

Dell EMC PowerMax: visión general de la familia

Resumen

En este documento, se proporciona una visión general de la familia Dell EMC™ PowerMax, una oferta de almacenamiento de datos críticos basada en NVMe. Se brindan detalles sobre la teoría de funcionamiento, los paquetes y las características que hacen que PowerMax sea un producto de almacenamiento todo flash de ultraalto rendimiento.

Septiembre de 2019

Revisiones

Fecha	Descripción
Abril de 2018	Versión inicial
Octubre de 2018	Actualización para la versión de servicio 5978
Septiembre de 2019	Se incorporaron las principales actualizaciones de la plataforma del tercer trimestre de 2019

Agradecimientos

Autor: James Salvadore

La información contenida en esta publicación se proporciona "tal cual". Dell Inc. no se hace responsable ni ofrece garantía de ningún tipo con respecto a la información de esta publicación y específicamente renuncia a toda garantía implícita de comerciabilidad o capacidad para un propósito determinado.

El uso, la copia y la distribución de cualquier software descrito en esta publicación requieren una licencia de software correspondiente.

Copyright © 2018–2019 Dell Inc. o sus filiales. Todos los derechos reservados. Dell, EMC, Dell EMC y otras marcas comerciales son marcas comerciales de Dell Inc. o sus filiales. Las demás marcas comerciales pueden ser marcas comerciales de sus respectivos dueños. [9/10/2019]
[Documentación técnica] [H17118.1]

Tabla de contenido

Revisiones	2
Agradecimientos	2
Tabla de contenido	3
Resumen ejecutivo	5
1 Introducción	6
1.1 Beneficios principales de PowerMax	6
1.2 Versión de PowerMax del tercer trimestre de 2019	7
1.3 Terminología	8
2 Visión general de PowerMax	11
2.1 Información general	11
2.2 La familia PowerMax	11
3 Visión general de la arquitectura de PowerMax	13
3.1 Diseñado para NVMe	13
3.2 Arquitectura modular expansible: Brick de PowerMax	13
3.2.1 Motores	14
3.2.2 Gabinetes de arreglos de unidades	17
3.2.3 Opciones y configuraciones de unidades	17
3.2.4 Optimización para la tecnología flash	27
3.2.5 Opciones de conectividad y diseño de ranuras de director	29
4 Implementaciones de sistemas PowerMax	33
4.1 Configuraciones del sistema PowerMax 2000	33
4.1.1 Configuraciones de PowerMax 2000	33
4.2 Configuraciones del sistema PowerMax 8000	34
4.2.1 Configuraciones de PowerMax 8000 de un solo rack	34
4.2.2 Configuraciones de PowerMax 8000 de dos racks	35
5 Confiabilidad, disponibilidad y facilidad de reparación (RAS)	37
6 Paquetes de software optimizados	39
7 Servicios de datos de PowerMax	41
7.1 Reducción de datos mediante el motor de compresión adaptable	41
7.2 Reducción de datos mediante la deduplicación en línea	42
7.3 Replicación remota con SRDF	42
7.4 Replicación local mediante TimeFinder SnapVX	43
7.5 Niveles de servicio y límites de I/O de host de PowerMaxOS	44

Tabla de contenido

7.6	Consolidación del almacenamiento de bloques y de archivos usando eNAS	45
7.7	Migración no disruptiva	45
7.8	Administración incorporada mediante Unisphere for PowerMax	46
7.9	Analítica de datos avanzada con CloudIQ	47
7.10	Integración del almacenamiento de PowerMax con herramientas de automatización de TI.....	48
7.10.1	Plug-ins de PowerMax para VMware vRealize Orchestrator	48
7.10.2	VMware vRealize Automation	48
7.10.3	Ansible Modules for PowerMax	48
7.10.4	Especificaciones del controlador de la interfaz de almacenamiento de contenedores, Docker y Kubernetes.....	49
7.11	Programa Future-Proof de fidelidad de Dell EMC.....	49
8	Resumen	51
A	Soporte técnico y recursos.....	52
A.1	Recursos relacionados	52

Resumen ejecutivo

La familia Dell EMC™ [PowerMax](#) es la primera plataforma de hardware de Dell EMC que utiliza una arquitectura de memoria no volátil express (NVMe) integral para los datos de los clientes. NVMe es un conjunto de estándares que definen una interfaz de PCI Express (PCIe) que se usa para acceder de manera eficiente a los volúmenes de almacenamiento de datos basados en medios de memoria no volátil (NVM), que incluyen la tecnología flash moderna basada en NAND, además de tecnologías de medios de memoria de clase de almacenamiento (SCM) de mayor rendimiento. El arreglo PowerMax basado en NVMe se creó específicamente para liberar por completo los beneficios de rendimiento de ancho de banda, IOPS y latencia que ofrecen los medios NVM a las aplicaciones basadas en host, los cuales son inalcanzables con los arreglos de almacenamiento todo flash de la generación previa.

1 Introducción

La familia Dell EMC PowerMax ofrece niveles sin precedentes de rendimiento y escala con el uso de la memoria de clase de almacenamiento (SCM) de próxima generación y FC-NVMe de 32 Gb. PowerMax es un almacenamiento sólido, simple y confiable sin concesiones.

1.1 Beneficios principales de PowerMax

Los beneficios principales que ofrecen las plataformas PowerMax a los clientes de Dell EMC son los siguientes. Para obtener más información sobre estas propuestas de valor de PowerMax, consulte [la página web de la familia Dell EMC PowerMax](#).

- Una potente arquitectura de almacenamiento de NVMe integral que ofrece lo siguiente:
 - Hasta 15 millones de IOPS con un rendimiento de 350 GB/s (187 000 IOPS por unidad de rack)
 - Unidades flash y SCM basadas en NVMe estándares de la industria
 - Gabinetes de arreglos de unidades NVMe (DAE) nativos
- Capacidad de utilizar las infraestructuras de Fibre Channel (FC-NVMe) actuales de sexta generación y las infraestructuras de Fibre Channel de séptima generación listas para el futuro
- Niveles empresariales de confiabilidad con un diseño que ofrece disponibilidad de seis nueves en un solo arreglo
- Protección de la inversión mediante el programa Future-Proof de fidelidad.
- Consolidación masiva de cargas de trabajo gracias a la compatibilidad con sistemas abiertos (FC, FC-NVMe, iSCSI), mainframe, IBM i, contenedores y almacenamiento de archivos en el mismo arreglo, lo que simplifica la administración y reduce considerablemente el costo total de la propiedad (TCO)
- Operaciones de aprovisionamiento de almacenamiento en menos de 30 segundos con Dell EMC Unisphere™ for PowerMax
- Migración transparente y no disruptiva (NDM) desde cualquier arreglo VMAX™ 1, 2 o 3, o VMAX All Flash hacia un arreglo PowerMax en tres simples pasos
- CloudIQ, una aplicación simple que realiza un seguimiento del estado del almacenamiento, crea informes sobre tendencias históricas, planifica el crecimiento futuro y corrige y descubre proactivamente los problemas desde cualquier navegador o dispositivo móvil
- Motor de aprendizaje automático en tiempo real incorporado para la ubicación automatizada de los datos
 - Reconocimiento de I/O automatizado y ubicación de datos en medios flash y SCM para maximizar el rendimiento sin sobrecarga de administración
 - Eliminación de los silos de alto rendimiento y consolidación de todas las aplicaciones secundarias y las cargas de trabajo críticas
- Compresión mejorada y deduplicación en línea globales con un impacto prácticamente nulo en el rendimiento
 - Reducción de datos que funciona con todos los servicios de datos
 - Control granular que permite la activación/desactivación por aplicación (grupo de almacenamiento)
- Protección y seguridad de almacenamiento sin precedentes
 - Cifrado de datos en reposo (D@RE), instantáneas seguras con validación de FIPS 140-2, autenticación basada en funciones y registros de auditoría a prueba de alteración

1.2 Versión de PowerMax del tercer trimestre de 2019

Las mejoras más recientes en los arreglos de la familia PowerMax elevan, una vez más, los estándares para el almacenamiento empresarial con la incorporación de las últimas tecnologías para alcanzar niveles inigualables de rendimiento y consolidación para las cargas de trabajo de alto valor y de alta exigencia, tanto actuales como futuras.

La versión del tercer trimestre de 2019 proporciona a la familia PowerMax varias funciones nuevas y potentes. En la siguiente tabla se muestran algunas de estas funciones clave y sus propuestas de valor:

Tabla 1 Características principales de la versión de PowerMax del tercer trimestre de 2019

Característica principal de la versión de PowerMax del tercer trimestre de 2019	Propuesta de valor
Unidades de memoria de clase de almacenamiento (SCM) con tecnología Intel® Optane™ de dos puertos (sistemas abiertos y mainframe)	La tecnología de SCM ofrece niveles inigualables de rendimiento y consolidación para las cargas de trabajo de alto valor y alta exigencia actuales y futuras.
Motor de aprendizaje automático incorporado (ML/IA) con ubicación automatizada de datos en las unidades flash y SCM	El aprendizaje automático en tiempo real de PowerMax optimiza el rendimiento de almacenamiento mediante el reconocimiento de patrones y la ubicación automatizada de datos, sin sobrecarga.
NVMe-oF ofrece NVMe integral: desde los servidores (HBA) hasta las unidades de PowerMax (SCM/flash)	La tecnología NVMe integral de PowerMax ofrece los mejores tiempos de respuesta para las aplicaciones de alta exigencia actuales y futuras.
Módulos de I/O Fibre Channel de 32 Gb para la conectividad de host Fibre Channel y FC-NVMe	La conectividad FC-NVMe y FC de 32 Gb acelera el ancho de banda de red para la consolidación masiva.
Capacidad de combinar dispositivos FBA y CKD en un único pool de recursos de almacenamiento (SRP) y dentro de un brick en un PowerMax 8000 mixto	La capacidad para combinar dispositivos FBA y CKD en un solo SRP amplía aún más las funcionalidades de consolidación de PowerMax y ofrece una mayor flexibilidad en configuraciones mixtas (por ejemplo, mainframe pequeño con sistema abierto grande o mainframe grande con sistema abierto pequeño).
Unidades flash NVMe de 15 TB	Las unidades flash de 15 TB reducen las necesidades de espacio físico y de energía/enfriamiento en todo el centro de datos.
SRDF™/Metro™ con expansión de dispositivos en línea	Promueve las “operaciones de disponibilidad continua” en entornos críticos de PowerMax. Datos esenciales.
Mejoras de NDM	La migración no disruptiva (NDM) agrega la capacidad de transferir todas las pilas de hosts FBA a través de un solo motor de flujo de trabajo/interfaz de usuario, incluso aquellos que no se pueden transferir de manera no disruptiva. Además, hay una expansión de las configuraciones de arreglos admitidas que permite a los clientes actualizar cualquier arreglo de VMAX anterior a un arreglo VMAX/PowerMax más reciente.

1.3 Terminología

En este documento, se utiliza la siguiente terminología de PowerMax:

Tabla 2 Definiciones y términos clave de PowerMax

Terminología	Término equivalente	Definición
Ubicación automatizada de datos	ADP	La ubicación automatizada de datos es la capacidad del sistema para administrar de manera inteligente la ubicación de datos entre dos tecnologías de unidades diferentes en el mismo arreglo.
DAE24	DAE24	DAE24 se refiere al gabinete de arreglos de unidades que se utiliza para almacenar hasta 24 unidades NVMe en los arreglos PowerMax.
Dell EMC PowerMax 2000	PowerMax 2000	PowerMax 2000 es el arreglo de escalamiento horizontal de NVMe de nivel inicial vendido con los paquetes de software Essentials y Pro.
Dell EMC PowerMax 8000	PowerMax 8000	PowerMax 8000 es el arreglo emblemático de escalamiento horizontal de NVMe vendido con los paquetes de software Essentials y Pro.
Familia Dell EMC PowerMax	PowerMax	La familia PowerMax se refiere a la oferta de almacenamiento de datos críticos basada en NVMe de Dell EMC.
Disk group.	Disk group.	Se refiere a un conjunto de unidades físicas que comparten las mismas características de tecnología, tamaño y rendimiento.
Gabinete de arreglos de unidades	DAE	DAE se refiere al gabinete de arreglos de unidades que se utiliza para almacenar las unidades flash y SCM en PowerMax.
Capacidad real (en terabytes)	TBe	Incluye los beneficios de aprovisionamiento delgado, compresión en línea, deduplicación y copias con uso eficiente del espacio.
Paquete de software Essentials	Aspectos fundamentales	El paquete Essentials es el paquete de software de PowerMax predeterminado.
Paquete de capacidad flash	Paquete de capacidad flash	Un paquete de capacidad Flash incluye capacidad de unidades flash NVMe (TBu) que se puede agregar a un arreglo PowerMax.
Compresión en línea	Compresión	La compresión en línea se refiere a la tecnología de compresión inteligente que se utiliza con los arreglos PowerMax.
Deduplicación en línea	Desduplicación	La deduplicación en línea se refiere a la tecnología de deduplicación que se utiliza con los arreglos PowerMax.
Memoria no volátil express (NVMe)	NVMe	NVMe es un conjunto de comandos y sus estándares de interfaz de almacenamiento asociados que especifican el acceso eficiente a los sistemas y los dispositivos de almacenamiento de datos basados en memoria no volátil (NVM).
Unidades flash NVMe/NAND	Unidades flash NVMe	Las unidades flash conectadas a NVMe/PCIe son los dispositivos flash más recientes que se utilizan para almacenar capacidad en los arreglos PowerMax.

Terminología	Término equivalente	Definición
NVMe mediante Fibre Channel	FC-NVMe	NVMe mediante Fibre Channel extiende el conjunto de comandos NVMe y sus beneficios mediante los fabrics de centro de datos utilizando Fibre Channel de alta velocidad como transporte de fabric.
Brick de PowerMax	Brick	Un brick es el elemento esencial de un arreglo PowerMax. Incluye un motor, dos DAE y una capacidad útil (TBu) fija.
zBrick de PowerMax	zBrick	Un zBrick es el elemento esencial de mainframe de PowerMax, que consta de un motor, dos DAE y una capacidad útil (TBu) fija.
PowerMaxOS 5978	PowerMaxOS	La versión PowerMaxOS 5978 es compatible con los arreglos PowerMax NVMe, la deduplicación y otras mejoras de software. También se puede instalar en arreglos VMAX™ All Flash heredados.
Paquete de software Pro	Pro o paquete Pro	El paquete Pro es una oferta de software integral que se vende como un dispositivo PowerMax.
Grupo RAID	Grupo RAID	Esta es la cantidad mínima de discos físicos que forman un esquema de protección RAID específico.
Escalamiento horizontal	Escalamiento horizontal	El escalamiento horizontal se refiere a la adición de bricks para aumentar el rendimiento y la expansión de los sistemas PowerMax.
Escalamiento vertical	Escalamiento vertical	El escalamiento vertical se refiere a la adición de paquetes de capacidad flash a un arreglo PowerMax.
Nivel de servicio	Niveles de servicio	Los niveles de servicio identifican un nivel de rendimiento específico en los arreglos PowerMax.
RAID inteligente	RAID inteligente	El RAID inteligente proporciona compatibilidad con RAID compartido activo/activo para los arreglos PowerMax.
Memoria de clase de almacenamiento (SCM)	SCM	SCM es un nuevo nivel de memoria/almacenamiento híbrido que tiene características de rendimiento de lectura y escritura que son considerablemente más rápidas que las de las unidades flash tradicionales.
Pool de recursos de almacenamiento	SRP	Un pool de recursos de almacenamiento (SRP) es un conjunto de discos físicos que constituyen una capacidad útil específica para los datos de las aplicaciones del cliente. La mayoría de los arreglos PowerMax solo tiene un SRP. La capacidad útil de un SRP puede constar de discos flash NAND y de SCM. La ubicación automatizada de los datos en las unidades flash NAND y SCM dentro del SRP se administra mediante el motor de aprendizaje automático interno de PowerMax. Cada SRP está protegido por un solo esquema de protección RAID.
Unisphere™ for PowerMax	Unisphere	Unisphere for PowerMax es una interfaz de usuario que permite la administración y el monitoreo de los arreglos PowerMax, además de arreglos VMAX3™, VMAX 1 o 2, y VMAX All Flash heredados.

Terminología	Término equivalente	Definición
Capacidad útil (en terabytes)	TBu	Esto se refiere a la cantidad de capacidad de unidades físicas disponible en el arreglo, teniendo en cuenta la eficiencia de RAID del tipo de RAID en uso.
Paquete de software zEssentials	zEssentials	El paquete zEssentials es el paquete de software que se vende como un dispositivo PowerMax para mainframe.
Paquete de capacidad zFlash	Paquete de capacidad zFlash	Un paquete de capacidad zFlash incluye capacidad de unidades flash NVMe (TBu) que se puede agregar a un arreglo PowerMax para mainframe.
Paquete de software zPro	zPro	El paquete zPro es una oferta de software integral que se vende como un dispositivo PowerMax para mainframe.

2 Visión general de PowerMax

2.1 Información general

Durante los últimos años, la migración hacia el almacenamiento flash desde el disco giratorio ha sido un gran punto de enfoque en el centro de datos empresarial, ya que se migraron exabytes (EB) de datos del disco giratorio al almacenamiento flash. La probabilidad de esta migración no es sorprendente, ya que el potencial aumento de rendimiento que ofrece el almacenamiento flash supera en órdenes de magnitud la de los discos giratorios.

Lamentablemente, el verdadero potencial de rendimiento del almacenamiento flash en el centro de datos empresarial se ha visto limitado por los cuellos de botella relacionados con la ruta de entrada/salida (I/O) de la aplicación al almacenamiento. Estos cuellos de botella están centrados en el bootstrap de las interfaces de almacenamiento históricas de Serial Attached SCSI (SAS) y Serial ATA Attachment (SATA) con los medios de almacenamiento flash. SAS (basada en el protocolo SCSI) y SATA (basada en el protocolo ATA) son interfaces que se desarrollaron a fines de la década de 1980. Estos protocolos e interfaces se diseñaron para los discos giratorios y no tienen la capacidad de aprovechar por completo los beneficios que puede proporcionar el almacenamiento flash.

Afortunadamente, los cuellos de botella conducen a innovaciones. La próxima innovación disruptiva que ingresa en el centro de datos es una nueva interfaz de almacenamiento de datos diseñada específicamente para la tecnología flash actual basada en NAND y los medios de almacenamiento de datos de próxima generación. Esta nueva interfaz se denomina **memoria no volátil express (NVMe)**. NVMe es un conjunto de comandos (que reemplaza a SCSI) y los estándares de interfaz de almacenamiento asociados (que reemplazan a SAS y ATA) que permiten el acceso eficiente a los sistemas y los dispositivos de almacenamiento basados en medios de memoria no volátil (NVM). NVMe se aplica ampliamente a la tecnología de almacenamiento NVM, que incluye la tecnología flash actual basada en NAND y las tecnologías de mayor rendimiento de memoria de clase de almacenamiento (SCM), como 3D XPoint y Resistive RAM (ReRAM). Los estándares NVMe se crearon para aprovechar al máximo los beneficios de ancho de banda, IOPS y latencia que ofrece el almacenamiento basado en NVM. Los niveles resultantes de rendimiento y paralelismo para las unidades y los sistemas de almacenamiento son inalcanzables con las interfaces de almacenamiento heredadas.

