Inmersión profunda

ONTAP Select

NetApp
November 08, 2026

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/es-es/ontap-select-9191/concept_stor_concepts_chars.html on November 08, 2026. Always check docs.netapp.com for the latest.

Tabla de contenidos

Inmersión profunda . . . 1
- Almacenamiento . . . 1
  - Infórmate sobre las características generales de almacenamiento de ONTAP Select . . . 1
  - Servicios RAID de hardware para ONTAP Select con almacenamiento conectado localmente . . . 6
  - Servicios de configuración de software RAID de ONTAP Select para almacenamiento local conectado . . . 13
  - ONTAP Select vSAN y configuraciones de arrays externas . . . 22
  - Aspectos a tener en cuenta para aumentar la capacidad de almacenamiento de ONTAP Select . . . 26
  - Soporte para la eficiencia de almacenamiento de ONTAP Select . . . 30
- Redes . . . 32
  - Conceptos y características de red de ONTAP Select . . . 33
  - Configuraciones de red de nodo único y de nodos múltiples de ONTAP Select . . . 35
  - Redes internas y externas de ONTAP Select . . . 40
  - Configuraciones de red de ONTAP Select compatibles . . . 42
  - Configuración de ONTAP Select VMware vSphere vSwitch en ESXi . . . 44
  - Configuración del conmutador físico ONTAP Select . . . 53
  - Separación del tráfico de datos y de gestión de ONTAP Select . . . 55
- Arquitectura de alta disponibilidad . . . 57
  - Configuraciones de alta disponibilidad de ONTAP Select . . . 57
  - ONTAP Select HA RSM y agregados reflejados . . . 60
  - Mejoras en la protección de datos con ONTAP Select HA . . . 63
- Conoce el rendimiento de ONTAP Select . . . 66

Inmersión profunda

Almacenamiento

Infórmate sobre las características generales de almacenamiento de ONTAP Select

Descubre los conceptos generales de almacenamiento que se aplican al entorno ONTAP Select antes de explorar los componentes de almacenamiento específicos.

Fases de configuración del almacenamiento

Las principales fases de configuración del almacenamiento host ONTAP Select incluyen las siguientes:

- Requisitos previos al despliegue
  - Asegúrate de que cada host de hipervisor esté configurado y listo para una implementación de ONTAP Select.
  - La configuración incluye las unidades físicas, los controladores y grupos RAID, las LUN, así como la preparación de red relacionada.
  - Esta configuración se realiza fuera de ONTAP Select.
- Configuración mediante la utilidad de administración del hipervisor
  - Puedes configurar ciertos aspectos del almacenamiento usando la utilidad de administración del hipervisor (por ejemplo, vSphere en un entorno VMware).
  - Esta configuración se realiza fuera de ONTAP Select.
- Configuración mediante la utilidad de administración ONTAP Select Deploy
  - Puedes usar la utilidad de administración Deploy para configurar las estructuras de almacenamiento lógico principales.
  - Esto se realiza de forma explícita mediante comandos de la CLI o automáticamente por la utilidad como parte de una implementación.
- Configuración posterior a la implementación
  - Después de que se complete una implementación de ONTAP Select, puedes configurar el clúster usando la CLI de ONTAP o System Manager.
  - Esta configuración se realiza fuera de ONTAP Select Deploy.

Almacenamiento gestionado frente a almacenamiento no gestionado

El almacenamiento al que accede y que controla directamente ONTAP Select es almacenamiento gestionado. Cualquier otro almacenamiento en el mismo host del hipervisor es almacenamiento no gestionado.

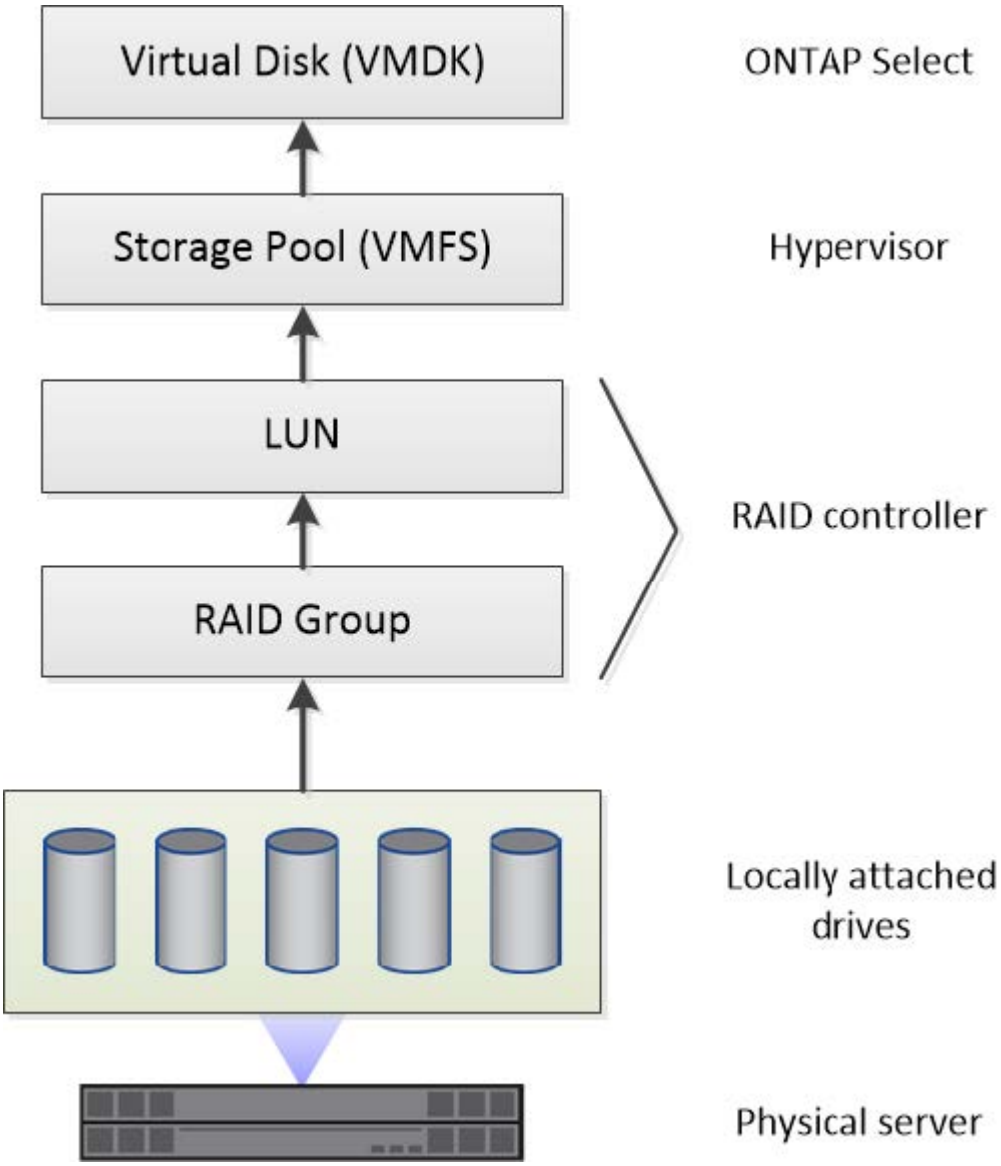
Almacenamiento físico homogéneo

Todas las unidades físicas que componen el almacenamiento gestionado ONTAP Select deben ser homogéneas. Es decir, todo el hardware debe ser el mismo en cuanto a las siguientes características:

- Tipo (SAS, NL-SAS, SATA, SSD)
- Velocidad (RPM)

Ilustración del entorno de almacenamiento local

Cada host de hipervisor contiene discos locales y otros componentes de almacenamiento lógico que puede utilizar ONTAP Select. Estos componentes de almacenamiento están organizados en una estructura por capas, desde el disco físico.



Características de los componentes de almacenamiento local

Existen varios conceptos que se aplican a los componentes de almacenamiento local utilizados en un entorno ONTAP Select. Deberías familiarizarte con estos conceptos antes de preparar una implementación de ONTAP Select. Estos conceptos se organizan por categoría: grupos RAID y LUN, grupos de almacenamiento y discos virtuales.

Agrupación de unidades físicas en grupos RAID y LUN

Se pueden conectar localmente uno o más discos físicos al servidor host y ponerlos a disposición de ONTAP Select. Los discos físicos se asignan a grupos RAID, que luego se presentan al sistema operativo del host hipervisor como una o más LUN. Cada LUN se presenta al sistema operativo del host hipervisor como un disco duro físico.

Al configurar un host ONTAP Select, debes tener en cuenta lo siguiente:

- Todo el almacenamiento gestionado debe ser accesible a través de un único controlador RAID
- Dependiendo del fabricante, cada controladora RAID admite un número máximo de unidades por grupo RAID

Uno o más grupos RAID

Cada host de ONTAP Select debe tener un único controlador RAID. Deberías crear un único grupo RAID para ONTAP Select. Sin embargo, en ciertas situaciones podrías considerar crear más de un grupo RAID. Consulta "Resumen de las mejores prácticas".

Consideraciones sobre el storage pool

Existen varios aspectos relacionados con los grupos de almacenamiento que debes tener en cuenta al prepararte para implementar ONTAP Select.

> En un entorno VMware, un grupo de almacenamiento es sinónimo de un almacén de datos VMware.

Grupos de almacenamiento y LUN

Cada LUN se considera un disco local en el host del hipervisor y puede formar parte de un grupo de almacenamiento. Cada grupo de almacenamiento está formateado con un sistema de archivos que el sistema operativo del host del hipervisor puede utilizar.

Debes asegurarte de que los grupos de almacenamiento se creen correctamente como parte de una implementación de ONTAP Select. Puedes crear un grupo de almacenamiento usando la herramienta de administración del hipervisor. Por ejemplo, con VMware puedes usar el cliente vSphere para crear un grupo de almacenamiento. Luego, el grupo de almacenamiento se pasa a la utilidad de administración ONTAP Select Deploy.

Administra los discos virtuales en ESXi

Existen varios aspectos relacionados con los discos virtuales que debes tener en cuenta al prepararte para implementar ONTAP Select.

Discos virtuales y sistemas de archivos

La máquina virtual ONTAP Select dispone de varias unidades de disco virtual. Cada disco virtual es, en realidad, un archivo alojado en un grupo de almacenamiento y gestionado por el hipervisor. ONTAP Select utiliza varios tipos de discos, principalmente discos del sistema y discos de datos.

También debes tener en cuenta lo siguiente con respecto a los discos virtuales:

- El grupo de almacenamiento debe estar disponible antes de que se puedan crear los discos virtuales.
- Los discos virtuales no se pueden crear antes de que se cree la máquina virtual.
- Debes usar la utilidad de administración ONTAP Select Deploy para crear todos los discos virtuales (es decir, un administrador nunca debe crear un disco virtual fuera de la utilidad Deploy).

Configuración de los discos virtuales

Los discos virtuales son administrados por ONTAP Select. Se crean automáticamente al crear un clúster usando la utilidad de administración Deploy.

Ilustración del entorno de almacenamiento externo en ESXi

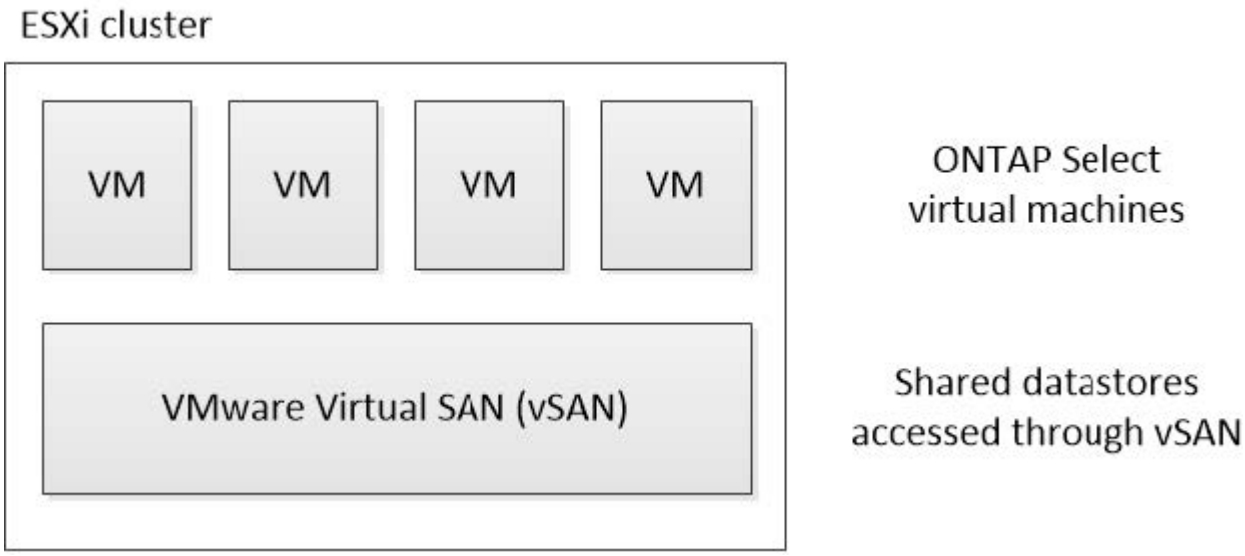
La solución ONTAP Select vNAS permite que ONTAP Select utilice almacenes de datos ubicados en almacenamiento externo al host del hipervisor. Se puede acceder a los almacenes de datos a través de la red mediante VMware vSAN o directamente en una matriz de almacenamiento externa.

ONTAP Select se puede configurar para usar los siguientes tipos de almacenes de datos de red de VMware ESXi que son externos al host del hipervisor:

- vSAN (Virtual SAN)
- VMFS
- NFS

almacenes de datos vSAN

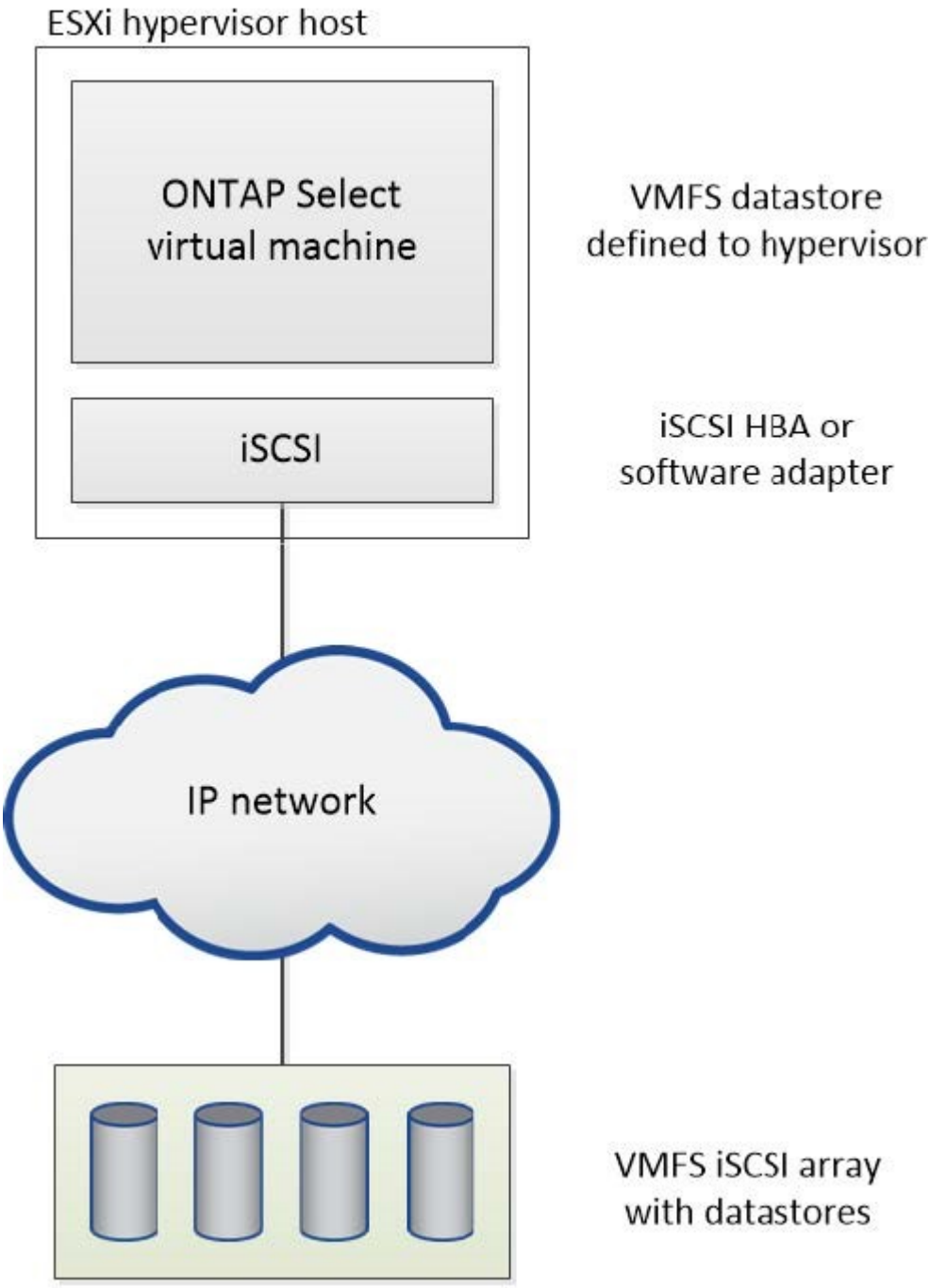
Cada host ESXi puede tener uno o más almacenes de datos VMFS locales. Normalmente estos almacenes solo son accesibles para el host local. Sin embargo, VMware vSAN permite que cada uno de los hosts en un clúster ESXi comparta todos los almacenes de datos del clúster como si fueran locales. La siguiente figura ilustra cómo vSAN crea un conjunto de almacenes de datos que se comparten entre los hosts del clúster ESXi.



Almacén de datos VMFS en una matriz de almacenamiento externa

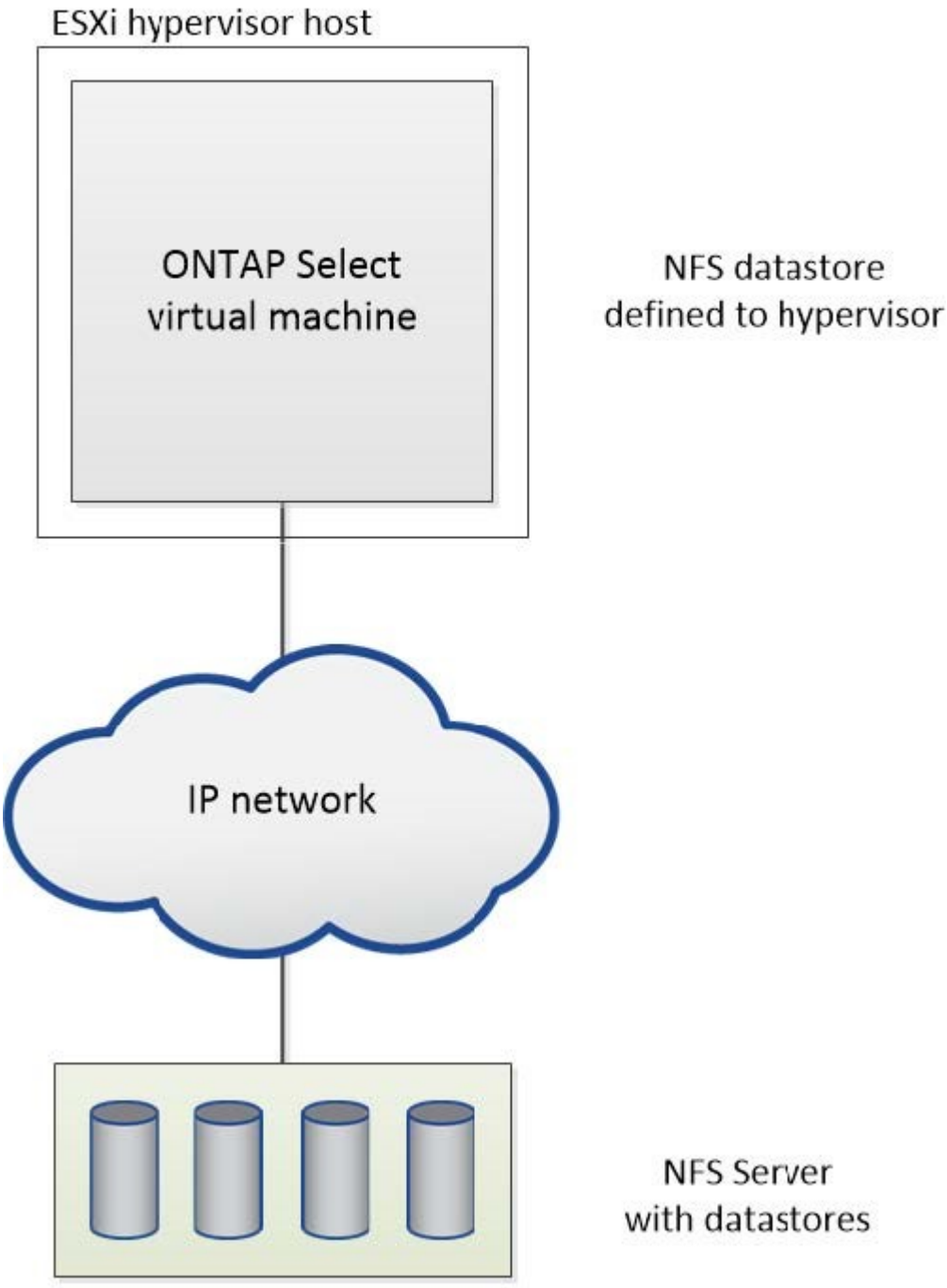
Puedes crear un almacén de datos VMFS en una matriz de almacenamiento externa. El almacenamiento se accede mediante uno de varios protocolos de red diferentes. La siguiente figura ilustra un almacén de datos VMFS en una matriz de almacenamiento externa al que se accede mediante el protocolo iSCSI.

ONTAP Select es compatible con todas las matrices de almacenamiento externo descritas en la documentación de compatibilidad de VMware Storage/SAN, incluidas iSCSI, Fiber Channel y Fiber Channel over Ethernet.



Almacén de datos NFS en una matriz de almacenamiento externa

Puedes crear un almacén de datos NFS ubicado en una matriz de almacenamiento externa. El almacenamiento se accede mediante el protocolo de red NFS. La siguiente figura ilustra un almacén de datos NFS en almacenamiento externo al que se accede a través del servidor NFS appliance.



Servicios RAID de hardware para ONTAP Select con almacenamiento conectado localmente

Cuando se dispone de una controladora RAID de hardware, ONTAP Select puede trasladar los servicios RAID a la controladora de hardware para aumentar el rendimiento de escritura y la protección frente a fallos de unidad físicos. Como resultado, la protección RAID para todos los nodos del clúster de ONTAP Select la proporciona la controladora RAID conectada localmente y no el software RAID de ONTAP.

Los agregados de datos de ONTAP Select están configurados para utilizar RAID 0 porque la controladora RAID física proporciona striping RAID a las unidades subyacentes. No se admiten

otros niveles RAID.

Configuración de la controladora RAID para el almacenamiento local conectado

Todos los discos conectados localmente que proporcionan a ONTAP Select almacenamiento de respaldo deben estar detrás de una controladora RAID. La mayoría de los servidores genéricos vienen con varias opciones de controladora RAID en diferentes rangos de precios, cada una con distintos niveles de funcionalidad. La intención es admitir tantas de estas opciones como sea posible, siempre que cumplan ciertos requisitos mínimos impuestos a la controladora.

No puedes separar discos virtuales de máquinas virtuales ONTAP Select que están usando la configuración RAID por hardware. Separar discos solo es compatible con máquinas virtuales ONTAP Select que están usando la configuración RAID por software. Consulta "Sustituye una unidad con error en una configuración de RAID por software de ONTAP Select" para obtener más información.

La controladora RAID que gestiona los discos de ONTAP Select debe cumplir los siguientes requisitos:

- La controladora RAID de hardware debe tener una unidad de respaldo por batería (BBU) o una caché de escritura respaldada por flash (FBWC) y admitir 12Gbps de rendimiento.
- La controladora RAID debe admitir un modo que pueda soportar al menos uno o dos fallos de disco (RAID 5 y RAID 6).
- La caché de la unidad debe estar desactivada.
- La política de escritura debe estar configurada para el modo writeback con un fallback a write through en caso de fallo de BBU o flash.
- La política de E/S para lecturas debe establecerse en caché.

Todos los discos conectados localmente que proporcionan a ONTAP Select almacenamiento de respaldo deben colocarse en grupos RAID que ejecuten RAID 5 o RAID 6. En el caso de las unidades SAS y SSD, el uso de grupos RAID de hasta 24 unidades permite a ONTAP aprovechar las ventajas de distribuir las solicitudes entrantes de lectura entre un mayor número de discos. De este modo, se obtiene un aumento significativo del rendimiento. En el caso de las configuraciones SAS/SSD, las pruebas de rendimiento se realizaron comparando configuraciones de un único LUN con configuraciones de varios LUN. No se encontraron diferencias significativas, por lo que, para simplificar, NetApp recomienda crear el menor número de LUN necesarios para satisfacer tus necesidades de configuración.

Las unidades NL-SAS y SATA requieren un conjunto diferente de buenas prácticas. Por motivos de rendimiento, el número mínimo de discos sigue siendo ocho, pero el tamaño del grupo RAID no debe ser mayor de 12 unidades. NetApp también recomienda usar un disco de reserva por grupo RAID; sin embargo, se pueden usar discos de reserva globales para todos los grupos RAID. Por ejemplo, puedes usar dos discos de reserva por cada tres grupos RAID, con cada grupo RAID compuesto por entre ocho y doce discos.

El tamaño máximo de extensión y datastore para versiones anteriores de ESXi es de 64TB, lo que puede afectar el número de LUN necesarios para soportar la capacidad bruta total proporcionada por estas unidades de gran capacidad.

