

GUÍA DEL COMPRADOR DEL ALMACE- NAMIENTO *FLASH*

Una guía completa para
evaluar el almacenamiento *flash*



PRÓLOGO

por Eric Burgener

*Director de Investigación, Almacenamiento Empresarial
International Data Corporation*

Motivados por un clima de negocios de rápida evolución y la necesidad de brindarles servicios a una amplia combinación de aplicaciones tanto heredadas como nuevas, los requisitos del almacenamiento empresarial han cambiado para siempre. Ante esto, las empresas han integrado *flash* rápidamente en el nivel de almacenamiento primario persistente y, a la fecha, más del 70 % de las organizaciones está utilizando *flash* en entornos de producción de misión crítica. El mercado de arreglo basado íntegramente en tecnología *flash* (AFA, *All-Flash Array*) resultante es uno de los segmentos de más rápido crecimiento del mercado de almacenamiento empresarial externo general con una tasa de crecimiento anual compuesto de cinco años del 29,2 %. Para 2019, los ingresos del mercado del AFA crecerán a \$5,6 mil millones y este segmento representará el 20,5 % del gasto de los usuarios finales en sistemas externos, de un 5,8 % en el 2014. En cuanto a los ingresos de almacenamiento primario, el mercado del AFA representará del 60 % al 70 % del gasto en almacenamiento primario para 2019.

Aunque inicialmente los AFA se implementaban con frecuencia para satisfacer los requisitos de rendimiento de una única aplicación muy demandante, como una base de datos transaccional o un entorno de escritorio virtual, el aumento de la confianza del cliente en la tecnología está generando un cambio importante. Después de ver lo que los AFA ofrecen en entornos de producción, es común que los clientes comiencen a migrar otras aplicaciones a estas plataformas, y de esta manera las encaminan hacia su propia nube interna basada íntegramente en tecnología *flash*. Un número creciente de nuevos clientes está considerando las funcionalidades que ofrecen estas plataformas para la consolidación de cargas de trabajo mixtas y densas desde el inicio, y esto se ha convertido en un criterio de decisión de compra fundamental en los últimos 12 meses. Esta tendencia ha ocasionado que los clientes se centren no solo en el rendimiento, la confiabilidad y la disponibilidad, sino también en otros factores clave que respaldan la consolidación de cargas de trabajo mixtas, como la escalabilidad, servicios de datos enriquecidos, una capacidad para integrarse bien en flujos de trabajos de centros de datos preexistentes y administración multiempresa basada en la nube. En última instancia, esta tendencia hará que los AFA desplacen a los sistemas basados en unidades de disco duro (HDD, *Hard Disk Drive*) y se conviertan en los caballos de batalla del almacenamiento empresarial para aplicaciones primarias en los próximos años.

Las empresas que aún evalúan los sistemas basados en *flash* según el costo de adquisición por GB en comparación con las opciones de HDD se están ocasionando un perjuicio. Cuando *flash* se implementa a escala, como sucede en la consolidación de cargas de trabajo mixtas, los beneficios económicos secundarios de la implementación de *flash* tienen como resultado un costo total de propiedad (TCO, *Total Cost of Ownership*) que incluso el año pasado era fácilmente entre un 50 % a un 80 % más bajo que el de un sistema basado en HDD configurado de forma comparativa. Estos beneficios económicos secundarios incluyen muchos menos dispositivos necesarios para satisfacer los requisitos de rendimiento, mucho menos consumo de energía y de espacio en el piso, menos servidores necesarios para impulsar el rendimiento del almacenamiento y menor costo en licencias de *software* (debido a que se necesitan menos servidores). Solo en el último año, una mayor atención en las tecnologías de eficiencia de almacenamiento, como la eliminación de duplicaciones y la compresión en línea, el aprovisionamiento delgado y los clones y las *snapshots* eficientes en cuanto al espacio, ha puesto el costo de adquisición efectivo por GB de los AFA a la par o por debajo del costo de los sistemas basados en HDD.

Aunque por lo general el rendimiento de *flash* es al menos 10 veces mayor que el del almacenamiento convencional basado en HDD, la transformación de infraestructura de TI que permite es solo parte de la historia. La verdadera historia con la tecnología *flash* es la transformación empresarial: clientes que aumentan significativamente sus ingresos, mejora en el servicio al cliente, activación de nuevos procesos que nunca antes pudieron activarse, atracción de nuevos clientes y apertura de nuevos mercados. La mayoría de los usuarios finales con los que habla IDC acerca de experiencias con la implementación de *flash* tienen historias para contar en esta área, y son muy atractivas no solo para TI, sino también para los ejecutivos de la línea empresarial y de nivel corporativo. Cuando las plataformas de almacenamiento empresariales heredadas aparecen para una actualización tecnológica, IDC recomienda con firmeza que las empresas evalúen las opciones basadas íntegramente en tecnología *flash*.

Esta guía está diseñada para ayudar a los posibles compradores del AFA a evaluar diversas opciones. Sugiere las funciones fundamentales que deben buscar los compradores para facilitar la comparación y el contraste del conjunto diverso de ofertas en el mercado que está disponible desde proveedores nuevos a establecidos por igual. Se tratan los beneficios y las compensaciones de las diferentes implementaciones y se ofrecen excelentes antecedentes para empresas que les ayudará a identificar las soluciones que mejor satisfagan sus propios requerimientos.

INTRODUCCIÓN

El almacenamiento basado íntegramente en tecnología *flash* es una tecnología de infraestructura de última generación que puede proporcionar una ventaja competitiva para toda su empresa. Tiene el potencial de desbloquear un nuevo nivel de productividad del empleado y acelerar su empresa al reducir diez veces la cantidad de tiempo que las bases de datos y las aplicaciones gastan esperando a que el almacenamiento responda con los datos. El momento crucial para *flash* en la industria de TI tuvo lugar en 2014, cuando el mercado del almacenamiento pasó del disco mecánico a centrarse en proporcionar nuevos productos que califican como almacenamiento basado íntegramente en tecnología *flash*. Como el costo de *flash* sigue bajando, *flash* se convirtió en el estándar empresarial de hecho para el almacenamiento primario y la base para cualquier nube: interna, de *software* como servicio (SaaS, *Software as a Service*) o pública.

Ahora cualquier organización, más allá de su tamaño, puede desarrollarse pensando en su propia nube basada íntegramente en tecnología *flash* y vemos el camino en tres etapas. La primera etapa se trata en su totalidad de acelerar aplicaciones específicas y experimentar los beneficios de la confiabilidad y el rendimiento de *flash*. La segunda etapa se trata de implementar *flash* para todas las aplicaciones en una nube interna que está completamente virtualizada y automatizada. Finalmente, la tercera etapa de este camino supone utilizar *flash* para las aplicaciones nativas de la nube, la información derivada de las cargas de trabajo de macrodatos y las técnicas de análisis en tiempo real. Cualquier organización, independientemente de su tamaño, puede embarcarse en este camino en cualquier momento y experimentar los beneficios de transformación que puede ofrecer *flash*.