La [familia PowerMax](#) es el primer producto de almacenamiento de datos de Dell EMC que utiliza por completo la tecnología NVMe para los datos de las aplicaciones del cliente. El innovador PowerMax está diseñado con una arquitectura de almacenamiento NVMe completamente integral, lo que le permite alcanzar niveles de rendimiento y densidades de I/O sin precedentes, ya que elimina los cuellos de botella de los medios flash que se encuentran en las interfaces SAS y SATA tradicionales. PowerMax abre la puerta para que los clientes implementen aplicaciones innovadoras en las áreas de análisis en tiempo real, aprendizaje automático y Big Data que exigen una latencia más baja y un mayor rendimiento.

2.2 La familia PowerMax

[La familia Dell EMC PowerMax](#) consta de dos modelos: PowerMax 2000 y el emblemático PowerMax 8000. PowerMax 2000 está diseñado para brindar a los clientes de Dell EMC eficiencia y máxima flexibilidad en un espacio físico de 20U. PowerMax 8000 está diseñado para ofrecer niveles masivos de escalamiento, densidad de IOPS y rendimiento, todo dentro de un espacio físico de una o dos placas para piso falso.

Ambos arreglos PowerMax tienen en su base la arquitectura de confianza Dynamic Virtual Matrix Architecture y una nueva versión de HYPERMAX OS, reescrito para la plataforma NVMe, denominado

Visión general de PowerMax

PowerMaxOS 5978. PowerMaxOS se puede ejecutar de forma nativa en los dos sistemas PowerMax y en los sistemas VMAX All Flash heredados como una actualización. Como en la previa generación de VMAX All Flash, los sistemas PowerMax son auténticos arreglos todo flash, productos específicamente destinados a cumplir con los requisitos de rendimiento y capacidad de almacenamiento del centro de datos empresarial todo flash.

Los productos PowerMax son ofertas de tecnología todo flash enriquecidas con funcionalidades específicas diseñadas para aprovechar la memoria de clase de almacenamiento (SCM) de ultraalto rendimiento y las unidades flash NVMe de mayor capacidad a fin de crear la configuración de almacenamiento más densa posible. PowerMax ofrece a los clientes empresariales servicios de datos de confianza junto con la sencillez, la capacidad y el rendimiento que exigen sus entornos altamente virtualizados. Además, satisface las necesidades económicas de las cargas de trabajo de almacenamiento más tradicionales. Asimismo, PowerMax ahora permite a los clientes implementar aplicaciones como análisis en tiempo real, aprendizaje automático y Big Data, que exigen una latencia de almacenamiento más baja y una mayor densidad de IOPS que antes eran inalcanzables con las ofertas de tecnología todo flash heredadas.

Los dos bricks disponibles de PowerMax 2000 se pueden colocar en la mitad de un rack estándar de 19 pulgadas, mientras que PowerMax 8000 redefine la eficiencia en el uso del espacio, ya que duplica la densidad de computación incluyendo un máximo de cuatro bricks en un único gabinete y hasta ocho bricks en solo dos placas para piso falso. Los arreglos PowerMax vienen totalmente preconfigurados de fábrica para reducir de forma considerable el tiempo para la primera operación de I/O. Según el modelo, los arreglos PowerMax pueden admitir entornos de sistemas abiertos, de mainframe, IBM i, de archivos y mixtos, todos en el mismo arreglo.



PowerMax 2000

- Hasta 2,7 millones de IOPS y 80 GB/s por sistema
- Hasta 96 dispositivos SCM y flash NVMe
- Hasta 64 puertos de front-end
- 1 o 2 bricks por sistema
- Solo cargas de trabajo de sistemas abiertos



PowerMax 8000

- Hasta 15 millones de IOPS y 350 GB/s por sistema
- Hasta 288 dispositivos SCM y flash NVMe
- Hasta 256 puertos de front-end
- De 1 a 8 bricks/zBricks por sistema
- Cargas de trabajo mixtas, de sistemas abiertos o de mainframe

Figura 1 Familia PowerMax

3 Visión general de la arquitectura de PowerMax

A pesar de que la plataforma PowerMax utiliza muchas de las tecnologías y los servicios de datos que se encuentran en los sistemas VMAX All Flash heredados, PowerMax proporciona a los clientes un valor diferenciador, ya que está diseñado desde el principio para ser la primera plataforma de la industria que aprovecha al máximo la conectividad FC-NVMe integral y los medios de almacenamiento de datos emergentes, como SCM. Las siguientes secciones detallan las propuestas clave de valor de la arquitectura de PowerMax para los clientes de Dell EMC.

3.1 Diseñado para NVMe

PowerMax es un líder en tecnología que proporciona una arquitectura de almacenamiento flash de memoria no volátil express (NVMe) integral para almacenar los datos de los clientes. La arquitectura NVMe de PowerMax proporciona lo siguiente:

- **Densidad de I/O con rendimiento predecible:** PowerMax se diseñó para ofrecer una densidad de I/O líder en la industria, capaz de ofrecer aproximadamente 187 000 IOPS por unidad de rack (U) o hasta 15 000 IOPS en un sistema de dos racks (dos placas para piso falso), independientemente de la carga de trabajo y de la utilización de la capacidad de almacenamiento.
- **Densidad de almacenamiento NVMe:** Gracias a las unidades flash NVMe empresariales de alta capacidad con dos puertos disponibles comercialmente, PowerMax ofrece una capacidad líder en la industria de TB de NVMe por placa para piso falso. La compatibilidad de PowerMax con unidades flash y SCM disponibles comercialmente de alta capacidad proporciona una funcionalidad diferenciada en comparación con muchas otras alternativas todo flash que utilizan un diseño de unidades flash de propiedad. Esto permite que PowerMax aproveche la mejora del tiempo de ingreso al mercado y los aumentos en el rendimiento, la economía de escala y las densidades de las unidades flash que ofrecen los proveedores de unidades flash de la industria.
- **Diseño compatible con tecnologías futuras:** El diseño de NVMe de PowerMax está preparado para el futuro, ya que puede implementar de manera transparente capacidades de unidades flash SCM y NAND de alta velocidad actuales y futuras, y permitir que los hosts se conecten a través de SAN de FC-NVMe de alta velocidad de sexta generación (actual) y séptima generación (futura).

3.2 Arquitectura modular expansible: Brick de PowerMax

Las configuraciones de PowerMax constan de componentes básicos modulares denominados bricks de PowerMax (bricks). La arquitectura de bricks modulares reduce la complejidad y permite una configuración y una implementación más sencillas del sistema. Esta arquitectura también permite escalar el sistema y, a la vez, seguir ofreciendo un alto rendimiento predecible.

Hay dos tipos de bricks disponibles para PowerMax:

- El **brick** de sistemas abiertos es compatible con configuraciones de conectividad Fibre Channel, FC-NVMe o iSCSI, y con el formato de dispositivo FBA. El brick también se puede configurar para el almacenamiento de archivos mediante NAS integrado.
- El **zBrick** de mainframe es compatible con configuraciones de conectividad FICON y con el formato de dispositivo CKD.

Nota: En este documento, se utiliza el término **brick** cuando se analizan las características y las funciones que se aplican a los sistemas abiertos y al mainframe. Cuando se analizan las funciones específicas del mainframe, se utiliza el término **zBrick** de forma específica.

Visión general de la arquitectura de PowerMax

El brick de sistema inicial incluye un solo motor, que consta de dos directores, dos fuentes de alimentación del sistema (SPS) y dos gabinetes de arreglos de unidades (DAE24) NVMe de 2,5" y 24 ranuras preconfigurados con una capacidad útil total inicial.

El concepto de brick permite el escalamiento vertical y horizontal de PowerMax. Los clientes pueden escalar verticalmente mediante la adición incremental de paquetes de capacidad flash. Cada paquete de capacidad flash para PowerMax 8000 tiene 13 TBU de almacenamiento útil y 11 TBU o 13 TBU para el modelo PowerMax 2000, según el tipo de protección RAID seleccionado. PowerMax escala de manera vertical mediante la agregación de hasta dos bricks para PowerMax 2000 y hasta ocho para PowerMax 8000. El escalamiento horizontal de un sistema PowerMax mediante la agregación de bricks adicionales produce una mejora del rendimiento lineal y predecible, independientemente de la carga de trabajo.

Nota: Para obtener información detallada sobre las configuraciones de bricks de PowerMax disponibles, consulte la [hoja de especificaciones de la familia PowerMax](#).

3.2.1 Motores

El núcleo del brick es el motor. El motor es la unidad central de procesamiento de I/O, diseñada de manera redundante para garantizar alta disponibilidad. Cada brick consta de lo siguiente:

- Directores redundantes que contienen CPU de varios núcleos y módulos de memoria
- Interfaces a módulos de I/O universales, como módulos de I/O de front-end, back-end, InfiniBand y flash

La red troncal de comunicación del brick es la arquitectura de confianza Dynamic Virtual Matrix Architecture. Fundamentalmente, esta matriz virtual permite la comunicación entre directores a través de fabrics redundantes de InfiniBand internos. El fabric de InfiniBand proporciona una base para un componente principal de gran ancho de banda que es esencial para un arreglo todo flash, altamente escalable y de extrema baja latencia. Esta funcionalidad también es fundamental para permitir que PowerMax escale vertical y horizontalmente de la manera en que lo hace.

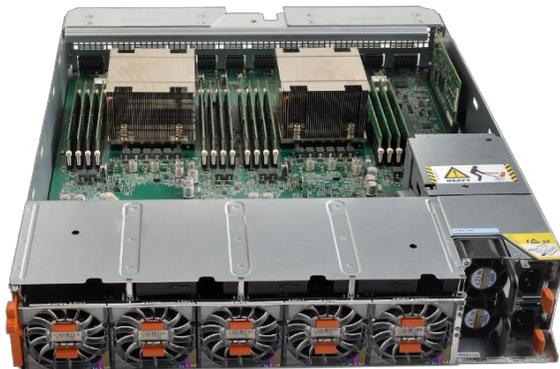


Figura 2 Director de motor de brick

3.2.1.1 Configuraciones de núcleos de CPU de brick

Cada motor de brick tiene dos directores, y cada director tiene sockets de CPU dobles compatibles con los procesadores Intel de varios núcleos y multiproceso. En la siguiente tabla, se detalla el diseño de núcleos de CPU del motor en cada modelo de PowerMax:

Tabla 3 Núcleos de CPU del motor de brick

Modelo de PowerMax	Tipo de CPU del motor	Núcleos de CPU	Núcleos por motor de brick	Máx. de núcleos por sistema
PowerMax 2000	Doble procesador Intel Broadwell de 12 núcleos y 2.5 GHz	24	48	96 (máx. de 2 bricks)
PowerMax 8000	Doble procesador Intel Broadwell de 18 núcleos y 2.8 GHz	36	72	576 (máx. de 8 bricks)

El motor de brick utiliza un mecanismo de agrupación de núcleos en pools que puede balancear la carga de los núcleos dinámicamente distribuyéndolos al front-end, al back-end y a los servicios de datos (como SRDF, eNAS y la administración incorporada) que se ejecutan en el motor. Los pools de núcleos se pueden ajustar para cambiar la preferencia en cualquier momento a las cargas de trabajo de front-end o back-end intensivas a fin de optimizar aún más la solución en un caso de uso específico.

Nota: Debido a la dinámica de enfriamiento avanzada del motor de PowerMax, las CPU de Intel se ejecutan principalmente en modo **Turbo**, lo que proporciona funcionalidades de rendimiento adicionales.

3.2.1.2 Configuraciones de la caché del brick

Cada director tiene 16 ranuras de memoria que pueden equiparse con DIMM DDR4 de 32 GB y 64 GB para lograr hasta 1 TB de caché por director (un máximo de 2 TB de caché por motor de brick).

Tabla 4 Configuraciones de la caché del brick

Modelo de PowerMax	Caché por brick	Máx. de caché por sistema
PowerMax 2000	512 GB, 1 TB o 2 TB	4 TB (máx. de 2 bricks)
PowerMax 8000	1 TB o 2 TB	16 TB (máx. de 8 bricks)

En los sistemas PowerMax 2000 de un solo motor, la caché se espejea en el motor en todos los directores. Esto también se aplica a los sistemas PowerMax 2000 de múltiples motores y a los sistemas PowerMax 8000 de un solo motor. En los sistemas PowerMax 8000 de múltiples motores, la caché se espejea en los directores de diferentes motores para obtener redundancia adicional.

PowerMax 2000 y PowerMax 8000 pueden admitir configuraciones de motores con diferentes tamaños de caché (caché mixta). Para los modelos PowerMax 2000 de dos motores, el sistema puede utilizar motores con diferentes tamaños de caché, de modo que un motor tenga un tamaño de caché menor o mayor que el otro motor del sistema. Por ejemplo, la caché del motor 1 puede ser de 1 TB y la caché del motor 2, de 512 GB. Esto generaría un tamaño de caché total de 1,5 TB para el sistema. En la siguiente tabla, se muestran las configuraciones válidas de caché mixta para PowerMax 2000:

Tabla 5 Configuraciones de caché mixta de PowerMax 2000 admitidas

Cantidad de bricks en el sistema	Tamaño más pequeño de la caché del motor	Tamaño más grande de la caché del motor	Caché total del sistema
2	512 GB	1 TB	1.5 TB
2	1 TB	2 TB	3 TB

Las configuraciones de caché mixta están disponibles en PowerMax 8000, pero requieren un mínimo de cuatro bricks o zBricks en el sistema. En la siguiente tabla, se detallan las configuraciones de caché mixta compatibles que están disponibles para PowerMax 8000:

Tabla 6 Configuraciones de caché mixta de PowerMax 8000 admitidas

Cantidad de bricks en el sistema	Tamaño más pequeño de la caché del motor	Tamaño más grande de la caché del motor	Caché total del sistema
4	2 motores de 1 TB	2 motores de 2 TB	6 TB
5	2 motores de 1 TB	3 motores de 2 TB	8 TB
5	3 motores de 1 TB	2 motores de 2 TB	7 TB
6	2 motores de 1 TB	4 motores de 2 TB	10 TB
6	4 motores de 1 TB	2 motores de 2 TB	8 TB
7	2 motores de 1 TB	5 motores de 2 TB	12 TB
7	5 motores de 1 TB	2 motores de 2 TB	9 TB
7	3 motores de 1 TB	4 motores de 2 TB	11 TB
7	4 motores de 1 TB	3 motores de 2 TB	10 TB
8	2 motores de 1 TB	6 motores de 2 TB	14 TB
8	6 motores de 1 TB	2 motores de 2 TB	10 TB
8	4 motores de 1 TB	4 motores de 2 TB	12 TB

Nota: La caché dentro de un motor se puede actualizar (adición de capacidad), pero no se puede degradar la caché (eliminación de capacidad).

3.2.1.3 PowerMaxOS

Cada motor de PowerMax se proporciona con PowerMaxOS 5978 instalado. PowerMaxOS se deriva del sistema probado y de confianza HYPERMAX OS, que se utiliza en los arreglos VMAX3 y VMAX All Flash heredados. Sin embargo, PowerMaxOS se volvió a escribir para aprovechar las arquitecturas NVMe. PowerMaxOS continúa ofreciendo una alta disponibilidad, una administración de I/O, una calidad de servicio, una validación de la integridad de datos, una transferencia de datos y una seguridad de datos líderes en la industria con una plataforma de aplicaciones de código abierto. PowerMaxOS utiliza un hipervisor de almacenamiento no disruptivo en tiempo real que administra y protege los servicios incorporados mediante la extensión de la alta disponibilidad a servicios que tradicionalmente se ejecutarían de manera externa al arreglo. La función principal de PowerMaxOS es administrar las operaciones principales que se realizan en el arreglo, entre las que se incluyen:

- Procesamiento de I/O desde los hosts
- Implementación de protección RAID
- Optimización del rendimiento, permitiendo el acceso directo a recursos de hardware
- Administración y monitoreo del sistema

3.2.2 Gabinetes de arreglos de unidades

Cada brick viene con DAE NVMe PCIe de 2,5", con dos puertos y 24 ranuras (DAE24). Estos DAE utilizan tarjetas de control de enlace (LCC) redundantes e intercambiables en caliente que proporcionan conectividad de I/O de PCIe a las unidades flash NVMe. Además de las LCC redundantes, el DAE24 ofrece fuentes de alimentación redundantes con fuentes de alimentación independientes, lo que proporciona alimentación y enfriamiento N+1, que da como resultado un consumo eficiente de la energía de hasta 25 vatios por ranura de unidad. El DAE24 tiene 2U de alto y 19" de profundidad.



Figura 3 DAE24 NVMe de brick

Los directores se conectan a cada DAE a través de un par de módulos de I/O redundantes de back-end. Los módulos de I/O de back-end se conectan a los DAE en las LCC redundantes. Cada conexión entre un módulo de I/O de back-end y una LCC utiliza un cableado completamente independiente. En el DAE, cada unidad NVMe tiene dos puertos, cada uno de los cuales se conecta a una de las LCC redundantes.

La función del iniciador doble garantiza la disponibilidad continua de los datos en el improbable caso de una falla del hardware de administración de unidades. Ambos directores dentro de un motor se conectan a las mismas unidades a través de rutas redundantes. Si los sofisticados mecanismos de bloqueo del sistema PowerMaxOS detectan una falla en el director de back-end, el sistema puede procesar lecturas y escrituras en las unidades desde el otro director en el motor sin interrupción.

3.2.3 Opciones y configuraciones de unidades

PowerMax 2000 y PowerMax 8000 son compatibles con las capacidades de unidades flash NVMe de 1,92 TB, 3,84 TB, 7,68 TB y 15,36 TB, así como con las unidades SCM de 750 GB y 1,5 TB. Todos los tamaños de las unidades son de 2,5" e incluyen una interfaz PCIe de factor de forma U.2 de dos puertos. Estas capacidades de unidades se pueden combinar en el sistema.