Modo RAID

Muchas controladoras RAID admiten hasta tres modos de funcionamiento, cada uno de los cuales representa una diferencia significativa en la ruta de datos que siguen las peticiones de escritura. Estos tres modos son los siguientes:

- Escritura directa. Todas las solicitudes de E/S entrantes se escriben en la caché de la controladora RAID y luego se vacían inmediatamente al disco antes de confirmar la solicitud de vuelta al host.
- Writearound. Todas las solicitudes de E/S entrantes se escriben directamente en el disco, evitando la caché de la controladora RAID.
- Writeback. Todas las solicitudes de E/S entrantes se escriben directamente en la caché de la controladora y se confirman inmediatamente de vuelta al host. Los bloques de datos se vacían al disco de forma asíncrona usando la controladora.

El modo Writeback ofrece la ruta de datos más corta, ya que el reconocimiento de E/S se produce inmediatamente después de que los bloques entren en la caché. Este modo proporciona la latencia más baja y el rendimiento más alto para cargas de trabajo mixtas de lectura/escritura. Sin embargo, sin la presencia de una BBU o tecnología flash no volátil, los usuarios corren el riesgo de perder datos si el sistema sufre un fallo de alimentación cuando funciona en este modo.

ONTAP Select requiere la presencia de una batería de respaldo o una unidad flash; por lo tanto, podemos estar seguros de que los bloques almacenados en caché se vuelcan al disco en caso de que se produzca este tipo de fallo. Por este motivo, es un requisito que la controladora RAID esté configurada en modo writeback.

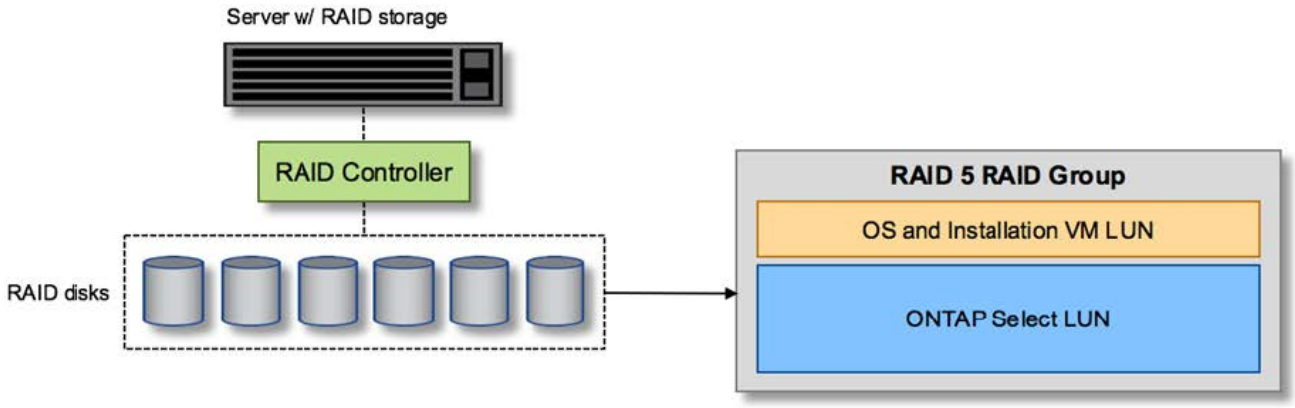
Discos locales compartidos entre ONTAP Select y OS

La configuración de servidor más común es aquella en la que todos los spindles conectados localmente se sitúan detrás de una única controladora RAID. Debes aprovisionar un mínimo de dos LUNs: uno para el hipervisor y otro para la VM de ONTAP Select.

Por ejemplo, considera un HP DL380 g8 con seis unidades internas y una única controladora RAID Smart Array P420i. Todas las unidades internas están gestionadas por esta controladora RAID y no hay ningún otro almacenamiento presente en el sistema.

La siguiente figura muestra este estilo de configuración. En este ejemplo, no hay ningún otro almacenamiento presente en el sistema; por lo tanto, el hipervisor debe compartir almacenamiento con el nodo ONTAP Select.

Configuración de LUN de servidor sólo con discos gestionados por RAID



El aprovisionamiento de los LUN del sistema operativo desde el mismo grupo RAID que ONTAP Select permite que el sistema operativo del hipervisor (y cualquier máquina virtual cliente que también se aprovisione desde ese almacenamiento) se beneficie de la protección RAID. Esta configuración evita que un fallo de unidad haga caer todo el sistema.

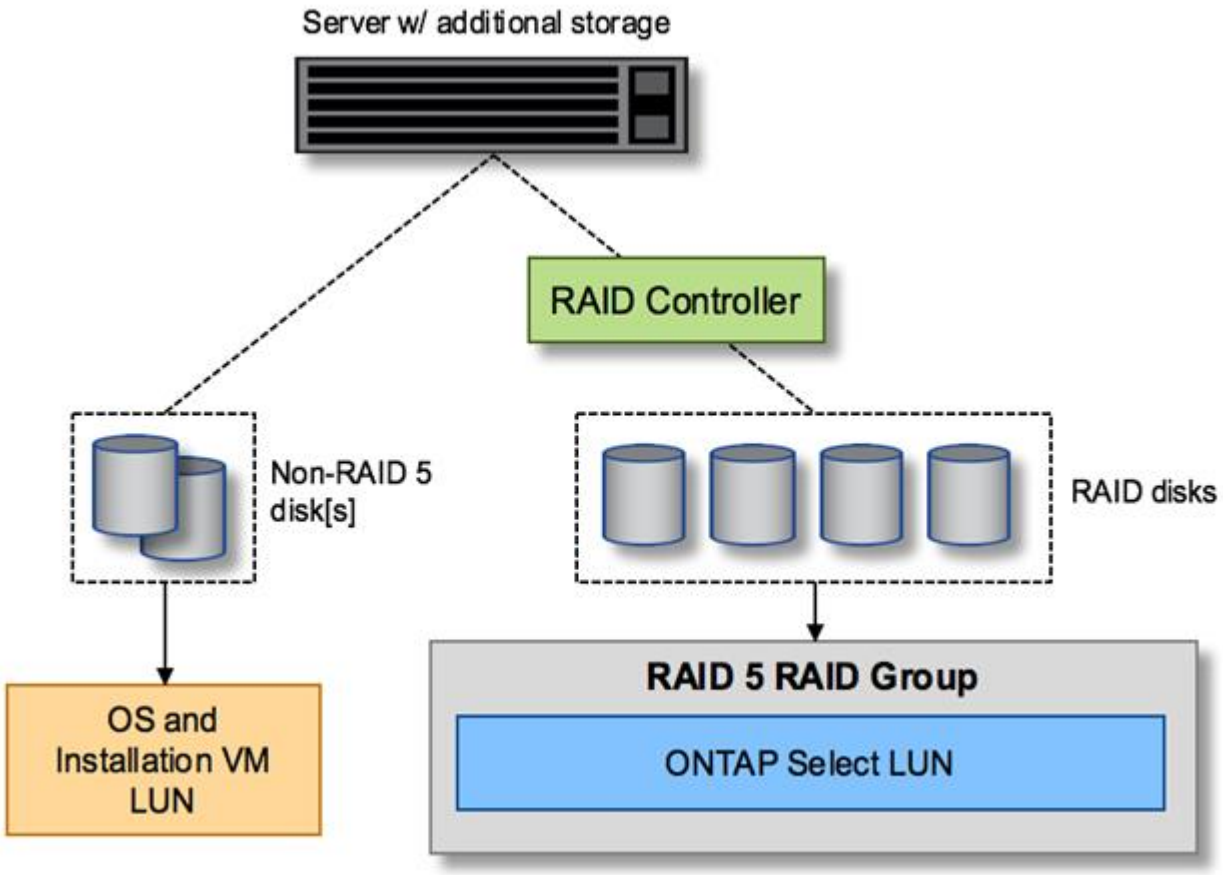
Discos locales divididos entre ONTAP Select y OS

La otra configuración posible que ofrecen los proveedores de servidores consiste en configurar el sistema con varias controladoras RAID o de disco. En esta configuración, un conjunto de discos es gestionado por una controladora de disco, que puede o no ofrecer servicios RAID. Un segundo conjunto de discos es gestionado por una controladora RAID de hardware capaz de ofrecer servicios RAID 5/6.

Con este estilo de configuración, el conjunto de spindles que se encuentra detrás de la controladora RAID que puede proporcionar servicios RAID 5/6 debería ser utilizado exclusivamente por la VM ONTAP Select. Dependiendo de la capacidad total de almacenamiento bajo gestión, deberías configurar los spindles de disco en uno o más grupos RAID y uno o más LUNs. Estos LUNs se utilizarían entonces para crear uno o más datastores, estando todos los datastores protegidos por la controladora RAID.

El primer conjunto de discos está reservado para el sistema operativo del hipervisor y cualquier máquina virtual cliente que no esté utilizando el almacenamiento ONTAP, como se muestra en la siguiente figura.

Configuración de LUN de servidor en sistema mixto RAID/no RAID



Múltiples LUN

Hay dos casos en los que las configuraciones de grupo RAID único/LUN único deben cambiar. Cuando se utilizan unidades NL-SAS o SATA, el tamaño del grupo RAID no debe superar las 12 unidades. Además, un único LUN puede llegar a ser mayor que los límites de almacenamiento del hipervisor subyacente, ya sea el tamaño máximo de la extensión individual del sistema de archivos o el tamaño máximo total del grupo de almacenamiento. Entonces, el almacenamiento físico subyacente debe dividirse en varios LUN para permitir la creación correcta del sistema de archivos.

Límites del sistema de archivos de máquinas virtuales de VMware vSphere

El tamaño máximo de un almacén de datos en algunas versiones de ESXi es 64TB.

Si un servidor tiene más de 64TB de almacenamiento conectado, puede que sea necesario aprovisionar varios LUN, cada uno de ellos de menos de 64TB. La creación de varios grupos RAID para mejorar el tiempo de reconstrucción RAID para unidades SATA/NL-SAS también da lugar a que se aprovisionen varios LUN.

Cuando se necesitan varios LUNs, un punto importante a tener en cuenta es asegurarte de que estos LUNs tienen un rendimiento similar y consistente. Esto es especialmente importante si todos los LUNs se van a usar en un único agregado de ONTAP. O bien, si un subconjunto de uno o más LUNs tiene un perfil de rendimiento claramente diferente, te recomendamos aislar estos LUNs en un agregado de ONTAP aparte.

Se pueden utilizar múltiples extensiones del sistema de ficheros para crear un único datastore hasta el tamaño máximo del datastore. Para restringir la cantidad de capacidad que requiere una licencia de ONTAP Select, asegúrate de especificar un límite de capacidad durante la instalación del clúster. Esta funcionalidad permite a ONTAP Select utilizar (y por tanto requerir una licencia para) solo un subconjunto del espacio de un datastore.

Alternativamente, se puede empezar creando un único datastore en un único LUN. Cuando se necesite espacio adicional que requiera una licencia de mayor capacidad de ONTAP Select, ese espacio se puede añadir al mismo datastore como una extensión, hasta el tamaño máximo del datastore. Una vez alcanzado el tamaño máximo, se pueden crear y añadir nuevos datastores a ONTAP Select. Ambos tipos de operaciones de ampliación de capacidad están soportadas y se pueden conseguir utilizando la funcionalidad storage-add de ONTAP Deploy. Cada nodo de ONTAP Select se puede configurar para soportar hasta 400TB de almacenamiento. El aprovisionamiento de capacidad desde múltiples datastores requiere un proceso de dos pasos.

La creación del cluster inicial se puede utilizar para crear un cluster ONTAP Select consumiendo parte o todo el espacio en el datastore inicial. Un segundo paso es realizar una o más operaciones de adición de capacidad utilizando datastores adicionales hasta alcanzar la capacidad total deseada. Esta funcionalidad se detalla en la sección "Aumenta la capacidad de almacenamiento".

> La sobrecarga de VMFS no es cero (véase VMware KB 1001618), y el intento de utilizar todo el espacio reportado como libre por un datastore ha dado lugar a errores falsos durante las operaciones de creación de clúster.

Se deja un 2% de buffer sin utilizar en cada datastore. Este espacio no requiere una licencia de capacidad porque no lo utiliza ONTAP Select. ONTAP Deploy calcula automáticamente el número exacto de gigabytes para el buffer, siempre y cuando no se especifique un límite de capacidad. Si se especifica un límite de capacidad, ese tamaño se aplica primero. Si el tamaño del límite de capacidad cae dentro del tamaño del buffer, la creación del cluster falla con un mensaje de error que especifica el parámetro de tamaño máximo correcto que se puede utilizar como límite de capacidad:

```
“InvalidPoolCapacitySize: Invalid capacity specified for storage pool
“ontap-select-storage-pool”, Specified value: 34334204 GB. Available
(after leaving 2% overhead space): 30948”
```

VMFS 6 es compatible tanto para nuevas instalaciones como como destino de una operación de Storage vMotion de una VM ONTAP Deploy u ONTAP Select existente.

VMware no admite las actualizaciones in situ de VMFS 5 a VMFS 6. Por lo tanto, Storage vMotion es el único mecanismo que permite a cualquier VM realizar la transición de un almacén de datos VMFS 5 a un almacén

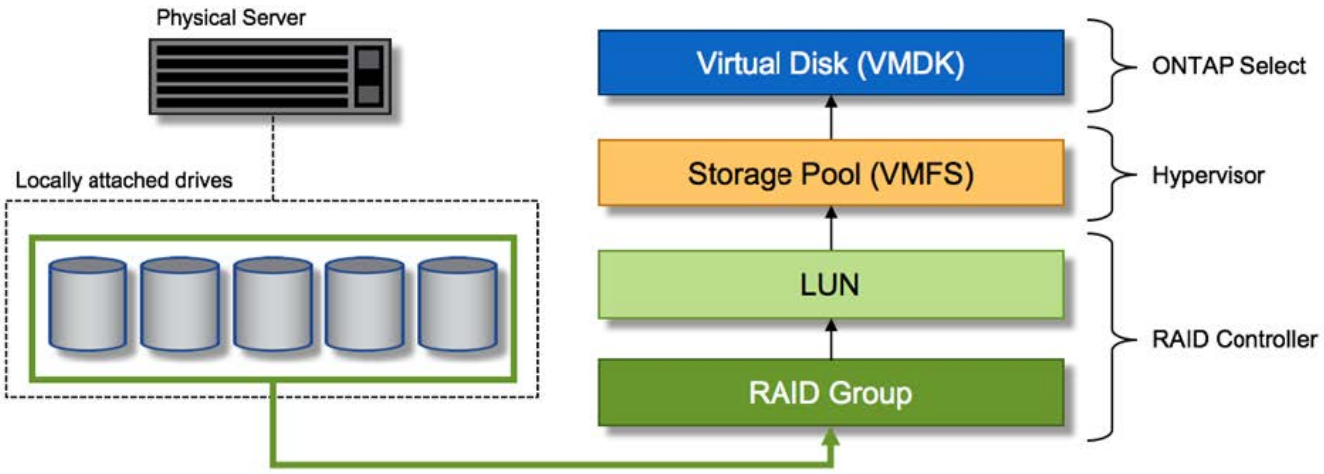
de datos VMFS 6. Sin embargo, la compatibilidad de Storage vMotion con ONTAP Select y ONTAP Deploy se amplió para cubrir otros escenarios además del propósito específico de la transición de VMFS 5 a VMFS 6.

Discos virtuales de ONTAP Select

En esencia, ONTAP Select presenta a ONTAP un conjunto de discos virtuales aprovisionados a partir de uno o más pools de almacenamiento. ONTAP se presenta con un conjunto de discos virtuales que trata como físicos, y la parte restante de la pila de almacenamiento es abstraída por el hipervisor. La siguiente figura muestra esta relación con más detalle, destacando la relación entre la controladora RAID física, el hipervisor y la ONTAP Select VM.

- La configuración de RAID group y LUN se realiza desde el software de la controladora RAID del servidor. Esta configuración no es necesaria cuando se utilizan VSAN o matrices externas.
- La configuración del grupo de almacenamiento se realiza desde el hipervisor.
- Los discos virtuales se crean y pertenecen a máquinas virtuales individuales; en este ejemplo, a ONTAP Select.

Asignación de disco virtual a disco físico



Aprovisionamiento de discos virtuales

Para proporcionar una experiencia de usuario más ágil, la herramienta de gestión de ONTAP Select, ONTAP Deploy, aprovisiona automáticamente discos virtuales del storage pool asociado y los adjunta a la ONTAP Select VM. Esta operación se produce automáticamente tanto durante la configuración inicial como durante las operaciones de storage-add. Si el nodo ONTAP Select forma parte de un HA pair, los discos virtuales se asignan automáticamente a un local y mirror storage pool.

ONTAP Select divide el almacenamiento conectado subyacente en discos virtuales de igual tamaño, cada uno de los cuales no puede superar los 16TB. Si el nodo ONTAP Select forma parte de un par de HA, se crean un mínimo de dos discos virtuales en cada nodo del clúster y se asignan al plex local y al plex espejo para usarse dentro de un agregado reflejado.

Por ejemplo, a un ONTAP Select se le puede asignar un datastore o LUN de 31TB (el espacio restante después de desplegar la VM y aprovisionar los discos de sistema y raíz). Luego se crean cuatro discos virtuales de ~7,75TB y se asignan al plex local y espejo de ONTAP correspondiente.

Si añades capacidad a una máquina virtual ONTAP Select, probablemente tendrás VMDKs de

diferentes tamaños. Para más detalles, consulta la sección "Aumenta la capacidad de almacenamiento". A diferencia de los sistemas FAS, pueden existir VMDKs de diferentes tamaños en el mismo agregado. ONTAP Select usa un stripe RAID 0 en estos VMDKs, lo que permite aprovechar todo el espacio de cada VMDK sin importar su tamaño.

NVRAM virtualizada

NetApp FAS están tradicionalmente equipados con una tarjeta PCI NVRAM física, una tarjeta de alto rendimiento que contiene memoria flash no volátil. Esta tarjeta proporciona un aumento significativo en el rendimiento de escritura al otorgar a ONTAP la capacidad de reconocer inmediatamente las escrituras entrantes de vuelta al cliente. También puede programar el movimiento de bloques de datos modificados de vuelta a los medios de almacenamiento más lentos en un proceso conocido como destaging.

Los sistemas Commodity no suelen disponer de este tipo de equipamiento. Por lo tanto, la funcionalidad de esta tarjeta NVRAM se ha virtualizado y colocado en una partición del disco de arranque del sistema ONTAP Select. Por este motivo, la colocación del disco virtual del sistema de la instancia es extremadamente importante. Esta es también la razón por la que el producto requiere la presencia de una controladora RAID física con una caché resistente para configuraciones de almacenamiento local conectado.

La NVRAM se coloca en su propio VMDK. Dividir la NVRAM en su propio VMDK permite que la VM de ONTAP Select use el controlador vNVMe para comunicarse con su VMDK de NVRAM. También requiere que la VM de ONTAP Select use la versión de hardware 13, que es compatible con ESXi 8.0 y versiones posteriores.

Explicación de la ruta de datos: NVRAM y controladora RAID

La interacción entre la partición virtualizada del sistema NVRAM y la controladora RAID puede destacarse mejor recorriendo la ruta de datos que toma una petición de escritura cuando entra en el sistema.

Las solicitudes entrantes de escritura a la VM de ONTAP Select se dirigen a la partición NVRAM de la VM. En la capa de virtualización, esta partición existe dentro de un disco de sistema ONTAP Select, un VMDK conectado a la VM de ONTAP Select. En la capa física, estas solicitudes se almacenan en caché en la controladora RAID local, igual que todos los cambios de bloque dirigidos a los spindles subyacentes. Desde aquí, la escritura se reconoce de vuelta al host.

En este punto, físicamente, el bloque reside en la caché de la controladora RAID, esperando a ser volcado al disco. Lógicamente, el bloque reside en NVRAM esperando a ser volcado a los discos de datos de usuario apropiados.

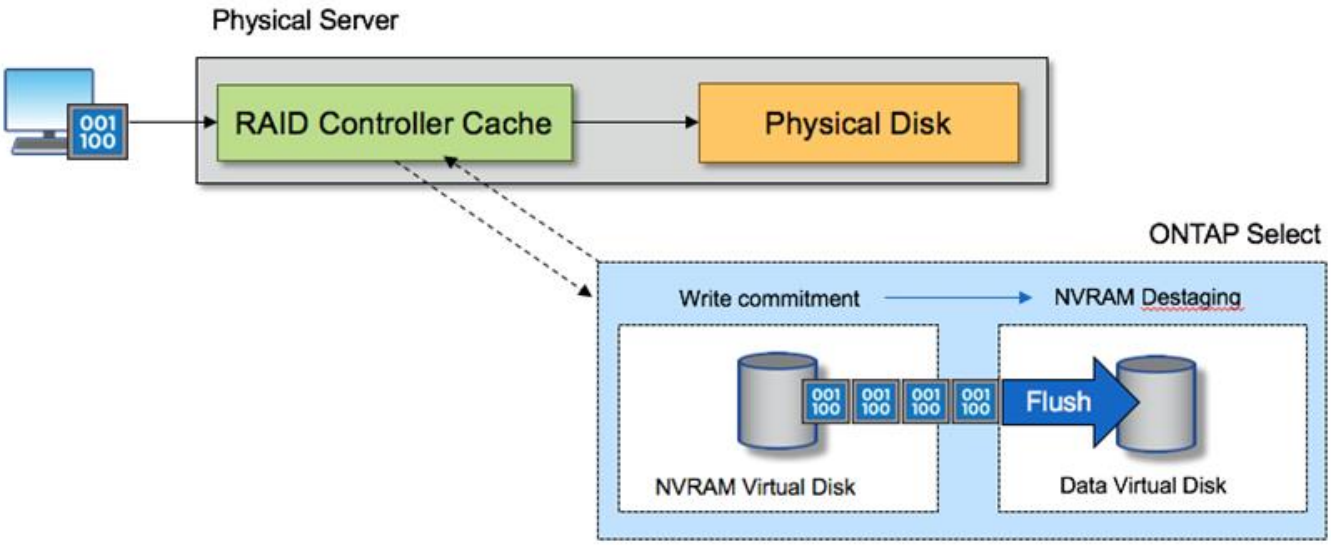
Dado que los bloques modificados se almacenan automáticamente en la caché local de la controladora RAID, las escrituras entrantes en la partición NVRAM se almacenan automáticamente en la caché y se envían periódicamente a los medios de almacenamiento físicos. Esto no debe confundirse con el envío periódico del contenido de la NVRAM a los discos de datos ONTAP. Estos dos eventos no están relacionados y se producen en momentos y con frecuencias diferentes.

La siguiente figura muestra la ruta de E/S que sigue una escritura entrante. Destaca la diferencia entre la capa física (representada por la caché de la controladora RAID y los discos) y la capa virtual (representada por la NVRAM de la máquina virtual y los discos virtuales de datos).



Aunque los bloques cambiados en el VMDK de NVRAM se almacenan en la caché de la controladora RAID local, la caché no conoce la construcción de la máquina virtual ni sus discos virtuales. Almacena todos los bloques cambiados en el sistema, de los cuales NVRAM es solo una parte. Esto incluye las solicitudes de escritura destinadas al hipervisor, si se aprovisiona desde los mismos discos de respaldo.

Escrituras entrantes en ONTAP Select VM



La partición NVRAM está separada en su propio VMDK. Ese VMDK se conecta mediante el controlador vNVME disponible en las versiones de ESXi 8.0 o posteriores. Este cambio es más significativo para las instalaciones de ONTAP Select con RAID por software, que no se benefician de la caché de la controladora RAID.

Servicios de configuración de software RAID de ONTAP Select para almacenamiento local conectado

Software RAID es una capa de abstracción RAID implementada dentro de la pila de software de ONTAP. Proporciona la misma funcionalidad que la capa de RAID dentro de una plataforma ONTAP tradicional como FAS. La capa RAID realiza cálculos de paridad de unidades y proporciona protección contra fallos de unidad individuales dentro de un nodo ONTAP Select.

Independientemente de las configuraciones de RAID por hardware, ONTAP Select también proporciona una opción de RAID por software. Es posible que una controladora RAID por hardware no esté disponible o no sea deseable en determinados entornos, como cuando ONTAP Select se despliega en un hardware genérico de factor de forma pequeño. El RAID por software amplía las opciones de despliegue disponibles para incluir dichos entornos. Para habilitar el RAID por software en tu entorno, aquí tienes algunos puntos para recordar:

- Está disponible con una licencia Premium o Premium XL.
- Solo admite unidades SSD o NVMe (requiere licencia Premium XL) para los discos raíz y de datos de ONTAP.
- Requiere un disco de sistema independiente para la partición de arranque de la máquina virtual ONTAP Select.
  - Elige un disco independiente, ya sea una unidad SSD o NVMe, para crear un almacén de datos para los discos del sistema (NVRAM, tarjeta Boot/CF, Coredump y Mediator en una configuración multinodo).

- Los términos disco de servicio y disco de sistema se utilizan indistintamente.

- Los discos de servicio son los discos virtuales (VMDKs) que se utilizan dentro de la VM de ONTAP Select para dar servicio a diversos elementos como clustering, arranque, y así sucesivamente.
- Los discos de servicio están ubicados físicamente en un único disco físico (denominado colectivamente disco físico de servicio/sistema) visto desde el host. Ese disco físico debe contener un datastore DAS. ONTAP Deploy crea estos discos de servicio para la ONTAP Select VM durante el despliegue del clúster.

- No es posible separar aún más los discos del sistema ONTAP Select entre varios almacenes de datos o entre varias unidades físicas.
- El RAID por hardware no está obsoleto.