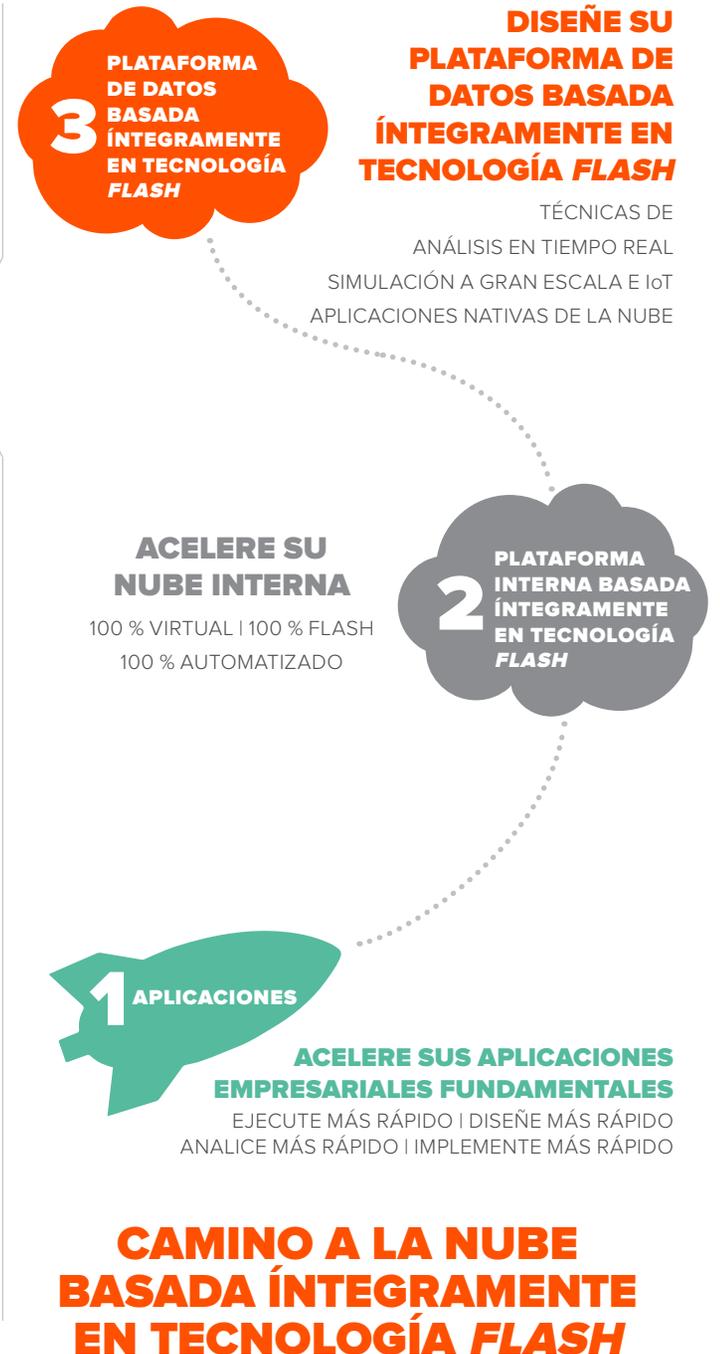
Incluso si todavía no ha implementado *flash* en su infraestructura, existen muchas posibilidades de que ya esté en sus planes. Entonces, ¿cómo toma la decisión adecuada? Con proveedores que van desde empresas históricas establecidas a nuevas empresas jóvenes y una variedad de nuevas tecnologías con las que puede estar familiarizado o no, los datos en el mercado son imperfectos y pueden dar lugar a una mala selección. La misma memoria *flash* presenta un conjunto diferente de posibles puntos de falla que requieren un nuevo grupo de tecnologías y consideraciones de arquitectura que deben tenerse en cuenta. Con diferentes clases de productos, cada uno de ellos con un conjunto único de fortalezas y funcionalidades, ¿cómo hace uno para alinear la tecnología con sus objetivos?

La finalidad de esta guía es proporcionar una base para evaluar y seleccionar un almacenamiento basado íntegramente en tecnología *flash* para entornos de clase empresarial que van desde pequeñas empresas hasta las organizaciones multinacionales más grandes.

Esta guía aborda todas las clases de productos y dónde pueden aplicarse, y además cuáles son los elementos fundamentales de cada uno de los productos a fin de evitar posibles riesgos en el proceso de selección. Le mostraremos dónde pueden confundirlos los proveedores y le proporcionaremos herramientas para que tome la mejor decisión posible según su entorno y sus aplicaciones. Esta guía del comprador aborda lo siguiente:

- Lo que debe saber sobre la memoria *flash*.
- Las diferentes clases de almacenamiento basado íntegramente en tecnología *flash*.
- Criterios de compra para el almacenamiento basado íntegramente en tecnología *flash*.

La cantidad de profesionales de TI con experiencia práctica con el almacenamiento *flash* está aumentando rápidamente y con ello viene una riqueza de nueva, y a veces confusa, información acerca del rendimiento, la confiabilidad y la experiencia general con esta nueva clase de productos. Esperamos que esta guía del comprador le ofrezca información que le ayude a tomar la mejor decisión para su organización.



CUATRO COSAS QUE DEBE SABER SOBRE LA MEMORIA FLASH

Antes de centrarnos en el almacenamiento basado íntegramente en tecnología *flash*, abordaremos algunos atributos fundamentales de la memoria *flash*. Por lo general, los beneficios del rendimiento y la eficiencia derivados del almacenamiento *flash* son bien conocidos, pero *flash* no es un disco mecánico y debe tratarse de manera diferente para garantizar su confiabilidad y rentabilidad.

1. FLASH PUEDE DESGASTARSE

La memoria *flash* es una tecnología semiconductor no volátil que se diseñó originalmente para cámaras digitales. Las celdas *flash* se desgastan un poco cada vez que se borran o programan, lo que hace que la confiabilidad sea un desafío con las aplicaciones empresariales intensas de E/S. La vigencia de un dispositivo *flash* se expresa en ciclos de programación/borrado (PE, *Program/Erase*). Una buena analogía para comprender el desgaste de *flash* es pensar en una hoja de papel. Si quisiera borrar sobre el mismo lugar 1000 veces, seguramente atravesaría la hoja de papel. Hay formas de reducir y hasta de establecer los límites de PE, como el aprovisionamiento excesivo y la optimización de escritura; ambos se abordan con mayor profundidad un poco más adelante.

Como se describe en la próxima tabla, el precio por GB generalmente guarda relación con la cantidad de ciclos de programación/borrado para el que un dispositivo *flash* es apto.