Tabla 7 Especificaciones de capacidad admitidas de la familia PowerMax

Familia de arreglos	PowerMax 2000	PowerMax 8000
Unidades y capacidad		
Capacidad máx. por arreglo (sistema abierto) ¹	1 PBe	4 PBe
Capacidad base por brick (sistema abierto)	13,2 TB _{u3}	54 TB _u
Capacidad base por brick (mainframe)	N/D	13,2 TB _u
Paquetes de capacidad flash incremental	13,2 TB _{u3}	13,2 TB _u
Cant. máx. de unidades por brick	44 útiles + repuesto(s)	32 útiles + repuesto(s)
Cant. máx. de unidades por arreglo	96	288

Familia de arreglos	PowerMax 2000	PowerMax 8000
Conteo mín. de unidades por brick	4 + 1 repuesto	8 + 1 repuesto
Unidades NVMe		
Unidades NVMe admitidas (2,5")	1,92 TB, 3,84 TB, 7,68 TB y 15,36 TB	1,92 TB, 3,84 TB, 7,68 TB y 15,36 TB
Unidades SCM		
Unidades SCM admitidas (2,5")	750 GB y 1,5 TB	750 GB, 1,5 TB
Interfaz de BE	NVMe sobre PCIe	NVMe sobre PCIe
Opciones de RAID compatibles	RAID 5 (7+1) (predeterminado) RAID 5(3+1) RAID 6(6+2)	RAID 5 (7+1) (predeterminado) RAID 6(6+2)

1. Capacidad máxima por arreglo según la tasa de aprovisionamiento excesivo de 1,0.
2. Es posible admitir 192 unidades en un solo gabinete cuando se empaquetan dos sistemas en el mismo rack.
3. Las capacidades útiles de los paquetes de capacidad flash y bricks de 13,2 TBu se basan en RAID 5 (7+1). Los incrementos de los paquetes de capacidad flash y la capacidad base de 11,3 TBu son posibles con RAID 5 (3+1) en PowerMax 2000.

Nota: Para obtener información detallada sobre las configuraciones disponibles de unidades de bricks de PowerMax, consulte la [hoja de especificaciones de la familia PowerMax](#).

3.2.3.1 Visión general de los pools de recursos de almacenamiento de PowerMax

En PowerMax, toda la capacidad de almacenamiento físico se combina en pools de recursos de almacenamiento (SRP). En los niveles más bajos, los SRP se componen de grupos de discos que contienen un conjunto de unidades físicas que comparten las mismas características de tecnología y rendimiento. Las unidades físicas de cada grupo de discos se dividen en segmentos de dispositivos de datos de back-end individuales denominados TDAT. Los TDAT se colocan en un nivel de almacenamiento asociado.

Un SRP es la recopilación de la capacidad total de todos los niveles de almacenamiento, independientemente de la tecnología de disco subyacente con la que están asociados los niveles de almacenamiento. Esta capacidad física almacenada en un SRP se conoce como capacidad útil (TBu). Los hosts pueden acceder a esta capacidad útil mediante dispositivos de almacenamiento de front-end con aprovisionamiento delgado denominados TDEV. Los TDEV son representaciones virtuales de la capacidad física del SRP, para la que también se tienen en cuenta las eficiencias de reducción de datos y de sobreprovisionamiento. Por ejemplo, un arreglo con un solo SRP de 26 TBu se podría aprovisionar para 78 TB de capacidad de TDEV de hosts si se aplica una tasa de reducción de datos de 3:1. Esos 78 TB de capacidad de TDEV de hosts virtualizados se conoce como la capacidad real (TBe) del SRP. Cuando se dimensiona un sistema PowerMax, se consideran la capacidad real y la capacidad útil. La capacidad útil (TBu) total es el factor principal que se tiene en cuenta para el dimensionamiento de las configuraciones de diseño de unidades físicas. La capacidad real (TBe) es el factor principal que se considera cuando se dimensiona la caché de PowerMax.

Los TDEV aprovisionados por host se colocan en un grupo de almacenamiento y se les asigna un nivel de servicio. Cuando un host escribe datos de las aplicaciones en sus TDEV aprovisionados, estos datos se distribuyen entre todos los niveles de almacenamiento dentro del SRP. El nivel de almacenamiento en el que se colocan los datos dentro del SRP está regido por la utilidad de ubicación automatizada de datos (ADP). La

ADP usa el motor de aprendizaje automático interno de PowerMax para utilizar los algoritmos de análisis predictivo y de reconocimiento de patrones para colocar los datos en la ubicación física óptima a fin de garantizar que se cumplan los requisitos de tiempo de respuesta para el nivel de servicio asignado.

En el siguiente diagrama, se trata de mostrar los componentes clave relacionados con un SRP de PowerMax:

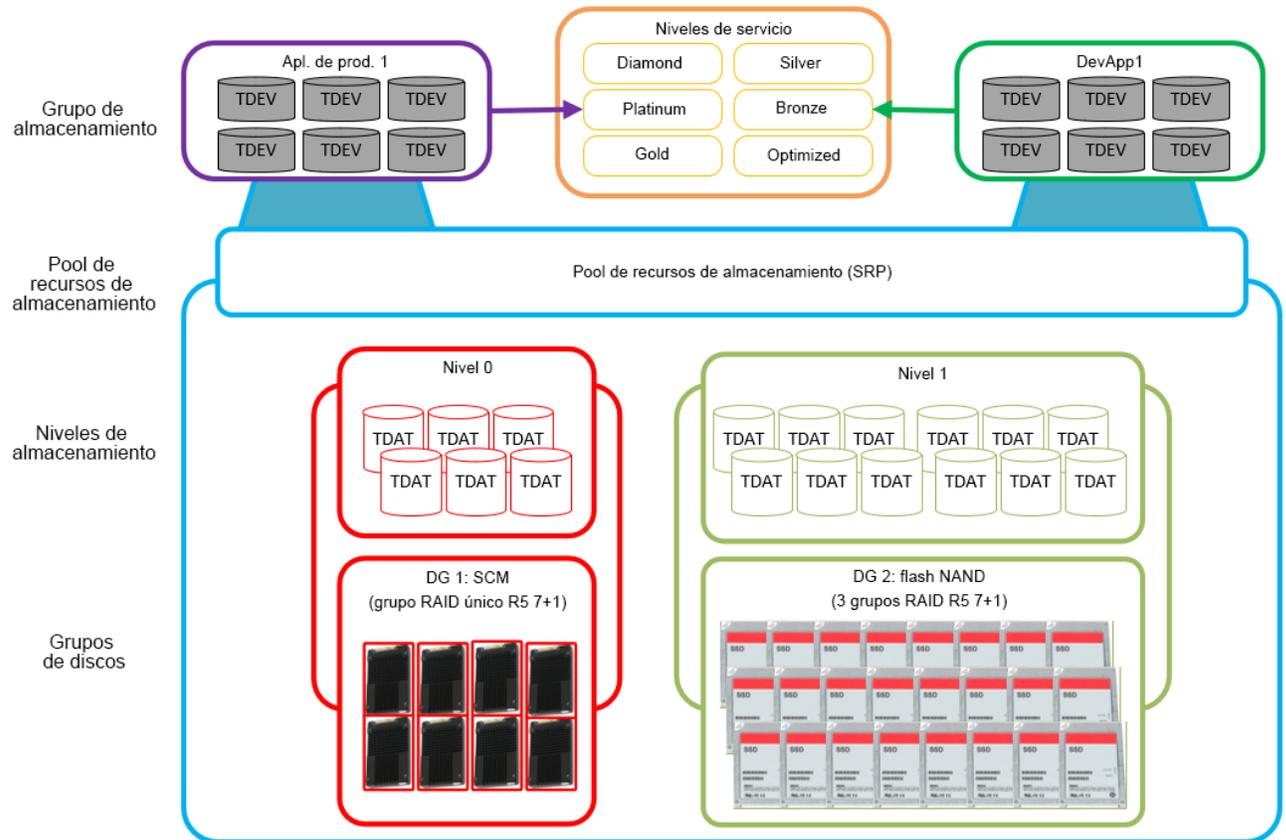


Figura 4 Componentes típicos que se encuentran en un SRP de PowerMax con esquemas de protección RAID de grupos de discos de ejemplo

Nota: Los siguientes puntos son notas específicas sobre los SRP de PowerMax.

- Ahora se puede configurar un PowerMax 8000 de manera que los datos de FBA de sistemas abiertos y CKD de mainframe puedan compartir un solo SRP.
- Los sistemas PowerMax 8000 que tengan que ofrecer una capacidad mixta de FBA y CKD deberán crearse como sistemas mixtos en la fábrica. No se puede agregar capacidad de CKD a un sistema FBA existente, ni viceversa.
- Solo se puede usar un único esquema de protección RAID dentro del SRP. El uso de múltiples esquemas de protección RAID no se admite en el SRP.
- Dell EMC recomienda que todos los sistemas PowerMax estén configurados como un solo sistema SRP, de modo que los datos del cliente tengan acceso a la cantidad máxima de recursos del sistema que sea posible.
- A pesar de que se admiten varios sistemas SRP mediante RPQ, Dell EMC no recomienda el uso de varios SRP en un solo sistema por motivos de rendimiento y facilidad de administración.

3.2.3.2 Configuración de unidades SCM en PowerMax

Las unidades de SCM se pueden usar en los sistemas PowerMax 2000 y PowerMax 8000. Una manera de pensar en las unidades SCM conectadas a NVMe es como una extensión de la memoria del servidor físico donde los datos de las aplicaciones almacenadas en las unidades SCM requieren los niveles más altos de rendimiento, por lo general, reservado para DIMM no volátiles (NVDIMM) basados en servidor. A pesar de que la SCM NVMe no proporciona los mismos niveles de rendimiento que los NVDIMM, su economía desde una perspectiva de US\$/GB y de US\$/IOPS hace que sea una alternativa de menor costo que los NVDIMM basados en servidor para las aplicaciones de memoria, como SAP HANA.

Los sistemas PowerMax que utilizan unidades SCM pueden configurarse para que se combinen con unidades flash NAND tradicionales en los DAE. En estos sistemas combinados (denominados sistemas de “SCM como nivel”, como se muestra en la figura 4), los TDAT que se extraen de las unidades SCM se colocarán en el “nivel 0”, donde residirán los datos más activos del sistema.

Además, para garantizar los niveles más altos de rendimiento en los sistemas combinados, los datos en el nivel 0 de SCM no se comprimen nunca, sin embargo, se pueden deduplicar. Como se mencionó anteriormente, el sistema utiliza los algoritmos de análisis predictivo y de reconocimiento de patrones de ADP para asegurarse de que los datos se coloquen en el nivel 0 y se eliminen de la manera más oportuna y eficiente. Los grupos de almacenamiento a los que se asigna el nivel de servicio “Diamond” recibirán la prioridad de la ubicación en el nivel 0. Los grupos de almacenamiento asignados como “Silver” o “Bronze” no son elegibles para la ubicación en el nivel 0 y siempre residirán en la tecnología flash NAND.

Nota: Las siguientes son algunas notas de configuración generales relacionadas con los arreglos PowerMax de SCM como nivel.

- Para lograr un costo óptimo por rendimiento, Dell EMC recomienda que la capacidad útil (TBu) total del nivel 0 de SCM sea de entre un 3 % y un 12 % de la capacidad real (TBe) deseada del sistema.
- Pueden configurarse hasta 3 grupos RAID de SCM (PowerMax 8000) y 4 grupos RAID de SCM (PowerMax 2000) por motor como nivel 0.
- Todos los motores deben configurarse de manera idéntica con respecto a SCM para el equilibrio de I/O (es decir, si un motor está configurado con un grupo RAID de SCM R5 7+1, todos los demás motores del sistema deben configurarse con un grupo RAID de SCM R5 7+1).
- Aunque se admiten varios SRP en PowerMax, un solo SRP puede contener SCM y este SRP debe ver el almacenamiento de SCM como un nivel (el SRP no puede ser de solo SCM).
- Los datos nunca se comprimen en el nivel de SCM, independientemente de su tamaño.
- Los datos en SCM pueden ser parte de un conjunto de deduplicación.
- Se admiten configuraciones combinadas de SCM con unidades SCM de 750 GB y 1,5 TB.
- El almacenamiento de SCM puede usar la protección RAID 5 (3+1 y 7+1) y RAID 6 (6+2) en PowerMax 2000.
- El almacenamiento de SCM puede usar la protección RAID 5 (7+1) o RAID 6 (6+2) en PowerMax 8000.
- El almacenamiento de SCM debe ser del mismo tipo de RAID que la tecnología flash NAND en el sistema.
- Los sistemas con SCM se configuran con un repuesto de SCM por motor. El repuesto de SCM debe coincidir con la capacidad más grande de la unidad SCM en el sistema.

PowerMax también puede configurarse como un sistema de solo SCM. En estos sistemas (conocidos como “bricks de SCM”), los datos se pueden comprimir y deduplicar. Las reglas de compresión basadas en actividades se aplican donde aproximadamente el 20 % de la capacidad real del brick de SCM queda sin comprimir. La capacidad mínima y la configuración de capacidad incremental para un brick de SCM son 21 TBu, que constan de 17 unidades SCM (16 de datos + 1 de repuesto) de 1,5 TB configuradas en dos

grupos RAID 5 (7+1). La protección RAID 5 (7+1) con unidades de 1,5 TB es la única configuración de RAID compatible con bricks de SCM. Los bricks de SCM pueden tener solo un SRP compuesto por unidades de solo SCM. Las unidades flash NAND no se pueden agregar a un brick de SCM.

En el gráfico que aparece a continuación, se trata de resumir las diferencias clave entre los dos tipos de configuraciones de SCM de PowerMax:



- La herramienta para dimensionamiento recomendará del 3 % al 12 % de SCM según la capacidad real (lo mejor para la relación costo-rendimiento).
 - Pueden configurarse hasta 3 grupos RAID de SCM (PowerMax 8000) y 4 grupos RAID de SCM (PowerMax 2000) por motor como nivel.
 - Todos los motores deben configurarse de manera idéntica con respecto a SCM para el balanceo de I/O.
 - Los datos no se comprimen en el nivel de SCM, independientemente de su tamaño.
 - Los datos en SCM pueden ser parte de un conjunto de deduplicación.
- PowerMax puede configurarse con el 100 % de SCM.
 - En este caso, los datos se pueden comprimir y deduplicar.
 - Se aplican las reglas de compresión basada en la actividad (aproximadamente el 20 % del total sin comprimir).
 - No se pueden agregar unidades NAND a sistemas de solo SCM
 - Solo se admite un SRP.

Figura 5 Configuraciones de SCM admitidas de PowerMax

3.2.3.3 Repuestos universales de PowerMax

PowerMaxOS admite los repuestos universales para proteger automáticamente una unidad fallida con una unidad de repuesto. Los repuestos universales aumentan la disponibilidad de datos de todos los volúmenes en uso sin pérdida de capacidad de datos, de manera transparente para el host y sin la intervención del usuario.

Cuando PowerMaxOS detecta una falla en una unidad, los datos de la unidad defectuosa se copian directamente en una unidad de repuesto conectada al mismo motor. Si la unidad defectuosa ha fallado, los datos se reconstruyen en la unidad de repuesto a través de los miembros de RAID restantes. Cuando se reemplaza la unidad fallida, los datos se copian de la unidad de repuesto a la nueva.

Los sistemas PowerMax tienen una unidad de repuesto por cada tipo de unidad en cada motor. Las unidades de repuesto residen en ranuras de DAE dedicadas. Si el sistema es un sistema flash NAND y SCM mixto, necesitará un repuesto para las unidades flash NAND y otro para las unidades SCM. Los bricks de SCM solo necesitan una unidad SCM de repuesto. El tipo de unidad de repuesto es igual a la clase de rendimiento y capacidad más alta de las otras unidades en el motor.

Por ejemplo, si un sistema utiliza unidades flash NAND de 3,84 TB y 7,68 TB en la configuración, solo se tiene que configurar una unidad de 7,68 TB como repuesto, ya que puede reemplazar las unidades de 3,84 TB o de 7,68 TB.



Figura 6 Ejemplo de repuestos universales

3.2.3.4 RAID inteligente de PowerMax

PowerMax utiliza un esquema de acceso de grupos RAID activo/activo llamado RAID inteligente. Esto permite que los grupos RAID se compartan entre los directores, lo cual otorga a cada director acceso activo a todas las unidades en el brick o zBrick.

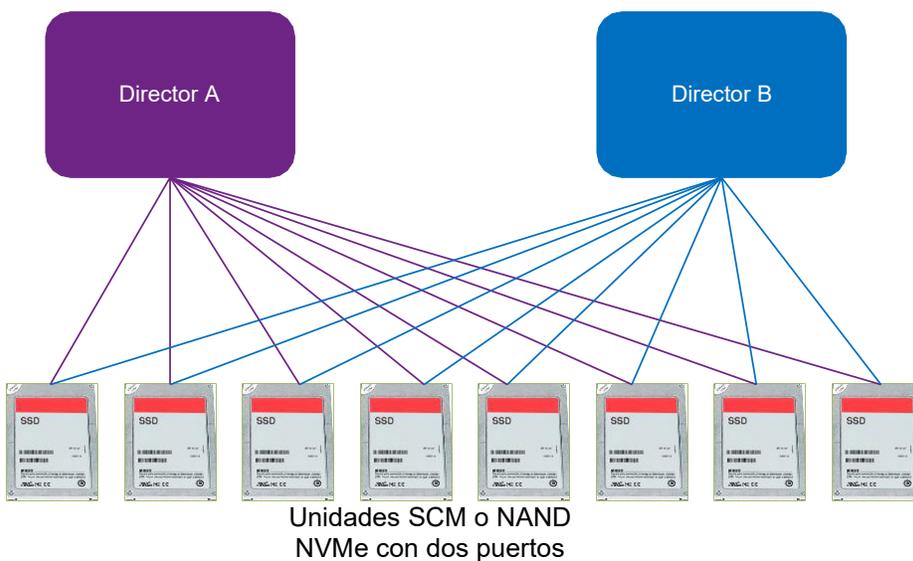


Figura 7 RAID inteligente de PowerMax

El uso de RAID inteligente en PowerMax brinda a los clientes beneficios de rendimiento, ya que ambos directores en un motor pueden impulsar la I/O a todas las unidades flash. Esto crea configuraciones balanceadas en el sistema, independientemente de la cantidad de grupos RAID. El RAID inteligente también permite aumentar la flexibilidad y la eficiencia, ya que los clientes pueden pedir sistemas PowerMax 8000 con un solo grupo RAID, lo que permite un mínimo de 9 unidades por motor con RAID 5 (7+1) y 1 repuesto, o RAID 6 (6+2) y 1 repuesto; y un mínimo de 5 unidades por sistema para un PowerMax 2000 con RAID 5 (3+1) y 1 repuesto. Esto deja disponibles más ranuras de unidades para las actualizaciones de capacidad en el futuro. Cuando se escala verticalmente el sistema, los clientes tienen más flexibilidad, ya que los incrementos de paquetes de capacidad flash pueden ser un solo grupo RAID.