Configuración RAID por software para almacenamiento local conectado

Cuando se utiliza RAID por software, lo ideal es no disponer de una controladora RAID por hardware, pero, si un sistema dispone de una controladora RAID, debe cumplir los siguientes requisitos:

- Debes desactivar la controladora RAID por hardware para que los discos puedan presentarse directamente al sistema (un JBOD). Normalmente puedes hacer este cambio en la BIOS de la controladora RAID.
- O la controladora RAID por hardware debe estar en el modo SAS HBA. Por ejemplo, algunas configuraciones de BIOS permiten un modo "AHCI" además de RAID, que podrías elegir para activar el modo JBOD. Esto permite un passthrough, de modo que las unidades físicas pueden verse tal cual en el host.

Dependiendo del número máximo de unidades soportadas por el controlador, podría ser necesario un controlador adicional. Con el modo SAS HBA, asegúrate de que el controlador de E/S (SAS HBA) sea compatible con una velocidad mínima de 6Gbps. Sin embargo, NetApp recomienda una velocidad de 12Gbps.

No se admiten otros modos o configuraciones de controladoras RAID de hardware. Por ejemplo, algunas controladoras permiten un soporte RAID 0 que puede permitir artificialmente el paso de discos, pero las implicaciones pueden ser indeseables. El tamaño admitido de los discos físicos (solo SSD) está entre 200GB y 16TB.



Los administradores deben controlar qué unidades utiliza la máquina virtual ONTAP Select y evitar el uso inadvertido de dichas unidades en el host.

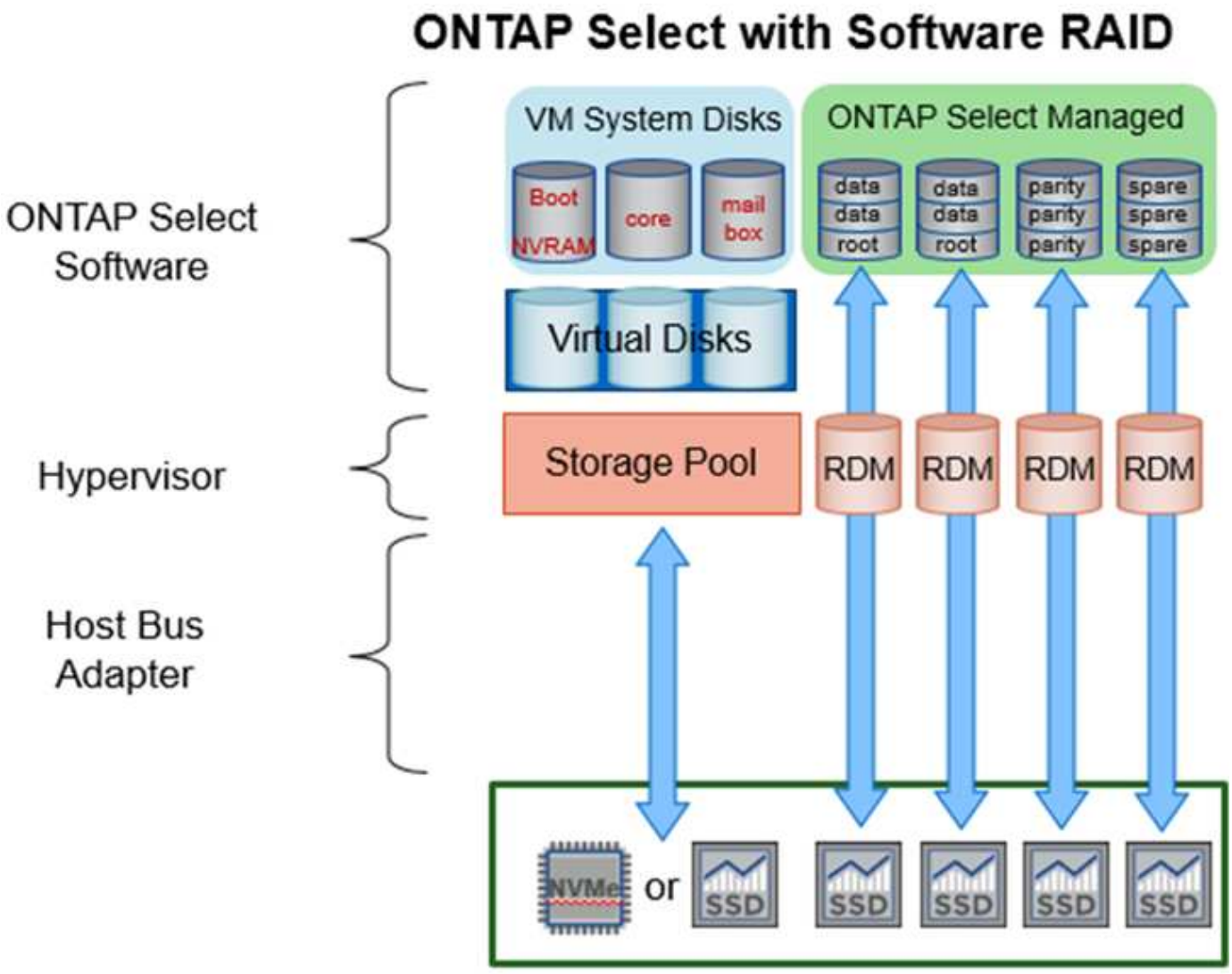
ONTAP Select discos virtuales y físicos

Para configuraciones con controladoras RAID de hardware, la redundancia de disco físico la proporciona la controladora RAID. ONTAP Select se presenta con uno o más VMDKs desde los que el administrador de ONTAP puede configurar agregados de datos. Estos VMDKs se dividen en bandas en formato RAID 0 porque el uso de RAID por software de ONTAP es redundante, ineficiente e ineficaz debido a la resiliencia proporcionada a nivel de hardware. Además, los VMDKs utilizados para los discos de sistema se encuentran en el mismo almacén de datos que los VMDKs utilizados para almacenar los datos de usuario.

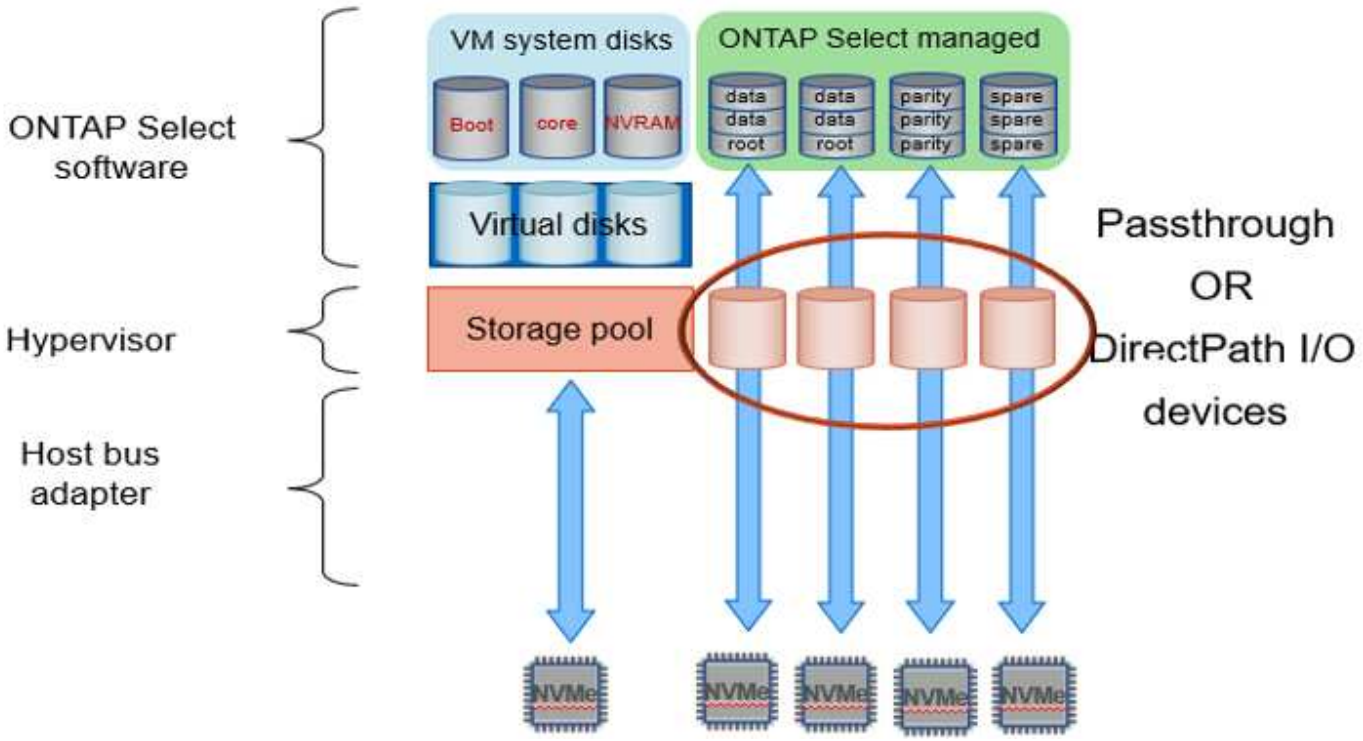
Cuando se utiliza RAID por software, ONTAP Deploy presenta a ONTAP Select un conjunto de VMDK y discos físicos, Raw Device Mappings (RDM) para SSD y dispositivos de paso directo o DirectPath IO para NVMe.

Las siguientes figuras muestran esta relación con mayor detalle, destacando la diferencia entre los discos virtualizados utilizados para los componentes internos de la VM de ONTAP Select y los discos físicos utilizados para almacenar los datos de usuario.

ONTAP Select software RAID: uso de discos virtualizados y RDM



Los discos del sistema (VMDK) residen en el mismo almacén de datos y en el mismo disco físico. El disco NVRAM virtual requiere un medio rápido y duradero. Por lo tanto, solo se admiten almacenes de datos NVMe y SSD.



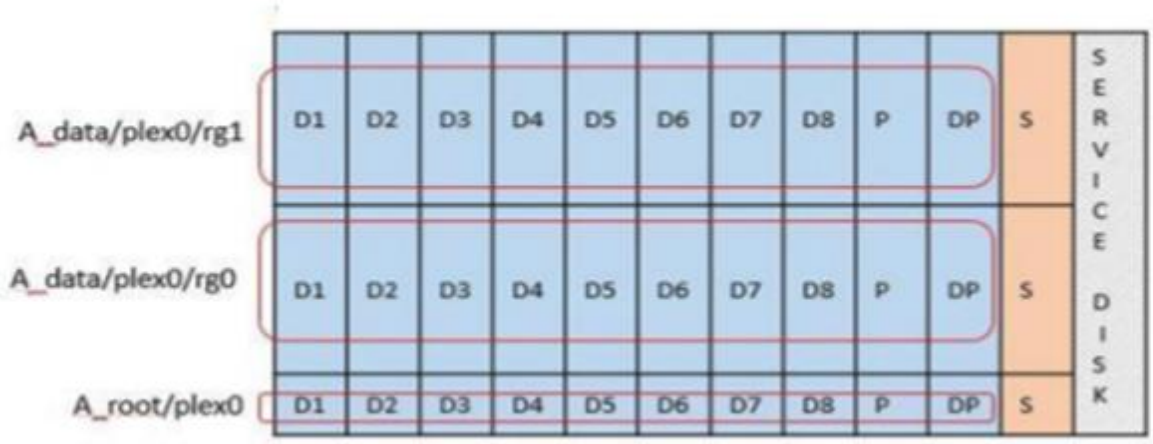
Los discos del sistema (VMDK) residen en el mismo almacén de datos y en el mismo disco físico. El disco NVRAM virtual requiere un medio rápido y duradero. Por lo tanto, solo se admiten almacenes de datos NVMe y SSD. Cuando usas unidades NVMe para los datos, el disco del sistema también debe ser un dispositivo NVMe por razones de rendimiento. Una buena opción para el disco del sistema en una configuración totalmente NVMe es una tarjeta INTEL Optane.

Con la versión actual, no es posible separar aún más los discos del sistema ONTAP Select en varios almacenes de datos o varias unidades físicas.

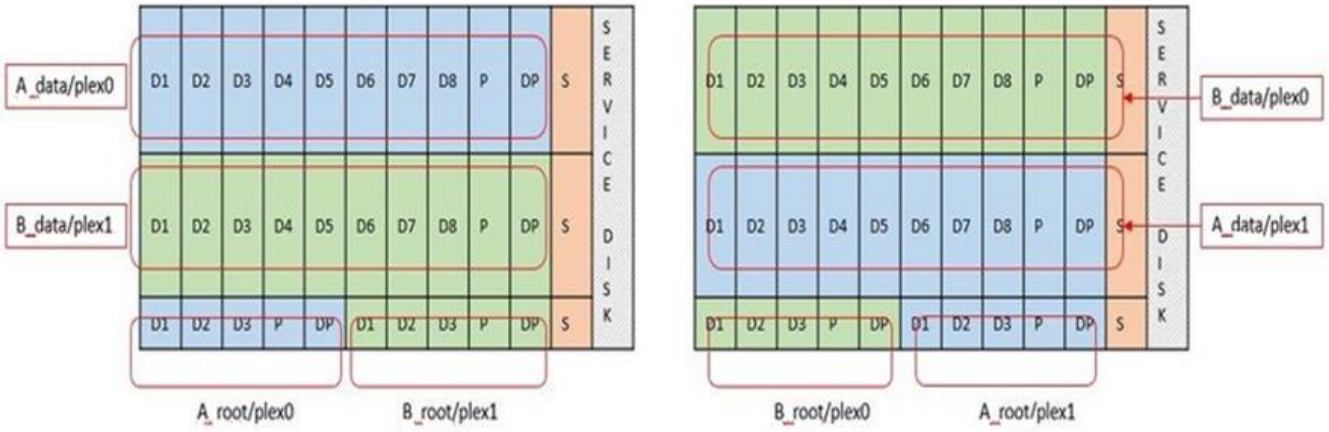
Cada disco de datos se divide en tres partes: una pequeña partición raíz (franja) y dos particiones de igual tamaño para crear dos discos de datos visibles en la ONTAP Select VM. Las particiones utilizan el esquema Root Data Data (RD2), como se muestra en las siguientes figuras para un clúster de un solo nodo y para un nodo en un par de alta disponibilidad (HA).

`P` denota una unidad de paridad, `DP` denota una unidad de doble paridad, y `S` denota una unidad de repuesto.

Particionamiento de discos RDD para clústeres de un solo nodo



Partición de discos RDD para clústeres multinodo (pares de alta disponibilidad)



El software RAID de ONTAP admite los siguientes tipos de RAID: RAID 4, RAID-DP y RAID-TEC. Estas son las mismas estructuras RAID que utilizan las plataformas FAS y AFF. Para el aprovisionamiento de la raíz, ONTAP Select solo admite RAID 4 y RAID-DP. Cuando se utiliza RAID-TEC para el agregado de datos, la protección general es RAID-DP. ONTAP Select HA utiliza una arquitectura sin recursos compartidos que replica la configuración de cada nodo en el otro nodo. Esto significa que cada nodo debe almacenar su partición raíz y una copia de la partición raíz de su par. Un disco de datos tiene una única partición raíz. Esto significa que el número mínimo de discos de datos varía según si el nodo ONTAP Select forma parte de un par HA.

En clústeres de un solo nodo, todas las particiones de datos se utilizan para almacenar datos locales (activos). Para los nodos que forman parte de un par de HA, una partición de datos se utiliza para almacenar datos locales (activos) de ese nodo y la segunda partición de datos se utiliza para reflejar los datos activos del par de HA.

Dispositivos de paso directo (DirectPath IO) vs. mapas de dispositivos sin procesar (RDM)

Los hipervisores ESXi y KVM no admiten discos NVMe como Raw Device Maps (RDM). Para permitir que ONTAP Select tome el control directo de los discos NVMe, tienes que configurar estas unidades como dispositivos passthrough dentro de ESXi o KVM. Al configurar un dispositivo NVMe como dispositivo passthrough, se requiere soporte de la BIOS del servidor y puede que necesites reiniciar el host. Además, hay

límites en la cantidad de dispositivos passthrough que se pueden asignar por host, y estos pueden variar según la plataforma. Sin embargo, ONTAP Deploy limita esto a 14 dispositivos NVMe por nodo ONTAP Select. Esto significa que la configuración NVMe ofrece una densidad de IOPS (IOPS/TB) muy alta a costa de la capacidad total. Como alternativa, si quieres una configuración de alto rendimiento con mayor capacidad de almacenamiento, la configuración recomendada es un tamaño grande de máquina virtual ONTAP Select, una tarjeta INTEL Optane para el disco del sistema y un número nominal de unidades SSD para el almacenamiento de datos.

> Para aprovechar al máximo el rendimiento de NVMe, considera el tamaño grande de la máquina virtual ONTAP Select.

Existe una diferencia adicional entre los dispositivos de paso directo y los RDM. Los RDM se pueden asignar a una máquina virtual en ejecución. Los dispositivos de paso directo requieren un reinicio de la máquina virtual. Esto significa que cualquier reemplazo de unidad NVMe o expansión de capacidad (adición de unidad) requerirá un reinicio de la máquina virtual ONTAP Select. La operación de reemplazo de unidad y expansión de capacidad (adición de unidad) se gestiona mediante un flujo de trabajo en ONTAP Deploy. ONTAP Deploy gestiona el reinicio de ONTAP Select para clústeres de un solo nodo y la conmutación por error/recuperación para pares de alta disponibilidad. Sin embargo, es importante tener en cuenta la diferencia entre trabajar con unidades de datos SSD (no se requieren reinicios/conmutaciones por error de ONTAP Select) y trabajar con unidades de datos NVMe (se requiere un reinicio/conmutación por error de ONTAP Select).

Aprovisionamiento de discos físicos y virtuales

Para ofrecer una experiencia de usuario más fluida, ONTAP Deploy aprovisiona automáticamente los discos del sistema (virtuales) desde el almacén de datos especificado (disco físico del sistema) y los conecta a la ONTAP Select VM. Esta operación se realiza automáticamente durante la configuración inicial para que la ONTAP Select VM pueda arrancar. Los RDM se particionan y el agregado raíz se crea automáticamente. Si el nodo ONTAP Select forma parte de un par HA, las particiones de datos se asignan automáticamente a un grupo de almacenamiento local y a un grupo de almacenamiento espejo. Esta asignación se realiza automáticamente tanto durante las operaciones de creación de clúster como durante las operaciones de adición de almacenamiento.

Debido a que los discos de datos en la máquina virtual ONTAP Select están asociados con los discos físicos subyacentes, la creación de configuraciones con un mayor número de discos físicos tiene implicaciones en el rendimiento.

> El tipo de grupo RAID del agregado raíz depende del número de discos disponibles. ONTAP Deploy selecciona el tipo de grupo RAID apropiado. Si dispone de suficientes discos asignados al nodo, utiliza RAID-DP, de lo contrario crea un agregado raíz RAID-4.

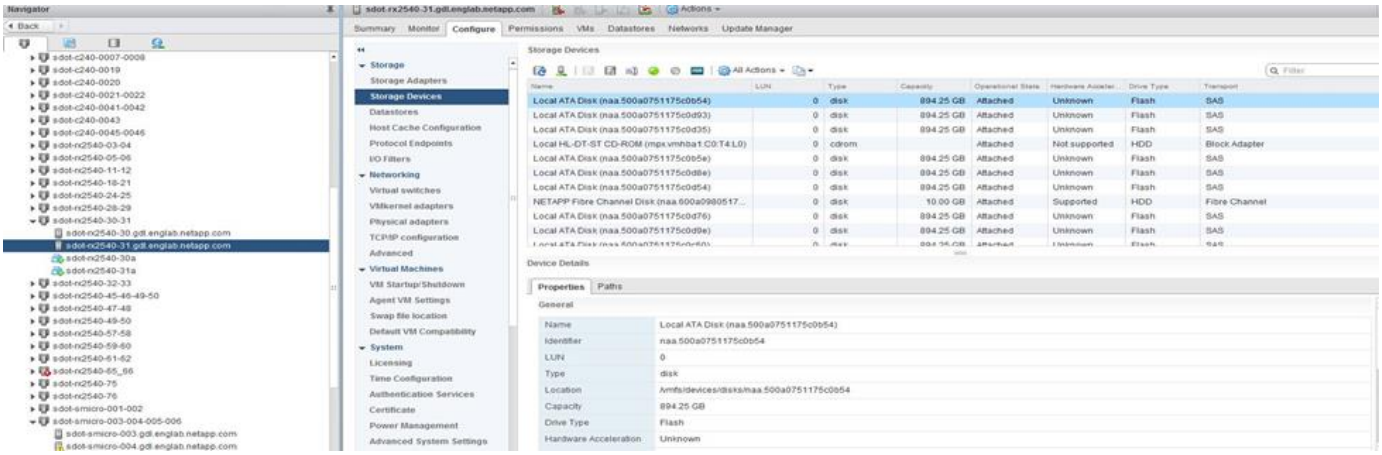
Al agregar capacidad a una máquina virtual ONTAP Select mediante RAID por software, el administrador debe considerar el tamaño de la unidad física y la cantidad de unidades necesarias. Para más detalles, consulta "Aumenta la capacidad de almacenamiento".

Al igual que en los sistemas FAS y AFF, solo puedes añadir unidades con capacidades iguales o superiores a un grupo RAID existente. Las unidades de mayor capacidad se ajustan al tamaño adecuado. Si estás creando nuevos grupos RAID, el tamaño del nuevo grupo RAID debe coincidir con el tamaño del grupo RAID existente para asegurarte de que el rendimiento general del agregado no se deteriore.

Relaciona un disco ONTAP Select con el disco ESXi o KVM correspondiente

Los discos ONTAP Select suelen llevar la etiqueta NET x.y. Puedes usar el siguiente comando de ONTAP para obtener el UUID del disco:

```
<system name>::> disk show NET-1.1
Disk: NET-1.1
Model: Micron_5100_MTFD
Serial Number: 1723175C0B5E
UID:
*500A0751:175C0B5E*:00000000:00000000:00000000:00000000:00000000:00000000:
00000000:00000000
BPS: 512
Physical Size: 894.3GB
Position: shared
Checksum Compatibility: advanced_zoned
Aggregate: -
Plex: -This UID can be matched with the device UID displayed in the
'storage devices' tab for the ESX host
```



En el shell de ESXi o KVM, puedes introducir el siguiente comando para hacer parpadear el LED de un disco físico determinado (identificado por su naa.unique-id).

ESXi

```
esxcli storage core device set -d <naa_id> -l=locator -L=<seconds>
```

KVM

```
cat /sys/block/<block_device_id>/device/wwid
```

Múltiples fallos de unidad al utilizar RAID por software

Es posible que un sistema se encuentre en una situación en la que varias unidades estén en estado de error al mismo tiempo. El comportamiento del sistema depende de la protección RAID del agregado y del número de unidades con error.

Un agregado RAID4 puede sobrevivir a un fallo de disco, un agregado RAID-DP puede sobrevivir a dos fallos de disco y un agregado RAID-TEC puede sobrevivir a tres fallos de disco.

Si el número de unidades con error es inferior al número máximo de fallos que admite el tipo de RAID, y si hay un disco de reserva disponible, el proceso de reconstrucción se inicia automáticamente. Si no hay discos de reserva disponibles, el agregado sirve datos en estado degradado hasta que se añadan discos de reserva.

Si el número de discos con error es mayor que el número máximo de fallos que admite el tipo de RAID, entonces el plex local se marca como fallido y el estado del agregado se degrada. Los datos se sirven desde el segundo plex que reside en el partner de HA. Esto significa que cualquier solicitud de E/S para el nodo 1 se envía a través del puerto de interconexión de clúster e0e (iSCSI) a los discos ubicados físicamente en el nodo 2. Si el segundo plex también falla, entonces el agregado se marca como fallido y los datos no están disponibles.

Un plex que ha fallado debe eliminarse y volver a crearse para que se reanude la duplicación correcta de los datos. Ten en cuenta que un fallo de varios discos que provoca la degradación de un agregado de datos también provoca la degradación de un agregado raíz. ONTAP Select utiliza el esquema de partición raíz-datos-datos (RDD) para dividir cada unidad física en una partición raíz y dos particiones de datos. Por lo tanto, la pérdida de uno o más discos puede afectar a varios agregados, incluido el agregado raíz local o la copia del agregado raíz remoto, así como el agregado de datos local y la copia del agregado de datos remoto.