2. FLASH VIENE EN DIFERENTES SABORES

	SLC	eMLC	cMLC	TLC
Celda <i>flash</i> Ciclos de programación/ borrado	100 000	10 000	3000	300
Rendimiento	Más alto	Alto	Alto	Medio
Precio por GB	Más alto	Alto	Moderado	Bajo
Tasa de errores de bits	Baja	Baja	Baja	Alta

Mientras que el plano fundamental de las celdas *flash* es básicamente idéntico, es muy diferente la manera en la que se fabrican y se evalúan para determinar el rendimiento y las características. Esta diferencia repercute radicalmente en el comportamiento, el costo, el rendimiento y la confiabilidad del sistema final que se construye sobre ellas.

SLC CELDA DE NIVEL ÚNICO (SLC, *Single-Level Cell*): Este formato de *flash* que almacena un bit en cada celda, alguna vez se consideró la única forma de *flash* adecuada para el almacenamiento empresarial. Como resultado, tiene una confiabilidad y un costo altos. La SLC ya no se fabrica, en parte debido al éxito de los diseños del sistema basado íntegramente en tecnología *flash* que han aumentado en gran medida la confiabilidad de *flash* de eMLC y cMLC.

EMLC CELDA MULTINIVEL EMPRESARIAL (eMLC, *enterprise Multi-Level Cell*): La celda multinivel (MLC, *Multi-Level Cell*) aumenta la densidad de almacenamiento y reduce el costo por GB al almacenar dos bits por celda. La eMLC es una forma de MLC que aumenta los ciclos de P/E al reservar una porción considerable de su espacio de direcciones *flash* total para el aprovisionamiento excesivo (OP, *Over Provisioning*), un porcentaje de la memoria física total (comúnmente del 28 % al 50 %) para reemplazar las celdas a medida que se desgastan. Por lo general, el *flash* de eMLC incluye un *firmware* de controladora avanzada para proporcionar optimizaciones a nivel del dispositivo, como la recolección de elementos no utilizados (GC, *Garbage Collection*).

MLC CELDA MULTINIVEL DEL CONSUMIDOR (cMLC, *consumer Multi-Level Cell*): La MLC aumenta la densidad de almacenamiento y reduce el costo por GB al almacenar dos bits por celda. La cMLC es la forma de MLC que se utiliza en la gran mayoría de los dispositivos de consumidor y, últimamente, de los arreglos de almacenamiento empresarial. La cMLC incluye una baja cantidad de *flash* con aprovisionamiento excesivo (7 % de espacio de direcciones) y un conjunto limitado de capacidades en *firmware* de controladora.

TLC CELDA DE NIVEL TRIPLE (TLC, *Triple-Level Cell*): La innovación más reciente en el mercado de la memoria *flash* es la TLC, que almacena 3 bits en cada celda, lo que permite que *flash* satisfaga mejor las necesidades de almacenamiento centradas en la capacidad. La arquitectura es más susceptible a errores de bit que la MLC debido a la banda estrecha en la que se puede leer el valor del bit. Además, la TLC soporta cientos de ciclos de escritura, lo que significa que se puede desgastar más rápido que la MLC.

3. LA MEMORIA FLASH FALLA DE MANERA DIFERENTE A OTROS DISCOS DUROS

Tanto las unidades *flash* como los discos duros aumentan su nivel de fallas en el transcurso del tiempo; sin embargo, cómo y por qué falla cada uno es muy diferente. Si ampliamos la noción del desgaste de la memoria *flash* y la aplicamos a las tasas de error de bits, descubriremos que la memoria *flash* falla de una manera muy diferente a la de un disco duro.

- Los discos duros sufren fallas mecánicas debido a la vibración, la regulación de voltaje y el calor excesivo. Los errores de bit de medios suelen producirse muy cerca unos de otros: piense en un arañazo en un LP (seguro que recuerda los discos de vinilo de 33 1/3 r. p. m., ¿verdad?).
- La memoria *flash* tiene errores de bits debido al desgaste (ciclos de P/E): los medios simplemente se desgastan en el transcurso del tiempo. El acceso se degrada con el tiempo: primero pasa a un estado de solo lectura y al final el dispositivo falla por completo. Además, la tasa de errores de bits irrecuperables (UBER, *Unrecoverable Bit Error Rate*) de los discos duros permanece relativamente constante en relación con la cantidad de escrituras en la unidad, mientras que con la memoria *flash*, la tasa de errores aumenta de manera exponencial con el número de TB escritos. Para algunos períodos de escritura, la solución *flash* tendrá una tasa de bits mucho menor, y luego aumentará radicalmente para alcanzar la tasa de las HDD. Esta evolución tan distinta de los errores hace que en las soluciones *flash* haya que aplicar sistemas de corrección de errores únicos; estos sistemas no son adecuados para las unidades de disco duro.



4. LAS ESCRITURAS FLASH SON COSTOSAS, PERO LAS LECTURAS SON GRATUITAS.

A diferencia de lo que ocurre con los discos duros, las lecturas y escrituras en un soporte *flash* son muy asimétricas; se tarda mucho más tiempo en borrar y escribir una celda que en leerla. La consecuencia de esto es que al diseñar la arquitectura de un sistema con *flash*, esta asimetría es la clave para asegurar un rendimiento elevado y predecible, ya que el objetivo es reducir el número de escrituras que se realicen y no preocuparse en absoluto por las lecturas.