3.2.3.5 Esquemas de asignación de unidades y conectividad de DAE de PowerMax 2000

El RAID inteligente y los repuestos universales permiten esquemas de asignación de unidades y conectividad flexibles con el DAE de PowerMax. Con PowerMax 2000, cada director de motor tiene dos módulos de I/O NVMe. Cada módulo de I/O tiene dos rutas redundantes. Una ruta se conecta a una tarjeta de control de enlace (LCC) A o a una LCC B en el DAE 1, mientras que la otra ruta se conecta a la LCC A o a la LCC B en el DAE 2. Cada ruta del módulo de I/O NVMe a la LCC es una conexión PCIe Gen3 de cuatro canales (4 GB/s).

Los siguientes diagramas detallan el diseño de conectividad de DAE y los esquemas de asignación de unidades para PowerMax 2000.

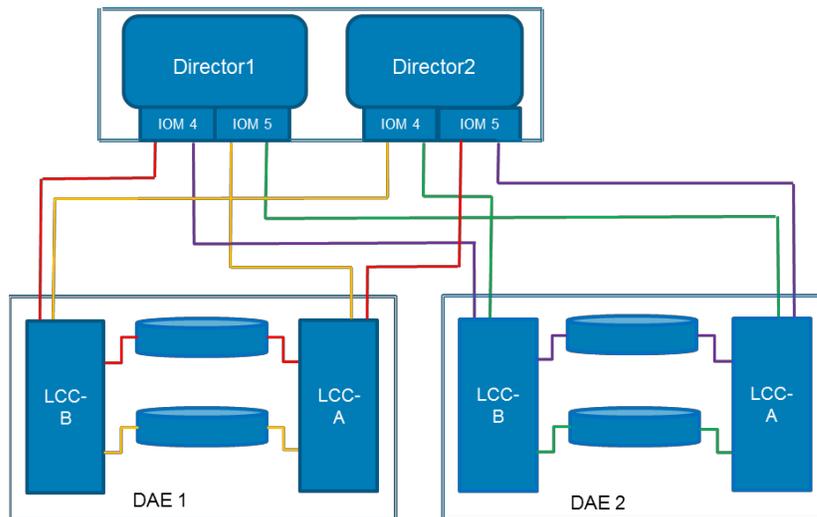


Figura 8 Conectividad de DAE de un solo motor de PowerMax 2000

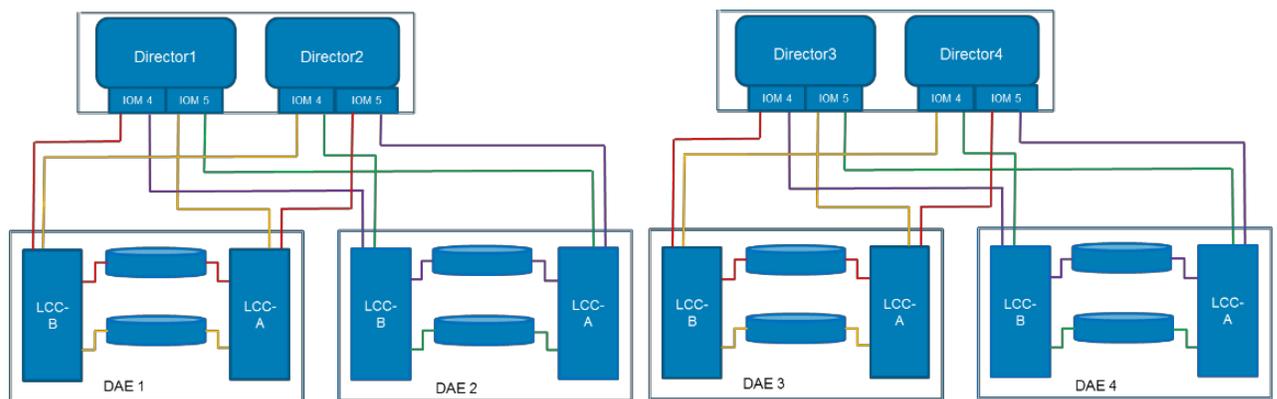


Figura 9 Conectividad de DAE de dos motores de PowerMax 2000

PowerMax 2000 puede usar los esquemas de protección RAID 5 (3+1), RAID 5 (7+1) o RAID 6 (6+2). Solo se puede aplicar un esquema de protección RAID en el sistema. Al completar los DAE de PowerMax 2000, cada motor requiere un mínimo de 1 grupo RAID, incluidas las unidades de repuesto. Hay dos ranuras de unidades de repuesto en un sistema PowerMax 2000 (la ranura 24 en cada DAE). Sin embargo, solo puede haber una unidad de repuesto para cada brick. Al completar las unidades en el sistema, las unidades se colocan de manera alternada en el DAE 1 y en el DAE 2.

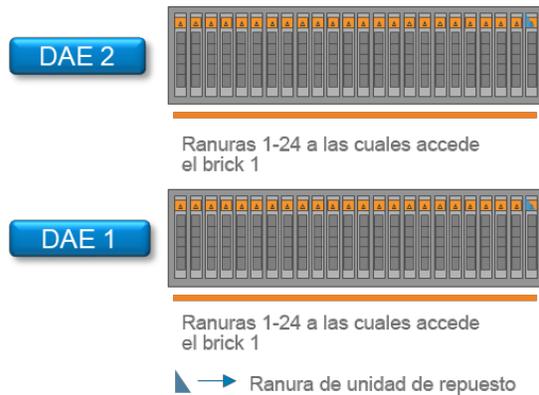


Figura 10 Asignaciones de las ranuras de unidades de DAE de PowerMax 2000 para un solo brick



Figura 11 Asignaciones de las ranuras de unidades de DAE de PowerMax 2000 para dos bricks

La cantidad máxima de unidades usables que se pueden utilizar con un solo brick de PowerMax 2000 es de 40 más 1 unidad de repuesto para las configuraciones de RAID 5 (7+1) o RAID 6 (6+2), y 44 unidades usables más 1 de repuesto con una configuración de RAID 5 (3+1).

Nota: Consulte la siguiente lista para obtener detalles sobre la asignación de unidades y DAE de PowerMax 2000.

- Se pueden utilizar tamaños de unidades mixtos en el sistema para la tecnología flash NAND y SCM. Los tamaños de las unidades deben tener de diferencia un tamaño (por ejemplo, 1,92 TB y 3,84 TB, o 3,84 TB y 7,68 TB).
- Solo se requiere una unidad de repuesto por brick. El repuesto debe ser del mismo tamaño que el tamaño de unidad más grande utilizado en el sistema.
- Cada sistema PowerMax 2000 requiere al menos un grupo RAID.

Visión general de la arquitectura de PowerMax

- Los motores no comparten los DAE en una configuración de PowerMax 2000 de dos bricks.
- Los grupos RAID se asocian con un solo motor de brick.
- Solo se permite un esquema de protección RAID por sistema PowerMax 2000.
- RAID 5 (3+1) requiere un mínimo de 4 unidades, mientras que RAID 5 (7+1) y RAID 6 (6+2) requieren un mínimo de 8 unidades.

3.2.3.6 Esquemas de asignación de unidades y conectividad de DAE de PowerMax 8000

PowerMax 8000 utiliza RAID inteligente y repuestos universales para lograr las configuraciones de capacidad de unidades flash y motores más densas en la industria. Para lograr estas densidades altas, PowerMax 8000 utiliza esquemas de asignación de unidades y conectividad de DAE diferentes a los que se usan en PowerMax 2000. En los sistemas que utilizan un solo brick, la conectividad de DAE es similar a la de PowerMax 2000. Sin embargo, las ranuras de unidades 15-24 en el DAE 2 se reservan para el futuro escalamiento horizontal de un segundo brick.

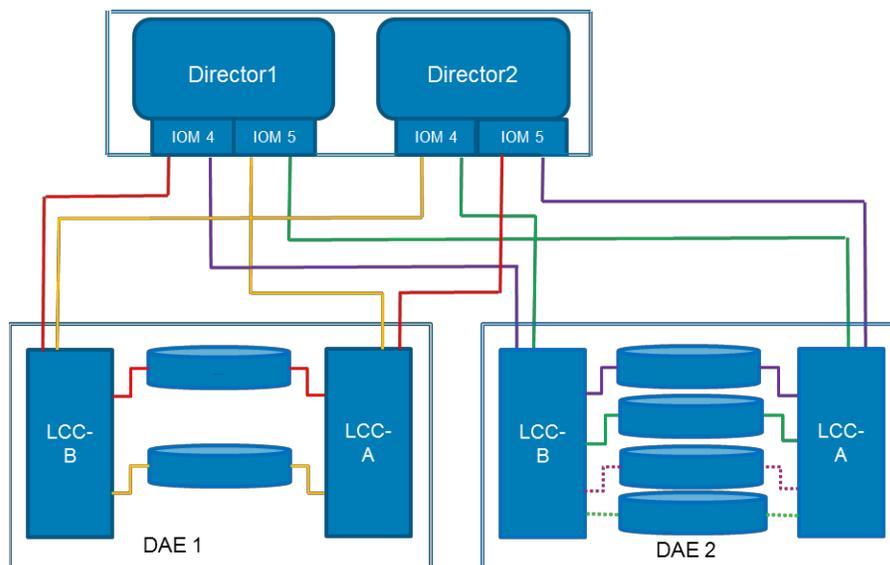


Figura 12 Conectividad de DAE de un solo motor de PowerMax 8000

Cuando se agrega un segundo brick al sistema, también se agrega un tercer DAE, y el segundo brick puede completar las ranuras de unidades 15-24 del DAE 2 en el primer brick y acceder a ellas. Esto es posible debido a que el segundo brick utiliza el 3.º y el 4.º puerto de I/O de PCIe HD mini-SAS de las tarjetas LCC del DAE 2, como se muestra en el siguiente diagrama:

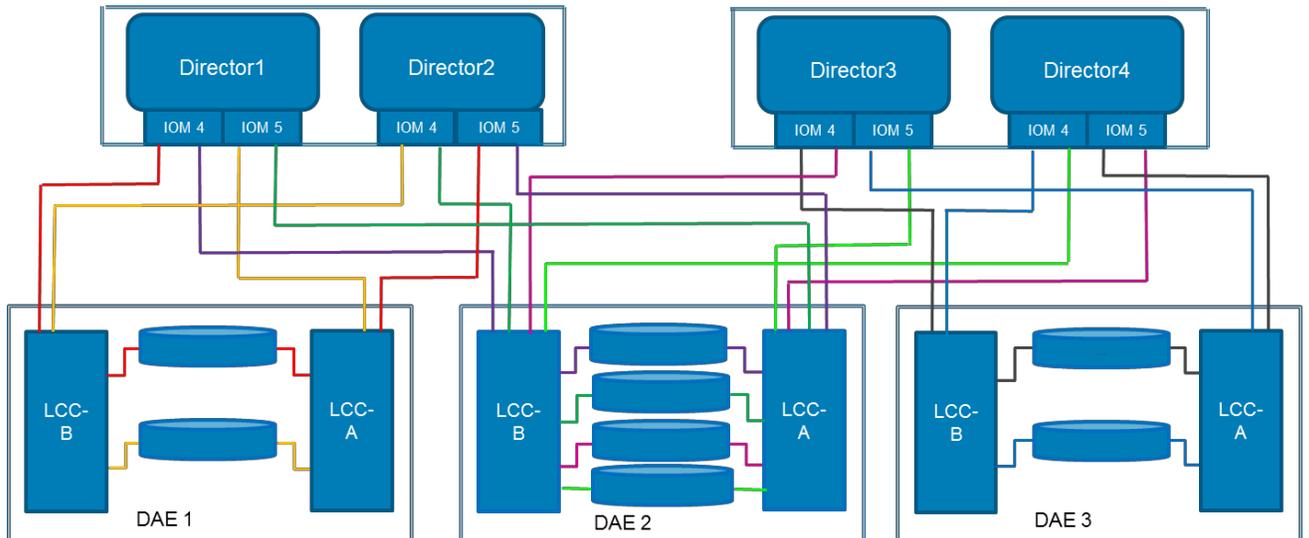


Figura 13 Conectividad de DAE de dos motores de PowerMax 8000

PowerMax 8000 puede usar los esquemas de protección RAID 5 (7+1) o RAID 6 (6+2). Al igual que en PowerMax 2000, solo se puede aplicar un esquema de protección RAID en el sistema, incluso en los sistemas que tienen múltiples SRP. Al completar los DAE de PowerMax 8000, cada motor de brick debe tener al menos 1 grupo RAID, incluidas las unidades de repuesto. Para las configuraciones de un solo brick, se pueden agregar unidades en las ranuras 1-24 del DAE 1 y en las ranuras 1-12 del DAE 2. Las ranuras 13 y 14 en el DAE 2 están reservadas para las unidades de repuesto. Esto da como resultado un máximo de 32 ranuras de unidades usables más repuestos en un sistema de un solo brick. Al igual que con PowerMax 2000, solo se requiere una unidad de repuesto por brick.

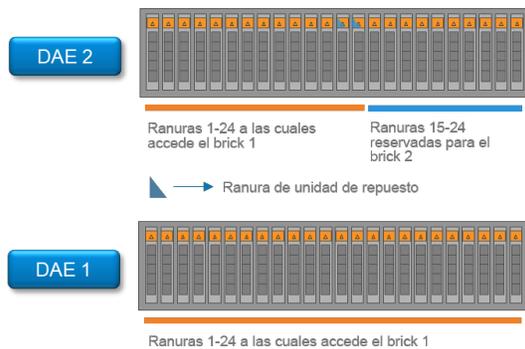


Figura 14 Asignaciones de las ranuras de unidades de PowerMax 8000 para un solo brick

Se agrega un tercer DAE (DAE 3) al sistema cuando se agrega un segundo brick al sistema. El segundo brick utiliza las ranuras 1-24 del DAE 3 y comparte el DAE 2 con el primer brick, usando las ranuras 17-24 en el DAE 2. Las ranuras 15 y 16 en el DAE 2 están reservadas para las unidades de repuesto del segundo brick. El siguiente diagrama muestra cómo se asignan las ranuras de unidades en un sistema PowerMax 8000 de dos bricks:



Figura 15 Asignaciones de las ranuras de unidades de PowerMax 8000 para dos bricks

PowerMax 8000 se puede configurar para cargas de trabajo de sistemas abiertos, de mainframe o de mainframe y sistemas abiertos combinados.

Nota: La siguiente lista incluye las notas de asignación de unidades y DAE de PowerMax 8000.

- Cada sistema PowerMax 8000 requiere un mínimo de un grupo RAID.
- Solo se permite un esquema de protección RAID por sistema PowerMax 8000.
- Se pueden utilizar tamaños de unidades mixtos en el sistema para la tecnología flash NAND y SCM. Los tamaños de las unidades deben tener de diferencia un tamaño (por ejemplo, 1,92 TB y 3,84 TB, o 3,84 TB y 7,68 TB).
- Solo se requiere una unidad de repuesto por brick. El repuesto debe ser del mismo tamaño que el tamaño de unidad más grande utilizado en el sistema.
- Los grupos RAID se asocian a un solo motor de brick.
- Los esquemas de protección RAID 5 (7+1) y RAID 6 (6+2) requieren un mínimo de 8 unidades más un repuesto.
- Cada brick de numeración par compartirá un DAE con el brick de numeración impar anterior.
- Los bricks con numeración impar tendrán 24 más 12 unidades. Los bricks con numeración par tendrán 24 más 10 unidades.

3.2.4 Optimización para la tecnología flash

Los sistemas de almacenamiento todo flash exigen los niveles más altos de rendimiento y resiliencia de las plataformas de almacenamiento de datos empresarial que los respaldan. La base de un verdadero arreglo todo flash es una arquitectura que pueda aprovechar al máximo el rendimiento agregado de las unidades flash modernas de alta densidad mientras se maximizan sus vidas útiles. Muchas funciones están incorporadas en la arquitectura de PowerMax para maximizar el rendimiento y la durabilidad de las unidades flash. Esta sección analizará estas funciones en detalle.

3.2.4.1 Algoritmos y arquitectura de caché

PowerMax se creó sobre la base de una arquitectura basada en una caché DRAM muy grande y de alta velocidad, impulsada por algoritmos altamente complejos y optimizados. Estos algoritmos aceleran el acceso a los datos evitando el acceso físico al back-end, siempre que sea posible. Dell EMC ha dedicado muchos años al desarrollo y a la optimización de los algoritmos de almacenamiento en caché. Los

algoritmos que utiliza PowerMax optimizan las lecturas y escrituras para maximizar la I/O que se proporciona desde la caché y minimizar el acceso a las unidades flash de back-end. El sistema también monitorea los patrones de I/O y completa proactivamente la caché de acuerdo con el acceso para aumentar las posibilidades de aciertos de caché.

Algunas de las técnicas utilizadas por los algoritmos de caché a fin de minimizar el acceso al disco son:

- El 100% de las escrituras del host se almacenan en caché
- Se almacenan en caché más del 50% de las lecturas
- Los datos recientes se conservan en la caché durante períodos prolongados, es decir, los datos con más probabilidades de que se soliciten nuevamente
- Algoritmos inteligentes desmontan de manera secuencial

3.2.4.2 Reducción de la amplificación de escritura de PowerMax

La amplificación de escritura se debe controlar correctamente a fin de garantizar la durabilidad de los dispositivos de almacenamiento flash NAND y SCM. El control de la amplificación de escritura es una de las mayores fortalezas de PowerMax y lo que verdaderamente lo distingue de la competencia. Además de los algoritmos inteligentes de almacenamiento en caché que mantienen los datos en caché el mayor tiempo posible, PowerMax emplea métodos adicionales para minimizar la cantidad de escrituras en flash. Estos son los métodos que usa:

- **Agrupamiento de escrituras:** El agrupamiento de escrituras evita las I/O innecesarias de unidades cuando los hosts reescriben en un rango de direcciones particular. Estos datos reescritos simplemente se reemplazan en la caché, no se escriben de forma repetida en la unidad. El agrupamiento de escrituras puede reducir las escrituras en las unidades flash NAND y SCM hasta en un 50 %.
- **Fusión de escrituras:** la fusión de escrituras une pequeñas escrituras aleatorias de diferentes momentos en una escritura secuencial de gran tamaño. Estas escrituras más grandes en las unidades de almacenamiento se alinean mucho mejor con los tamaños de página dentro de la propia unidad de almacenamiento. Mediante la fusión de escrituras, PowerMax puede tomar una carga de trabajo altamente aleatoria de I/O de un host de escritura y hacer que aparezca como una carga de trabajo de escritura secuencial para las unidades flash NAND y SCM.
- **Análisis de desgaste avanzado:** PowerMax también incluye un análisis de desgaste de unidades optimizado para las unidades de almacenamiento de alta capacidad, que permite asegurarse de que las escrituras se distribuyan en todo el nivel de almacenamiento a fin de balancear la carga y evitar las escrituras excesivas y el desgaste en unidades particulares. Esto no solo ayuda a administrar las unidades en el nivel de almacenamiento, sino que también permite que sea fácil agregar y rebalancear almacenamiento adicional en el sistema.