En el siguiente ejemplo se elimina y se vuelve a crear un plex que ha fallado:

```
C3111E67::> storage aggregate plex delete -aggregate aggr1 -plex plex1
Warning: Deleting plex "plex1" of mirrored aggregate "aggr1" in a non-
shared HA configuration will disable its synchronous mirror protection and
disable
         negotiated takeover of node "sti-rx2540-335a" when aggregate
"aggr1" is online.
Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 78] Job succeeded: DONE

C3111E67::> storage aggregate mirror -aggregate aggr1
Info: Disks would be added to aggregate "aggr1" on node "sti-rx2540-335a"
in the following manner:
      Second Plex
        RAID Group rg0, 5 disks (advanced_zoned checksum, raid_dp)
                                                                Usable
Physical
          Position   Disk                      Type           Size
Size
          ---------- ------------------------- ---------- --------
--------
          shared     NET-3.2                   SSD               -
-
          shared     NET-3.3                   SSD               -
-
          shared     NET-3.4                   SSD         208.4GB
208.4GB
```

```
          shared     NET-3.5                   SSD         208.4GB
208.4GB
          shared     NET-3.12                  SSD         208.4GB
208.4GB

      Aggregate capacity available for volume use would be 526.1GB.
      625.2GB would be used from capacity license.
Do you want to continue? {y|n}: y

C3111E67::> storage aggregate show-status -aggregate aggr1
Owner Node: sti-rx2540-335a
 Aggregate: aggr1 (online, raid_dp, mirrored) (advanced_zoned checksums)
  Plex: /aggr1/plex0 (online, normal, active, pool0)
   RAID Group /aggr1/plex0/rg0 (normal, advanced_zoned checksums)
                                                                   Usable
Physical
     Position Disk                        Pool Type     RPM     Size
Size Status
     -------- --------------------------- ---- ----- ------ --------
-------- ----------
     shared   NET-1.1                      0   SSD        -  205.1GB
447.1GB (normal)
     shared   NET-1.2                      0   SSD        -  205.1GB
447.1GB (normal)
     shared   NET-1.3                      0   SSD        -  205.1GB
447.1GB (normal)
     shared   NET-1.10                     0   SSD        -  205.1GB
447.1GB (normal)
     shared   NET-1.11                     0   SSD        -  205.1GB
447.1GB (normal)
  Plex: /aggr1/plex3 (online, normal, active, pool1)
   RAID Group /aggr1/plex3/rg0 (normal, advanced_zoned checksums)
                                                                   Usable
Physical
     Position Disk                        Pool Type     RPM     Size
Size Status
     -------- --------------------------- ---- ----- ------ --------
-------- ----------
     shared   NET-3.2                      1   SSD        -  205.1GB
447.1GB (normal)
     shared   NET-3.3                      1   SSD        -  205.1GB
447.1GB (normal)
     shared   NET-3.4                      1   SSD        -  205.1GB
447.1GB (normal)
     shared   NET-3.5                      1   SSD        -  205.1GB
447.1GB (normal)
```

```
     shared   NET-3.12                    1   SSD        -  205.1GB
447.1GB (normal)
10 entries were displayed..
```

Para probar o simular uno o varios fallos de unidad, utiliza el comando `storage disk fail -disk NET-x.y -immediate`. Si hay un disco de reserva en el sistema, el agregado comenzará a reconstruirse. Puedes comprobar el estado de la reconstrucción usando el comando `storage aggregate show`. Puedes eliminar la unidad con error simulada usando ONTAP Deploy. Ten en cuenta que ONTAP ha marcado la unidad como `Broken`. La unidad no está realmente rota y se puede volver a añadir usando ONTAP Deploy. Para borrar la etiqueta Broken, introduce los siguientes comandos en la línea de comandos de ONTAP Select:

```
set advanced
disk unfail -disk NET-x.y -spare true
disk show -broken
```

La salida del último comando debe estar vacía.

NVRAM virtualizada

NetApp FAS, tradicionalmente, los sistemas FAS están equipados con una tarjeta PCI NVRAM física. Esta tarjeta es una tarjeta de alto rendimiento que contiene memoria flash no volátil y proporciona un aumento significativo en el rendimiento de escritura. Hace esto al otorgar a ONTAP la capacidad de reconocer inmediatamente las escrituras entrantes de vuelta al cliente. También puede programar el movimiento de bloques de datos modificados de vuelta a medios de almacenamiento más lentos en un proceso conocido como destaging.

Los sistemas Commodity no suelen disponer de este tipo de equipamiento. Por lo tanto, la funcionalidad de la tarjeta NVRAM se ha virtualizado y colocado en una partición del disco de arranque del sistema ONTAP Select. Por este motivo, la colocación del disco virtual del sistema de la instancia es extremadamente importante.

ONTAP Select vSAN y configuraciones de arrays externas

Las implantaciones de NAS virtual (vNAS) admiten clústeres ONTAP Select en SAN virtual (vSAN), algunos productos HCI y tipos de array externos de datastores. La infraestructura subyacente de estas configuraciones proporciona resiliencia al datastore.

El requisito mínimo es que el hipervisor que estás utilizando (VMware ESXi o KVM en un host Linux compatible) sea compatible con la configuración subyacente. Si el hipervisor es ESXi, debería aparecer en las respectivas HCL de VMware.

arquitectura vNAS

La nomenclatura vNAS se utiliza para todas las configuraciones que no usan DAS. Para los clústeres ONTAP Select de varios nodos, esto incluye arquitecturas en las que los dos nodos ONTAP Select del mismo par de alta disponibilidad comparten un único datastore (incluidos los datastores vSAN). Los nodos también se pueden instalar en datastores separados del mismo array externo compartido. Esto permite que las eficiencias de almacenamiento del lado del array reduzcan la huella total de todo el par de alta disponibilidad de ONTAP

Select. La arquitectura de las soluciones ONTAP Select vNAS es muy similar a la de ONTAP Select en DAS con una controladora RAID local. Es decir, cada nodo ONTAP Select sigue teniendo una copia de los datos de su pareja de alta disponibilidad. Las políticas de eficiencia de almacenamiento de ONTAP tienen alcance de nodo. Por lo tanto, las eficiencias de almacenamiento del lado del array son preferibles porque pueden aplicarse potencialmente a los conjuntos de datos de ambos nodos ONTAP Select.

También es posible que cada nodo ONTAP Select de un par de HA utilice un array externo independiente. Esta es una opción habitual cuando se utiliza ONTAP Select MetroCluster SDS con almacenamiento externo.

Cuando se utilizan arrays externos independientes para cada nodo de ONTAP Select, es muy importante que los dos arrays proporcionen características de rendimiento similares a la ONTAP Select VM.

arquitecturas vNAS frente a DAS locales con controladoras RAID por hardware

La arquitectura vNAS es lógicamente más similar a la arquitectura de un servidor con DAS y una controladora RAID. En ambos casos, ONTAP Select consume espacio de datastore. Ese espacio de datastore se divide en VMDKs, y estos VMDKs forman los agregados de datos tradicionales de ONTAP. ONTAP Deploy se asegura de que los VMDKs tienen el tamaño adecuado y se asignan al plex correcto (en el caso de pares HA) durante las operaciones de cluster-create y storage-add.

Hay dos diferencias principales entre vNAS y DAS con una controladora RAID. La diferencia más inmediata es que vNAS no requiere una controladora RAID. vNAS asume que la matriz externa subyacente proporciona la backplane y la resiliencia que proporcionaría una configuración de DAS con una controladora RAID. La segunda diferencia, más sutil, tiene que ver con el rendimiento de la NVRAM.

NVRAM de vNAS

La NVRAM de ONTAP Select es un VMDK. Esto significa que ONTAP Select emula un espacio direccionable por bytes (NVRAM tradicional) sobre un dispositivo direccionable por bloques (VMDK). Sin embargo, el rendimiento de la NVRAM es absolutamente crítico para el rendimiento general del nodo ONTAP Select.

Para configuraciones DAS con una controladora RAID por hardware, la caché de la controladora RAID por hardware actúa como la caché de NVRAM, porque todas las escrituras en el VMDK de NVRAM se alojan primero en la caché de la controladora RAID.

Para arquitecturas VNAS, ONTAP Deploy configura automáticamente los nodos ONTAP Select con un argumento de arranque llamado Single Instance Data Logging (SIDL). Cuando este argumento de arranque está presente, ONTAP Select omite la NVRAM y escribe la carga útil de datos directamente en el agregado de datos. La NVRAM solo se utiliza para registrar la dirección de los bloques modificados por la operación WRITE. La ventaja de esta función es que evita una doble escritura: una escritura en la NVRAM y una segunda escritura cuando la NVRAM se desescribe. Esta función solo está habilitada para vNAS porque las escrituras locales en la caché de la controladora RAID tienen una latencia adicional insignificante.

La función SIDL no es compatible con todas las funciones de eficiencia de almacenamiento de ONTAP Select. La función SIDL se puede desactivar a nivel de agregado mediante el siguiente comando:

```
storage aggregate modify -aggregate aggr-name -single-instance-data
-logging off
```



El rendimiento de escritura se ve afectado si la función SIDL está desactivada. Es posible volver a activar la función SIDL después de que todas las directivas de eficiencia del almacenamiento en todos los volúmenes de ese agregado estén desactivadas:

```
volume efficiency stop -all true -vserver * -volume * (all volumes in the
affected aggregate)
```

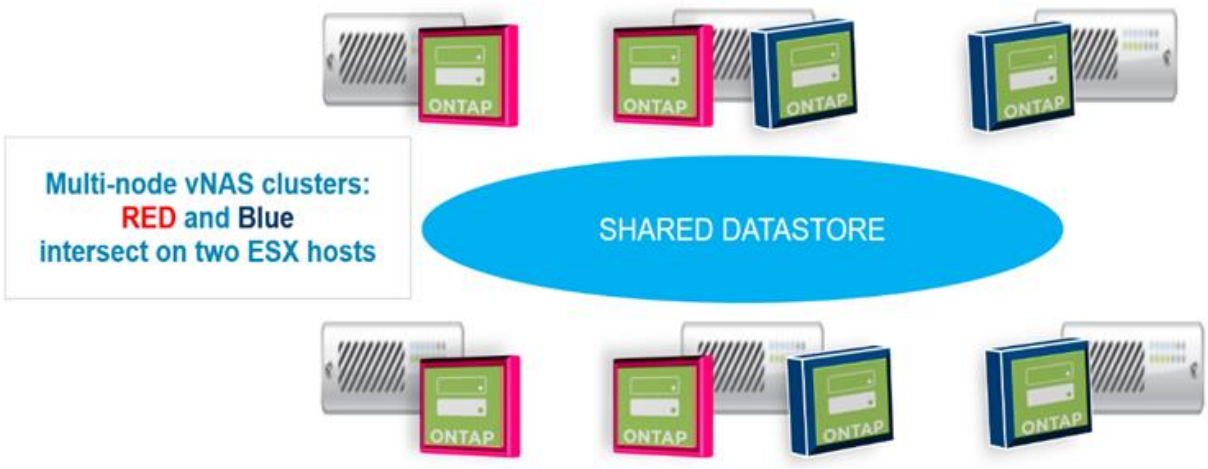
Coloca los nodos ONTAP Select cuando uses vNAS en ESXi

ONTAP Select incluye soporte para clústeres ONTAP Select de varios nodos en almacenamiento compartido. ONTAP Deploy permite la configuración de varios nodos ONTAP Select en el mismo host ESXi siempre que estos nodos no sean parte del mismo clúster.

> Esta configuración solo es válida para entornos VNAS (almacenamiento compartido). No se admiten varias instancias de ONTAP Select por host cuando se utiliza almacenamiento DAS porque estas instancias compiten por la misma controladora RAID de hardware.

ONTAP Deploy se asegura de que el despliegue inicial del clúster VNAS multinodo no coloque varias instancias de ONTAP Select del mismo clúster en el mismo host. La siguiente figura ilustra un ejemplo de un despliegue correcto de dos clústeres de cuatro nodos que se cruzan en dos hosts.

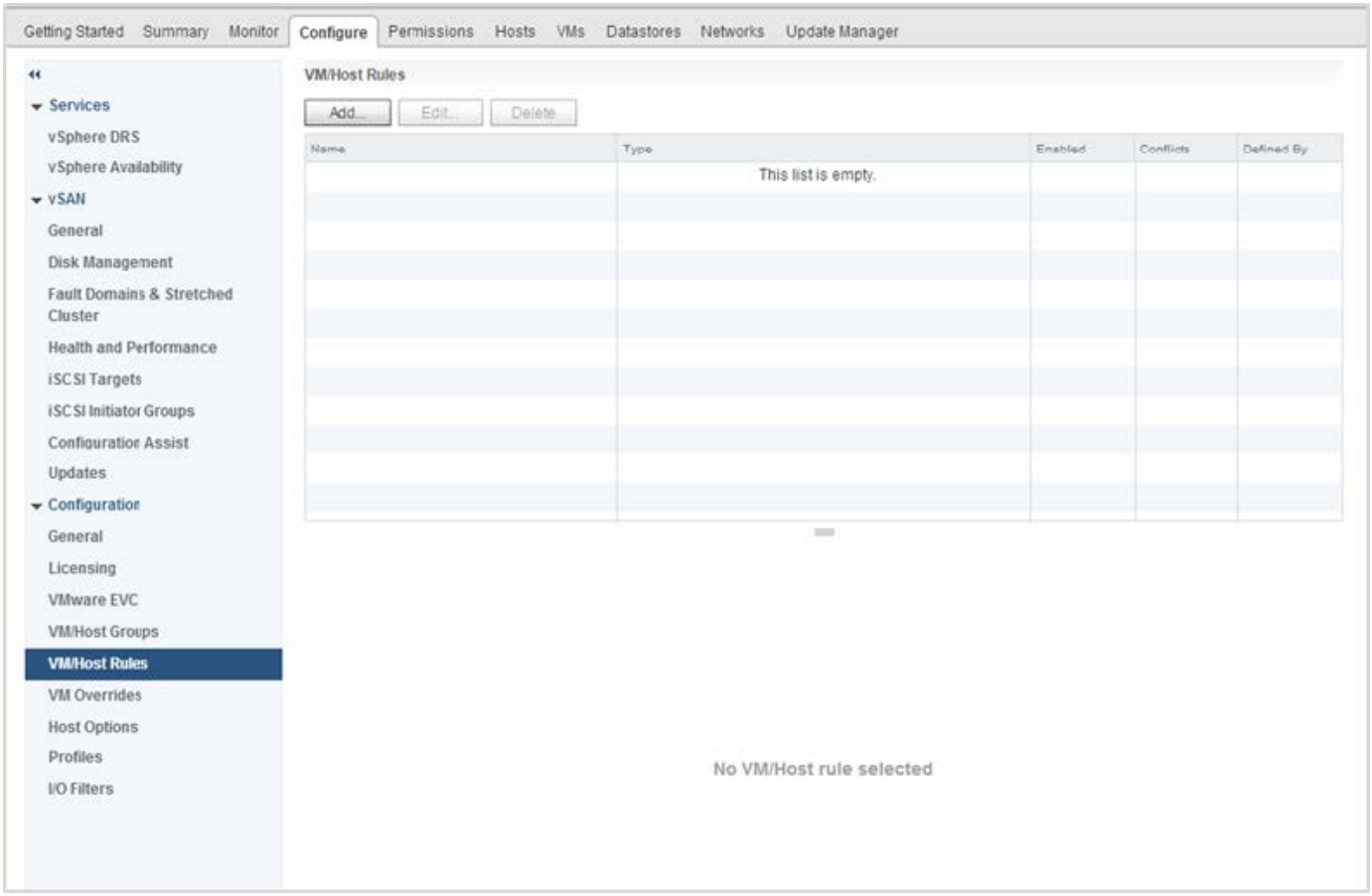
Implementación inicial de clústeres VNAS multinodo

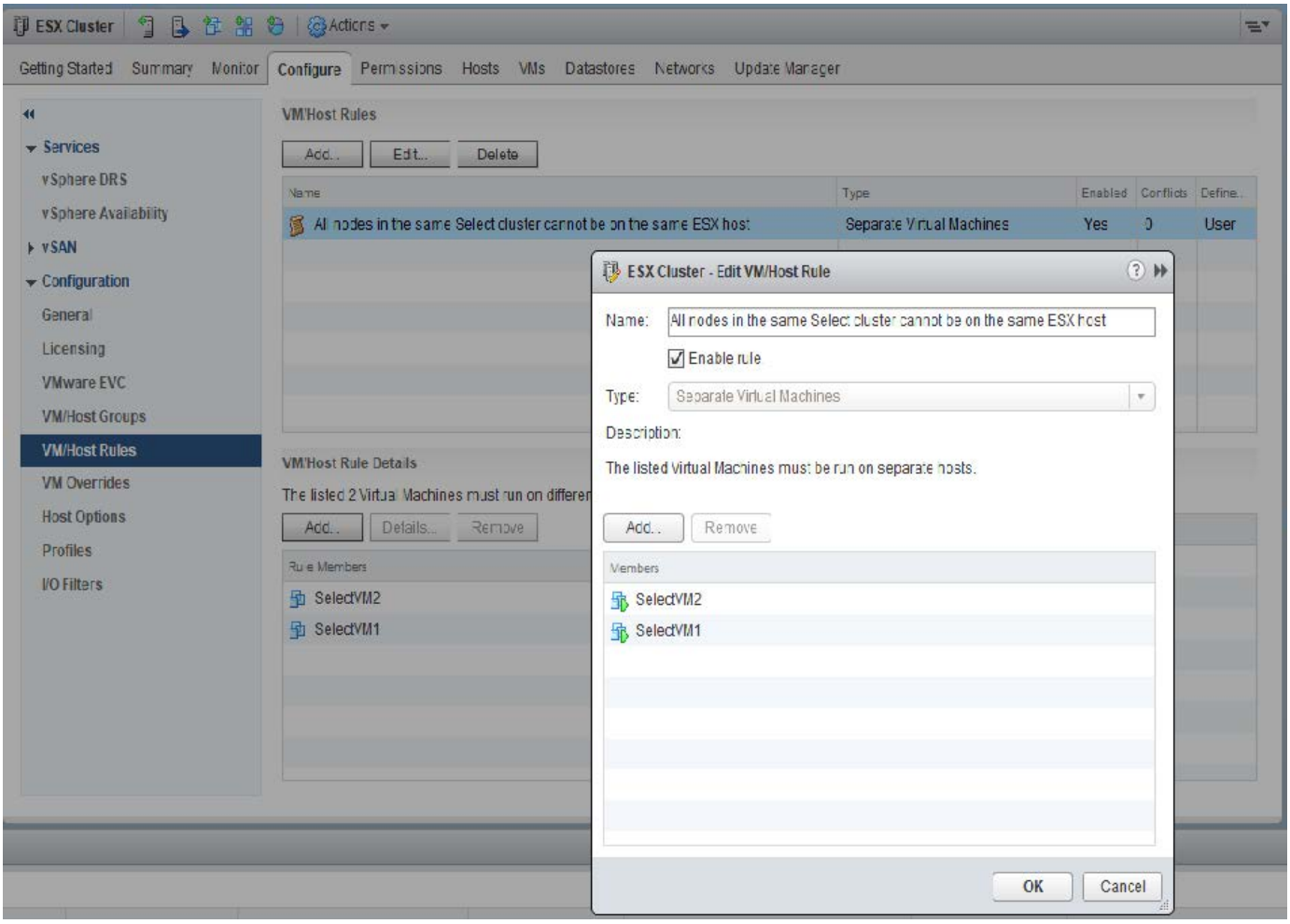


Tras la implantación, los nodos ONTAP Select se pueden migrar entre hosts. Esto podría dar lugar a configuraciones no óptimas y no compatibles en las que dos o más nodos ONTAP Select del mismo clúster comparten el mismo host subyacente. NetApp recomienda la creación manual de reglas antiafinidad de VM para que VMware mantenga automáticamente la separación física entre los nodos del mismo clúster, no solo los nodos del mismo par de HA.

> Las reglas de antiafinidad requieren que DRS esté habilitado en el clúster ESXi.

Consulta el siguiente ejemplo sobre cómo crear una regla de antiafinidad para las máquinas virtuales de ONTAP Select. Si el clúster de ONTAP Select contiene más de un par de HA, todos los nodos del clúster deben incluirse en esta regla.


Getting Started
Summary
Monitor
Configure
Permissions
Hosts
VMs
Datastores
Networks
Update Manager
Services
vSphere DRS
vSphere Availability
vSAN
General
Disk Management
Fault Domains & Stretched Cluster
Health and Performance
iSCSI Targets
iSCSI Initiator Groups
Configuratior Assist
Updates
Configuratior
General
Licensing
VMware EVC
VM/Host Groups
VM/Host Rules
VM Overrides
Host Options
Profiles
I/O Filters
VM/Host Rules
Add...
Edit...
Delete
Name
Type
Enabled
Conflicts
Defined By
This list is empty.
No VM/Host rule selected



Dos o más nodos ONTAP Select del mismo clúster ONTAP Select podrían encontrarse en el mismo host ESXi por una de las siguientes razones:

- DRS no está presente debido a limitaciones de licencia de VMware vSphere o si DRS no está habilitado.
- La regla antiafinidad de DRS se omite porque tiene prioridad una operación de HA de VMware o una migración de VM iniciada por el administrador.

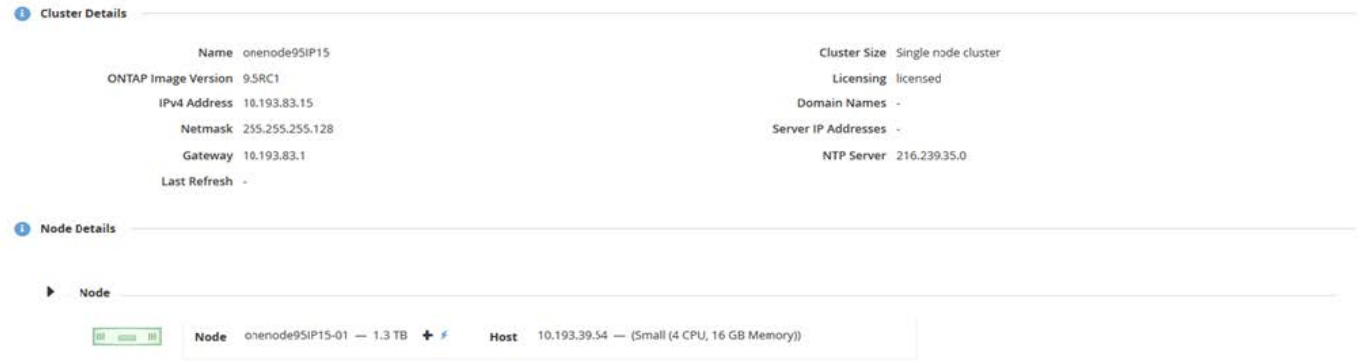
ONTAP Deploy no supervisa de forma proactiva las ubicaciones de las máquinas virtuales de ONTAP Select. Sin embargo, una operación de actualización del clúster refleja esta configuración no admitida en los registros de ONTAP Deploy:



Aspectos a tener en cuenta para aumentar la capacidad de almacenamiento de ONTAP Select

ONTAP Deploy se puede utilizar para agregar y licenciar almacenamiento adicional para cada nodo en un clúster de ONTAP Select.

La función de agregar almacenamiento en ONTAP Deploy es la única forma de aumentar el almacenamiento administrado y no se admite la modificación directa de la máquina virtual ONTAP Select. La siguiente figura muestra el icono "+" que inicia el asistente para agregar almacenamiento.



Las siguientes consideraciones son importantes para el éxito de la operación de expansión de capacidad. Agregar capacidad requiere que la licencia existente cubra la cantidad total de espacio (existente más nuevo). Una operación de adición de almacenamiento que haga que el nodo supere su capacidad licenciada fallará. Primero se debe instalar una nueva licencia con capacidad suficiente.

Si se agrega capacidad adicional a un agregado de datos ONTAP Select existente, el nuevo grupo de almacenamiento (almacén de datos) debería tener un perfil de rendimiento similar al del grupo de almacenamiento (almacén de datos) existente. Ten en cuenta que no es posible agregar almacenamiento que no sea SSD a un nodo ONTAP Select instalado con una personalidad similar a AFF (flash habilitado). Tampoco se admite la combinación de almacenamiento DAS y almacenamiento externo.

Si se agrega almacenamiento conectado localmente a un sistema para proporcionar grupos de almacenamiento local (DAS) adicionales, debes crear un grupo RAID y una o varias LUN adicionales. Al igual que con los sistemas FAS, debes asegurarte de que el rendimiento del nuevo grupo RAID sea similar al del grupo RAID original si agregas espacio nuevo al mismo agregado. Si creas un nuevo agregado, la configuración del nuevo grupo RAID podría ser diferente si comprendes bien las implicaciones de rendimiento para el nuevo agregado.

El nuevo espacio se puede agregar al mismo almacén de datos como una extensión si el tamaño total del almacén de datos no supera el tamaño máximo admitido para el almacén de datos. Agregar una extensión al almacén de datos donde ya está instalado ONTAP Select se puede hacer de forma dinámica y no afecta las operaciones del nodo ONTAP Select.

Si el nodo ONTAP Select forma parte de un par de alta disponibilidad, se deben tener en cuenta algunos aspectos adicionales.

En un par de alta disponibilidad (HA), cada nodo contiene una copia espejo de los datos de su compañero. Añadir espacio al nodo 1 requiere que se añada la misma cantidad de espacio a su compañero, el nodo 2, para que todos los datos del nodo 1 se replique en el nodo 2. En otras palabras, el espacio añadido al nodo 2 como parte de la operación de ampliación de capacidad para el nodo 1 no es visible ni accesible en el nodo 2. El espacio se añade al nodo 2 para que los datos del nodo 1 estén totalmente protegidos durante un evento de alta disponibilidad.

Existe una consideración adicional con respecto al rendimiento. Los datos del nodo 1 se replican sincrónicamente en el nodo 2. Por lo tanto, el rendimiento del nuevo espacio (almacén de datos) en el nodo 1 debe coincidir con el rendimiento del nuevo espacio (almacén de datos) en el nodo 2. En otras palabras, agregar espacio en ambos nodos, pero utilizando tecnologías de unidades diferentes o tamaños de grupo RAID diferentes, puede generar problemas de rendimiento. Esto se debe a la operación RAID SyncMirror utilizada para mantener una copia de los datos en el nodo asociado.