CUATRO CLASES DE PRODUCTOS BASADOS ÍNTEGRAMENTE EN TECNOLOGÍA FLASH

TARJETAS DE INTERCONEXIÓN DE COMPONENTES PERIFÉRICOS (PCI-E, PERIPHERAL COMPONENT INTERCONNECT) EN SERVIDORES	DISPOSITIVOS FLASH	ARREGLOS READAPTADOS	ARREGLOS BASADOS ÍNTEGRAMENTE EN TECNOLOGÍA FLASH
<p>FINALIDAD: Aceleración de una aplicación única.</p> <p>ATRIBUTOS FUNDAMENTALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso flexible como caché de aceleración de E/S o almacenamiento persistente. • No tiene alta disponibilidad: debe duplicar conjuntos de datos, lo que duplica el costo de <i>flash</i>. • Resultados relativamente bajos en cuanto a la capacidad de E/S de alcanzar el almacenamiento compartido, lo que provoca latencia tanto en línea como en disco. • Generalmente, necesita una fuerte optimización de la aplicación. • La opción más costosa basada en el costo por GB. • Capacidad: unidades de TB 	<p>FINALIDAD: Aceleración de una aplicación única y <i>multihost</i>.</p> <p>ATRIBUTOS FUNDAMENTALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Combina un rendimiento muy rápido con una alta capacidad. • JBOF: solo un montón de <i>flash</i> (<i>Just a Bunch of Flash</i>) • Normalmente tiene funciones limitadas: no tiene funciones de almacenamiento empresarial (actualización no perjudicial [NDU, <i>Non-Disruptive Upgrade</i>], alta disponibilidad [HA, <i>High Availability</i>], <i>snapshots</i>, replicación, etc.). • Denso/compacto por unidad <i>rack</i> (RU, <i>Rack Unit</i>). • Capacidad: decenas de TB 	<p>FINALIDAD: aceleración de un conjunto limitado de aplicaciones</p> <p>ATRIBUTOS FUNDAMENTALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arreglo de almacenamiento existente readaptado con una configuración basada íntegramente en tecnología <i>flash</i>. • Aumenta el rendimiento mientras que mantiene un modelo de administración similar para los clientes existentes. • Configuración compleja y experiencia profunda necesaria para operaciones continuas. • Las compensaciones son inherentes al rendimiento, la resistencia, la eficiencia y la simplicidad. • Operaciones con interrupciones, como migraciones de datos y tiempo de inactividad. • La reducción de datos escasa o nula conlleva un elevado costo por GB. • Por lo general, los clientes deben volver a comprar <i>hardware</i> y <i>software</i> cada 3 a 5 años. • Capacidad: cientos de TB 	<p>FINALIDAD: Infraestructura de almacenamiento de nivel 1 de última generación.</p> <p>ATRIBUTOS FUNDAMENTALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta capacidad, almacenamiento compartido con funciones de clase empresarial. • No es lo más rápido en términos absolutos, pero proporciona acceso de E/S en submilisegundos. • Alta disponibilidad, actualizaciones sin interrupciones, <i>snapshots</i> y otras funciones empresariales incluidas en la pila de <i>software</i>. • Soporta cargas de trabajo mixtas de manera eficiente. • Muy eficiente, ya que reduce la superficie física y energética mediante la reducción de datos incorporada, incluida la eliminación de duplicaciones y la compresión. • Modelo de soporte y simplicidad de última generación. • Capacidad: cientos de TB

LO QUE EL ALMACENAMIENTO BASADO ÍNTEGRAMENTE EN TECNOLOGÍA *FLASH* PUEDE HACER POR USTED

Antes de continuar, hagamos una pausa para considerar la aplicabilidad del almacenamiento basado íntegramente en tecnología *flash* y establecer las expectativas en cuanto a los beneficios que se deben esperar al modernizar la infraestructura de almacenamiento. *Flash* puede preparar el camino para que obtenga numerosos beneficios para sus aplicaciones, y no solo para aquellas que requieren los niveles más altos de rendimiento.

1. MAYOR RENDIMIENTO DE APLICACIONES

El sistema *flash* proporciona 10 veces más rendimiento que una unidad de disco duro de manera fácil, lo que permite acelerar las aplicaciones, tanto si se trata de procesar más transacciones de datos por segundo como de reducir radicalmente el tiempo necesario para ejecutar los procesos por lote. La promesa de un mayor rendimiento constituye la razón por la que muchos comienzan su camino para adoptar *flash*.

2. RECEPTIVIDAD PARA UNA ECONOMÍA DIGITAL

La verdadera ventaja del almacenamiento *flash* es la latencia constante de submilisegundos, que hace que todas las aplicaciones tengan una mayor capacidad de respuesta. Amazon, Microsoft, Google y Walmart afirman que esta latencia reducida es fundamental para prolongar el compromiso del cliente, aumentar las ventas y mejorar la satisfacción del usuario en la economía digital actual.

3. SIMPLICIDAD DE FUNCIONAMIENTO

Flash puede simplificar enormemente la administración de las aplicaciones y el funcionamiento del almacenamiento, al reducir en gran medida y, en muchos casos, al eliminar las calibraciones y los ajustes de configuración. Quienes han adoptado la tecnología *flash* afirman que permite ahorrar horas de trabajo del personal, las cuales pueden invertirse nuevamente y aplicarlas a iniciativas estratégicas que favorezcan el crecimiento de la empresa.

4. ACELERACIÓN DE INICIATIVAS DE ÚLTIMA GENERACIÓN

Los directores de servicios de información (CIO, *Chief Information Officer*) buscan obtener ventajas competitivas con iniciativas que a menudo incluyen la agilidad, la nube (y modelos que funcionen con la nube), la seguridad, la movilidad, las técnicas de análisis de macrodatos y el Internet de las cosas (IoT, *Internet of Things*). *Flash* proporciona la base que garantiza que las iniciativas de última generación funcionen igual de bien en la fase de producción que en la fase piloto y la de prueba. La economía y la agilidad de *flash* también acelera el surgimiento de nubes internas, como una alternativa más segura, de mejor rendimiento, más resistente y más rentable respecto de la nube pública, lo que les da a las empresas mayor flexibilidad y control sobre las aplicaciones cruciales para la empresa.

5. EFICIENCIA DEL CENTRO DE DATOS

Flash consume una mínima parte de la potencia y el espacio de *rack* en comparación con el almacenamiento de disco. Al adoptar el sistema *flash*, los centros de datos obtienen una eficiencia de recursos que les permite albergar más servicios de TI y almacenar más datos de cara al futuro.

EXPECTATIVAS PARA *FLASH*

Con los precios del sistema *flash* por debajo de los del disco de rendimiento y en continuo descenso, se deben considerar las opciones de almacenamiento basado íntegramente en tecnología *flash* como un medio para modernizar la infraestructura de almacenamiento de nivel 1 ahora y para disponer de conjuntos de datos centrados en la capacidad o almacenamiento de nivel 2 en un futuro no muy lejano.

Para obtener estos beneficios, hay que considerar el modo de implementación de *flash*, además de los beneficios y las compensaciones de cada una de las cuatro formas de *flash*. Las secciones siguientes tratan más a fondo los objetivos comunes del diseño de las plataformas de almacenamiento y más en concreto la disponibilidad, la resistencia, la asequibilidad y la sencillez de funcionamiento.

DISPONIBILIDAD: ¿LA ARQUITECTURA ESTÁ DISEÑADA PARA NO TENER TIEMPO DE INACTIVIDAD?

Generalmente, las conversaciones sobre el almacenamiento acaban tratando el tema de la arquitectura sin definir los objetivos del negocio o el modo de conseguir los beneficios de dicha arquitectura. Cuando se trata de los arreglos de almacenamiento, las conversaciones tienden a centrarse en las arquitecturas de escalabilidad vertical frente a las de escalabilidad horizontal. La arquitectura de almacenamiento debe diseñarse para que el sistema *flash* desbloquee y libere una que sea capaz de aprovechar plenamente las funcionalidades de la memoria *flash*.

Mientras que un arreglo de almacenamiento tradicional puede acelerarse añadiendo *flash*, es posible que surjan compensaciones y consecuencias durante los períodos de falla del controlador y de mantenimiento. Antes de comprar un producto, es muy importante comprender cómo se solucionan estas situaciones operativas.

¿El controlador es una arquitectura sin estado?