Todas las técnicas de reducción de amplificación de escritura utilizadas por PowerMax dan como resultado una reducción considerable en las escrituras en el back-end, lo cual, a su vez, aumenta significativamente la durabilidad de las unidades flash NAND y SCM utilizadas en el arreglo.

3.2.4.3 Aumento del rendimiento de flash con FlashBoost de PowerMaxOS

Dell EMC siempre busca mejorar el rendimiento en sus productos. Con cada plataforma de hardware y versión de software nuevas, la empresa hace grandes esfuerzos para quitar posibles cuellos de botella que puedan reducir el rendimiento de alguna manera. Una función que Dell EMC introdujo y que se ha vuelto una parte estándar de PowerMaxOS es FlashBoost.

FlashBoost maximiza la eficiencia de PowerMaxOS gestionando las solicitudes de lecturas directamente desde las unidades flash de back-end. Este enfoque elimina los pasos requeridos para procesar las I/O a

través de la caché global y reduce la latencia para las operaciones de lectura, particularmente para las unidades flash. Los clientes con cargas de trabajo que residen en flash con gran cantidad de fallas de lectura pueden ver hasta un 100% de mayor rendimiento de los IOPS. FlashBoost funciona con almacenamiento flash NAND y SCM.

3.2.5 Opciones de conectividad y diseño de ranuras de director

La arquitectura del motor de brick utiliza una serie de módulos intercambiables en caliente que se conectan a ranuras en los directores de motor. Los módulos son los siguientes:

- Ventiladores de enfriamiento y fuentes de alimentación del motor en ranuras accesibles desde la parte frontal del director de motor.
- Módulos de I/O, módulos de administración y Control Stations en ranuras a las que se puede acceder desde la parte posterior del director de motor.

En la siguiente tabla, se describen los componentes de módulos que se utilizan en un director de motor de brick:

Tabla 8 Componentes de un director de motor de PowerMax

Componente del director	Cant. por director	Propósito
Fuente de alimentación	2	Proporciona alimentación redundante al director.
Ventilador	5	Proporciona enfriamiento al director.
Módulo de administración	1	Administrar la funcionalidad del ambiente
Módulo flash NVMe de I/O	Hasta 4	Los módulos flash de I/O utilizan la tecnología NVMe para almacenar de manera segura los datos en la caché durante la secuencia de vaulting (800 GB).
Módulo de I/O de front-end	Hasta 4	Proporciona conectividad de front-end al arreglo. Existen diferentes tipos de módulos de I/O de front-end que permiten la conectividad a diversas interfaces, incluidas SCSI Fibre Channel, NVMe Fibre Channel, iSCSI, FICON, SRDF y NAS integrado (eNAS).
Módulo de I/O de back-end PCIe NVMe	2	Interfaz Gen3 4x PCIe de dos puertos al almacenamiento NVMe (8 GB/s).
Módulo de reducción de datos	1	Realiza la compresión y la deduplicación de datos en línea, así como la compresión de SRDF.
Módulo de I/O de fabric	1	Proporciona conectividad entre los directores. En los sistemas PowerMax 8000 de múltiples motores, los módulos de I/O de fabric están conectados a un switch InfiniBand interno.

El siguiente diagrama muestra los diseños de módulos de director de PowerMax 2000:

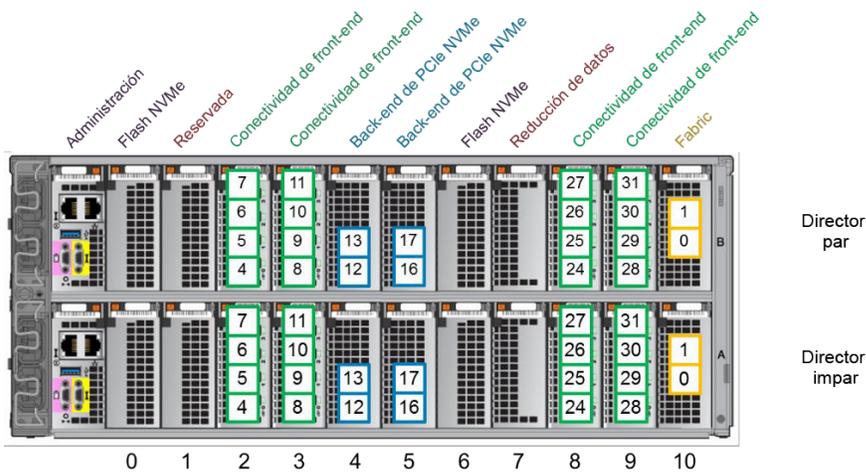


Figura 16 Diseño de módulos de director de PowerMax 2000 por número de ranura

Los sistemas PowerMax 2000 de uno y de múltiples motores utilizan el mismo diseño de módulos de director. Ambas configuraciones usan dos módulos flash NVMe que residen en las ranuras 0 y 6 en cada director. La ranura 7 aloja el módulo de reducción de datos. Las ranuras 2, 3, 8 y 9 se utilizan para los módulos de conectividad de front-end. Las ranuras 4 y 5 contienen los módulos de conectividad de back-end PCIe NVMe. La ranura 10 aloja los módulos de fabric. La ranura 1 está reservada para uso futuro.

Los siguientes diagramas detallan los diseños de módulos de director para los sistemas PowerMax 8000 de uno y de múltiples motores:

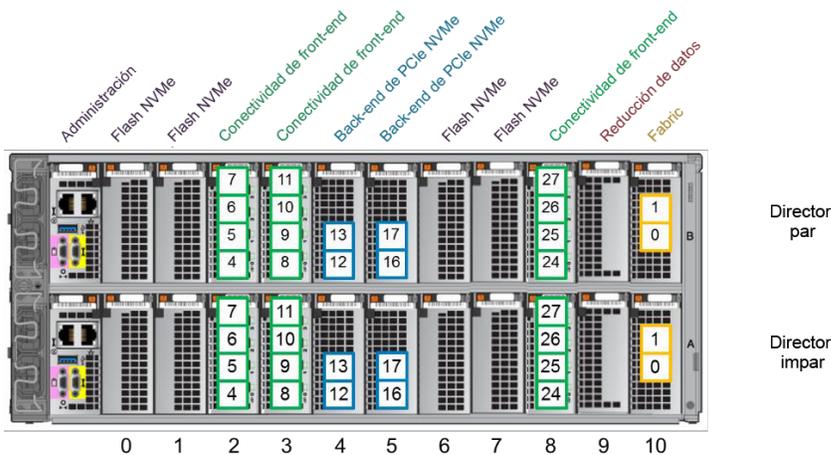


Figura 17 Diseño de módulos de director de PowerMax 8000 por número de ranura: sistema de un solo motor

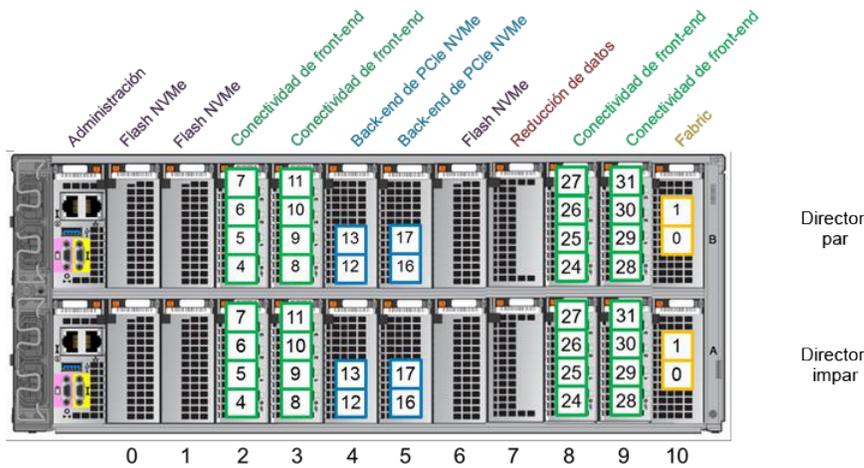


Figura 18 Diseño de módulos de director de PowerMax 8000 por número de ranura: sistema de múltiples motores

A diferencia de PowerMax 2000, en los sistemas PowerMax 8000 hay diferencias entre los diseños de módulos de director de los sistemas de un solo motor y de múltiples motores. Los sistemas PowerMax 8000 de un solo motor utilizan cuatro módulos flash NVMe. Estos módulos ocupan las ranuras de director 0, 1, 6 y 7. El módulo de reducción de datos reside en la ranura 9. Las ranuras 2, 3 y 8 se utilizan para los módulos de conectividad de front-end.

Los sistemas PowerMax 8000 de múltiples motores utilizan tres módulos flash NVMe que ocupan las ranuras 0, 1 y 6. El módulo de reducción de datos ocupa la ranura 7. Esto deja una ranura adicional para un módulo de conectividad de front-end, lo que permite que los sistemas PowerMax 8000 de múltiples motores tengan cuatro módulos de conectividad de front-end, que ocupan las ranuras de director 2, 3, 8 y 9.

Nota: La siguiente lista incluye las notas sobre las ranuras y la conectividad del director.

- En los sistemas PowerMax 8000 que solo tenían originalmente un solo motor, la configuración de un solo motor de tres ranuras disponibles para los módulos de front-end se aplica a cada motor adicional agregado al sistema cuando este se escala horizontalmente. Cuando se agregan motores adicionales a los sistemas PowerMax 8000 que eran originalmente sistemas de múltiples motores, estos motores pueden tener hasta cuatro ranuras disponibles para los módulos de front-end.
- En los sistemas de múltiples motores, el módulo de compresión debe usar las mismas ranuras de director en cada motor.
- La compresión y la deduplicación de datos no están disponibles en el sistema PowerMax 8000 de mainframe; sin embargo, la compresión de SRDF está disponible. En los sistemas de mainframe PowerMax 8000 (zBricks) que utilizan la compresión de SRDF solamente, coloque un módulo de compresión en el director con los puertos configurados para SRDF. En los sistemas de configuración de un solo motor, coloque el módulo de compresión de SRDF en la ranura 9. En los sistemas de configuración de múltiples motores, coloque el módulo de compresión de SRDF en la ranura 7.

PowerMax 2000 y PowerMax 8000 proporcionan varias conexiones de front-end que implementan varios protocolos y velocidades. La siguiente tabla destaca los diferentes módulos de conectividad de front-end disponibles para un sistema PowerMax:

Tabla 9 Módulos de conectividad de front-end de brick compatibles

Tipo de conectividad	Tipo de módulo	Cantidad de puertos	Combinación con protocolos	Velocidades compatibles (Gb/s)
Fibre Channel	Fibre Channel de 32 Gb/s	4	FC-NVMe	8/16/32
Fibre Channel	Fibre Channel de 16 Gb/s	4	SRDF	4/8/16
SRDF	10 GigE	4	iSCSI	10
iSCSI	10 GigE	4	SRDF	10
FICON ¹	FICON de 16 Gb/s	4	Modo único/múltiple	4/8/16
eNAS	10 GigE	2	Ninguna	10
eNAS	10 GigE (cobre)	2	Ninguna	10
Respaldo en cinta de eNAS	Fibre Channel de 8 Gb/s	4	Ninguna	2/4/8

1. Se admite solo en PowerMax 8000.

Notas: La siguiente lista incluye otras notas sobre la conectividad de PowerMax.

- Cada motor de brick tiene al menos un par de módulos de front-end (un módulo de front-end por director).
- Dado que la cantidad de módulos de front-end que se utilizan en el motor de brick depende de los requisitos del cliente, es posible que no se utilicen algunas ranuras de director.
- Los módulos de front-end para Fibre Channel admiten el modo múltiple (MM). Los módulos de front-end para FICON admiten tanto el modo múltiple (MM) como el modo único (SM). Los módulos de front-end para 10 GbE solo admiten medios ópticos MM.

4 Implementaciones de sistemas PowerMax

La familia Dell EMC PowerMax ofrece a los clientes una plataforma de almacenamiento de solo NVMe diseñada para proporcionar una densidad de IOPS líder en la industria por sistema en un espacio físico de una o dos placas para piso falso. En esta sección, se describen los diseños de sistema que se pueden implementar para los sistemas PowerMax 2000 y PowerMax 8000. Consulte la sección 3.2 para obtener información sobre las configuraciones de unidades disponibles y las capacidades útiles de los sistemas.

4.1 Configuraciones del sistema PowerMax 2000

PowerMax 2000 ofrece eficiencia y flexibilidad inigualables para el centro de datos, ya que proporciona a los clientes más de 2,7 millones de IOPS (8K RRH) y hasta 1 PB de capacidad real en solo 20U de espacio total.

4.1.1 Configuraciones de PowerMax 2000

PowerMax 2000 se puede configurar con uno o dos bricks en un solo rack Titan estándar de Dell EMC. Cada brick utiliza 10U de espacio de rack (20U máx. para los sistemas PowerMax 2000 de dos bricks). El brick inicial ocupa las 10U de la parte inferior del rack cuando se envía de fábrica de Dell EMC. El segundo brick ocupa las 10U directamente sobre el brick inicial. Esto se aplica a los sistemas solicitados como dos bricks o sistemas de escalamiento horizontal. Se puede agregar un sistema PowerMax 2000 adicional en las 20U restantes en el rack.

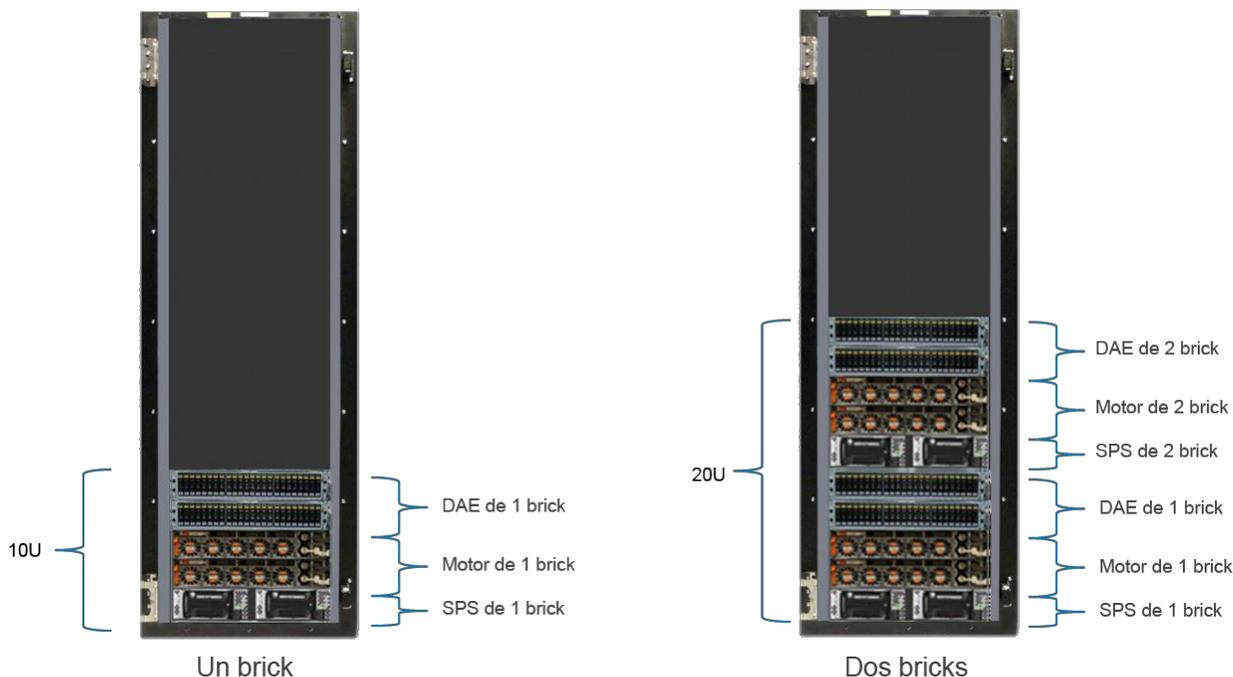


Figura 19 Configuraciones de PowerMax 2000 de uno y dos bricks

PowerMax 2000 no cuenta con bandeja del sistema, KVM ni switches InfiniBand o Ethernet internos. Utiliza conexiones InfiniBand directas entre motores en sistemas de dos bricks.

Nota: PowerMax 2000 se puede instalar en racks de otros fabricantes. El rack de otros fabricantes debe ser un rack estándar NEMA de 19 pulgadas y debe cumplir con los estándares de Dell EMC relacionados con la alimentación, el acceso a los cables y el enfriamiento. Para obtener más información acerca de las opciones de montaje en racks de otros fabricantes de PowerMax 2000, consulte la guía de planificación del sitio de la familia Dell EMC PowerMax.

4.2 Configuraciones del sistema PowerMax 8000

PowerMax 8000 es el arreglo emblemático de la familia PowerMax y proporciona a los clientes de Dell EMC una escalabilidad, un rendimiento y una densidad de IOPS inigualables. Puede consolidar cargas de trabajo dispares en una escala masiva de ocho bricks, puede admitir más de 15 millones IOPS (8K RRRH) y puede proporcionar hasta 4 PB de capacidad real en solo dos placas para piso falso de espacio.

PowerMax 8000 es un arreglo de almacenamiento de datos altamente configurable que puede admitir configuraciones de uno a ocho bricks dentro de dos racks Titan estándar de Dell EMC. Cada rack puede admitir hasta cuatro bricks. Los bricks del 1 al 4 siempre ocupan un solo rack. PowerMax 8000 solo requiere un segundo rack cuando el conteo de bricks es superior a cuatro.