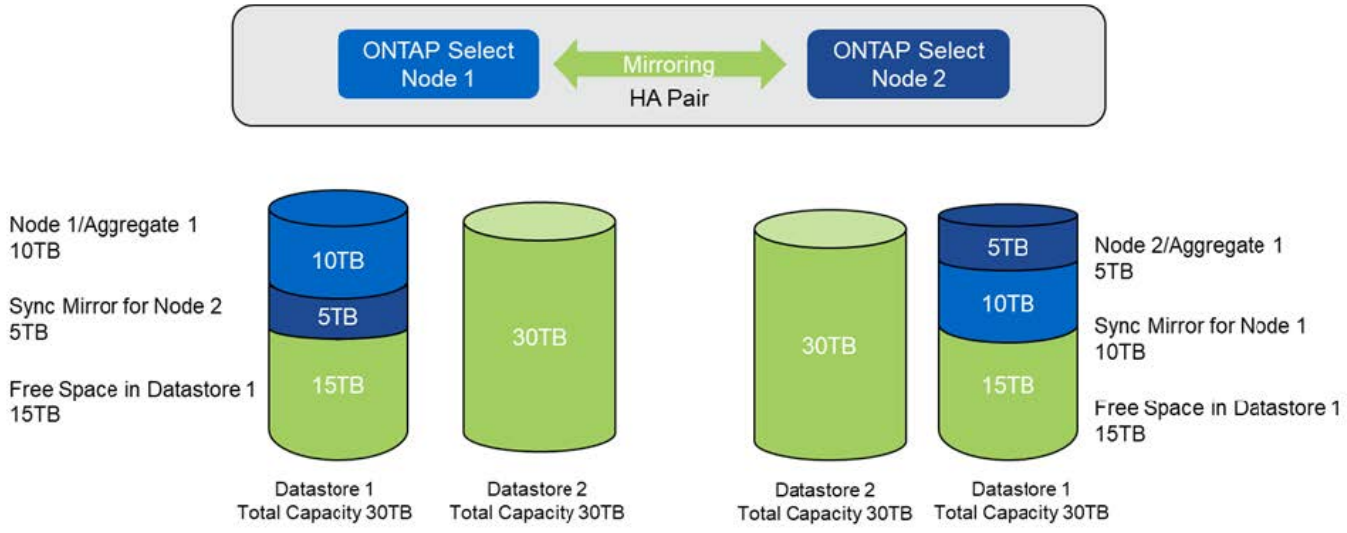
Para aumentar la capacidad accesible para el usuario en ambos nodos de un par de alta disponibilidad (HA),

se deben realizar dos operaciones de adición de almacenamiento, una para cada nodo. Cada operación de adición de almacenamiento requiere espacio adicional en ambos nodos. El espacio total requerido en cada nodo es igual al espacio requerido en el nodo 1 más el espacio requerido en el nodo 2.

La configuración inicial consta de dos nodos, cada uno con dos almacenes de datos de 30TB de espacio en cada almacén de datos. ONTAP Deploy crea un clúster de dos nodos, donde cada nodo consume 10TB de espacio del almacén de datos 1. ONTAP Deploy configura cada nodo con 5TB de espacio activo por nodo.

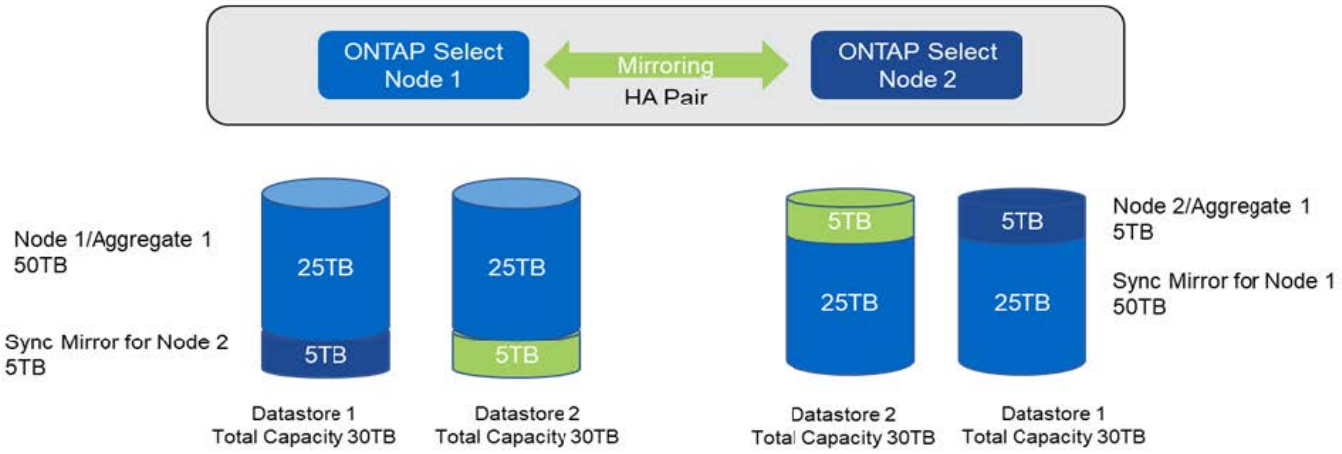
La siguiente figura muestra los resultados de una única operación de adición de almacenamiento para el nodo 1. ONTAP Select sigue utilizando la misma cantidad de almacenamiento (15TB) en cada nodo. Sin embargo, el nodo 1 tiene más almacenamiento activo (10TB) que el nodo 2 (5TB). Ambos nodos están totalmente protegidos, ya que cada nodo aloja una copia de los datos del otro nodo. Queda espacio libre adicional en el datastore 1, y el datastore 2 permanece completamente libre.

Distribución de capacidad: asignación y espacio libre después de una única operación de adición de almacenamiento



Dos operaciones adicionales de adición de almacenamiento en el nodo 1 consumen el resto del almacén de datos 1 y una parte del almacén de datos 2 (utilizando el límite de capacidad). La primera operación de adición de almacenamiento consume los 15TB de espacio libre que quedan en el almacén de datos 1. La siguiente figura muestra el resultado de la segunda operación de adición de almacenamiento. En este punto, el nodo 1 tiene 50TB de datos activos bajo gestión, mientras que el nodo 2 tiene los 5TB originales.

Distribución de capacidad: asignación y espacio libre después de dos operaciones adicionales de adición de almacenamiento para el nodo 1



El tamaño máximo de VMDK utilizado durante las operaciones de adición de capacidad es de 16TB. El tamaño máximo de VMDK utilizado durante las operaciones de creación de clúster sigue siendo de 8TB. ONTAP Deploy crea VMDK con el tamaño correcto según tu configuración (un clúster de un solo nodo o de varios nodos) y la cantidad de capacidad que se añada. Sin embargo, el tamaño máximo de cada VMDK no debe superar los 8TB durante las operaciones de creación de clúster y los 16TB durante las operaciones de adición de almacenamiento.

Aumenta la capacidad de ONTAP Select con RAID por software

El asistente para agregar almacenamiento también se puede usar para aumentar la capacidad administrada de los nodos ONTAP Select mediante RAID por software. El asistente solo muestra las unidades DAS SDD disponibles que se pueden asignar como RDM a la máquina virtual ONTAP Select.

Si bien es posible aumentar la capacidad de la licencia en un solo TB, al trabajar con RAID por software, no es posible aumentarla físicamente en un solo TB. Al igual que al agregar discos a una matriz FAS o AFF, ciertos factores determinan la cantidad mínima de almacenamiento que se puede agregar en una sola operación.

> En un par de HA, añadir almacenamiento al nodo 1 requiere que también esté disponible un número idéntico de unidades en el par de HA del nodo (nodo 2). Tanto las unidades locales como los discos remotos se usan en una sola operación de añadir almacenamiento en el nodo 1. Es decir, los discos remotos se usan para asegurarse de que el nuevo almacenamiento en el nodo 1 se replica y protege en el nodo 2. Para añadir almacenamiento utilizable localmente en el nodo 2, se necesita una operación de añadir almacenamiento independiente y debe haber disponible un número idéntico de unidades en ambos nodos.

ONTAP Select particiona las nuevas unidades en las mismas particiones raíz, de datos y de datos que las unidades existentes. La operación de particionamiento se realiza durante la creación de un nuevo agregado o durante la expansión de un agregado existente. El tamaño de la franja de partición raíz en cada disco se establece para que coincida con el tamaño de la partición raíz existente en los discos existentes. Por lo tanto, cada uno de los dos tamaños de partición de datos iguales se puede calcular como la capacidad total del disco menos el tamaño de la partición raíz dividido por dos. El tamaño de la franja de partición raíz es variable y se calcula durante la configuración inicial del clúster de la siguiente manera. El espacio raíz total requerido (68GB para un clúster de un solo nodo y 136GB para pares HA) se divide entre el número inicial de discos menos las unidades de repuesto y de paridad. El tamaño de la franja de partición raíz se mantiene constante en todas las unidades que se agregan al sistema.

Si estás creando un nuevo agregado, el número mínimo de unidades necesarias varía en función del tipo de RAID y de si el nodo ONTAP Select forma parte de un par de alta disponibilidad (HA).

Si se añade almacenamiento a un agregado existente, es necesario tener en cuenta algunos aspectos adicionales. Es posible añadir unidades a un grupo RAID existente, siempre que el grupo RAID no haya alcanzado su límite máximo. Las mejores prácticas tradicionales de FAS y AFF para añadir discos a grupos RAID existentes también se aplican aquí, y la creación de un punto caliente en el nuevo disco es una posible preocupación. Además, solo se pueden añadir unidades con tamaños de partición de datos iguales o mayores a un grupo RAID existente. Como se explicó anteriormente, el tamaño de la partición de datos no es lo mismo que el tamaño bruto de la unidad. Si las particiones de datos que se añaden son mayores que las particiones existentes, las nuevas unidades se dimensionan correctamente. En otras palabras, una parte de la capacidad de cada nueva unidad queda sin utilizar.

También es posible usar las nuevas unidades para crear un nuevo grupo RAID como parte de un agregado existente. En este caso, el tamaño del grupo RAID debe coincidir con el tamaño del grupo RAID existente.

Soporte para la eficiencia de almacenamiento de ONTAP Select

ONTAP Select proporciona opciones de eficiencia de almacenamiento similares a las opciones de eficiencia de almacenamiento presentes en las matrices FAS y AFF.

Las implementaciones de ONTAP Select virtual NAS (vNAS) que usan all-flash VSAN o matrices flash genéricas deben seguir las mejores prácticas para ONTAP Select con almacenamiento de conexión directa (DAS) que no sea SSD.

En las nuevas instalaciones, siempre que tengas almacenamiento DAS con unidades SSD y una licencia premium, se habilita automáticamente una configuración similar a la de AFF.

Con una personalidad similar a la de AFF, las siguientes funciones SE integradas se habilitan automáticamente durante la instalación:

- Detección de patrones cero en línea
- Deduplicación en línea de volumen
- Deduplicación de fondo de volumen
- Compresión en línea adaptativa
- Compactación de datos en línea
- Deduplicación en línea de agregados
- Deduplicación en segundo plano de agregados

Para verificar que ONTAP Select haya habilitado todas las políticas de eficiencia de almacenamiento predeterminadas, ejecuta el siguiente comando en un volumen recién creado:

```
<system name>::> set diag
Warning: These diagnostic commands are for use by NetApp personnel only.
Do you want to continue? {y|n}: y
twonode95IP15::*> sis config
Vserver:                                SVM1
Volume:                                 _export1_NFS_volume
Schedule                                -
Policy:                                 auto
Compression:                            true
Inline Compression:                     true
```

```
Compression Type:                          adaptive
Application IO Si                          8K
Compression Algorithm:                     lzopro
Inline Dedupe:                             true
Data Compaction:                           true
Cross Volume Inline Deduplication:         true
Cross Volume Background Deduplication:  true
```

Para las actualizaciones de ONTAP Select desde la versión 9.6 o posterior, debes instalar ONTAP Select en almacenamiento DAS SSD con una licencia premium. Además, debes marcar la casilla de comprobación **Enable Storage Efficiencies** durante la instalación inicial del clúster con ONTAP Deploy. Habilitar una personalidad similar a AFF después de la actualización de ONTAP, cuando no se hayan cumplido las condiciones previas, requiere la creación manual de un argumento de arranque y el reinicio del nodo. Contacta al soporte técnico para más detalles.

Configuraciones de eficiencia de almacenamiento de ONTAP Select

La siguiente tabla resume las distintas opciones de eficiencia de almacenamiento disponibles, habilitadas de forma predeterminada o no habilitadas de forma predeterminada pero recomendadas, según el tipo de medio y la licencia de software.

Características de ONTAP Select	DAS SSD (premium o premium XL[1])	DAS HDD (todas las licencias)	vNAS (todas las licencias)
Detección de ceros en línea	Sí (predeterminado)	Sí habilitado por el usuario por volumen	Sí habilitado por el usuario por volumen
Deduplicación en línea de volumen	Sí (predeterminado)	No disponible	No compatible
Compresión en línea de 32K (compresión secundaria)	Sí, habilitado por el usuario por volumen.	Sí habilitado por el usuario por volumen	No compatible
Compresión en línea de 8K (compresión adaptativa)	Sí (predeterminado)	Sí, habilitado por el usuario por volumen	No compatible
Compresión de fondo	No compatible	Sí, habilitado por el usuario por volumen	Sí habilitado por el usuario por volumen
Escáner de compresión	Sí	Sí	Sí habilitado por el usuario por volumen
Compactación de datos en línea	Sí (predeterminado)	Sí, habilitado por el usuario por volumen	No compatible
Escáner de compactación	Sí	Sí	No compatible
Deduplicación en línea de agregados	Sí (predeterminado)	N/A	No compatible
Deduplicación de fondo de volumen	Sí (predeterminado)	Sí, habilitado por el usuario por volumen	Sí habilitado por el usuario por volumen

Características de ONTAP Select	DAS SSD (premium o premium XL[1])	DAS HDD (todas las licencias)	vNAS (todas las licencias)
Deduplicación en segundo plano de agregados	Sí (predeterminado)	N/A	No compatible

[1]ONTAP Select 9.6 admite una nueva licencia (premium XL) y un nuevo tamaño de máquina virtual (grande). Sin embargo, la máquina virtual grande solo es compatible con configuraciones DAS que utilizan RAID por software. Las configuraciones RAID por hardware y vNAS no son compatibles con la máquina virtual grande de ONTAP Select en la versión 9.6.

Notas sobre el comportamiento de actualización para configuraciones DAS SSD

Tras actualizar a ONTAP Select 9.6 o posterior, espera a que el `system node upgrade-revert show` comando indique que la actualización se ha completado antes de verificar los valores de eficiencia de almacenamiento de los volúmenes existentes.

En un sistema actualizado a ONTAP Select 9.6 o posterior, un nuevo volumen creado en un agregado existente o en un agregado recién creado tiene el mismo comportamiento que un volumen creado en una implementación nueva. Los volúmenes existentes que se someten a la actualización de código de ONTAP Select tienen la mayoría de las mismas políticas de eficiencia de almacenamiento que un volumen recién creado, con algunas variaciones:

Escenario 1

Si no se habilitaron directivas de eficiencia de almacenamiento en un volumen antes de la actualización, entonces:

- Los volúmenes con `space guarantee = volume` no tienen habilitadas la compactación de datos en línea, la deduplicación agregada en línea ni la deduplicación agregada en segundo plano. Estas opciones se pueden habilitar después de la actualización.
- Los volúmenes con `space guarantee = none` no tienen la compresión en segundo plano habilitada. Esta opción se puede habilitar después de la actualización.
- Tras la actualización, la directiva de eficiencia de almacenamiento en los volúmenes existentes se establece en auto.

Escenario 2

Si algunas eficiencias de almacenamiento ya están habilitadas en un volumen antes de la actualización, entonces:

- Los volúmenes con `space guarantee = volume` no ven ninguna diferencia después de la actualización.
- Los volúmenes con `space guarantee = none` tienen activada la deduplicación de fondo del agregado.
- Los volúmenes con `storage policy inline-only` tienen su política establecida en auto.
- Los volúmenes con directivas de eficiencia de almacenamiento definidas por el usuario no tienen cambios en la directiva, a excepción de los volúmenes con `space guarantee = none`. Estos volúmenes tienen activada la deduplicación de fondo en el agregado.

Redes

Conceptos y características de red de ONTAP Select

Primero, familiarízate con los conceptos generales de red que se aplican al entorno ONTAP Select. Luego explora las características y opciones específicas disponibles con los clústeres de un solo nodo y de varios nodos.

Red física

La red física soporta un despliegue de clúster ONTAP Select principalmente proporcionando la infraestructura de conmutación de capa dos subyacente. La configuración relacionada con la red física incluye tanto el host hipervisor como el entorno de red conmutada más amplio.

Opciones de NIC de host

Cada host hipervisor ONTAP Select debe configurarse con dos o cuatro puertos físicos. La configuración exacta que elijas depende de varios factores, entre ellos:

- Si el clúster contiene uno o varios hosts ONTAP Select
- ¿Qué sistema operativo hipervisor se utiliza?
- Cómo se configura el conmutador virtual
- Si se utiliza LACP con los enlaces o no

Configuración física del conmutador

Debes asegurarte de que la configuración de los switches físicos sea compatible con la implementación de ONTAP Select. Los switches físicos están integrados con los switches virtuales basados en hipervisor. La configuración exacta que elijas depende de varios factores. Las consideraciones principales incluyen lo siguiente:

- ¿Cómo mantendrás la separación entre las redes internas y externas?
- ¿Mantendrás una separación entre las redes de datos y de gestión?
- ¿Cómo se configurarán las VLAN de capa dos?

Redes lógicas

ONTAP Select utiliza dos redes lógicas diferentes, separando el tráfico según el tipo. En concreto, el tráfico puede fluir entre los hosts dentro del clúster, así como hacia los clientes de almacenamiento y otras máquinas fuera del clúster. Los switches virtuales gestionados por los hipervisores ayudan a soportar la red lógica.

Red interna

Con un despliegue en clúster multinodo, los nodos individuales de ONTAP Select se comunican utilizando una red "interna" aislada. Esta red no está expuesta ni disponible fuera de los nodos del clúster de ONTAP Select.

> La red interna solo está presente con un clúster multinodo.

La red interna tiene las siguientes características:

- Se utiliza para procesar el tráfico intracluster de ONTAP, incluyendo:
  - Clúster

    - Interconexión de alta disponibilidad (HA-IC)
    - RAID Synch Mirror (RSM)
- Red única de capa dos basada en una VLAN
- Las direcciones IP estáticas son asignadas por ONTAP Select:
    - Solo IPv4
    - DHCP no utilizado
    - Dirección link-local
- El tamaño de MTU es de 9000 bytes por defecto y puede ajustarse dentro del rango 7500-9000 (inclusive)

Red exterior

La red externa procesa el tráfico entre los nodos de un cluster ONTAP Select y los clientes de almacenamiento externo, así como el resto de máquinas. La red externa forma parte de cada despliegue de cluster y tiene las siguientes características:

- Se utiliza para procesar el tráfico de ONTAP, incluyendo:
    - Datos (NFS, CIFS, iSCSI)
    - Gestión (clúster y nodo; opcionalmente SVM)
    - Intercluster (opcional)
- Opcionalmente admite VLANs:
    - Grupo de puertos de datos
    - Grupo de puertos de gestión
- Direcciones IP que se asignan en función de las opciones de configuración del administrador:
    - IPv4 o IPv6
- El tamaño de MTU es de 1500 bytes por defecto (se puede ajustar)

La red externa está presente con clústeres de todos los tamaños.

Entorno de red de máquinas virtuales

El host hipervisor proporciona varias funciones de red.

ONTAP Select se basa en las siguientes capacidades expuestas a través de la máquina virtual:

Puertos de máquinas virtuales
: Hay varios puertos disponibles para usar por ONTAP Select. Se asignan y utilizan según varios factores, incluido el tamaño del clúster.

Conmutador virtual
: El software de conmutación virtual dentro del entorno del hipervisor, ya sea vSwitch (VMware) u Open vSwitch (KVM), conecta los puertos expuestos por la máquina virtual con los puertos de la tarjeta de red Ethernet física. Debes configurar un vSwitch para cada host de ONTAP Select, según corresponda para tu entorno.

Configuraciones de red de nodo único y de nodos múltiples de ONTAP Select

ONTAP Select admite tanto configuraciones de red de un solo nodo como de varios nodos.

Configuración de red de nodo único

Las configuraciones ONTAP Select de nodo único no requieren la red interna de ONTAP, porque no hay tráfico de clúster, interconexión de alta disponibilidad ni de espejo.

A diferencia de la versión multinodo del producto ONTAP Select, cada ONTAP Select VM contiene tres adaptadores de red virtuales, presentados a los puertos de red de ONTAP e0a, e0b y e0c.

Estos puertos se utilizan para proporcionar los siguientes servicios: gestión, datos e interclúster LIF.

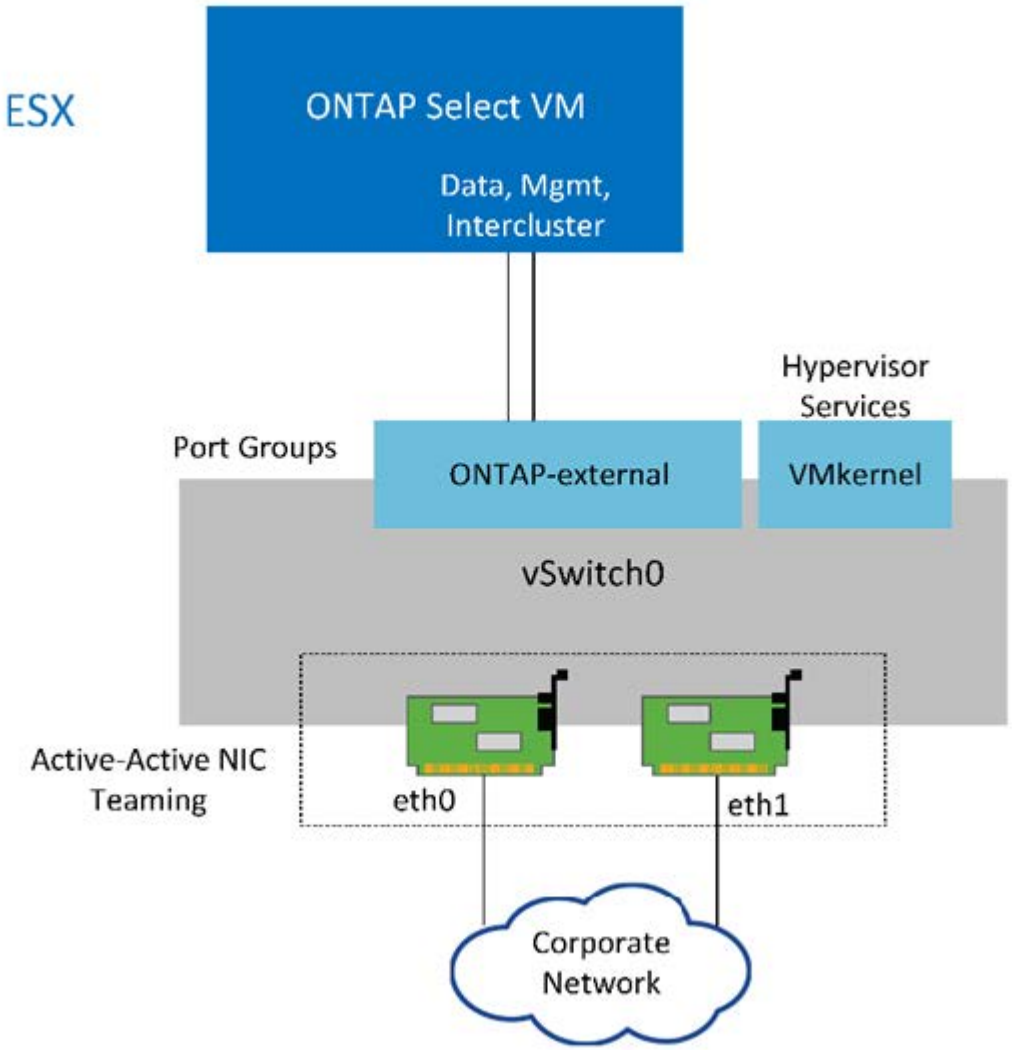
KVM

Puedes desplegar ONTAP Select como un clúster de un solo nodo. El host hipervisor incluye un switch virtual que proporciona acceso a la red externa.

ESXi

La siguiente figura muestra la relación entre estos puertos y los adaptadores físicos subyacentes. La figura muestra un nodo del clúster ONTAP Select en el hipervisor ESXi.

Configuración de red de un clúster ONTAP Select de nodo único



Aunque dos adaptadores son suficientes para un clúster de un solo nodo, igual se requiere NIC teaming.

Asignación LIF

Como se explica en la sección de asignación de LIF multinodo de este documento, ONTAP utiliza IPspaces para mantener el tráfico de red del clúster separado del tráfico de datos y de gestión. La variante de un solo nodo de esta plataforma no contiene una red de clúster. Por lo tanto, no hay puertos presentes en el IPspace del clúster.

Los LIF de gestión de clúster y nodo se crean automáticamente durante la configuración del clúster de ONTAP Select. Puedes crear los LIF restantes después del despliegue.

LIF de gestión y datos (e0a, e0b y e0c)

Los puertos e0a, e0b y e0c de ONTAP se delegan como puertos candidatos para LIFs que transportan los siguientes tipos de tráfico:

- Tráfico de protocolo SAN/NAS (CIFS, NFS e iSCSI)
- Tráfico de gestión de clúster, nodo y SVM

- Tráfico entre clústeres (SnapMirror y SnapVault)

Configuración de red multinodo

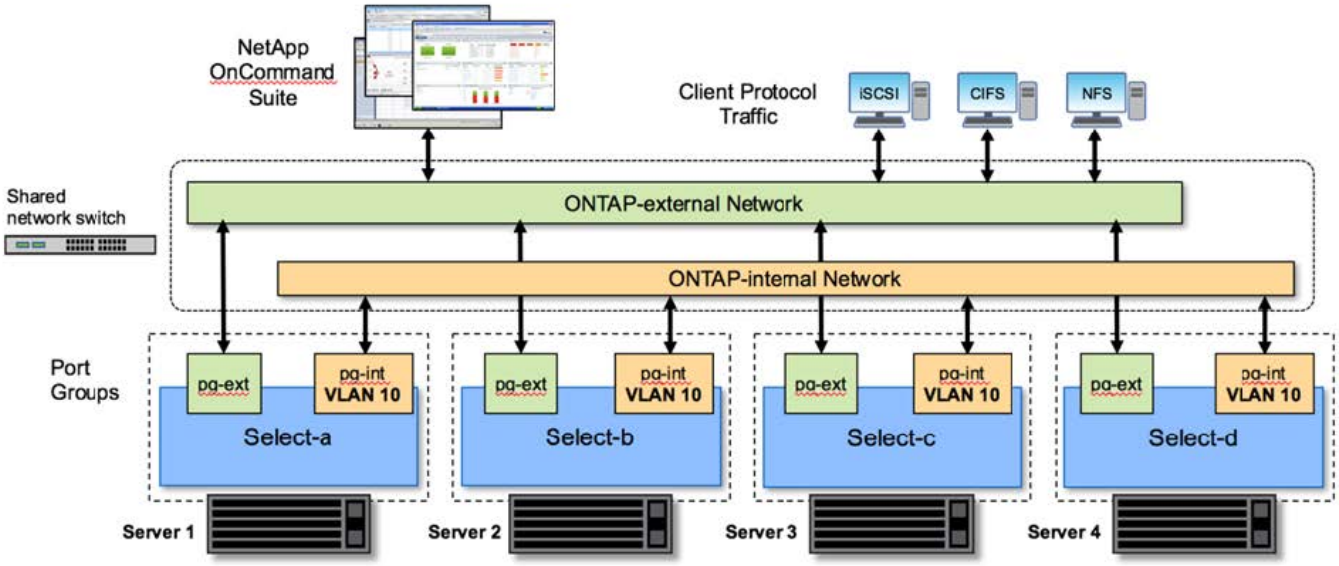
La configuración de red multinodo de ONTAP Select consta de dos redes.

