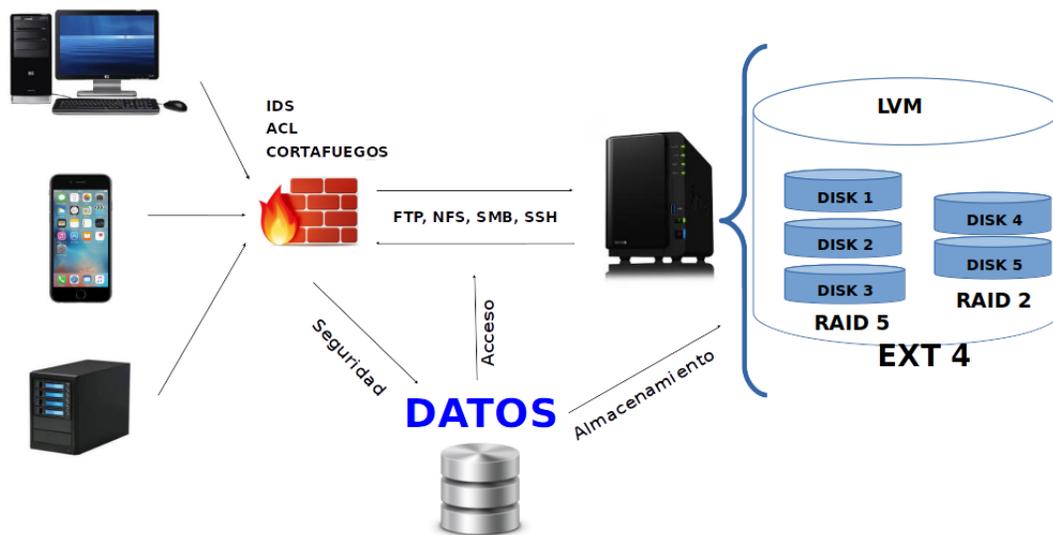


Figura 2. Infraestructura de almacenamiento conectado a la red con la aplicación de SMI-S.

Conclusiones

El hecho de que la implementación de la gestión de los nuevos equipos de almacenamiento que se comercializan en la actualidad, sea basada en SMI-S y no en API propietarias, muestra la maduración del estándar y su aceptación en el mercado.

El estándar SMI-S está orientado al cliente, el cumplimiento con el SMI-S CTP le indica, con anterioridad, qué funcionalidades de gestión tiene incorporado el equipo o herramienta de gestión.



El estudio y conocimiento de los estándares como SMI-S para la gestión de redes de almacenamiento permitiría evitar la dependencia tecnológica al aumentar la flexibilidad y las opciones de tecnología a asimilar e incorporar en los procesos de compras de dispositivos o soluciones de gestión para redes de almacenamiento los requisitos de interoperabilidad y gestión estandarizada que deben poseer los mismos. Todo esto permitirá reducir los costos por concepto de gestión de este tipo de tecnología a la vez que se incrementa la uniformidad en las herramientas de gestión y la consistencia en el proceso

- De las arquitecturas analizadas se adoptó la arquitectura de almacenamiento conectado a la red NAS por ser las que más se ajusta a las necesidades de las instituciones cubanas.
- Los componentes de disposición del almacenamiento, disponibilidad, seguridad, integridad de la información y monitoreo agrupan las funcionalidades necesarias que garantizan el correcto funcionamiento de un servidor de almacenamiento conectado a la red.
- Los perfiles de la especificación de la iniciativa de gestión de almacenamiento son aplicable en cuatro de los 5 componentes que tienen la infraestructura de almaceamiento propuesta.

Conflictos de intereses

Los autores no poseen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

1. Conceptualización: Alexander López Pupo, Yasiel Pérez Villazón.
2. Curación de datos: Alexander López Pupo, Mónica Peña Casanova
3. Análisis formal: Alexander López Pupo, Mónica Peña Casanova
4. Investigación: Alexander López Pupo, Yasiel Pérez Villazón, Mónica Peña Casanova
5. Redacción – borrador original: Alexander López Pupo, Yasiel Pérez Villazón
6. Redacción – revisión y edición: Mónica Peña Casanova

Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externa.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**
(CC BY 4.0)

Referencias

- FERREIRA, Leylane, et al. Standardization efforts for traditional data center infrastructure management: the big picture. *IEEE Engineering Management Review*, 2020, vol. 48, no 1, p. 92-103.
- YANG, Jui-Pin. Scalable Storage Management Architecture for Common Information Model/Web-Based Enterprise Management Environments. *Advanced Science, Engineering and Medicine*, 2020, vol. 12, no 7, p. 904-908.
- SHEN, Luocheng, et al. Data Model Design of Dispatching, Operation and Maintenance of Power Information System Based on CIM. En *2020 IEEE 4th Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2)*. IEEE. p. 3074-3078.
- LE, Franck, et al. Policy-based identification of iot devices' vendor and type by dns traffic analysis. En *Policy-Based Autonomic Data Governance*. Springer, Cham, 2019. p. 180-201.
- CASANOVA, Mónica Peña; CALDERÓN, Caridad Anías. Model for information technology infrastructures management. *TecnoLógicas*, 2020, vol. 23, no 48, p. 32-54.
- DENNERT, Alexander, et al. Providing process-centered key performance indicators for system management. En *2018 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*. IEEE, 2018. p. 1622-1627.
- KIM, Young-Hwan; HYEON, Jae-Hun; PARK, Changwon. A Development of Citrix Storagelink based on Storage Management Initiative Specification. En *Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference*. Korea Information Processing Society, 2012. p. 212-214.
- DENG, Ze, et al. Scalability Support for SMI-S with Chord. En *2008 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications*. IEEE, 2008. p. 219-225.
- CHENGAPPA, M. R., et al. Open Distributed Infrastructure Management-ODIM. En *2020 IEEE Infrastructure Conference*. IEEE, 2020. p. 1-3.
- QIN, Hao. Research on infrastructure of cloud computing for power application. En *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2019. p. 012027.
- KAUR, Kiranbir; SHARMA, DR Sandeep; KAHN, DR Karanjeet Singh. Interoperability and portability approaches in inter-connected clouds: A review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 2017, vol. 50, no 4, p. 1-40.
- CHU, Chen-Hung, et al. An API-based In-Service Surveillance Approach for Enterprise PBX. En *2021 22nd Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS)*. IEEE, 2021. p. 218-221.



KHOFIFAH, N.C., 2022. *PENGGUNAAN APLIKASI NAS (NETWORK ATTACHED STORAGE) GUNA MENUNJANG PROSES KERJA STAFF CREWING PT. BJM GLOBAL INDONESIA PADA MASA PANDEMI COVID 19*. S.I.: POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG.

REN, Y., LENG, Y., CHENG, Y. y WANG, J., 2019. Secure data storage based on blockchain and coding in edge computing. *Math. Biosci. Eng*, vol. 16, no. 4, pp. 1874-1892.

БОЧАРОВА, В.А., ВОРОНОВ, М.П. y ЧАСОВСКИХ, В.П., 2021. Обзор сетей хранения данных (SAS, NAS, SAN). ,