Las aplicaciones modernas, las infraestructuras virtuales y de nube e incluso los servidores de cuchilla aprovechan una arquitectura sin estado para separar la prestación del servicio de la aplicación de la infraestructura subyacente. ¿No sería esto ideal con el almacenamiento?

La mayoría de las plataformas de almacenamiento implementan una arquitectura que relaciona el procesamiento de E/S con el medio de almacenamiento persistente. Este modelo genera un rendimiento inconsistente durante las fallas de *hardware* y las operaciones de mantenimiento, y con mucha frecuencia exige migraciones de datos y actualizaciones de *hardware*.

Una arquitectura de controlador de almacenamiento sin estado separa el plano de procesamiento de E/S del plano de almacenamiento de datos persistentes, lo que proporciona una alta disponibilidad con operaciones sin interrupciones. Esta arquitectura permite las actualizaciones de la plataforma de *hardware*, las actualizaciones de *software* y la ampliación del almacenamiento sin necesidad de reconfigurar las aplicaciones, los *hosts* o las redes de E/S: todo ello sin interrupciones ni pérdidas de rendimiento.

¿El rendimiento se ve afectado durante una falla o el mantenimiento?

Todos sabemos que las aplicaciones de misión crítica no pueden permitir las interrupciones; sin embargo, la adopción de *flash* aumenta los riesgos. La desventaja del almacenamiento *flash* y de la latencia de submilisegundos es el impacto que tienen en la aplicación debido a la pérdida de rendimiento en caso de que se produzca una falla o haya que realizar mantenimiento.

Una arquitectura *flash* tiene que reservar recursos de memoria y CPU para proporcionar el mismo rendimiento constante durante los períodos de falla o de mantenimiento que durante los períodos de funcionamiento normal. Un aumento de 5 o 10 veces de la latencia podría ser catastrófica para una aplicación o una empresa. Se recomienda entender muy bien cómo se obtiene el rendimiento cuando se produce la inevitable falla.

¿El rendimiento se ve afectado cuando la utilización del arreglo alcanza el 100 %?

Es importante comprender si el arreglo de *flash* puede ofrecer un rendimiento completo cuando el arreglo se llena al 100 %, e incluso más. Algunos arreglos no ofrecen un rendimiento sostenible, ya que la disminución en el rendimiento será visible después de la utilización del 70 % al 80 %. Esto reduce la capacidad de uso efectivo del arreglo y, por lo tanto, disminuye el retorno de la inversión (ROI, *Return On Investment*).

¿Qué tan invisible es una actualización sin interrupciones?

En la actualidad, la mayoría de las soluciones de almacenamiento basadas íntegramente en tecnología *flash* admiten algún tipo de actualización sin interrupciones. Algunas requieren una planificación anticipativa o días de migración de datos en segundo plano, mientras que otras pueden escalarse solo si el *hardware* es idéntico, lo que hace que los clientes queden limitados a unos modelos de *hardware* que rápidamente quedan desactualizados.

Determinar si se puede sustituir un controlador o un componente sin tener que dejar un sistema *flash* sin conexión es solo el principio. ¿La actualización exige que se ajusten las aplicaciones y que se reconfiguren los administradores de volumen de *host* y el *software* de rutas de acceso múltiples? Y en cuanto a la red, ¿la ampliación también requiere puertos de E/S adicionales para adaptar el nuevo *hardware*?

¿Cuánto demora todo esto? ¿No sería ideal que la arquitectura *flash* simplemente permitiera que las actualizaciones de *hardware* y *software* se completaran sin interrupciones y de una manera invisible en su totalidad para la infraestructura circundante?

RESISTENCIA: ¿CÓMO SE PROTEGEN LOS DATOS?

Las características de la memoria *flash*, en especial su rendimiento y los ciclos de PE infinitos, requieren el planteo de mecanismos de protección de los datos. Con el almacenamiento de disco, había que realizar cálculos complejos en los que era necesario tener en cuenta los requisitos de E/S del *host*, las penalizaciones de escritura, los errores en los medios y los tiempos de reconstrucción que estuvieran en correlación con la capacidad, todo ello con la esperanza de ajustar el rendimiento y el objetivo de reducción de riesgos. Mientras que el rendimiento de *flash* reducirá los tiempos de reconstrucción, hay muchas más cosas que se deben tener en cuenta antes de protegerlo como si fuera un disco.



¿Cuántas unidades pueden fallar al mismo tiempo?

Es necesario conocer el número de fallas simultáneas que un sistema de protección de datos puede soportar y el costo de la capacidad adicional de protección de datos, tanto si es un sistema de conjunto redundante de discos Independientes (RAID, *Redundant Array of Independent Disks*), duplicación de discos o codificación de borrado. Un sistema *flash* hará que el impacto de las fallas sobre el rendimiento sea marginal y reducirá los tiempos de reconstrucción asociados, pero la velocidad no sustituye una menor protección de los datos. Las capacidades de los dispositivos de almacenamiento de disco y *flash* se miden en terabytes (TB), así que los sistemas RAID de paridad dual se han convertido en el medio de hecho de protección de datos de clase empresarial para evitar los errores de bits irrecuperables y las fallas de unidades.

¿Qué capacidad adicional se requiere para la protección de datos?

La protección de datos es fundamental; sin embargo, tanto los sistemas RAID basados en la paridad como las copias de datos duplicados consumen capacidad de almacenamiento. Comprender la capacidad adicional asociada a la protección de datos puede ayudar a comprender mejor el verdadero efecto que tiene en el costo del almacenamiento.

Si se está considerando obtener una arquitectura basada en un servidor (con tarjetas PCIe) o por cualquier arquitectura *shared nothing*, tendrá que reservar la suficiente capacidad para soportar el número de fallas de dispositivo en el sistema de protección. Esto no se limita a una simple duplicación y podría incluir una capacidad adicional que supondría hasta un 67 %, en una configuración de 3 nodos que soporte dos fallas simultáneas. Este diseño se traduce en una eficiencia máxima del *hardware* del 33 %.

Los sistemas RAID de paridad dual diseñados para *flash* pueden proporcionar una protección de datos elevada con una capacidad adicional mínima, normalmente en torno al 20 %. Estos diseños optimizados para *flash* eliminan las capacidades adicionales múltiples de E/S asociadas con la paridad de actualización y almacenamiento en los RAID diseñados para los arreglos de discos. Lo más aconsejable es evitar los sistemas de protección RAID diseñados para las unidades de discos duros, ya que aceleran los ciclos de PE en una unidad de estado sólido (SSD, *Solid State Drive*).

¿Soporte para las copias de seguridad de *snapshot* y la replicación de datos?

Hasta ahora, esta sección se ha centrado en la protección de datos en caso de que se produzca una falla en el sistema o en un componente, pero como probablemente sepa, la mayoría de las pérdidas de datos se producen como consecuencia directa de un error humano.