Se trata de una red interna, responsable de proporcionar servicios de clúster y replicación interna, y una red externa, responsable de proporcionar servicios de acceso y gestión de datos. El aislamiento de extremo a extremo del tráfico que fluye dentro de estas dos redes es extremadamente importante para crear un entorno adecuado para la resiliencia del clúster.

Estas redes se representan en la siguiente figura, que muestra un clúster ONTAP Select de cuatro nodos ejecutándose en una plataforma vSphere de VMware. Los clústeres de seis, ocho, diez y doce nodos tienen una configuración de red similar.

Cada instancia de ONTAP Select reside en un servidor físico independiente. El tráfico interno y externo se aísla mediante grupos de puertos de red separados, que se asignan a cada interfaz de red virtual y permiten que los nodos del clúster compartan la misma infraestructura de conmutación física.

Descripción general de la configuración de red de un clúster multinodo ONTAP Select



Cada máquina virtual ONTAP Select contiene siete adaptadores de red virtuales que se presentan a ONTAP como un conjunto de siete puertos de red, de e0a a e0g. Aunque ONTAP trata estos adaptadores como NIC físicas, en realidad son virtuales y se asignan a un conjunto de interfaces físicas a través de una capa de red virtualizada. Como resultado, cada servidor host no requiere seis puertos de red físicos.

No se admite la adición de adaptadores de red virtuales a la máquina virtual ONTAP Select.

Estos puertos están preconfigurados para proporcionar los siguientes servicios:

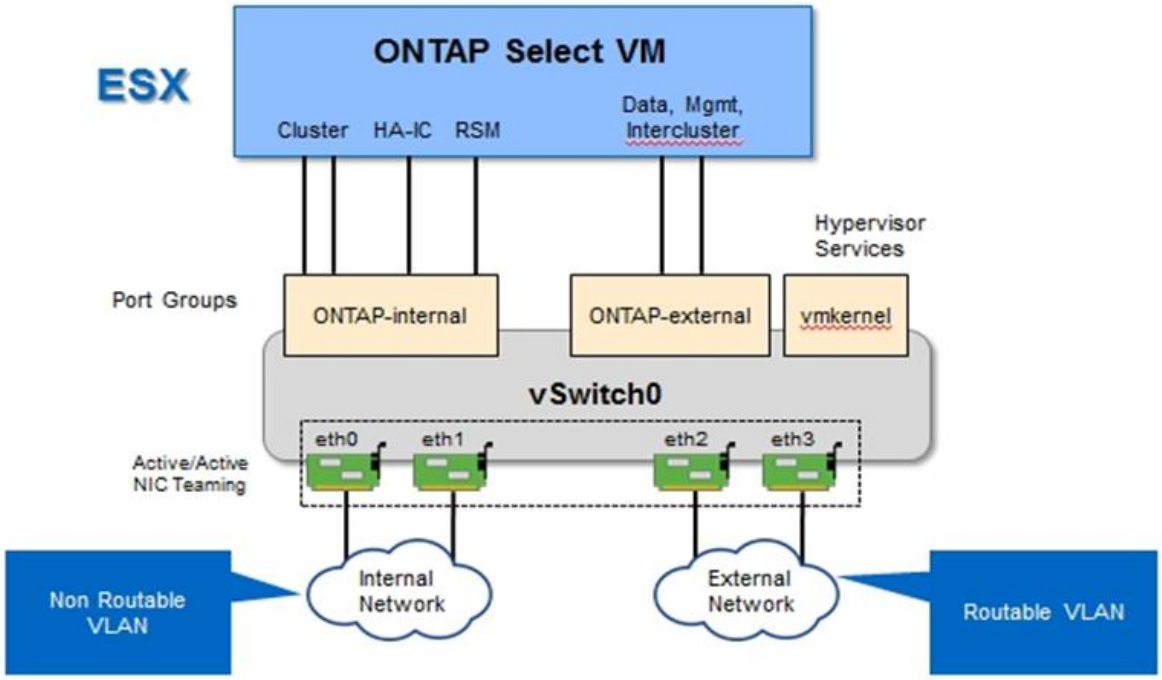
- e0a, e0b y e0g. LIF de gestión y datos
- e0c, e0d. LIF de red del clúster
- e0e. RSM

- e0f. Interconexión de alta disponibilidad

Los puertos e0a, e0b y e0g residen en la red externa. Aunque los puertos e0c a e0f realizan varias funciones diferentes, en conjunto componen la red interna Select. Cuando tomes decisiones de diseño de red, deberías colocar estos puertos en una sola red de capa 2. No hay necesidad de separar estos adaptadores virtuales en diferentes redes.

La relación entre estos puertos y los adaptadores físicos subyacentes se ilustra en la siguiente figura, que muestra un nodo del clúster ONTAP Select en el hipervisor ESXi.

Configuración de red de un solo nodo que forma parte de un clúster de varios nodos de ONTAP Select



Segregar el tráfico interno y externo a través de diferentes NIC físicas evita un acceso insuficiente a los recursos de red, lo que introduce latencias en el sistema. Además, la agregación mediante NIC teaming permite que el nodo del clúster ONTAP Select siga accediendo a la red si falla un solo adaptador de red.

Tanto el grupo de puertos de red externa como el de red interna contienen los cuatro adaptadores NIC de forma simétrica. Los puertos activos del grupo de puertos de red externa son los puertos en espera en la red interna. A la inversa, los puertos activos del grupo de puertos de red interna son los puertos en espera en el grupo de puertos de red externa.

Asignación LIF

Con la introducción de los espacios IP, las funciones de puerto de ONTAP han quedado obsoletas. Al igual que los arreglos FAS, los clústeres ONTAP Select contienen tanto un espacio IP predeterminado como un espacio IP de clúster. Al ubicar los puertos de red e0a, e0b y e0g en el espacio IP predeterminado y los puertos e0c y e0d en el espacio IP del clúster, esos puertos básicamente se han aislado para que no alojen LIF que no les corresponden. Los puertos restantes dentro del clúster ONTAP Select se consumen mediante la asignación automática de interfaces que proporcionan servicios internos. No se exponen a través de la consola de ONTAP, como ocurre con las interfaces de RSM y la interconexión de alta disponibilidad.

No todas las LIF son visibles a través de la consola de comandos de ONTAP. Las interfaces de

interconexión de alta disponibilidad y RSM están ocultas para ONTAP y se utilizan internamente para proporcionar sus respectivos servicios.

Los puertos de red y los LIF se explican detalladamente en las secciones siguientes.

LIF de gestión y datos (e0a, e0b y e0g)

Los puertos e0a, e0b y e0g de ONTAP se delegan como puertos candidatos para LIFs que transportan los siguientes tipos de tráfico:

- Tráfico de protocolo SAN/NAS (CIFS, NFS e iSCSI)
- Tráfico de gestión de clúster, nodo y SVM
- Tráfico entre clústeres (SnapMirror y SnapVault)

Los LIF de gestión de clúster y nodo se crean automáticamente durante la configuración del clúster de ONTAP Select. Puedes crear los LIF restantes después del despliegue.

LIF de la red de clúster (e0c, e0d)

Los puertos e0c y e0d de ONTAP se delegan como puertos de origen para interfaces de clúster. En cada nodo del clúster ONTAP Select, se generan automáticamente dos interfaces de clúster durante la configuración de ONTAP usando direcciones IP locales de enlace (169.254.x.x).

No puedes asignar una dirección IP estática a estas interfaces y no deberías crear interfaces de clúster adicionales.

El tráfico de red del clúster debe fluir a través de una red de capa 2 de baja latencia y sin enrutamiento. Debido a los requisitos de rendimiento y latencia del clúster, deberías ubicar físicamente el clúster de ONTAP Select en un lugar cercano (por ejemplo, multipack, un solo centro de datos). No se admite la creación de configuraciones de clúster de cuatro, seis, ocho, diez o doce nodos extendidos separando los nodos de alta disponibilidad a través de una WAN o de distancias geográficas significativas. Se admite una configuración extendida de dos nodos con un mediador.

Para más detalles, consulta la sección "Mejores prácticas de HA ampliada de dos nodos (MetroCluster SDS)".

Para asegurarte del máximo rendimiento para el tráfico de red del clúster, este puerto de red está configurado para usar tramas gigantes (7500 a 9000 MTU). Para que el clúster funcione correctamente, comprueba que las tramas gigantes estén habilitadas en todos los switches virtuales y físicos upstream que proporcionan servicios de red internos a los nodos del clúster ONTAP Select.

Tráfico de RAID SyncMirror (e0e)

La replicación síncrona de bloques entre nodos asociados en HA se produce utilizando una interfaz de red interna que reside en el puerto de red e0e. Esta funcionalidad se produce automáticamente, utilizando interfaces de red configuradas por ONTAP durante la configuración del clúster y no requiere configuración por parte del administrador.

El puerto e0e está reservado por ONTAP para el tráfico de replicación interno. Por lo tanto, ni el puerto ni el LIF alojado son visibles en la CLI de ONTAP o en System Manager. Esta interfaz está configurada para usar una dirección IP local de enlace generada automáticamente y no puedes asignar una dirección IP alternativa. Este puerto de red requiere el uso de tramas

gigantes (7500 a 9000 MTU).

Interconexión de alta disponibilidad (e0f)

NetApp FAS utiliza hardware especializado para pasar información entre pares de alta disponibilidad en un clúster ONTAP. Sin embargo, los entornos definidos por software no suelen tener este tipo de equipos disponibles (como InfiniBand o dispositivos iWARP), así que se necesita una solución alternativa. Aunque se consideraron varias posibilidades, los requisitos de ONTAP para el transporte de interconexión exigieron que esta funcionalidad se emulara en software. Como resultado, dentro de un clúster ONTAP Select, la funcionalidad de la interconexión de alta disponibilidad (que tradicionalmente proporcionaba el hardware) se ha diseñado en el sistema operativo, usando Ethernet como mecanismo de transporte.

Cada nodo ONTAP Select está configurado con un puerto de interconexión de alta disponibilidad, e0f. Este puerto aloja la interfaz de red de interconexión de alta disponibilidad, que es responsable de dos funciones principales:

- Duplicación del contenido de la NVRAM entre pares de HA
- Envío/recepción de información de estado de HA y mensajes de heartbeat de red entre pares de HA

El tráfico de interconexión de alta disponibilidad fluye a través de este puerto de red utilizando una única interfaz de red mediante la superposición de tramas de acceso remoto directo a memoria (RDMA) dentro de paquetes Ethernet.

> Al igual que el puerto RSM (e0e), ni el puerto físico ni la interfaz de red alojada son visibles para los usuarios desde la CLI de ONTAP o desde System Manager. Como resultado, no puedes modificar la dirección IP de esta interfaz ni cambiar el estado del puerto. Este puerto de red requiere el uso de tramas gigantes (7500 a 9000 MTU).

Redes internas y externas de ONTAP Select

Características de las redes internas y externas de ONTAP Select.

Red interna de ONTAP Select

La red interna de ONTAP Select, que solo está presente en la variante multinodo del producto, es responsable de proporcionar al clúster de ONTAP Select servicios de comunicación de clúster, interconexión de alta disponibilidad y replicación síncrona. Esta red incluye los siguientes puertos e interfaces:

- **e0c, e0d.** Alojamiento de LIF de red del clúster
- **e0e.** Alojamiento de la LIF RSM
- **e0f.** Alojamiento del LIF de interconexión de alta disponibilidad

El rendimiento y la latencia de esta red son cruciales para determinar el desempeño y la resiliencia del clúster ONTAP Select. El aislamiento de la red es necesario para la seguridad del clúster y para garantizar que las interfaces del sistema se mantengan separadas del resto del tráfico de red. Por lo tanto, esta red debe ser utilizada exclusivamente por el clúster ONTAP Select.

> No se admite el uso de la red interna Select para tráfico distinto al tráfico del clúster Select, como el tráfico de aplicaciones o de administración. No puede haber otras máquinas virtuales ni hosts en la VLAN interna de ONTAP.

Los paquetes de red que atraviesan la red interna deben estar en una red de capa 2 dedicada con etiquetado

VLAN. Esto se puede lograr completando una de las siguientes tareas:

- Asignar un grupo de puertos etiquetados con VLAN a las NIC virtuales internas (e0c a e0f) (modo VST)
- Utilizar la VLAN nativa proporcionada por el switch ascendente donde la VLAN nativa no se utiliza para ningún otro tráfico (asignar un grupo de puertos sin ID de VLAN, es decir, modo EST)

En todos los casos, el etiquetado VLAN para el tráfico de red interno se realiza fuera de la VM ONTAP Select.

> Sólo se admiten vSwitches estándar y distribuidos de ESXi. No se admiten otros conmutadores virtuales ni la conectividad directa entre hosts ESXi. La red interna debe estar totalmente abierta; no se admiten NAT ni cortafuegos.

En un clúster ONTAP Select, el tráfico interno y externo se separa mediante objetos de red virtuales de capa 2 conocidos como grupos de puertos. La correcta asignación de vSwitch de estos grupos de puertos es extremadamente importante, especialmente para la red interna, que es responsable de proporcionar servicios de clúster, interconexión de alta disponibilidad y replicación espejo. Un ancho de banda insuficiente en estos puertos de red puede causar degradación del rendimiento e incluso afectar la estabilidad del nodo del clúster. Por lo tanto, los clústeres de cuatro, seis, ocho, diez y doce nodos requieren que la red interna de ONTAP Select use conectividad de 10 Gb; las NIC de 1 Gb no son compatibles. Sin embargo, se pueden hacer concesiones en la red externa, porque limitar el flujo de datos entrantes a un clúster ONTAP Select no afecta su capacidad para operar de manera fiable.

Un clúster de dos nodos puede usar cuatro puertos de 1 Gb para el tráfico interno o un único puerto de 10 Gb en lugar de los dos puertos de 10 Gb que requiere el clúster de cuatro nodos. En un entorno donde las condiciones impiden que el servidor pueda equiparse con cuatro tarjetas NIC de 10 Gb, se pueden usar dos tarjetas NIC de 10 Gb para la red interna y dos tarjetas NIC de 1 Gb para la red externa ONTAP.

Validación y resolución de problemas de la red interna

La red interna de un clúster multinodo puede validarse utilizando la función de comprobación de conectividad de red. Esta función puede invocarse desde la CLI de Deploy ejecutando el `network connectivity-check start` comando.

Ejecuta el siguiente comando para ver el resultado de la prueba:

```
network connectivity-check show --run-id X (X is a number)
```

Esta herramienta solo es útil para solucionar problemas de la red interna en un clúster Select de varios nodos. La herramienta no debe utilizarse para solucionar problemas de clústeres de un solo nodo (incluidas configuraciones de vNAS), conectividad de ONTAP Deploy a ONTAP Select o problemas de conectividad del lado del cliente.

El asistente de creación de clústeres (parte de la interfaz de usuario de ONTAP Deploy) incluye el comprobador de red interna como un paso opcional disponible durante la creación de clústeres multinodo. Dado el importante papel que desempeña la red interna en los clústeres multinodo, hacer que este paso forme parte del flujo de trabajo de creación de clústeres mejora la tasa de éxito de las operaciones de creación de clústeres.

A partir de ONTAP Deploy 2.10, el tamaño de MTU utilizado por la red interna se puede configurar entre 7,500 y 9,000. La herramienta de comprobación de conectividad de red también se puede usar para probar el tamaño de MTU entre 7,500 y 9,000. El valor predeterminado de MTU se establece según el valor del switch de red virtual. Ese valor predeterminado se debe sustituir por uno más pequeño si en el entorno hay una

superposición de red como VXLAN.

ONTAP Select red externa

La red externa de ONTAP Select es responsable de todas las comunicaciones salientes del clúster y, por lo tanto, está presente tanto en la configuración de clúster de un solo nodo como en la de varios nodos. Aunque esta red no tiene los requisitos de rendimiento tan estrictos de la red interna, el administrador debe tener cuidado de no crear cuellos de botella en la red entre el cliente y la ONTAP VM, porque los problemas de rendimiento podrían interpretarse erróneamente como problemas de ONTAP Select.

> De forma similar al tráfico interno, el tráfico externo se puede etiquetar en la capa vSwitch (VST) y en la capa de switch externo (EST). Además, el tráfico externo puede ser etiquetado por la propia VM de ONTAP Select en un proceso conocido como VGT. Consulta la sección "Separación del tráfico de datos y de gestión" para más detalles.

La siguiente tabla destaca las principales diferencias entre las redes internas y externas de ONTAP Select.

Referencia rápida sobre redes internas y externas

Descripción	Red interna	Red externa
Servicios de red	RAID SyncMirror de alta disponibilidad/interconexión del clúster (RSM)	Gestión de datos Intercluster (SnapMirror y SnapVault)
Aislamiento de red	Requerido	Opcional
Tamaño de trama (MTU)	7.500 a 9.000	1,500 (predeterminado) 9,000 (compatible)
Asignación de dirección IP	Autogenerado	Definido por el usuario
Soporte DHCP	No	No

Agrupación de NIC

Para garantizar que las redes internas y externas cuenten con el ancho de banda y la resiliencia necesarios para ofrecer un alto rendimiento y tolerancia a fallos, se recomienda la agrupación de adaptadores de red físicos. Se admiten configuraciones de clúster de dos nodos con un único enlace de 10 Gb. Sin embargo, la práctica recomendada de NetApp es utilizar la agrupación de NIC tanto en la red interna como en la externa del clúster ONTAP Select.

Generación de direcciones MAC

Las direcciones MAC asignadas a todos los puertos de red de ONTAP Select se generan automáticamente mediante la utilidad de implementación incluida. La utilidad utiliza un identificador único de organización (OUI) específico de la plataforma, propio de NetApp, para asegurarse de que no haya conflictos con los sistemas FAS. Luego, se almacena una copia de esta dirección en una base de datos interna dentro de la máquina virtual de instalación de ONTAP Select (ONTAP Deploy) para evitar la reasignación accidental durante futuras implementaciones de nodos. En ningún momento el administrador debe modificar la dirección MAC asignada a un puerto de red.

Configuraciones de red de ONTAP Select compatibles

Selecciona el mejor hardware y configura tu red para optimizar el rendimiento y la

resiliencia.

Los proveedores de servidores entienden que los clientes tienen diferentes necesidades y que la elección es fundamental. Como resultado, al comprar un servidor físico, hay numerosas opciones disponibles a la hora de tomar decisiones sobre la conectividad de red. La mayoría de los sistemas básicos se entregan con varias opciones de NIC que ofrecen opciones de puerto único y multipuerto con diferentes permutaciones de velocidad y rendimiento. Esto incluye la compatibilidad con adaptadores NIC de 25 Gb/s y 40 Gb/s con VMware ESX.

Dado que el rendimiento de la máquina virtual ONTAP Select está directamente relacionado con las características del hardware subyacente, aumentar el rendimiento de la máquina virtual seleccionando NIC de mayor velocidad da como resultado un clúster de mayor rendimiento y una mejor experiencia general para el usuario. Se pueden utilizar cuatro NIC de 10 Gb o dos NIC de mayor velocidad (25/40 Gb/s) para lograr una distribución de red de alto rendimiento. También se admiten otras configuraciones. Para clústeres de dos nodos, se admiten 4 puertos de 1 Gb o 1 puerto de 10 Gb. Para clústeres de un solo nodo, se admiten 2 puertos de 1 Gb.

Configuraciones mínimas y recomendadas de la red

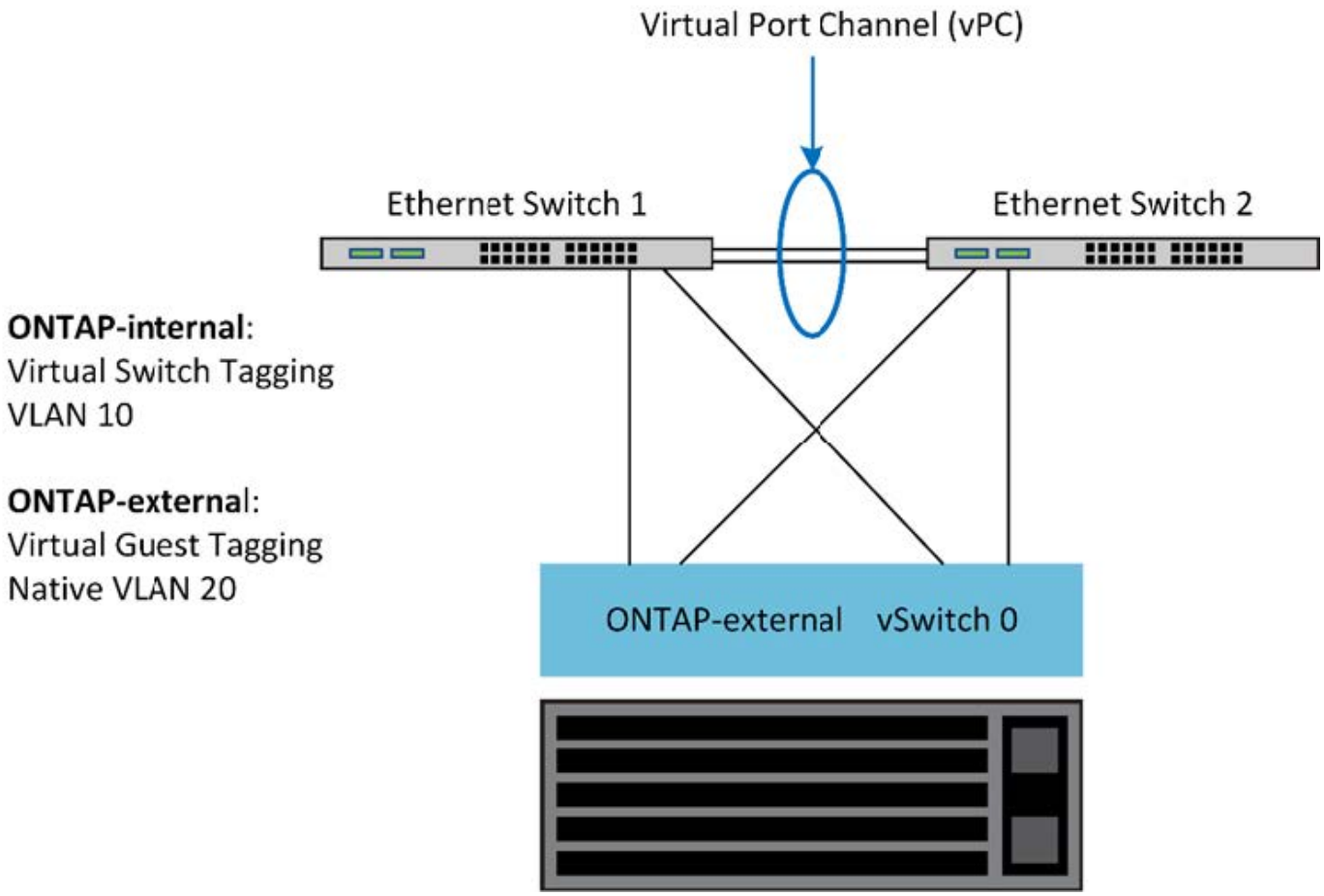
Existen varias configuraciones de Ethernet compatibles en función del tamaño del clúster.

Tamaño del clúster	Requisitos mínimos	Recomendación
Clúster de un solo nodo	2 x 1GbE	2 x 10GbE
Clúster de dos nodos o MetroCluster SDS	4 x 1GbE o 1 x 10GbE	2 x 10GbE
Clúster de cuatro, seis, ocho, diez o doce nodos	2 x 10GbE	4 x 10GbE o 2 x 25/40GbE

No se admite la conversión entre topologías de enlace único y de enlace múltiple en un clúster en ejecución debido a la posible necesidad de convertir entre diferentes configuraciones de NIC teaming requeridas para cada topología.

Configuración de red mediante varios conmutadores físicos

Cuando se dispone de hardware suficiente, NetApp recomienda utilizar la configuración multiswitch que se muestra en la siguiente figura, debido a la protección añadida contra fallos físicos del switch.



Configuración de ONTAP Select VMware vSphere vSwitch en ESXi

Configuración de ONTAP Select vSwitch y políticas de equilibrio de carga para configuraciones de dos y cuatro NIC.

ONTAP Select admite el uso de configuraciones de vSwitch tanto estándar como distribuidas. Las vSwitches distribuidas admiten construcciones de agregación de enlaces (LACP). La agregación de enlaces es una construcción de red común que se utiliza para agregar ancho de banda entre varios adaptadores físicos. LACP es un estándar neutral de proveedor. Proporciona un protocolo abierto para puntos finales de red que agrupa grupos de puertos de red físicos en un único canal lógico. ONTAP Select puede funcionar con grupos de puertos configurados como un grupo de agregación de enlaces (LAG). Sin embargo, NetApp recomienda utilizar los puertos físicos individuales como simples puertos de enlace ascendente (troncales) para evitar la configuración de LAG. En estos casos, las prácticas recomendadas para vSwitches estándar y distribuidas son idénticas.