4.2.1 Configuraciones de PowerMax 8000 de un solo rack

El siguiente diagrama muestra las configuraciones de PowerMax 8000 de uno y de dos bricks:

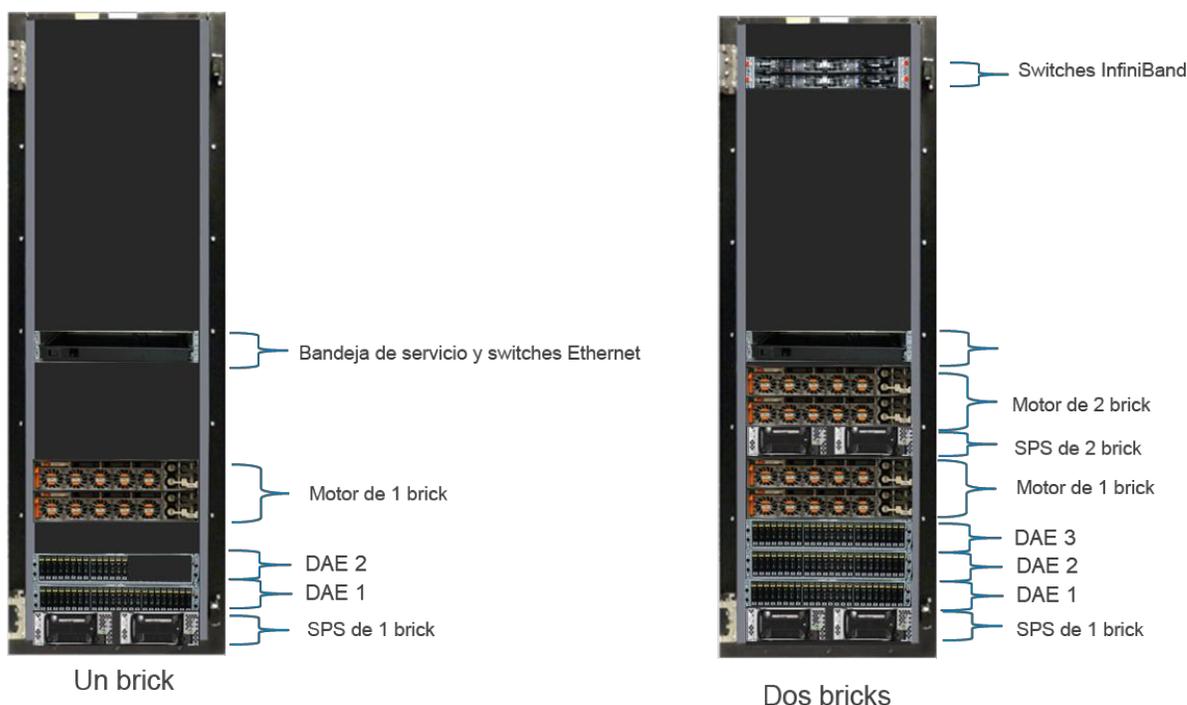


Figura 20 Configuraciones de PowerMax 8000 de uno y dos bricks

PowerMax 8000 utiliza switches Ethernet redundantes Dell EMC Networking X1018 de 16 puertos para la red de administración interna. La red se conecta a cada motor y a los dos switches de fabric InfiniBand internos. Los switches InfiniBand se requieren cuando se configuran dos o más bricks en el sistema. Los switches de fabric InfiniBand redundantes de 18 puertos se conectan a cada director del sistema.

El DAE 3 se agrega con el segundo brick. Como se mencionó anteriormente, el DAE 2 se comparte entre el brick 1 y el brick 2. En el DAE 2, las ranuras de unidades 1-14 son utilizadas por el brick 1, mientras que el brick 2 utiliza las ranuras 15-24. Una mejor práctica de configuración de PowerMax 8000 es que cada brick con numeración par comparta un DAE con el brick con numeración impar anterior.

Nota: PowerMax 8000 admite el uso de racks de otros fabricantes. El rack de otros fabricantes debe ser un rack estándar NEMA de 19 pulgadas y debe cumplir con los estándares de Dell EMC relacionados con la alimentación, el acceso a los cables y el enfriamiento. Para obtener más información acerca de las opciones de montaje en racks de otros fabricantes de PowerMax 8000, consulte la guía de planificación del sitio de la familia Dell EMC PowerMax.

El siguiente diagrama muestra una configuración de tres y de cuatro bricks para PowerMax 8000:

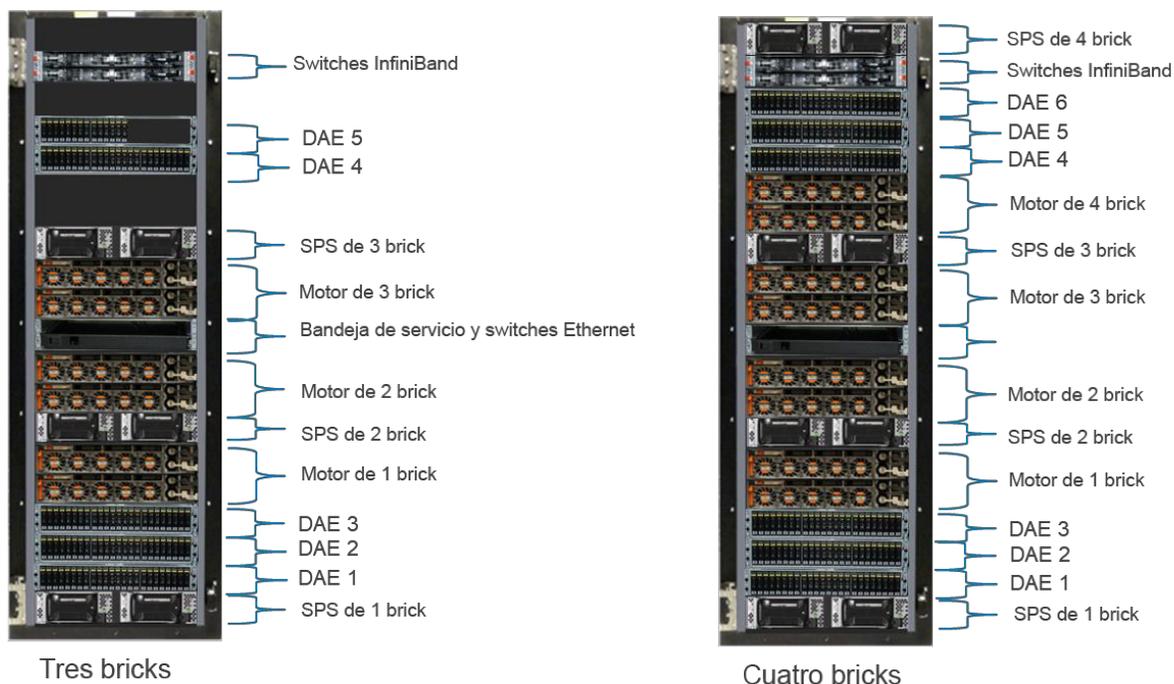


Figura 21 Configuraciones de PowerMax 8000 de tres y cuatro bricks

4.2.2 Configuraciones de PowerMax 8000 de dos racks

Los sistemas PowerMax 8000 que tienen más de cuatro motores requieren un segundo rack (bahía de sistema). Los bricks se agregan al segundo rack de la misma manera y en el mismo orden en que se agregan los bricks 1-4 en el primer rack. Los motores de los bricks del segundo rack están conectados a los switches de administración Ethernet Dell X1018. Los directores de los motores de brick del segundo rack también se conectan a los switches InfiniBand del primer rack. No son necesarios switches InfiniBand ni Dell X1018 adicionales para el segundo rack.

PowerMax 8000 es compatible con configuraciones de dispersión del rack 2 de hasta 25 m (82 ft) desde los switches de fabric en el rack 1. Las configuraciones dispersas requieren conexiones ópticas entre los switches InfiniBand en el rack 1 y los directores de motores de brick en el rack 2. Las configuraciones de rack adyacentes pueden utilizar cobre para las conexiones entre los motores de brick en el rack 2 y los switches InfiniBand en el rack 1.

Los siguientes diagramas muestran las distintas configuraciones de PowerMax 8000 de dos racks:

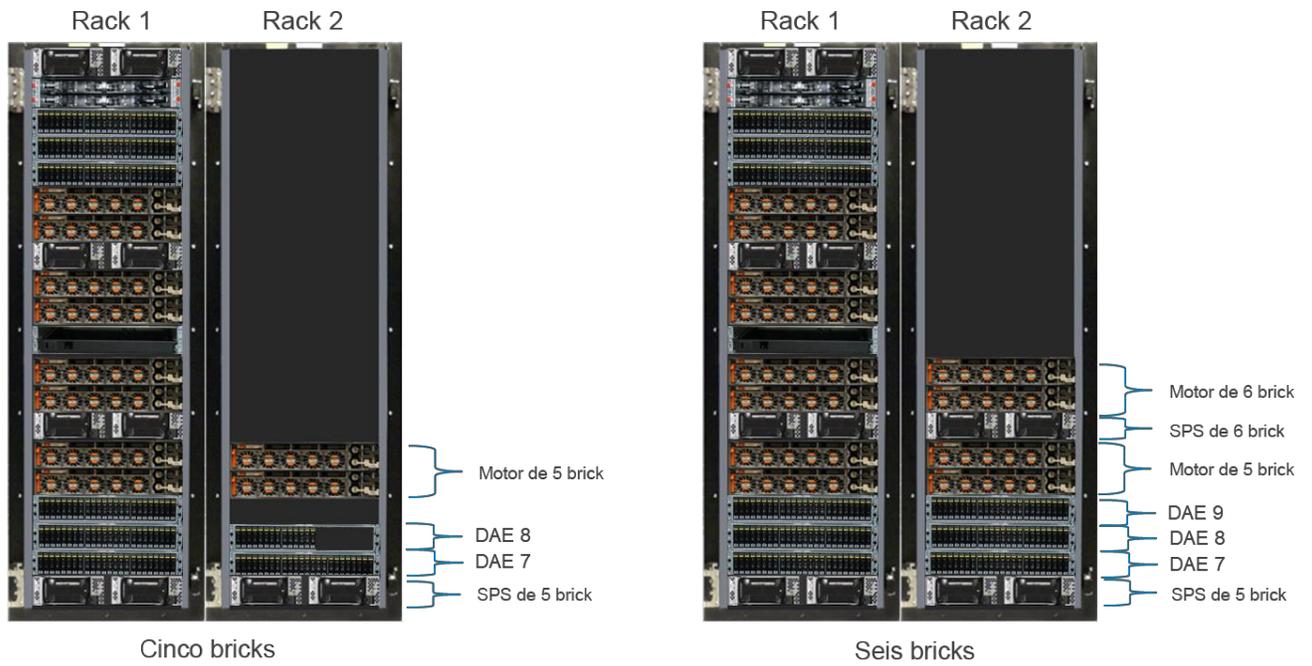


Figura 22 Configuraciones de PowerMax 8000 de cinco y seis bricks

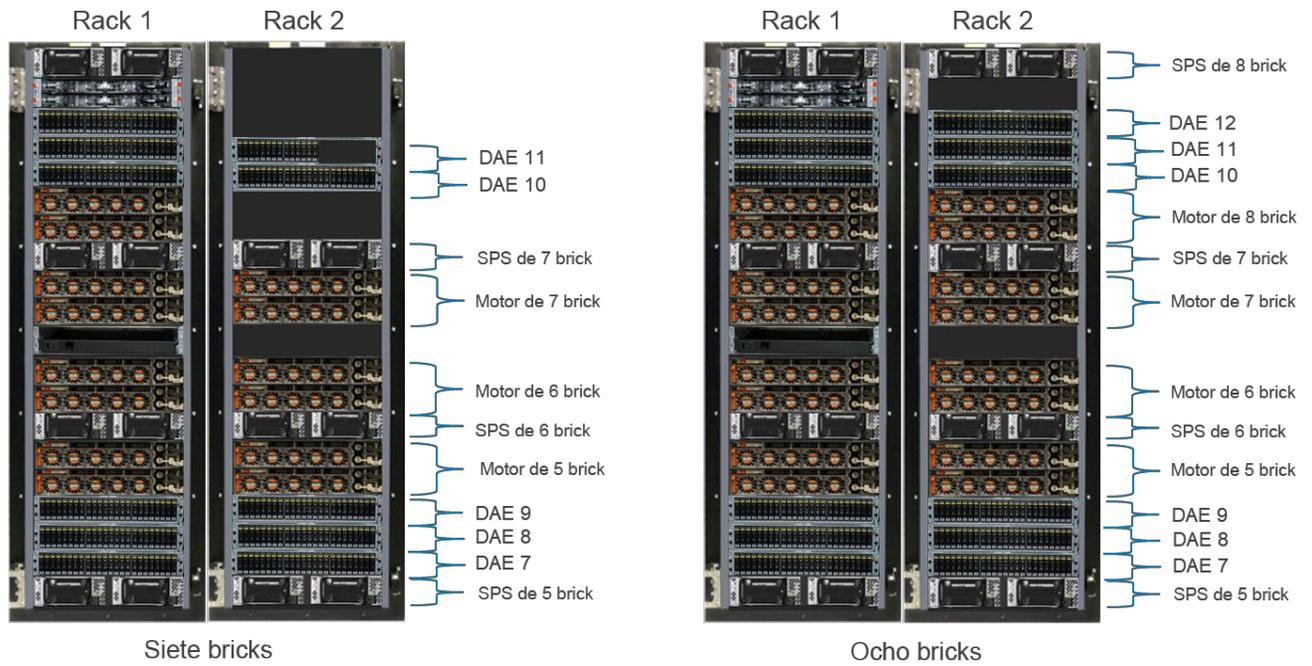


Figura 23 Configuraciones de PowerMax 8000 de siete y ocho bricks

5 Confiabilidad, disponibilidad y facilidad de reparación (RAS)

Los arreglos PowerMax se basan en un diseño revolucionario e incluyen mejoras clave que perfeccionan la confiabilidad, la disponibilidad y la facilidad de reparación de los sistemas nuevos. Esto hace que sean las opciones ideales para las aplicaciones cruciales y los entornos 24x7 que exigen acceso ininterrumpido a la información.

Los sistemas PowerMax utilizan componentes que tienen un tiempo medio entre fallas (MTBF) de cientos de miles a millones de horas para ofrecer una tasa de falla de componentes mínima. Un diseño redundante permite a los sistemas permanecer en línea y en funcionamiento durante la reparación de componentes. Todos los componentes críticos son completamente redundantes, incluidas las placas de directores, la memoria global, las rutas de datos internas, las fuentes de alimentación, las baterías de reserva y todos los componentes de back-end de NVMe. Periódicamente, el sistema prueba todos los componentes. PowerMaxOS informa los errores y las condiciones del entorno al sistema host y al centro de soporte al cliente.

PowerMaxOS valida la integridad de los datos en cada punto posible del tiempo de vida de los datos. Desde el momento en que los datos ingresan en un arreglo, los datos se protegen continuamente por medio de metadatos de detección de errores. Los mecanismos de hardware y software verifican estos metadatos de protección cada vez que los datos se transfieren dentro del subsistema. Esto permite que el arreglo proporcione una verdadera protección y verificación de la integridad de punto a punto en caso de que se produzcan fallas de hardware o software.

PowerMaxOS admite el código de comprobación de redundancia cíclica (CRC) de bloques de campos de integridad de datos (DIF) compatibles con el estándar T10 de la industria para formatos de segmentos. Para los sistemas abiertos, esto permite que los CRC de DIF generados por los hosts se almacenen junto con los datos de usuario y que se utilicen para la validación de la integridad de los datos de punto a punto. Las medidas de protección adicionales incluyen los modos de falla de control/dirección a fin de obtener mayores niveles de protección contra fallas. Estas protecciones se configuran en bloques definibles por el usuario compatibles con el estándar T10 y proporcionan información de estado de escritura y dirección en los bytes adicionales de la parte de la etiqueta de aplicación y de la etiqueta de referencia del CRC de bloques.

La confiabilidad, la disponibilidad y la facilidad de reparación (RAS) líderes en la industria de PowerMax lo convierten en la plataforma ideal para entornos que requieren disponibilidad continua. Estos arreglos están diseñados para ofrecer disponibilidad de seis nueves en los entornos críticos más exigentes. A continuación, se resumen algunas de las características clave de RAS de PowerMax:

- Ausencia de puntos únicos de falla: todos los componentes son completamente redundantes para resistir la falla de cualquiera de ellos.
- Las unidades de reemplazo en el sitio (FRU) completamente redundantes que se pueden conectar en caliente garantizan la reparación sin tener que poner el sistema offline.
- Opciones de implementación de RAID 5 o RAID 6 para proporcionar el mayor nivel de protección, según lo desee.
- Caché espejado, donde las copias de las entradas de caché se distribuyen para maximizar la disponibilidad.
- Monitoreo de la resistencia de las unidades flash con PowerMaxOS: la naturaleza de las unidades flash es que se puede escribir en sus celdas flash NAND una cantidad limitada de veces. Esto se conoce como resistencia de la unidad flash, y el firmware de unidad lo informa como el “porcentaje de vida utilizada”. PowerMaxOS recopila y monitorea regularmente esta información y la utiliza para alertar al departamento de soporte al cliente de Dell EMC cuando una unidad en particular está por llegar al final de su vida útil.

Confiabilidad, disponibilidad y facilidad de reparación (RAS)

- La transferencia del vault al almacenamiento flash con batería de reserva permite la descarga de la caché a flash y el apagado ordenado para lograr la protección de datos en caso de que se produzca una falla de alimentación.
- La replicación remota activa-activa mediante SRDF/Metro con acceso de lectura/escritura al sitio A y al sitio B asegura acceso instantáneo a los datos durante una falla del sitio.
- Actualizaciones no disruptivas, que incluyen la carga de software de PowerMaxOS, desde actualizaciones pequeñas hasta versiones principales.
- Monitoreo constante del sistema, notificación "Call Home" y diagnóstico remoto avanzado.
- Cifrado de datos en reposo (D@RE) con administrador de claves de RSA® incorporado, con FIPS 140-2 validado para satisfacer los requisitos normativos exigentes.
- Codificación de datos DIF de T10, con extensiones para protecciones contra la pérdida de escrituras.
- Análisis modal de fallas y efectos (FMEA) detallado durante el diseño de cada componente para garantizar que las condiciones de falla se puedan manejar correctamente.
- Capacidad amplia de detección y aislamiento de fallas, lo que permite una detección temprana del agotamiento y evita el paso de datos inválidos como válidos.
- Servicio definido y con el uso de scripts para garantizar el éxito, incluyendo el cableado codificado con colores, el posicionamiento de cables, los pasos con scripts y las comprobaciones de parámetros clave en dichos scripts.
- Vault de datos de caché todo flash capaz de superar dos fallas clave, lo que garantiza que el sistema se restablezca incluso cuando algo falle antes del vault y cuando otro elemento falle al volver del ciclo de reinicio.
- Compatibilidad con desplazamientos térmicos con apagado correcto si, por ejemplo, un centro de datos pierde aire acondicionado.
- Protección de datos integrada mediante el respaldo y la restauración rápida de Dell EMC ProtectPoint, que combina los estándares de oro en respaldo con la tecnología de replicación de SRDF líder en la industria.

Nota: Para obtener más información sobre las funcionalidades de RAS de PowerMax, consulte el documento de confiabilidad, disponibilidad y facilidad de reparación de Dell EMC PowerMax que se encuentra en la sección de referencia de este documento.

6 Paquetes de software optimizados

El software de PowerMax está disponible en diferentes paquetes, cada uno con funciones adicionales y opcionales. Hay dos paquetes para sistemas abiertos denominados Essentials y Pro. Están disponibles en todos los arreglos PowerMax. Hay dos paquetes adicionales disponibles para PowerMax 8000: los paquetes zEssentials y zPro. Estos paquetes están disponibles únicamente para entornos de mainframe.