Una característica empresarial clave del almacenamiento de nivel 1 compartido es la capacidad para realizar copias de seguridad de *snapshots* locales y replicar los datos en sitios remotos para la recuperación en caso de desastre y para tener copias de seguridad en el sitio. Con la memoria *flash*, estos procesos son extraordinariamente rápidos. Sin embargo, debido a las preocupaciones de los ciclos de PE, es necesario asegurarse de que el mecanismo de *snapshots* se basa en metadatos y no copia los datos mientras estos se actualizan o borran.

En la mayoría de las soluciones, la replicación es una función nativa, pero no es una funcionalidad universal, sobre todo con las tarjetas de PCIe *flash* y los dispositivos *flash*. Las opciones de replicación de terceros proporcionan una replicación de datos con soporte para entornos heterogéneos. Estas soluciones incrementan el costo total del almacenamiento, ya que incluyen costos adicionales de licencia de *software*, puertos de red y *hardware* de replicación.

ASEQUIBILIDAD: REDUCCIÓN DE DATOS, LICENCIA DE SOFTWARE Y COSTOS DE MANTENIMIENTO

La cuestión económica tiene una función esencial a la hora de decidir si se adopta un sistema *flash* como infraestructura de almacenamiento de última generación. Para algunos, las comparaciones de costos son tan sencillas como comparar los precios de adquisición, es decir, evaluar el precio por GB bruto de capacidad de almacenamiento sin tener en cuenta la capacidad efectiva, la licencia de *software*, el inevitable aumento de los costos de mantenimiento y soporte, y el costo de las actualizaciones y migraciones a las futuras versiones del producto. Es necesario conocer el costo total del sistema *flash* durante un período razonable (normalmente 5 o 6 años), ya que de lo contrario lo más probable es que se lleve una gran sorpresa.

Reducción de datos: ampliación efectiva de la capacidad de almacenamiento

En el mercado, se pueden encontrar diferentes métodos de reducción de datos para el almacenamiento *flash*, que no deben considerarse como una lista cuantitativa de elementos que hay que ir comprobando. Estos medios, que permiten la reducción de datos, tendrán un impacto significativo en el rendimiento, la eficiencia y el costo por GB de almacenamiento efectivo.

La reducción de datos puede parecer algo básico, pero sus implementaciones son tan diversas como el número de opciones *flash* que hay en el mercado. Es importante conocer los beneficios probables de estas tecnologías, ya que son las que marcan la diferencia en un presupuesto. La regla de oro es que cuanto más completa sea la tecnología de reducción de datos, mayores funcionalidades de ahorro tendrá y mayor será la aplicabilidad de la solución a su entorno.

Definición de las tecnologías de reducción de datos más comunes

A continuación, se presenta una breve descripción de las tecnologías de reducción de datos más comunes que actualmente están en el mercado:

- **ELIMINACIÓN DE DUPLICACIONES DE DATOS:** Asegura que solo se almacenen datos únicos en un arreglo/plataforma de almacenamiento. Esto reduce la capacidad consumida y elimina la necesidad de escribir datos redundantes.
- **COMPRESIÓN DE DATOS:** Reduce la capacidad necesaria para almacenar datos únicos en un arreglo/plataforma de almacenamiento. Esto minimiza la capacidad y el número de escrituras necesarias para almacenar datos únicos.

Hay que ser consciente de que aunque los proveedores incluyen el aprovisionamiento delgado entre los ahorros de reducción de datos que publicitan, el aprovisionamiento delgado no es una tecnología de reducción de datos, sino que es un medio dinámico para asignar capacidad de almacenamiento bajo demanda.

La reducción de datos global frente a la local y el rendimiento

Las arquitecturas de almacenamiento readaptadas a *flash* suelen incluir la reducción de datos como opción debido al impacto negativo en el rendimiento.

Las tecnologías de reducción de datos opcionales suelen comercializarse haciendo hincapié en que permiten que el cliente elija entre el rendimiento máximo o la optimización de la capacidad. No obstante, estas afirmaciones no mencionan las compensaciones de rendimiento que hacen que estas funciones sean opcionales. Lo aconsejable es que los compradores estén muy atentos al elegir las funciones opcionales de almacenamiento.

¿Eliminación de duplicaciones de datos en línea o posproceso?

Algunos proveedores reducen los datos a medida que estos entran en el arreglo, mientras que otros colocan primero los datos en *flash* y luego realizan el proceso de reducción de datos. En los arreglos de discos tradicionales, la eliminación de duplicaciones posproceso era la norma, ya que la reducción de datos tardaba mucho en ejecutarse y podía programarse para minimizar su impacto sobre el rendimiento. No obstante, la programación de la eliminación de duplicaciones de datos puede provocar una pérdida en el ahorro de capacidad si no se prevé correctamente, ya que los datos pueden quedar bloqueados en los procesos de replicación y *snapshots*.

Con *flash*, la eliminación de duplicaciones en línea no solo es posible gracias al rendimiento de *flash* y a las nuevas arquitecturas diseñadas para ella, sino que dicha eliminación de duplicaciones en línea es esencial para aumentar la confiabilidad de *flash*, ya que evita escrituras y elimina ciclos de PE en los datos que ya existen. El sistema en línea elimina los retos que tradicionalmente se asociaban con el almacenamiento de disco.

Eliminación de duplicaciones fija frente a eliminación de duplicaciones variable y granularidad

Las implementaciones de los sistemas de eliminación de duplicaciones de datos se diferencian en cuanto a la granularidad del tamaño del bloque en que analizan los datos, y la mayoría de ellas se corresponden con una de las dos categorías existentes según la arquitectura *back end* de la plataforma de almacenamiento, es decir, tienen una longitud fija o variable. Cuanto menor sea la granularidad del tamaño del bloque utilizado para analizar los datos, mayores serán la redundancia y el ahorro de capacidad logrados.

ELIMINACIÓN DE DUPLICACIONES DE LONGITUD VARIABLE: Proporciona el mayor nivel de granularidad y permite una redundancia que normalmente no se identificaría con una implementación de bloque fijo que se debe identificar. Este modelo requiere más ciclos de CPU, pero a cambio proporciona la mayor reducción de datos posible.

ELIMINACIÓN DE DUPLICACIONES DE LONGITUD FIJA: Limita la granularidad del tamaño del bloque para ajustarse a la de *back end*. Esta forma de implementación optimiza el rendimiento, ya que limita el número de ciclos de CPU dedicados a identificar la redundancia, a expensas de niveles de reducción menores.

¿Cuántos algoritmos de compresión?

La compresión proporciona un nivel variable de reducción de datos en función del conjunto de datos. Unos datos responden mejor a algunas formas que a otras y otros responden bien a una combinación de formas. El almacenamiento *flash* que ofrece múltiples algoritmos de compresión de datos resulta más confiable a la hora de proporcionar una ventaja cuantificable en materia de reducción de datos que los que solo tienen una forma única.