Esta sección describe la configuración de vSwitch y las políticas de equilibrio de carga que deben utilizarse en configuraciones de dos NIC y cuatro NIC.

Cuando configures los grupos de puertos para ONTAP Select, sigue estas buenas prácticas; la política de equilibrio de carga a nivel de grupo de puertos es Route Based on Originating Virtual Port ID. VMware recomienda que STP se configure en Portfast en los puertos del switch conectados a los hosts ESXi.

Todas las configuraciones de vSwitch requieren un mínimo de dos adaptadores de red físicos agrupados en un único equipo NIC. ONTAP Select admite un único enlace de 10Gb para clústeres de dos nodos. Sin embargo, NetApp recomienda utilizar la agregación de NIC para garantizar la redundancia de hardware.

En un servidor vSphere, los equipos NIC son la construcción de agregación utilizada para agrupar varios adaptadores de red físicos en un único canal lógico, lo que permite compartir la carga de red entre todos los puertos miembros. Es importante recordar que los equipos NIC pueden crearse sin soporte del switch físico. Las políticas de equilibrio de carga y conmutación por error pueden aplicarse directamente a un equipo NIC, que no conoce la configuración del switch ascendente. En este caso, las políticas solo se aplican al tráfico saliente.

> Los canales de puerto estáticos no son compatibles con ONTAP Select. Los canales habilitados para LACP son compatibles con vSwitches distribuidos, pero el uso de LAG de LACP puede provocar una distribución de carga desigual entre los miembros del LAG.

Para clústeres de un solo nodo, ONTAP Deploy configura la máquina virtual ONTAP Select para que utilice un grupo de puertos para la red externa y el mismo grupo de puertos o, opcionalmente, un grupo de puertos diferente para el tráfico de gestión del clúster y del nodo. Para clústeres de un solo nodo, puedes añadir el número deseado de puertos físicos al grupo de puertos externos como adaptadores activos.

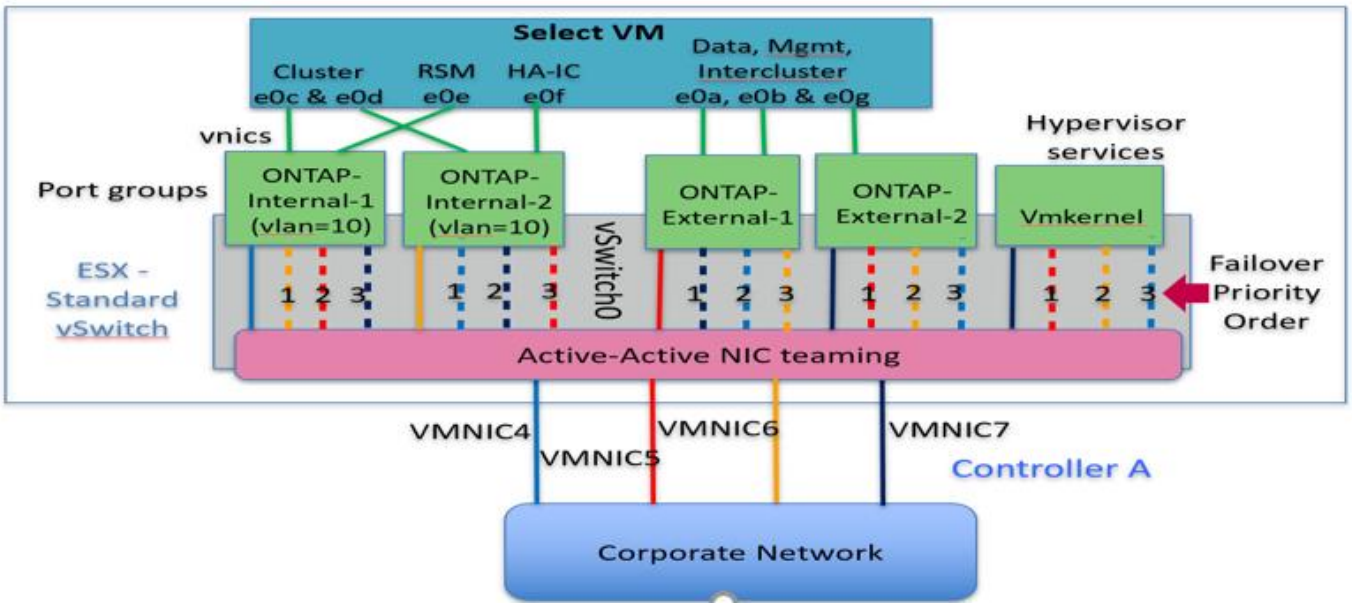
Para clústeres de varios nodos, ONTAP Deploy configura cada ONTAP Select VM para que utilice uno o dos grupos de puertos para la red interna y, por separado, uno o dos grupos de puertos para la red externa. El tráfico de gestión del clúster y del nodo puede usar el mismo grupo de puertos que el tráfico externo o, opcionalmente, un grupo de puertos independiente. El tráfico de gestión del clúster y del nodo no puede compartir el mismo grupo de puertos con el tráfico interno.

> ONTAP Select admite un máximo de cuatro VMNIC.

Estándar o distribuido vSwitch y cuatro puertos físicos por nodo

Puedes asignar cuatro grupos de puertos a cada nodo en un clúster de varios nodos. Cada grupo de puertos tiene un solo puerto físico activo y tres puertos físicos en espera como en la siguiente figura.

vSwitch con cuatro puertos físicos por nodo



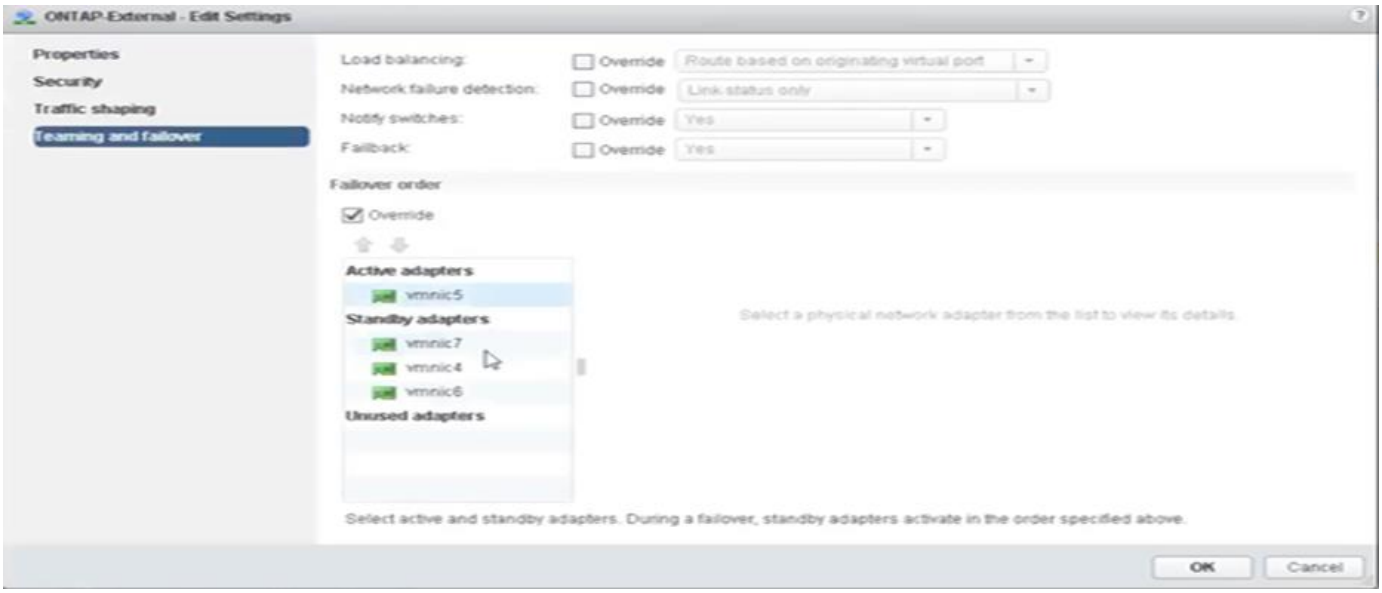
El orden de los puertos en la lista de espera es importante. La siguiente tabla proporciona un ejemplo de la distribución de puertos físicos entre los cuatro grupos de puertos.

Configuraciones mínimas y recomendadas de red

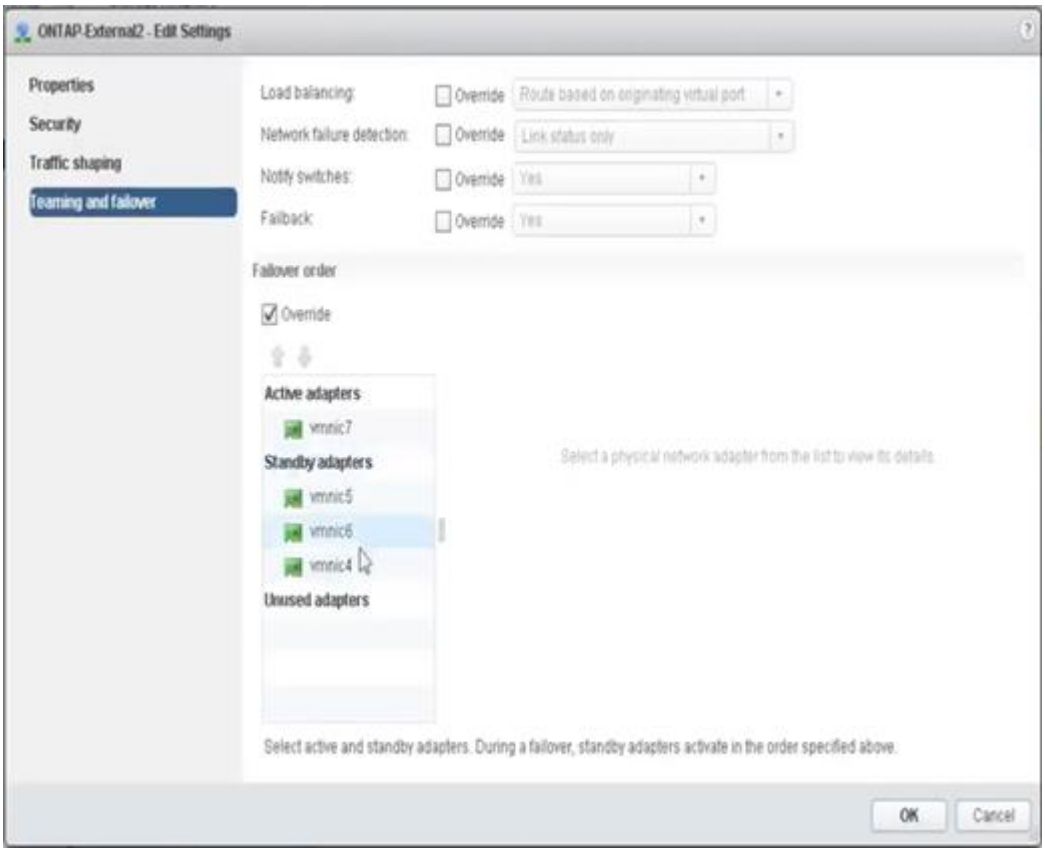
Grupo de puertos	Externo 1	Externo 2	Interno 1	Interno 2
Activo	vmnic0	vmnic1	vmnic2	vmnic3
En espera 1	vmnic1	vmnic0	vmnic3	vmnic2
En espera 2	vmnic2	vmnic3	vmnic0	vmnic1
En espera 3	vmnic3	vmnic2	vmnic1	vmnic0

Las siguientes figuras muestran las configuraciones de los grupos de puertos de red externos desde la interfaz de usuario de vCenter (ONTAP-External y ONTAP-External2). Ten en cuenta que los adaptadores activos son de diferentes tarjetas de red. En esta configuración, vmnic 4 y vmnic 5 son puertos duales en la misma NIC física, mientras que vmnic 6 y vmnic 7 también son puertos duales en una NIC independiente (los vmnics 0 al 3 no se usan en este ejemplo). El orden de los adaptadores en espera proporciona una conmutación por error jerárquica, con los puertos de la red interna al final. El orden de los puertos internos en la lista de espera también se intercambia entre los dos grupos de puertos externos.

Parte 1: Configuraciones de grupos de puertos externos de ONTAP Select



Parte 2: Configuraciones de grupos de puertos externos de ONTAP Select

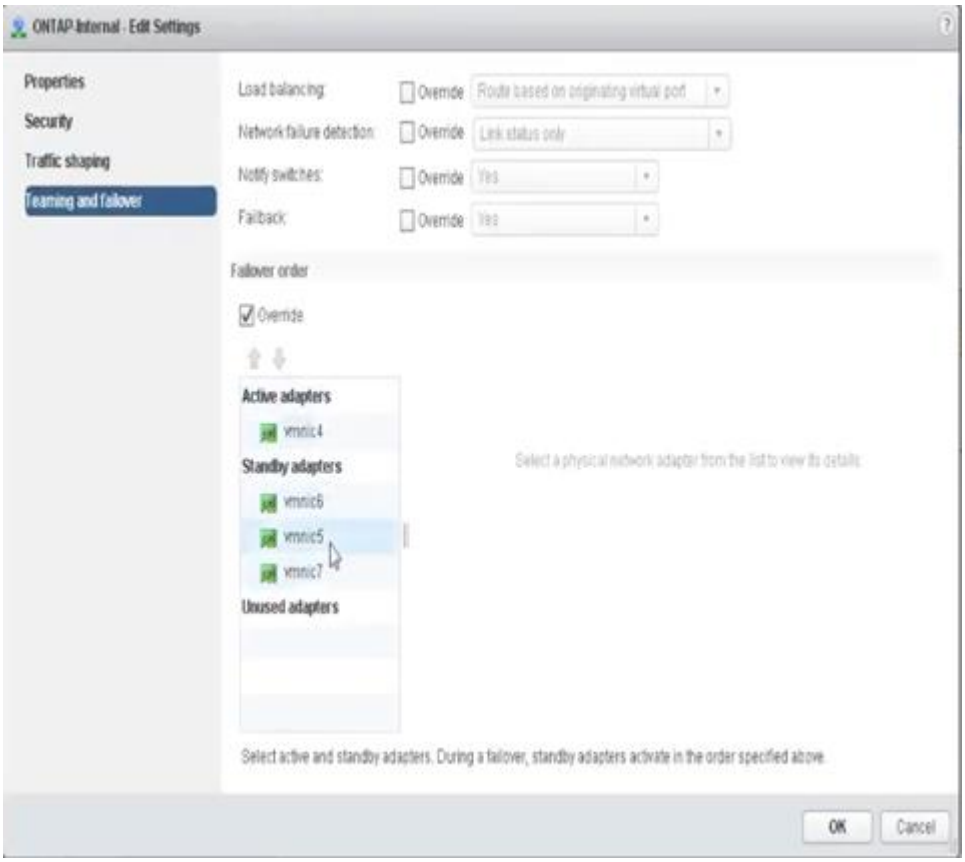


Para facilitar la lectura, las asignaciones son las siguientes:

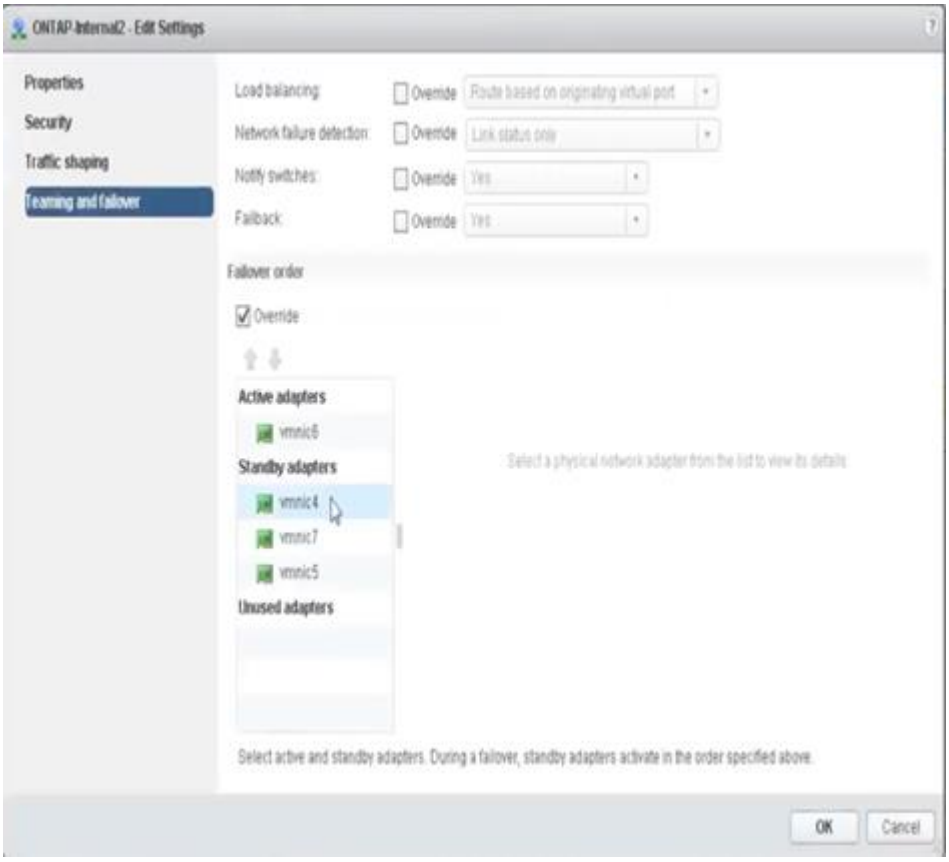
ONTAP-External	ONTAP-External2
Adaptadores activos: vmnic5 Adaptadores en espera: vmnic7, vmnic4, vmnic6	Adaptadores activos: vmnic7 Adaptadores en espera: vmnic5, vmnic6, vmnic4

Las siguientes figuras muestran las configuraciones de los grupos de puertos de red internos (ONTAP-Internal y ONTAP-Internal2). Ten en cuenta que los adaptadores activos son de diferentes tarjetas de red. En esta configuración, vmnic 4 y vmnic 5 son puertos duales en el mismo ASIC físico, mientras que vmnic 6 y vmnic 7 son también puertos duales en un ASIC independiente. El orden de los adaptadores en espera proporciona una conmutación por error jerárquica, siendo los puertos de la red externa los últimos. El orden de los puertos externos en la lista de espera también se intercambia entre los dos grupos de puertos internos.

Parte 1: Configuraciones de grupos de puertos internos de ONTAP Select



Parte 2: ONTAP Select grupos de puertos internos



Para facilitar la lectura, las asignaciones son las siguientes:

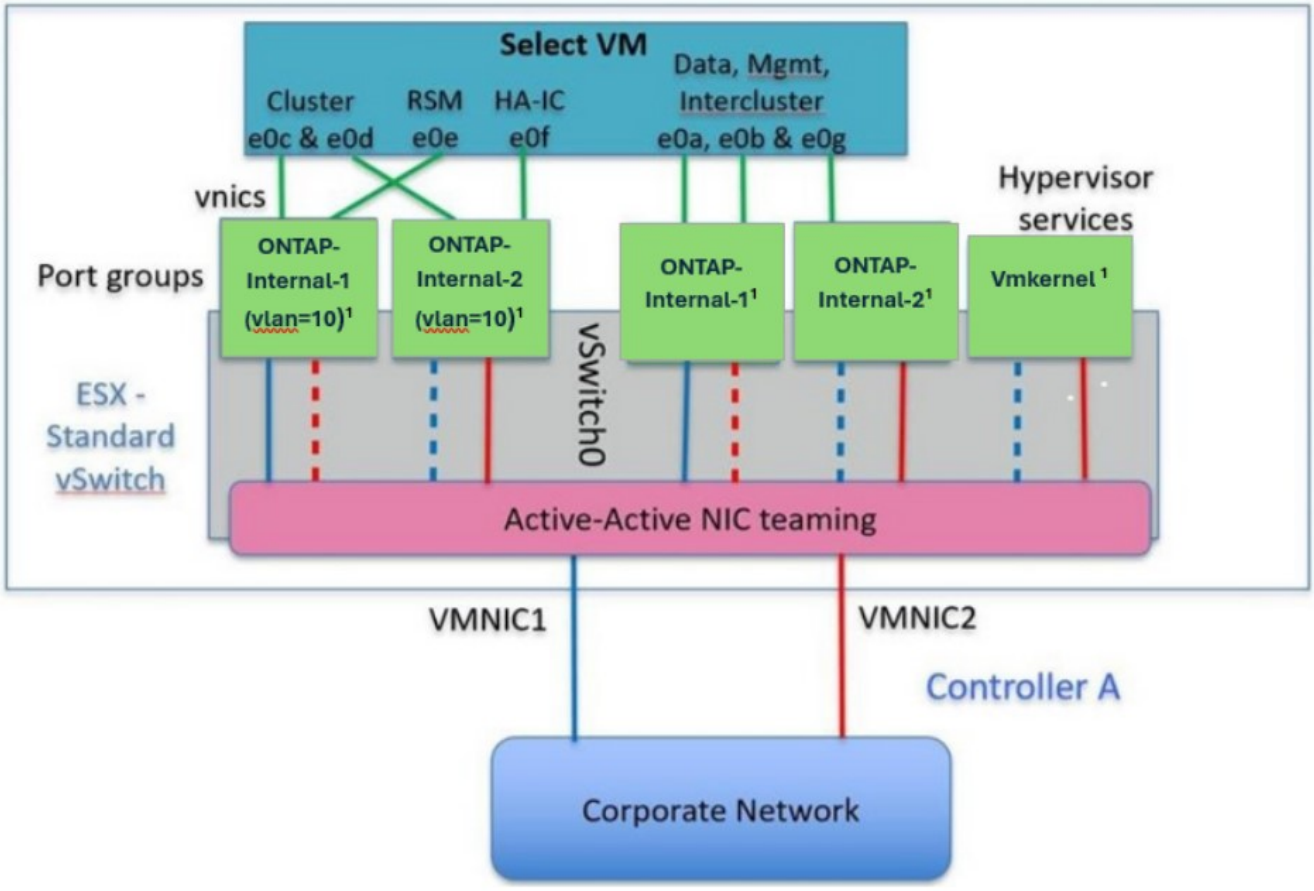
ONTAP-Interno	ONTAP-Internal2
Adaptadores activos: vmnic4 Adaptadores en espera: vmnic6, vmnic5, vmnic7	Adaptadores activos: vmnic6 Adaptadores en espera: vmnic4, vmnic7, vmnic5

Estándar o distribuido vSwitch y dos puertos físicos por nodo

Cuando se utilizan dos tarjetas de red de alta velocidad (25/40Gb), la configuración de grupo de puertos recomendada es conceptualmente muy similar a la configuración con cuatro adaptadores de 10Gb. Deberías usar cuatro grupos de puertos incluso cuando solo se utilizan dos adaptadores físicos. Las asignaciones de grupos de puertos son las siguientes:

Grupo de puertos	Externo 1 (e0a,e0b)	Interno 1 (e0c,e0e)	Interno 2 (e0d,e0f)	Externo 2 (e0g)
Activo	vmnic0	vmnic0	vmnic1	vmnic1
Espera	vmnic1	vmnic1	vmnic0	vmnic0

vSwitch con dos puertos físicos de alta velocidad (25/40Gb) por nodo

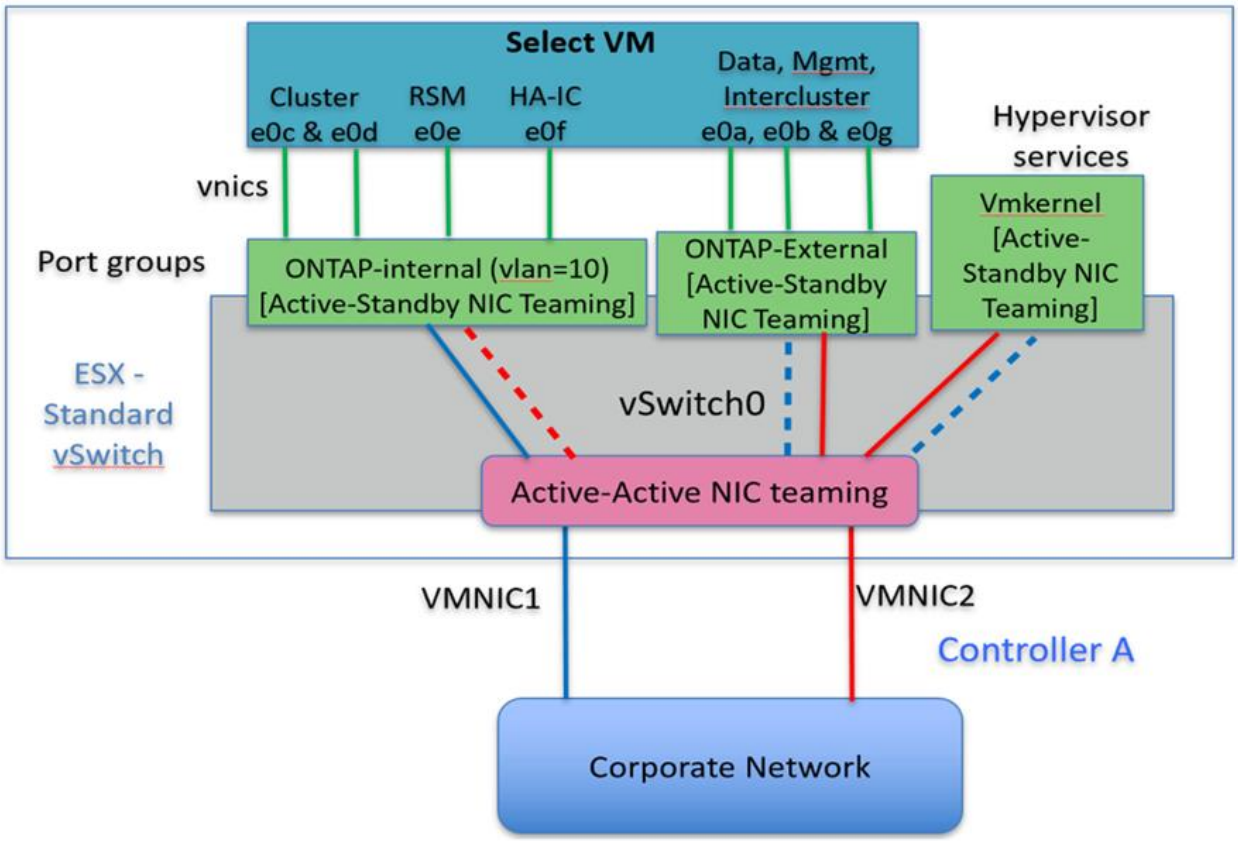


[1] The port groups attached to the virtual NICs are configured to use one NIC as active and the rest as standby.