Los paquetes de sistemas abiertos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10 Opciones de paquetes de software de sistemas abiertos de PowerMax

Función	Incluida en el paquete Essentials	Opciones del paquete Essentials	Incluida en el paquete Pro	Opciones del paquete Pro	Notas
PowerMaxOS	✓		✓		Incluye herramientas de migración, vVols y QoS3
Administración incorporada	✓		✓		Incluye Unisphere for PowerMax, el analizador de almacenamiento de base de datos, Solutions Enabler, API REST y SMI-S
Reducción de datos avanzada	✓		✓		Incluye compresión y deduplicación en línea
Replicación local	✓		✓		Incluye TimeFinder™ SnapVX
iCDM básica (AppSync)	✓		✓		
Remote Replication Suite1		✓	✓		Incluye SRDF/S/A/STAR
SRDF/Metro1		✓	✓		
Unisphere 360		✓	✓		
D@RE2		✓	✓		
eNAS1, 2		✓	✓		
SRM		✓	✓		
PowerPath™		✓	✓		Incluye 75 licencias de host
iCDM avanzada (AppSync)		✓		✓	
PowerProtect Storage Direct (anteriormente conocido como ProtectPoint)		✓		✓	
RecoverPoint		✓		✓	
Dell EMC Storage Analytics		✓		✓	
Cloud IQ		✓		✓	Gratuito para todos los clientes de VMAX y PowerMax mediante la descarga

1. Los paquetes de software incluyen licencias de software. Solicite el hardware requerido por separado.
2. Configurado de fábrica. Debe activarse durante el proceso de pedidos.
3. Incluye los niveles de servicio y los límites de I/O de host.

En la siguiente tabla, se muestran las opciones y los paquetes de software de mainframe:

Tabla 11 Opciones de paquetes de software de mainframe de PowerMax (solo PowerMax 8000)

Función	Incluida en el paquete zEssentials	Opciones del paquete zEssentials	Incluida en el paquete zPro	Opciones del paquete zPro	Notas
PowerMaxOS	✓		✓		
Administración incorporada	✓		✓		Incluye las API REST de Unisphere for PowerMax y SMI-S
Replicación local	✓		✓		Incluye TimeFinder SnapVX y tecnología flash compatible (compatibilidad con FlashCopy)
Mainframe Essentials	✓		✓		Incluye compatibilidad con FICON de alto rendimiento (zHPF) y con PAV (PAV dinámico, HyperPAV y SuperPAV)
Remote Replication Suite 1, 3		✓	✓		Incluye SRDF/S/A/STAR, Mirror Optimizer y la funcionalidad de par compatible (PPRC)
Unisphere 360		✓	✓		
AutoSwap		✓	✓		
D@RE2		✓	✓		
zDP		✓	✓		
Mainframe Essentials Plus		✓		✓	zBoost PAV Optimizer
GDDR3		✓		✓	

1. Los paquetes de software incluyen licencias de software. Solicite todo hardware adicional requerido por separado.
2. Configurado de fábrica. Debe activarse durante el proceso de pedidos.
3. El uso de SRDF/STAR para mainframe requiere GDDR.

Nota: Para obtener información actualizada sobre los paquetes de software de PowerMax, consulte la [guía del producto de PowerMax](#).

7 Servicios de datos de PowerMax

Los servicios de datos de PowerMax ayudan a proteger, administrar y transferir los datos del cliente en el arreglo. Estos servicios se ejecutan de manera nativa o incorporados en PowerMax mediante el hipervisor PowerMaxOS para proporcionar una capa de abstracción de recursos. Esto permite a los servicios de datos compartir recursos de arreglos (núcleos de CPU, caché y ancho de banda). Al hacer esto optimiza el rendimiento en todo el sistema y también reduce la complejidad en el entorno, dado que los recursos no necesitan estar dedicados. Algunos de los servicios de datos más solicitados que se ofrecen junto con la línea de productos de PowerMax son:

- Reducción de datos avanzada utilizando deduplicación y compresión en línea
- Replicación remota con SRDF
- Replicación local mediante TimeFinder SnapVX
- NAS incorporado (eNAS)
- Unisphere for PowerMax incorporado (eManagement)

7.1 Reducción de datos mediante el motor de compresión adaptable

PowerMax emplea la compresión de hardware en línea mediante el motor de compresión adaptable (ACE). El ACE proporciona a los clientes de PowerMax y VMAX All Flash un método de reducción de datos que permite un impacto insignificante en el rendimiento y ofrece la funcionalidad de ahorro de espacio más alto. Los siguientes factores de diseño hacen que el motor de compresión adaptable de Dell EMC sea único:

- **Algoritmos de compresión inteligentes:** Los algoritmos de compresión inteligentes determinan las mejores tasas de compresión que se deben utilizar y proporcionan la capacidad de modificar dinámicamente el diseño de back-end de almacenamiento para obtener la mayor eficiencia de compresión de datos.
- **Compresión de datos de hardware en línea:** La compresión de datos de hardware en línea evita en gran medida que la función de compresión consuma recursos críticos de núcleos del sistema PowerMax.
- **Compresión basada en la actividad:** La compresión basada en la actividad (ABC) centra la función de compresión en los datos menos activos del sistema, a la vez que permite que los datos más activos del sistema omitan el flujo de trabajo de compresión. Esto garantiza que todos los datos del sistema reciban el enfoque de compresión apropiado y, al mismo tiempo, mantengan un tiempo de respuesta óptimo.
- **Empaquetado de datos minucioso:** El empaquetado de datos minucioso incluye una función de recuperación de espacio cero que impide la asignación de búferes con solo ceros o sin datos reales.
- **Compresión mejorada:** Hay un algoritmo de compresión adicional en PowerMaxOS denominado compresión mejorada (EC). El algoritmo de EC escanea datos ya comprimidos a los que el sistema determina que no se ha accedido por un período prolongado de tiempo. A continuación, el algoritmo de EC intenta reducir aún más estos datos, con una mayor tasa de compresión, para lograr ahorros de capacidad adicionales.

El motor de compresión adaptable está disponible para todos los clientes de VMAX All Flash y PowerMax de sistemas abiertos sin cargo adicional. El ACE no está disponible actualmente para los entornos de mainframe. La compresión mejorada solo es compatible con PowerMax 2000 y 8000.

7.2 Reducción de datos mediante la deduplicación en línea

PowerMax emplea la deduplicación de hardware en línea para identificar patrones de datos repetidos en el arreglo y almacenar esos patrones repetidos utilizando una sola instancia en la capacidad útil del arreglo. En función de las cargas de trabajo del cliente, la deduplicación en línea, junto con la compresión en línea, brinda a PowerMax la capacidad de lograr una tasa de reducción de datos líder en la industria de hasta 5:1 con un impacto insignificante en el rendimiento.

Los siguientes son los factores de diseño importantes para la deduplicación en PowerMax:

- **Deduplicación de datos de hardware en línea:** La deduplicación de datos de hardware en línea evita el consumo de recursos críticos de núcleos del sistema PowerMax, lo que limita el impacto en el rendimiento. Las funciones de deduplicación y compresión se realizan en el mismo módulo de hardware del sistema PowerMax.
- **Algoritmo de deduplicación:** PowerMax utiliza el algoritmo SHA-2 para ejecutar la función de deduplicación. El algoritmo SHA-2 genera un identificador de datos único para cada elemento de datos que se procesa a través del motor de compresión. Estos identificadores únicos se almacenan en una tabla de ID de hash en el sistema PowerMax.
- **Tabla de ID de hash:** La tabla de ID de hash almacena todos los ID de hash para los datos que se procesan a través del motor de compresión. Cuando una nueva escritura ingresa al motor de compresión, el ID de hash creado para la escritura se compara con los ID de hash que ya se encuentran en la tabla. Si se encuentra que el ID de hash ya existe en la tabla de ID de hash, la escritura no se escribe en el almacenamiento.
- **Objeto de administración de deduplicación (DMO):** El DMO es un objeto de 64 bytes que sirve como la conexión (puntero) entre los dispositivos y la instancia única de datos reales. Los DMO se almacenan en la caché global de PowerMax.

La deduplicación en línea está disponible para todos los clientes de PowerMax de sistemas abiertos sin cargo adicional. La deduplicación no es compatible actualmente con los entornos de mainframe ni con los sistemas VMAX All Flash.

7.3 Replicación remota con SRDF

SRDF es el servicio de datos más popular en el centro de datos empresarial, ya que se lo considera el estándar de oro para la replicación remota. Hasta un 70 % de las empresas de la lista Fortune 500 usan esta herramienta para replicar sus datos cruciales a centros de datos geográficamente dispersos en todo el mundo. SRDF ofrece a los clientes la capacidad de replicar decenas de miles de volúmenes, y cada uno de los volúmenes se replica a un máximo de cuatro ubicaciones diferentes a nivel global.

PowerMax ejecuta una versión mejorada de SRDF específica para los casos de uso todo flash. Esta versión utiliza técnicas de múltiples núcleos y multithread para aumentar el rendimiento, y algoritmos poderosos de agrupación de escrituras para reducir en gran medida los requisitos de ancho de banda para la replicación, junto con las escrituras de back-end de arreglos de origen y de destino en almacenamiento flash.

Existen tres tipos de SRDF:

- **SRDF Synchronous (SRDF/S):** SRDF/S ofrece espejado remoto sin pérdida de datos entre centros de datos separados por hasta 100 km (60 millas).
- **SRDF Asynchronous (SRDF/A):** SRDF/A ofrece replicación asíncrona remota de datos entre los centros de datos a una distancia de hasta 12 875 km (8000 millas). SRDF/S y SRDF/A pueden utilizarse en conjunto para admitir topologías de tres o cuatro sitios, según lo requerido por las aplicaciones más críticas del mundo.

- **SRDF/Metro:** SRDF/Metro ofrece alta disponibilidad activa-activa para el acceso a datos sin interrupciones y movilidad de cargas de trabajo dentro de un centro de datos o entre centros de datos separados por hasta 100 km (60 millas). SRDF/Metro permite al clúster de arreglo de almacenamiento mayor resistencia, agilidad y movilidad de datos. SRDF/Metro permite mayor acceso de los hosts o de clústeres de host a LUN que se replican entre dos sites diferentes. Los hosts pueden ver ambas vistas de los LUN replicados Metro (R1 y R2), pero aparece ante el SO del host como si fuese el mismo LUN. El host, a continuación, puede escribir simultáneamente a los dispositivos R1 y R2. Este caso de uso permite la recuperación automatizada y la conmutación por error transparente de aplicaciones, y, por lo tanto, evita por completo los escenarios de recuperación.
- Otras características clave de Metro de SRDF son:
 - Proporciona acceso simultáneo de LUN/grupos de almacenamiento para acceso de datos sin interrupción y la disponibilidad superior en todas las distancias metro.
 - Ofrece transferencia de datos más simple y transparente
 - Es compatible con la agrupación ampliada en clústeres, lo cual es ideal para ambientes Microsoft y VMware

El software SRDF se incluye en los paquetes de software Pro y zPro de PowerMax, sin licencia por capacidad. Se puede pedir como una adición a los paquetes de software Essentials y zEssentials. Cualquier hardware necesario para soportar SRDF se debe adquirir por separado.

7.4 Replicación local mediante TimeFinder SnapVX

Cada arreglo PowerMax incluye el servicio de datos de replicación local TimeFinder SnapVX, que se incluye como parte de los paquetes Essentials y zEssentials. SnapVX crea instantáneas de muy bajo impacto. SnapVX admite hasta 256 instantáneas por volumen de origen y hasta 16 millones de capturas por arreglo. Los usuarios pueden asignar nombres para identificar sus instantáneas y pueden configurar las fechas de vencimiento automático en cada instantánea.

SnapVX proporciona la capacidad de administrar copias en un punto en el tiempo coherentes para los grupos de almacenamiento con una sola operación. Se pueden vincular hasta 1,024 volúmenes de destino por volumen de origen, con acceso de lectura/escritura mediante clones de copias completas o basadas en punteros.

La replicación local con SnapVX comienza con la mayor eficacia posible mediante la creación de una instantánea: una estructura basada en punteros que conserva una vista en un punto en el tiempo de un volumen de origen. Las instantáneas no requieren volúmenes de destino. Comparten asignaciones de back-end con el volumen de origen y con otras instantáneas del volumen de origen, y solo consumen espacio adicional cuando se modifica el volumen de origen. Un volumen de origen único puede tener hasta 256 instantáneas.

Cada instantánea tiene un nombre definido por el usuario y puede tener, opcionalmente, una fecha de vencimiento; ambos pueden modificarse posteriormente. Las interfaces de administración nuevas proporcionan al usuario la capacidad de tomar una instantánea de un grupo de almacenamiento entero con un comando único.

Para acceder a una instantánea en un punto en el tiempo desde un host, puede vincularla con un volumen accesible para el host identificado como destino. Los volúmenes de destino son volúmenes delgados estándares. Se pueden vincular hasta 1,024 volúmenes de destino a las instantáneas de un volumen de origen único. Este límite puede alcanzarse al vincular los 1,024 volúmenes de destino a la misma instantánea desde el volumen de origen, o al vincular varios volúmenes de destino a varias instantáneas desde el mismo volumen de origen. No obstante, solo se puede vincular un volumen de destino a una sola instantánea a la vez.

De manera predeterminada, los destinos están vinculados en el modo no-copy. Esta funcionalidad de destino vinculado no-copy reduce en gran medida la cantidad de escrituras en las unidades flash de back-end, ya que elimina el requisito de realizar una copia de volumen completa del volumen de origen durante la operación de desvinculación a fin de continuar utilizando el volumen de destino para la I/O del host. Esto evita que los dispositivos flash de back-end deban lidiar con una gran cantidad de actividad de escritura durante la operación de desvinculación, lo cual reduce aún más la amplificación potencial de escritura en el arreglo PowerMax.

Nota: Para obtener más información sobre las opciones de replicación local de PowerMaxOS, consulte el documento de replicación local de Dell EMC TimeFinder SnapVX que se indica en la sección de referencia.

7.5 Niveles de servicio y límites de I/O de host de PowerMaxOS

Los niveles de servicio para PowerMaxOS proporcionan a los clientes de sistemas abiertos la capacidad de separar las aplicaciones en función de los requisitos de rendimiento y de la importancia para el negocio. PowerMaxOS proporciona la capacidad de establecer niveles de servicio especificados para asegurarse de que las aplicaciones de menor prioridad no afecten los tiempos de respuesta de las aplicaciones de prioridad más alta.

Los niveles de servicio abordan los requisitos de los clientes a fin de garantizar que las aplicaciones cuenten con un nivel de rendimiento predecible y coherente mientras se ejecutan en el arreglo. Los niveles de servicio disponibles se definen en PowerMaxOS y se pueden aplicar al grupo de almacenamiento de una aplicación en cualquier momento. Esto permite que el administrador de almacenamiento configure inicialmente y también cambie el nivel de rendimiento de una aplicación según sea necesario. Un nivel de servicio se puede aplicar a un grupo de almacenamiento mediante las herramientas de administración de PowerMax (Unisphere for PowerMax, API REST y Solutions Enabler).

Los niveles de servicio se pueden usar junto con los límites de I/O de host para hacer que el rendimiento de las aplicaciones sea más predecible mientras se aplica un nivel de servicio específico. La configuración de límites de I/O de host permite que un usuario defina los límites de rendimiento de los puertos de front-end en un grupo de almacenamiento. Estos límites de front-end pueden configurarse en función de las IOPS, de los MB de host por host o de una combinación de ambos criterios. Los límites de I/O de host pueden configurarse en un grupo de almacenamiento con un nivel de servicio especificado para regular las IOPS en las aplicaciones que superan el rendimiento esperado según el nivel de servicio.

Hay seis niveles de servicio de PowerMaxOS para elegir, que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12 Niveles de servicio de PowerMaxOS

Nivel de servicio	Tiempo de respuesta promedio esperado ⁽¹⁾	Penalización
Diamond (la prioridad más alta) ¹	0,6 ms	Platinum, Gold, Silver o Bronze
Platinum	0,8 ms	Gold, Silver o Bronze
Gold	1 ms	Silver o Bronze
Silver	3.6 ms	Bronze
Bronze (la prioridad más baja)	7.2 ms	
Optimizado ²	-	

1. Los niveles de servicio Diamond, Platinum y Gold tienen un límite superior, pero no uno inferior, lo que garantiza que las I/O se procesen lo más rápido posible. Los niveles de servicio Silver y Bronze cuentan con un límite superior y uno inferior, diseñados para permitir que las IOPS de mayor prioridad no se vean afectadas. Para los sistemas configurados con SCM, el tiempo de respuesta promedio de Diamond desciende a 0,4 ms y el de Platinum desciende hasta 0,6 ms.
2. Los grupos de almacenamiento que se configuren en el nivel de servicio optimizado se regularán para las IOPS de prioridad más alta en todos los niveles de servicio, excepto en Bronze.

Nota: Para obtener más información sobre los niveles de servicio de PowerMaxOS, consulte el documento sobre los niveles de servicio de Dell EMC para PowerMaxOS que se indica en la sección de referencia.

Los niveles de servicio de PowerMaxOS y los límites de I/O de host están disponibles sin costo adicional para los sistemas PowerMax y VMAX All Flash que ejecutan PowerMaxOS 5978.

7.6 Consolidación del almacenamiento de bloques y de archivos usando eNAS

El servicio de datos de NAS integrado (eNAS) amplía el valor de PowerMax al almacenamiento de archivos permitiendo a los clientes aprovechar funcionalidades empresariales vitales, incluidos el rendimiento de nivel de flash para el almacenamiento de bloques y archivos, además de simplificar la administración y reducir los costos de implementación. PowerMax, con el servicio de datos de eNAS, se convierte en una plataforma unificada de bloques y archivos que utiliza una solución de NAS transaccional de múltiples controladoras. Está diseñado para los clientes que requieren hiperconsolidación para almacenamiento de bloques, además de un almacenamiento de archivos de alto rendimiento y capacidad moderada en entornos críticos. Los casos de uso más frecuentes de eNAS incluyen la ejecución de Oracle en NFS, VMware en NFS, Microsoft SQL en SMB 3.0, directorios principales y la consolidación de servidores Windows.

El eNAS utiliza el hipervisor proporcionado en PowerMaxOS para crear y ejecutar un conjunto de máquinas virtuales en el arreglo PowerMax. Estas máquinas virtuales alojan dos elementos principales de eNAS: estaciones de control y software administrador de transferencia de datos. Las Control Stations y los administradores de transferencia de datos integrados tienen acceso a pools de recursos compartidos del sistema, de modo que pueden consumir uniformemente los recursos de PowerMax para obtener rendimiento y capacidad.

Además del rendimiento y la consolidación, algunos de los beneficios que PowerMax con eNAS puede proporcionarle a un cliente son:

- Escalabilidad: fácilmente sirve a 6000 o más conexiones de SMB activas
- Sistema de archivos de registro de metadatos, ideal para un ambiente todo flash
- Replicación remota asíncrona integrada en el nivel de archivos con File Replicator
- Integración con SRDF/S
- Pequeña superficie de ataque, no vulnerable a los virus destinados a SO de uso general

El servicio de datos de eNAS se incluye en el paquete de software Pro. Puede pedirse como un elemento adicional con el paquete de software Essentials. Todo el hardware requerido para admitir eNAS en PowerMax se debe adquirir por separado.