¿Y la reducción de datos con pasarelas de almacenamiento o basadas en *host*?

La reducción de datos puede realizarse en aplicaciones *host* y a través de pasarelas de almacenamiento que funcionan bien en *host flash*, dispositivos *flash* y arreglos de discos readaptados a *flash*. Sin embargo, estas soluciones exigen licencias de *software*, puertos de red y dispositivos de *hardware* adicionales, por lo que aumentan el costo total del almacenamiento, lo que va en dirección contraria al objetivo principal de la reducción de datos nativa.

Las funcionalidades nativas de reducción de datos en la infraestructura de almacenamiento no solo eliminan los costos y puntos de administración adicionales, sino que además proporcionan unos resultados de reducción mucho mejores.

¿El *software* del arreglo está incluido o es un costo adicional?

Los proveedores que proporcionan un almacenamiento tradicional suelen otorgar licencias de *software* de servicios de datos (protocolos, *snapshots*, replicación, clonación, etc.) basándose en la capacidad, lo que muchas veces obliga a los clientes a comprar versiones nuevas y más costosas a medida que aumenta la superficie de sus datos o que actualizan su *hardware* de almacenamiento.

Este modelo parece arcaico y desfasado teniendo en cuenta la rapidez con la que los datos crecen a nivel global. Los compradores de *flash* tienen que comprender muy bien el costo del *software* de almacenamiento asociado a una determinada arquitectura.

¿Los costos de mantenimiento y soporte aumentan en el transcurso del tiempo?

El modelo tradicional de mantenimiento y soporte del almacenamiento tiene que modernizarse. Históricamente, los proveedores de almacenamiento han aumentado estos costos de manera radical en cuanto finaliza el contrato inicial de soporte. Este aumento de los costos se utilizaba a modo de incentivo, o de castigo, en función de la posición estratégica de cada uno, para hacer que los clientes se actualizaran a un nuevo *hardware* por el mismo precio o a uno menor. Este proceso es fundamentalmente beneficioso para las ventas de los proveedores y obliga a sus clientes a realizar largas y complejas migraciones de datos.

¿Su proveedor de *flash* le ofrece un programa de renovación de mantenimiento con una tarifa plana? Estos nuevos modelos han surgido y ofrecen una manera moderna de planificar los costos de almacenamiento futuros.

¿Cuál es la carga para la infraestructura al momento de escalar?

Algunos arreglos de almacenamiento escalan el rendimiento y la capacidad de manera independiente, mientras que otros hacen que sea necesario escalar por unidades fijas y definidas por el *hardware* que requieren fuentes de alimentación eléctrica y múltiples puertos de E/S de red. Por último, la escalabilidad basada en el servidor requiere una capacidad adicional de redundancia para proteger los datos y proporcionar una HA.

¿Cuál es la densidad de la infraestructura?

Más allá de la capacidad que ofrece el arreglo de almacenamiento, tenga en cuenta la densidad del almacenamiento. Mientras más denso es el almacenamiento, más pequeña será la superficie física, y más espaciopreciado se liberará en el centro de datos.

SIMPLICIDAD DE FUNCIONAMIENTO: CÓMO HACER ESCALAR LA EMPRESA

Proporcionar servicios de almacenamiento es actualmente una labor complicada y que requiere tiempo, en el mejor de los casos. Aunque se logren beneficios desde el punto de vista de la automatización y la integración de las aplicaciones, el equipo de almacenamiento muchas veces sigue perdido debido a la enorme complejidad. El almacenamiento *flash* hará que el entorno sea más sencillo, pero el grado de sencillez requiere de unos cuantos conocimientos.

¿Cuánta calibración requiere *flash*?

Un sistema *flash* debería ser sencillo, pero ¿qué define la sencillez? ¿Una solución *flash* de última generación es más sencilla que readaptar un arreglo de almacenamiento de disco tradicional? Es muy difícil cuestionar aquello que uno sabe y con lo que uno se siente cómodo; sin embargo, estar familiarizado con algo no supone necesariamente un aumento de la productividad.

Se pueden conseguir grandes avances con arreglos diseñados específicamente para *flash* que simplifican el funcionamiento y aumentan la confiabilidad y el rendimiento. La mayoría de estas plataformas han simplificado el almacenamiento al aprovisionamiento en función de la capacidad y estableciendo políticas de protección de datos (para copias de seguridad de *snapshots* y replicación remota).

Pregunte cómo *flash* puede eliminar los procesos operativos anticuados, como la definición de grupos de almacenamiento y configuraciones de RAID, los ajustes opcionales de caché, niveles, reducción de datos, etc.

¿Cuánta calibración de aplicaciones requiere *flash*?

Aunque ya disponga de *flash*, es muy posible que necesite calibrar su aplicación para lograr resultados óptimos. En las plataformas *flash* con tamaños de bloque fijos, es posible que las aplicaciones necesiten exportarse e importarse para alinearlas con el tamaño de transferencia de E/S; este proceso se recomienda habitualmente con las bases de datos de procesamiento de transacciones en línea (OLTP, *OnLine Transaction Processing*), las infraestructuras de escritorio virtual (VDI, *Virtual Desktop Infrastructure*) y las infraestructuras virtuales.

¿Tiene que equilibrar la carga de su aplicación en función de los volúmenes o nodos de controlador? Algunas soluciones *flash* limitan el rendimiento en base al volumen o los nodos, y exigen tener en cuenta el diseño de los datos de la aplicación, tanto ahora como en el futuro, ya que la aplicación crece.

Si está pensando en implementar un sistema *flash* de PCIe en un *host*, lo más probable es que tenga que considerar si el *flash* se usará en una caché de aceleración o como almacenamiento de datos persistentes.

¿Qué integración de aplicaciones existe hoy?

Las funcionalidades de integración del almacenamiento existen para proporcionar los recursos de un modo ágil y bajo demanda. Estas integraciones pueden proporcionarles a las organizaciones un nivel de servicios bajo demanda que anteriormente solo estaba al alcance de ofertas de nube públicas. Es preferible el soporte nativo para la integración de aplicaciones que las integraciones de terceros basadas en el costo y la complejidad.

¿Proporciona *flash* un conjunto programable de interfaces de programación de aplicaciones (API, *Application Program Interface*)?

El desarrollo y las operaciones, y el deseo de llegar más lejos en la integración de las aplicaciones y el flujo de trabajo, se pueden lograr mediante interfaces API programables. Los marcos de trabajo basados en transferencias de estado representacional (REST, *Representational State Transfer*) tienden a crear una base sólida y permiten la extensión o la superposición de lenguajes de *scripting* adicionales, como Python, Perl y la biblioteca C. En los entornos para Microsoft, querrá asegurarse la inclusión de una biblioteca de API de la Especificación de la Iniciativa de Gestión de Almacenamiento (SMI-S, *Storage Management Initiative Specification*).

¿Qué herramientas de administración están disponibles para *flash*?

La simplicidad de administración continua tiene una función fundamental al momento de reducir los costos operativos y reducir el riesgo del tiempo de inactividad no planificado. Aunque *flash* proporciona una base sólida, algunos productos presentan un modelo de administración desactualizado sobre ese *flash*, lo que produce limitaciones de escalabilidad o complejidad que dificulta la agilidad. Esto obstaculiza además el objetivo estratégico de llevar un modelo de TI de nube a la infraestructura interna. Los modelos de administración de última generación se diseñan con un enfoque de SaaS para eliminar la necesidad de implementar y administrar aún más infraestructura interna. Los enfoques de SaaS también aseguran que se pueda acceder a las últimas funciones de técnicas de análisis y administración de manera automática. Por lo tanto, al considerar el almacenamiento basado íntegramente en tecnología *flash*, también se debe evaluar el modelo de administración y determinar qué tan sencillo es consumir y mantenerse actualizados cuando los proveedores introducen innovaciones.

¿Qué modelo de soporte ofrece el proveedor?

Sin lugar a dudas, se necesita un soporte excepcional para resolver problemas con rapidez y mantener los acuerdos de nivel de servicio solicitados. Sin embargo, el soporte que ofrecen los proveedores de los sistemas basados íntegramente en tecnología *flash* varía de manera considerable. En su forma más primitiva, el soporte es reactivo, con clientes que presentan vales y esperan a que el soporte les resuelva los incidentes. Sin embargo, el soporte de última generación combina la potencia de las técnicas de análisis para recolectar datos de infraestructura y predecir situaciones que pueden llevar a problemas aun antes de que sucedan. Por lo tanto, el soporte predictivo y anticipativo puede marcar una diferencia importante y permitirle mantener y superar los acuerdos de nivel de servicio.

¿CUÁL ES LA MADUREZ DEL PRODUCTO *FLASH*?

En el mundo del almacenamiento basado íntegramente en tecnología *flash*, si hablamos de madurez del producto, hay una gran variedad de situaciones. Algunos productos llevan ya algunos años en el mercado, mientras que hay otros que se anuncian pero no están disponibles. Para elegir bien es fundamental saber si somos el primer cliente que tiene un determinado producto entre sus manos y lo preparado que está este producto para su entorno específico.

El hecho de que un producto tenga múltiples lanzamientos, tanto de *hardware* como de *software*, puede significar que dicho producto ha alcanzado un nivel de madurez y de éxito en el mercado y, por lo tanto, deberíamos apostar por él en vez de hacerlo por los lanzamientos de productos 1.0 y las promesas de futuras mejoras.

Referencias y certificaciones

Lamentablemente, por el momento, la mayoría de las referencias que hay en el mercado están diseñadas para medir el rendimiento del disco de rendimiento mecánico. Por lo tanto, basarse en los resultados estándares obtenidos en la prueba de referencia SPC-1 (del Consejo de Rendimiento del Almacenamiento) no le permitirá evaluar con exactitud el rendimiento o la eficiencia de una solución *flash*. Además, muchas configuraciones de la plataforma informática están optimizadas para la velocidad del disco mecánico, lo que puede hacer que muchas E/S hagan cola en el servidor de manera innecesaria. Para obtener una evaluación precisa, la clave está en realizar una evaluación activa de *flash* en su entorno con cargas de trabajo de aplicaciones del mundo real.

Ahora bien, algunas de las referencias a nivel de aplicación sí que le proporcionarán una evaluación razonablemente precisa. Por ejemplo, en el caso de implementaciones de producción de VDI, tanto VMware como Citrix tienen unas referencias completas que evalúan el almacenamiento basándose en el rendimiento de la aplicación a partir del funcionamiento de varios escritorios con una carga de trabajo y un ciclo de servicio típicos.



¿Los analistas, los clientes y los competidores comparten sus opiniones?

¿Adónde se puede acudir cuando uno necesita que un tercero valide el producto de un proveedor? Muy sencillo, se debe buscar la validación externa, que suele ser mucho más confiable que lo que un proveedor dice de su propio producto.

- **LOS ANALISTAS DE LA INDUSTRIA:** Aunque muchas veces no son los más entusiastas a la hora de adoptar las tecnologías emergentes, ahora parece que en conjunto están empezando a ver el almacenamiento *flash* como la nueva forma de almacenamiento de nivel 1. Hay distintos informes que valoran a los proveedores, sus productos y tecnologías, y es muy recomendable incluirlos como uno de los criterios de selección.
- **LA EXPERIENCIA DE LOS CLIENTES:** Algunos estudios, como el Promedio de puntaje neto (NPS, *Net Promoter Score*), recopilan a gran escala las experiencias de los clientes y con ello crean un indicador de valoración de dichos proveedores y de sus productos. Las encuestas de experiencia de los clientes pueden no ser el criterio decisivo para tomar una decisión, pero deben utilizarse para descartar a aquellos proveedores y productos que no cumplan desde el punto de vista de la experiencia del usuario. Además, algún tercero, como Satmetrix, debe validar y certificar los indicadores de valoración del NPS, para llevar transparencia a la metodología y los resultados del estudio.
- **EL ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA:** Probablemente este es el método menos habitual de validación de un producto, pero si quiere saber qué productos están proporcionando beneficios y nuevas funcionalidades en el mercado, fíjese en la tendencia existente entre los distintos competidores del mercado. Si dos o más de las grandes empresas del sector publican informes negativos anticipativos referidos a un recién llegado, puede estar seguro de que ese recién llegado tiene algo que las grandes empresas no tienen.

CONCLUSIÓN

La modernización de la infraestructura del centro de datos no es algo que se haga a menudo. Estas inversiones estratégicas deben diseñarse para soportar una amplia variedad de casos de usos, ya que se amortizan tras un largo período.

El almacenamiento *flash* puede preparar el camino para que su organización amplíe más fácilmente el tamaño de sus aplicaciones, sus operaciones de TI y la capacidad total de sus centros de datos. La apuesta por un sistema *flash* permite transformar las organizaciones y las empresas, así como un mejor conocimiento de la información, una agilización de las operaciones y la aceleración de la prestación de servicios de TI nuevos e innovadores.

Para escoger el mejor sistema de almacenamiento *flash* y el mejor proveedor de dichos sistemas, debe hacerse las preguntas correctas no solo sobre el proveedor, sino también sobre las necesidades de la aplicación y las áreas que requieren un rendimiento adicional. Los criterios expuestos en esta guía le ayudarán a evaluar dónde y cómo puede el almacenamiento *flash* ayudarlo a mejorar el rendimiento y la agilidad de la infraestructura de TI de su empresa.

¿Tiene alguna pregunta o necesita más información? Comuníquese con nosotros por correo electrónico, escribiendo a sales@purestorage.com, y le ayudaremos a elegir la mejor solución basada íntegramente en tecnología *flash* para su entorno y sus cargas de trabajo.