7.7 Migración no disruptiva

Las migraciones de datos siempre han sido difíciles en un entorno empresarial. La complejidad y el tamaño de los ambientes de almacenamiento de datos muy grandes hacen que la planificación, la programación y la ejecución de las migraciones sean extremadamente difíciles. Las migraciones también suelen involucrar a aplicaciones que no se pueden poner offline, incluso de manera breve, para la transferencia a un nuevo arreglo de almacenamiento de datos. La migración no disruptiva (NDM) de Dell EMC permite a los clientes

realizar migraciones de datos en línea que son simples y completamente no disruptivas para el host y la aplicación.

La NDM está diseñada para ayudar a automatizar el proceso de migración de hosts y aplicaciones a un arreglo PowerMax nuevo sin tiempo de inactividad. La migración no disruptiva aprovecha las tecnologías de replicación de SRDF para transferir los datos de las aplicaciones al arreglo nuevo. También utiliza autoaprovisionamiento, en combinación con PowerPath o una solución de múltiples rutas de host compatible, para administrar el acceso del host a los datos durante el proceso de migración.

La NDM ofrece a los clientes de PowerMax los siguientes beneficios:

- Permite la migración de los arreglos VMAX o VMAX3 a PowerMax o VMAX All Flash con hosts y aplicaciones completamente en línea.
- A partir de la versión del tercer trimestre de 2019 (con el nombre de código Foxtail), es compatible con todas las pilas de hosts FBA. Aproximadamente el 85 % de estas pilas se puede migrar de manera no disruptiva con el resto, con sistemas operativos principalmente antiguos, lo que requiere un reinicio del host como parte del proceso de migración.
- Está diseñada para facilitar el uso con operaciones de control que automatizan la instalación y la configuración del entorno de migración.
- Se puede administrar mediante interfaces de usuario familiares y simples a través de Solutions Enabler y Unisphere.
- Resulta sencillo cancelar las migraciones y realizar una conmutación por recuperación al arreglo de origen por cualquier motivo antes de la confirmación.
- Está completamente incorporada y no requiere ningún software adicional ni costos de licencia.

Nota: Las migraciones se deben realizar durante la actividad de I/O baja para minimizar el impacto en el rendimiento.

Nota: Actualmente, la NDM no es compatible con dispositivos mainframe CKD.

7.8 Administración incorporada mediante Unisphere for PowerMax

Los clientes de PowerMax pueden aprovechar las ventajas de administración simplificada de arreglos mediante Unisphere for PowerMax incorporado. Unisphere for PowerMax es una interfaz de administración basada en HTML5 que permite a los administradores de TI maximizar la productividad con una reducción considerable del tiempo necesario para aprovisionar, administrar y monitorear los recursos de almacenamiento de datos de PowerMax.

El software Unisphere incorporado permite a los clientes simplificar la administración, reducir los costos y aumentar la disponibilidad ejecutando el software de administración de PowerMax directamente en el arreglo. La administración incorporada (eManagement) se configura en la fábrica a fin de garantizar un tiempo de configuración mínimo in situ. La función se ejecuta como un contenedor en un director, lo que elimina la necesidad de que el cliente designe su propio equipo para administrar sus arreglos. Además de Unisphere, otros elementos clave del servicio de datos de eManagement incluyen Solutions Enabler, Database Storage Analyzer y el software de administración de SMI-S.

Unisphere for PowerMax satisface los requisitos clave de simplificación, flexibilidad y automatización necesarios para acelerar la transformación hacia el centro de datos todo flash. Para los clientes que crean y eliminan configuraciones de almacenamiento con frecuencia, Unisphere for PowerMax facilita aún más la reconfiguración del arreglo mediante la reducción de los pasos necesarios para eliminar y replanificar

volúmenes. Con PowerMax, se aprovisionará almacenamiento a un host o máquina virtual con un simple proceso de cuatro pasos utilizando el nivel de servicio de almacenamiento de clase Diamond predeterminado. Esto garantiza que todas las aplicaciones recibirán tiempos de respuesta inferior al milisegundo. Con Unisphere for PowerMax, el cliente puede configurar SRDF de múltiples sitios en cuestión de minutos. Además, Unisphere for PowerMax proporciona una API REST completa, que permite a los clientes automatizar completamente la prestación, el monitoreo y la protección de los servicios de almacenamiento desde el almacenamiento empresarial. La API REST también permite a las organizaciones integrar su almacenamiento de PowerMax con su propio entorno de operaciones de desarrollo o con herramientas de otros fabricantes.

El software Unisphere for PowerMax incorporado es una excelente manera de administrar un solo arreglo PowerMax. Sin embargo, para los clientes que necesitan ver y administrar todo su centro de datos, Dell EMC proporciona Unisphere 360. Unisphere 360 combina y monitorea hasta 200 arreglos PowerMax, VMAX All Flash y VMAX heredados en un solo centro de datos. Esta solución es una excelente opción para clientes que utilizan múltiples arreglos PowerMax y VMAX All Flash con administración incorporada (eManagement) y que buscan formas de obtener información más valiosa de todo su centro de datos. Unisphere 360 proporciona a los administradores de almacenamiento la capacidad de ver informes de estado a nivel de sitio sobre cada PowerMax y sistema VMAX heredado, o de coordinar el cumplimiento de los niveles de código y otros requisitos de mantenimiento de la infraestructura. Los clientes pueden aprovechar la simplificación de la administración de PowerMax a escala del centro de datos.

El software Unisphere incorporado y Database Storage Analyzer están disponibles con todos los arreglos PowerMax, ya que están incluidos en los paquetes de software Essentials y zEssentials. Unisphere 360 se incluye en los paquetes de software Pro y zPro, o se puede pedir con los paquetes de software Essentials y zEssentials. Unisphere 360 no se ejecuta en un entorno integrado y requiere hardware del servidor adicional suministrado por el cliente.

7.9 Analítica de datos avanzada con CloudIQ

CloudIQ es una aplicación de análisis de almacenamiento y monitoreo basada en la nube que se puede usar para monitorear proactivamente los arreglos PowerMax. El valor de CloudIQ se centra en su capacidad de brindar a los usuarios nueva información valiosa sobre el estado del sistema de almacenamiento. Monitorea y mide proactivamente el estado general mediante análisis inteligente, integral y predictivo, lo que facilita al departamento de TI la identificación rápida y precisa de los problemas del almacenamiento. Este análisis (al que los administradores pueden acceder desde cualquier lugar a través de una interfaz web o una aplicación móvil) puede impulsar decisiones de negocios que podrían reducir el costo total de la propiedad de la organización asociado al arreglo. CloudIQ brinda varias opciones de valor clave para los clientes:

- Reduzca el costo total de la propiedad: CloudIQ proporciona un panel único y sencillo que le permite monitorear sus sistemas Unity y SC, todo desde la Web para que pueda acceder en cualquier momento y lugar.
- Acelerar el tiempo de respuesta que genera valor: Debido a que se implementa desde la nube de EMC, los clientes pueden simplemente iniciar sesión en su cuenta de CloudIQ y acceder de inmediato a esta información valiosa. No hay nada que configurar, ninguna licencia ni ninguna carga.
- Impulse el valor comercial: El puntaje de estado proactivo de CloudIQ ofrece una manera sencilla de identificar y comprender las vulnerabilidades potenciales en el ambiente de almacenamiento. Gracias a estas reglas proactivas y orientadas, se obtiene un ambiente de almacenamiento más sólido y confiable, lo que permite lograr un mayor tiempo de actividad, así como una capacidad y un rendimiento optimizados.

CloudIQ es gratuito y se puede utilizar con todos los arreglos PowerMax y VMAX All Flash.

7.10 Integración del almacenamiento de PowerMax con herramientas de automatización de TI

Para administrar correctamente el centro de datos moderno, las organizaciones de TI deben centrarse en la solución de problemas y no preocuparse por tareas rutinarias y repetibles que puedan automatizarse. Además, la automatización de las operaciones de TI no puede limitarse a tareas de creación de scripts simples solo para ahorrar unos pocos clics. La automatización debe estar bien concebida y diseñada de una manera que pueda escalar en todas las organizaciones, en todos los procesos y en una infraestructura de nube híbrida. Dell EMC ofrece una variedad de soluciones para la integración con herramientas de automatización que se están convirtiendo rápidamente en estándares de la industria.

7.10.1 Plug-ins de PowerMax para VMware vRealize Orchestrator

VMware vRealize Orchestrator (vRO) es una herramienta de automatización de procesos de TI que permite tareas operacionales y de administración automatizadas en aplicaciones de VMware y de otros fabricantes. Con vRO, los administradores de TI pueden crear rutinas de automatización para flujos de trabajo elaborados con un enfoque simple de arrastrar y soltar. Los flujos de trabajo pueden abarcar diferentes partes de la infraestructura y escalar a un volumen de tareas muy grande. Dell EMC ofrece plug-ins de vRO para PowerMax que ofrecen una amplia variedad de funcionalidades de almacenamiento en forma de bloques programables que se pueden insertar en el mapa de procesos de un flujo de trabajo. La función incluye:

- Aprovisionamiento de almacenamiento
- Instantáneas programadas y según demanda
- Replicación remota y alta disponibilidad
- Acceso a diversos objetos de almacenamiento específicos del arreglo
- Operaciones de almacenamiento integradas de VMware

Las diferentes tareas de las categorías anteriores forman los elementos esenciales básicos que se pueden usar junto con cualquiera de las tareas de computación y de red para formar una operación integral que sea fácil de leer, mantener y desarrollar.

7.10.2 VMware vRealize Automation

VMware vRealize Automation (vRA) puede convertir las recetas de automatización del flujo de trabajo de vRO de PowerMax en un catálogo de autoservicio (todo como servicio) que abarque todo el ecosistema de operaciones de TI, como la entrega de servicios, la administración de infraestructura en entornos de nubes múltiples y los procesos acelerados de operaciones de desarrollo.

Los flujos de trabajo automatizados en vRO pueden utilizarse como estos elementos del catálogo de autoservicio de manera transparente.

7.10.3 Ansible Modules for PowerMax

Ansible es una plataforma de administración de la configuración muy popular para automatizar las operaciones de TI y los flujos de trabajo modernos de operaciones de desarrollo. Las guías de estrategias de Ansible brindan las diversas tareas codificadas en un lenguaje YAML fácil de leer. Una guía de estrategias consta de conjuntos de tareas denominadas estrategias correspondientes a un host o un conjunto de hosts específicos en los que se ejecuta la estrategia. A la vez, una estrategia puede tener varias tareas. Cada tarea hace llamadas a las funciones de la biblioteca de Ansible, denominadas módulos, que se codifican en el lenguaje de programación Python. Gracias a la creciente popularidad de Ansible, se contribuyó con una gran cantidad de módulos que abarcan una amplia variedad de casos de administración

de infraestructura e implementación de aplicaciones. Esto hace que Ansible sea una excelente opción para crear rápidamente rutinas de automatización de PowerMax.

Dell EMC está desarrollando un conjunto de módulos de almacenamiento para automatizar la administración, el aprovisionamiento y el consumo de almacenamiento para la plataforma de almacenamiento PowerMax. Estos módulos permiten a los equipos de operaciones aprovisionar rápidamente la infraestructura de almacenamiento con precisión para responder a las necesidades de los desarrolladores de aplicaciones, que exigen una gran velocidad.

7.10.4 Especificaciones del controlador de la interfaz de almacenamiento de contenedores, Docker y Kubernetes

Docker es el motor de contenedores que se utiliza para extraer y ejecutar imágenes de contenedor de aplicaciones. Kubernetes es una de las plataformas de administración e implementación de contenedores más populares. Todas las aplicaciones que necesitan conservar información en una base de datos necesitan acceso al almacenamiento. El controlador de la interfaz de almacenamiento de contenedores (CSI) está evolucionando rápidamente como un estándar para aprovisionar y administrar el almacenamiento desde un arreglo de almacenamiento. La plataforma de almacenamiento Dell EMC PowerMax ahora es compatible con los controladores de CSI para ejecutar de manera transparente cargas de trabajo en contenedores. El controlador de CSI es la interfaz entre los volúmenes lógicos en el entorno de Kubernetes, denominados volúmenes persistentes, y los volúmenes o LUN de almacenamiento de PowerMax. Las clases de almacenamiento especifican un conjunto de parámetros para las distintas características únicas de los arreglos de almacenamiento subyacentes.

Nota: Para obtener más información sobre el uso de la funcionalidad de almacenamiento de Dell EMC a través de herramientas de otros fabricantes y API REST, visite Dell.com/StorageResources.

7.11 Programa Future-Proof de fidelidad de Dell EMC

El programa Future-Proof de fidelidad de Dell EMC brinda a los clientes una mayor tranquilidad gracias a la satisfacción garantizada y la protección de la inversión frente a cambios tecnológicos futuros. Este programa abarca el portafolio de almacenamiento entero de Dell EMC, que incluye, por ejemplo, el arreglo emblemático PowerMax, VMAX All Flash, XtremIO X2, la serie SC, Dell EMC Unity, Data Domain, Integrated Data Protection Appliance (IDPA), Isilon y el dispositivo Elastic Cloud Storage (ECS). Este programa proporciona a los clientes de Dell EMC los siguientes beneficios:

- Programa para todo el portafolio:
 - Garantía de satisfacción de 3 años: Dell EMC garantiza 3 años de satisfacción en cuanto al almacenamiento y al dispositivo de protección de datos.
 - Protección de la inversión en hardware: Realice la entrega a cuenta de sistemas existentes o de la competencia por créditos para adquirir ofertas de productos de infraestructura hiperconvergente, dispositivos de protección de datos o sistemas de almacenamiento de datos de próxima generación de Dell EMC.
 - Precios de soporte predecibles: Precios y servicios de mantenimiento coherentes y predecibles para los dispositivos de almacenamiento.
 - Garantía de eficiencia del almacenamiento de 5:1: PowerMax introduce una eficiencia aún mayor con compresión mejorada y deduplicación en línea, e incluye **una garantía de reducción de datos de 3:1 y una garantía de eficiencia del almacenamiento de 5:1 con el programa Future-Proof de fidelidad**.
 - Migraciones de datos sin preocupaciones: Utilice las herramientas de migración de datos incorporadas con actualizaciones transparentes para migrar a sistemas de almacenamiento de datos de próxima generación.

Servicios de datos de PowerMax

- Paquetes de software integrales.

Para obtener más información acerca del programa Future-Proof de fidelidad de Dell EMC, póngase en contacto con el departamento de ventas de Dell EMC.

8 Resumen

La familia PowerMax es el primer sistema de almacenamiento de datos de Dell EMC que utiliza por completo la tecnología NVMe para los datos de las aplicaciones del cliente. El innovador almacenamiento PowerMax está diseñado con una arquitectura de almacenamiento NVMe completamente integral, lo que le permite alcanzar densidades de IOPS sin precedentes, ya que elimina los cuellos de botella de los medios flash que se encuentran en las interfaces SAS y SATA tradicionales.

Hay dos modelos de PowerMax:

- **PowerMax 2000** está diseñado para ofrecer eficiencia y flexibilidad inigualables para el centro de datos, lo que proporciona a los clientes de Dell EMC 2,7 millones de IOPS (8K RRH) y hasta 1 PB de capacidad real en un espacio total de solo 20U.
- **PowerMax 8000** está diseñado para proporcionar a los clientes de Dell EMC escalabilidad, rendimiento y densidad de IOPS inigualables. Puede consolidar cargas de trabajo dispares en una escala masiva de 8 bricks, puede admitir 15 millones de IOPS (8K RRH) y puede proporcionar hasta 4 PB de capacidad real en solo dos placas para piso falso de espacio.

Además, el diseño de PowerMax está creado no solo para proporcionar los niveles más altos de rendimiento, sino también para ofrecer los niveles más altos de confiabilidad, disponibilidad y facilidad de reparación de clase empresarial. Los clientes de PowerMax pueden consolidar sus cargas de trabajo, ya que la plataforma permite la ejecución de bloques, archivos y mainframe. PowerMax viene completamente equipado con servicios de datos optimizados que incluyen la reducción de datos avanzada mediante la compresión y la deduplicación en línea, las tecnologías de replicación remota y local estándares de la industria de SRDF y TimeFinder SnapVX, y la administración de arreglos integrada con Unisphere for PowerMax.

A Soporte técnico y recursos

[Dell.com/support](https://dell.com/support) se centra en satisfacer las necesidades de los clientes con servicios y soporte probados.

[Los videos y documentos técnicos de almacenamiento](#) proporcionan pericia que ayuda a garantizar el éxito de los clientes en las plataformas de almacenamiento de Dell EMC.

A.1 Recursos relacionados

Título del documento	Tipo de material de marketing	Número de referencia
Guía del producto de la familia Dell EMC PowerMax	Guía del producto	
Niveles de servicio de Dell EMC para PowerMaxOS	Documentación técnica	H17108
Dell EMC Embedded Management on PowerMax, VMAX All Flash, and VMAX3	Documentación técnica	H16856
Reducción de datos con Dell EMC PowerMax	Documentación técnica	H17072
Dell EMC PowerMax Reliability, Availability, and Serviceability	Documentación técnica	H17064
Dell EMC PowerMax and VMAX All Flash: GDPS and Advanced Copy Services Compatibility	Documentación técnica	H16124
Guía de planificación del sitio de la familia de Dell EMC PowerMax	Guía técnica	
Guía de configuración de seguridad de la familia Dell EMC PowerMax	Guía técnica	
Dell EMC PowerMax and VMAX All Flash: TimeFinder SNAPVX Local Replication (nota técnica)	Guía técnica	H13697
Dell EMC PowerMax and VMAX All Flash: SRDF/Metro Overview and Best Practices	Guía técnica	H14556
Transform SAP Landscape Challenges with Dell EMC PowerMax	Visión general de la solución	H17093
Consolidate Microsoft SQL Server with Dell EMC PowerMax	Visión general de la solución	H17092
Accelerate and Simplify Oracle Databases with Dell EMC PowerMax	Visión general de la solución	H16732
Hoja de datos de PowerMax	Hoja de datos	H16891
Dell EMC PowerMax Software	Hoja de datos	H16748
Hoja de especificaciones de PowerMax 2000/8000	Hoja de especificaciones	H16739
Future of Enterprise Storage (PowerMax)	Infografía	H16864
Las diez principales razones por las que los clientes implementan PowerMax	Folleto/preguntas frecuentes	H16738
Top Ten Reasons Why Customers Deploy Dell EMC PowerMax for Microsoft SQL Server	Folleto de las razones principales	H17091
Top Ten Reasons Why Customers Deploy Dell EMC PowerMax for SAP Landscapes	Folleto de las razones principales	H17090
Top Ten Reasons Why Customers Deploy Dell EMC PowerMax for VMware	Folleto de las razones principales	H17074
Top 10 Reasons Why Dell EMC PowerMax for Oracle	Folleto de las razones principales	H16725