Cuando se utilizan dos puertos físicos (10Gb o menos), cada grupo de puertos debe tener un adaptador activo y un adaptador en espera configurados opuestos entre sí. La red interna solo está presente para clústeres ONTAP Select multinodo. Para clústeres de un solo nodo, ambos adaptadores pueden configurarse como activos en el grupo de puertos externos.

El siguiente ejemplo muestra la configuración de un vSwitch y los dos grupos de puertos responsables de gestionar los servicios de comunicación internos y externos para un clúster de varios nodos de ONTAP Select. La red externa puede usar la VMNIC de la red interna en caso de una caída de red porque las VMNIC de la red interna forman parte de este grupo de puertos y están configuradas en modo de espera. Lo contrario es el caso para la red externa. Alternar las VMNIC activas y en espera entre los dos grupos de puertos es fundamental para la correcta conmutación por error de las ONTAP Select VMs durante los cortes de red.

vSwitch con dos puertos físicos (10Gb o menos) por nodo

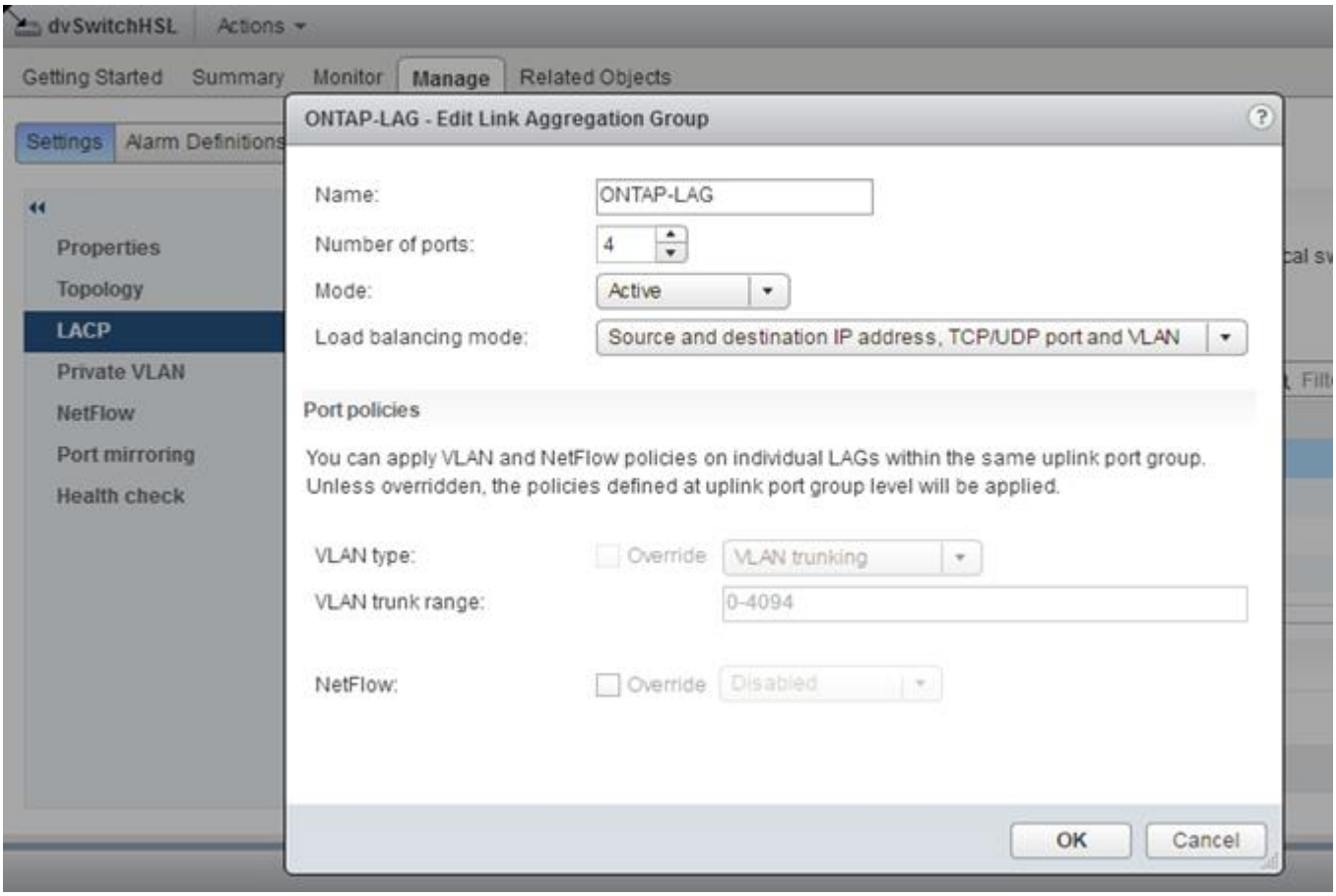


Distribuido vSwitch con LACP

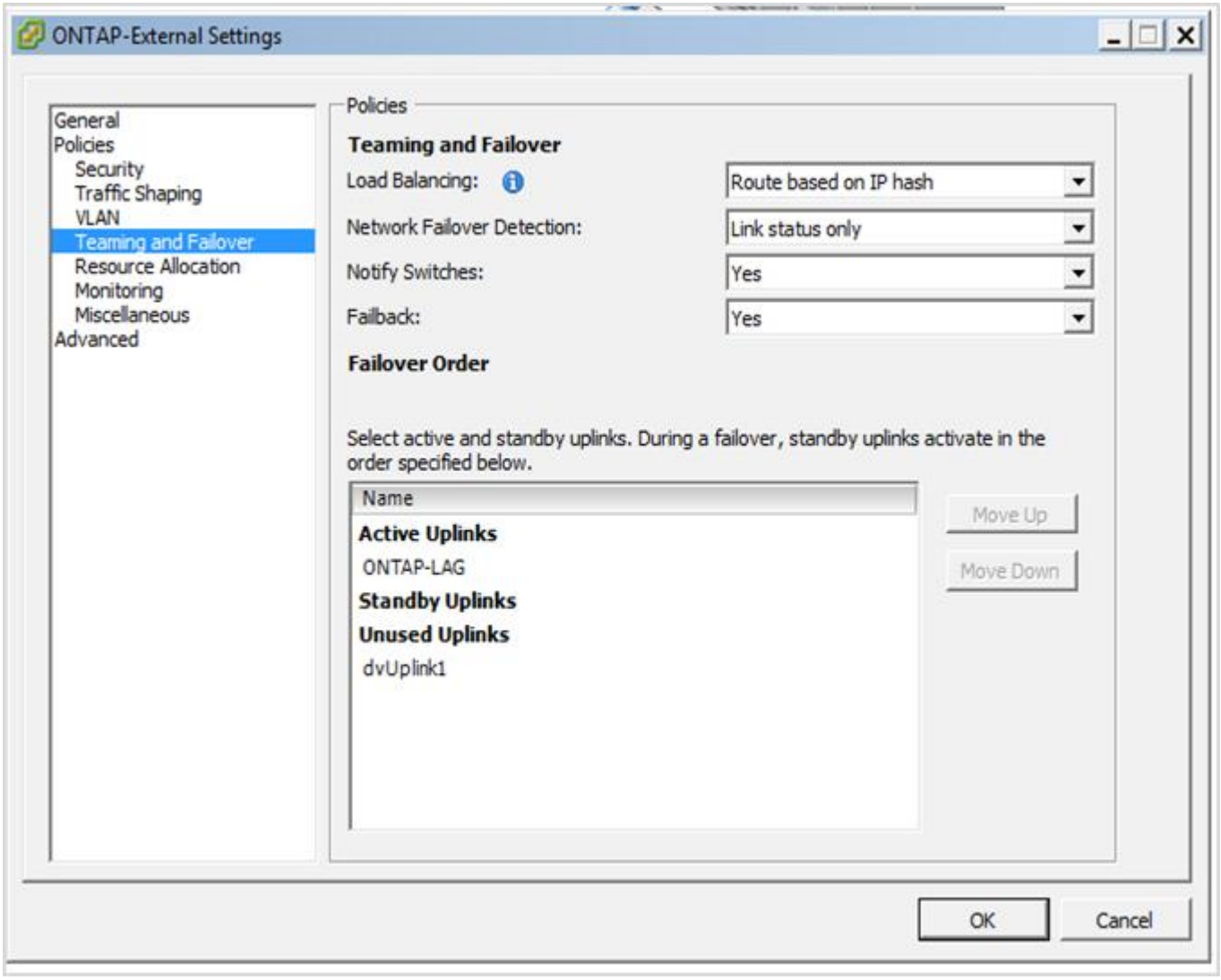
Cuando se usan vSwitches distribuidos en tu configuración, se puede usar LACP (aunque no es una práctica recomendada) para simplificar la configuración de red. La única configuración de LACP admitida requiere que todas las VMNICs estén en un único LAG. El conmutador físico de enlace ascendente debe admitir un tamaño de MTU entre 7,500 y 9,000 en todos los puertos del canal. Las redes internas y externas de ONTAP Select deben estar aisladas a nivel de grupo de puertos. La red interna debe usar una VLAN no enrutable (aislada). La red externa puede usar VST, EST o VGT.

Los siguientes ejemplos muestran la configuración distribuida de vSwitch usando LACP.

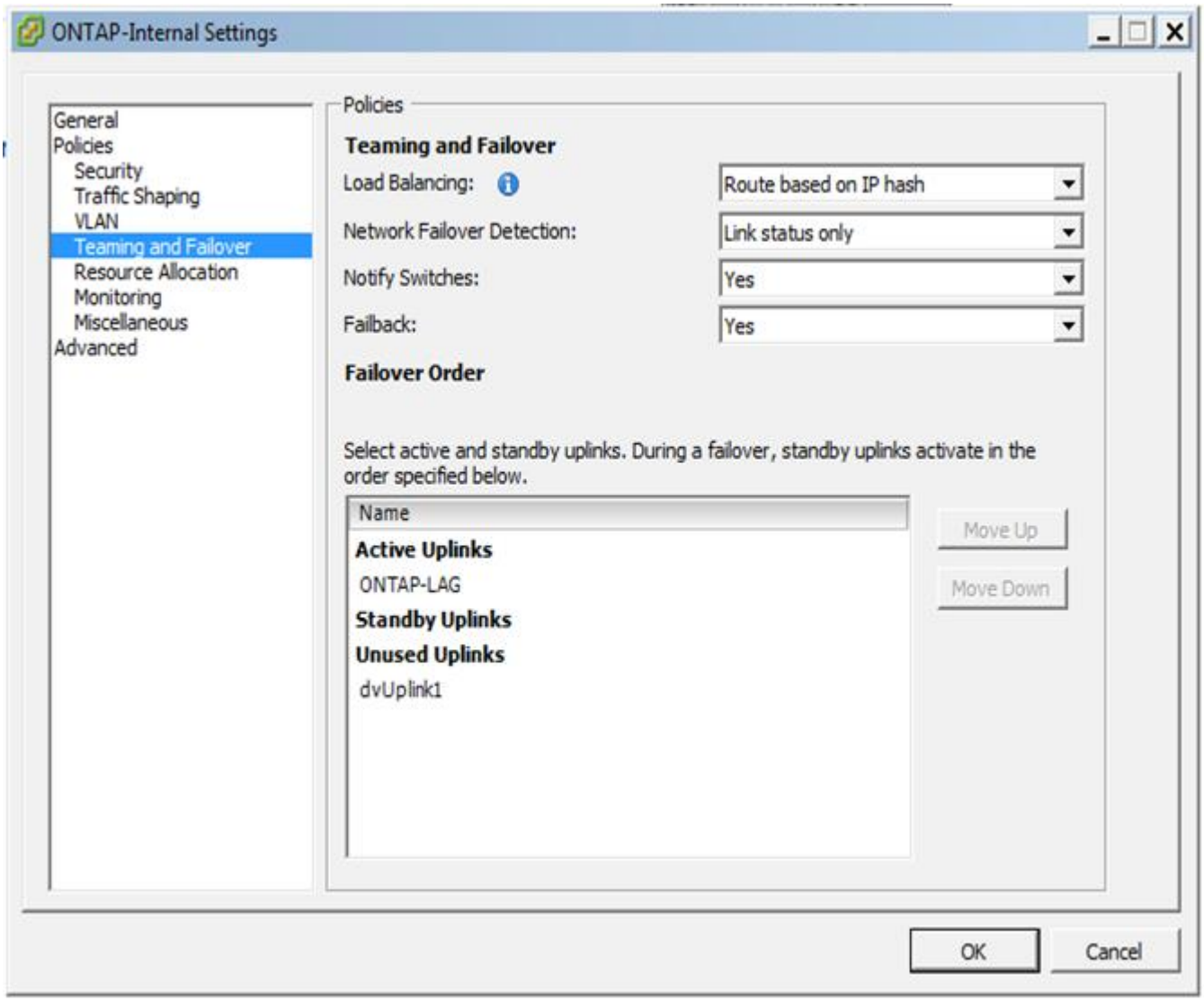
Propiedades LAG al usar LACP



Configuraciones de grupos de puertos externos usando un vSwitch distribuido con LACP habilitado



Configuraciones de grupos de puertos internos usando un vSwitch distribuido con LACP habilitado



LACP requiere que configures los puertos del switch ascendente como un canal de puertos. Antes de habilitar esta configuración en el switch distribuido vSwitch, asegúrate de que un canal de puertos habilitado para LACP esté configurado correctamente.

Configuración del conmutador físico ONTAP Select

Detalles de configuración del conmutador físico ascendente según entornos de un solo conmutador o de múltiples conmutadores.

Se debe prestar especial atención a la hora de tomar decisiones de conectividad desde la capa de conmutación virtual a los conmutadores físicos. La separación del tráfico interno del clúster del tráfico de datos externo debe extenderse a la capa de red física ascendente mediante el aislamiento proporcionado por las VLAN de capa 2.

Los puertos físicos del switch deben configurarse como trunkports. El tráfico externo de ONTAP Select puede separarse a través de varias redes de capa 2 de una de dos formas. Un método es usar puertos virtuales de ONTAP etiquetados con VLAN con un solo grupo de puertos. El otro método es asignar grupos de puertos independientes en modo VST al puerto de gestión e0a. También debes asignar puertos de datos a e0b y e0c/e0g dependiendo de la versión de ONTAP Select y de la configuración de clúster de un solo nodo o multinodo. Si el tráfico externo se separa a través de varias redes de capa 2, los puertos físicos del switch de

enlace ascendente deben tener esas VLAN en su lista de VLAN permitidas.

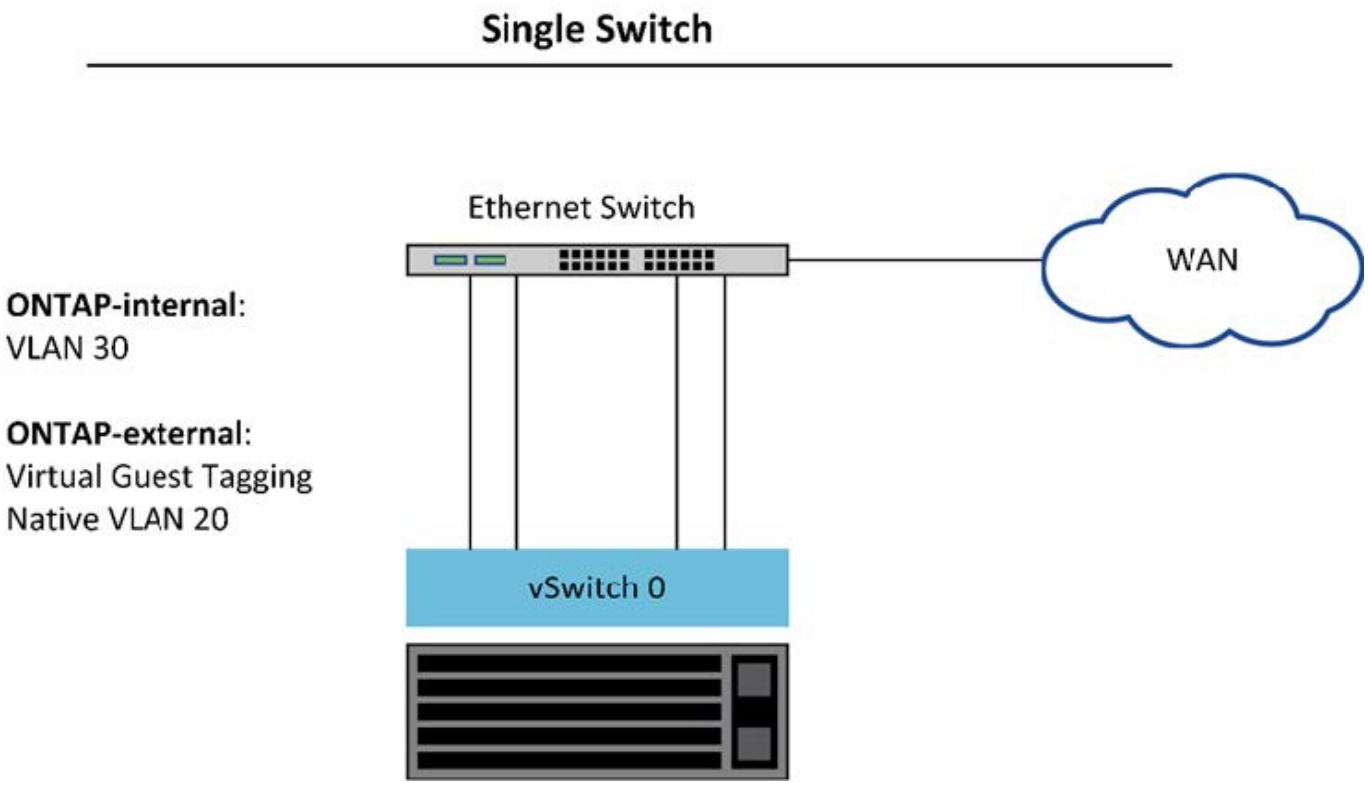
El tráfico de red interno de ONTAP Select se produce mediante interfaces virtuales definidas con direcciones IP locales de enlace. Dado que estas direcciones IP no son enrutables, el tráfico interno entre los nodos del clúster debe fluir a través de una única red de capa 2. No se admiten saltos de ruta entre los nodos del clúster de ONTAP Select.

Switch físico compartido

La siguiente figura muestra una posible configuración de switch utilizada por un nodo en un clúster ONTAP Select multinodo. En este ejemplo, las NIC físicas utilizadas por los vSwitches que alojan tanto los grupos de puertos de red internos como externos están conectadas al mismo switch de subida. El tráfico de switch se mantiene aislado utilizando dominios de broadcast contenidos dentro de VLANs separadas.

Para la red interna de ONTAP Select, el etiquetado se realiza a nivel de grupo de puertos. Si bien el siguiente ejemplo utiliza VGT para la red externa, tanto VGT como VST son compatibles con ese grupo de puertos.

Configuración de red mediante conmutador físico compartido



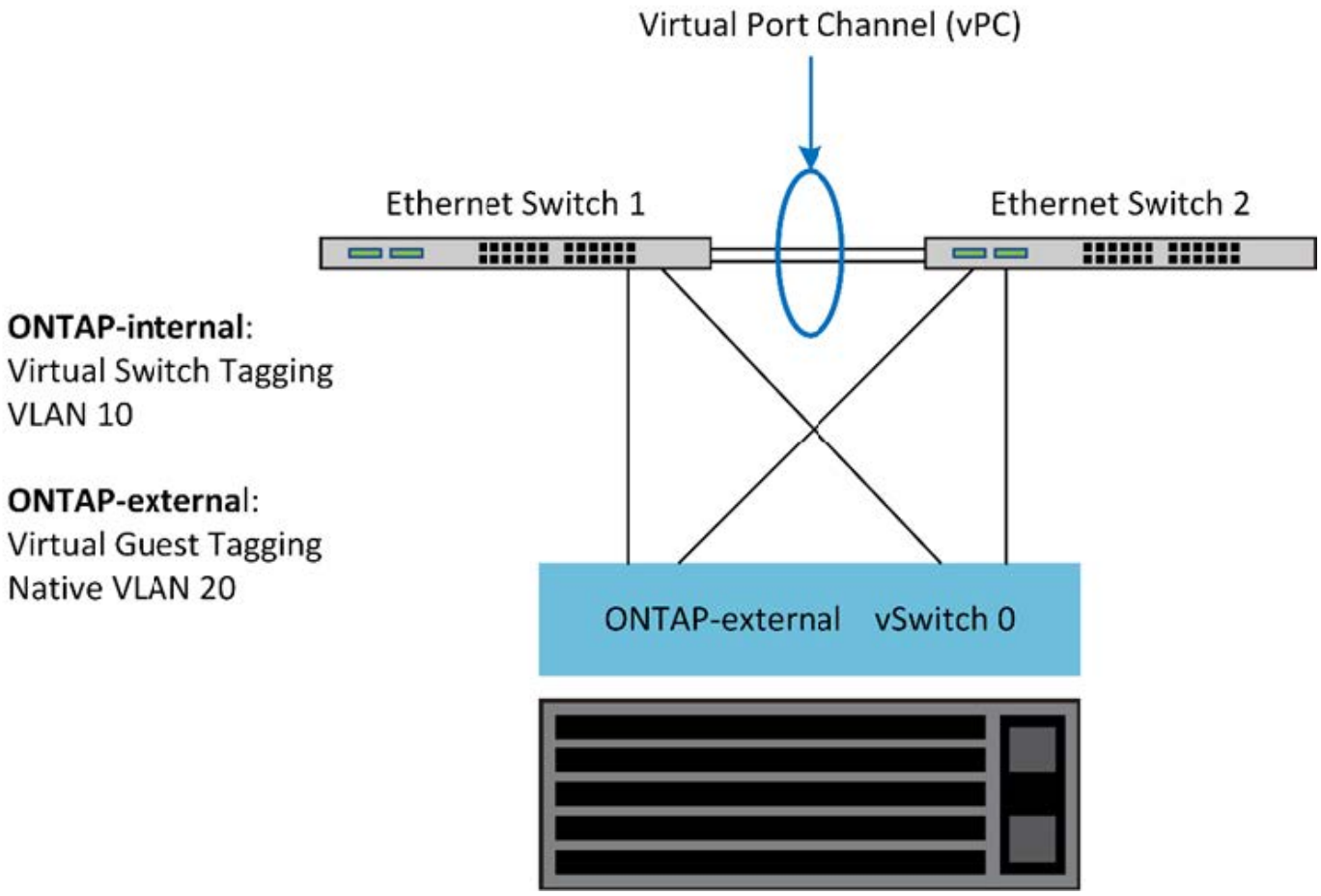
En esta configuración, el conmutador compartido se convierte en un punto único de fallo. Si es posible, se deben utilizar varios conmutadores para evitar que un fallo físico del hardware provoque una interrupción de la red del clúster.

Varios switches físicos

Cuando se necesita redundancia, se deben usar varios conmutadores de red físicos. La siguiente figura muestra una configuración recomendada usada por un nodo en un clúster ONTAP Select de varios nodos. Las NIC de ambos grupos de puertos, internos y externos, están conectadas a diferentes conmutadores físicos,

protegiendo al usuario de un punto único de fallo del conmutador de hardware. Se configura un canal de puerto virtual entre los conmutadores para evitar problemas de spanning tree.

Configuración de red mediante múltiples conmutadores físicos



Separación del tráfico de datos y de gestión de ONTAP Select

Aísla el tráfico de datos y el tráfico de gestión en redes de capa 2 separadas.

El tráfico de red externo de ONTAP Select se define como datos (CIFS, NFS e iSCSI), gestión y replicación (SnapMirror). Dentro de un clúster ONTAP, cada estilo de tráfico utiliza una interfaz lógica independiente que debe alojarse en un puerto de red virtual. En la configuración de varios nodos de ONTAP Select, estos se designan como puertos e0a y e0b/e0g. En la configuración de un solo nodo, estos se designan como e0a y e0b/e0c, mientras que los puertos restantes se reservan para servicios internos del clúster.

NetApp recomienda aislar el tráfico de datos y el tráfico de gestión en redes de capa 2 separadas. En el entorno ONTAP Select, esto se hace usando etiquetas VLAN. Esto se puede lograr asignando un grupo de puertos etiquetado con VLAN al adaptador de red 1 (puerto e0a) para el tráfico de gestión. Luego puedes asignar un grupo de puertos separado a los puertos e0b y e0c (clúster de un solo nodo) y e0b y e0g (clúster de varios nodos) para el tráfico de datos.

Si la solución VST descrita anteriormente en este documento no es suficiente, podría ser necesario ubicar tanto las LIF de datos como las de administración en el mismo puerto virtual. Para ello, usa un proceso conocido como VGT, en el que la máquina virtual realiza el etiquetado de VLAN.

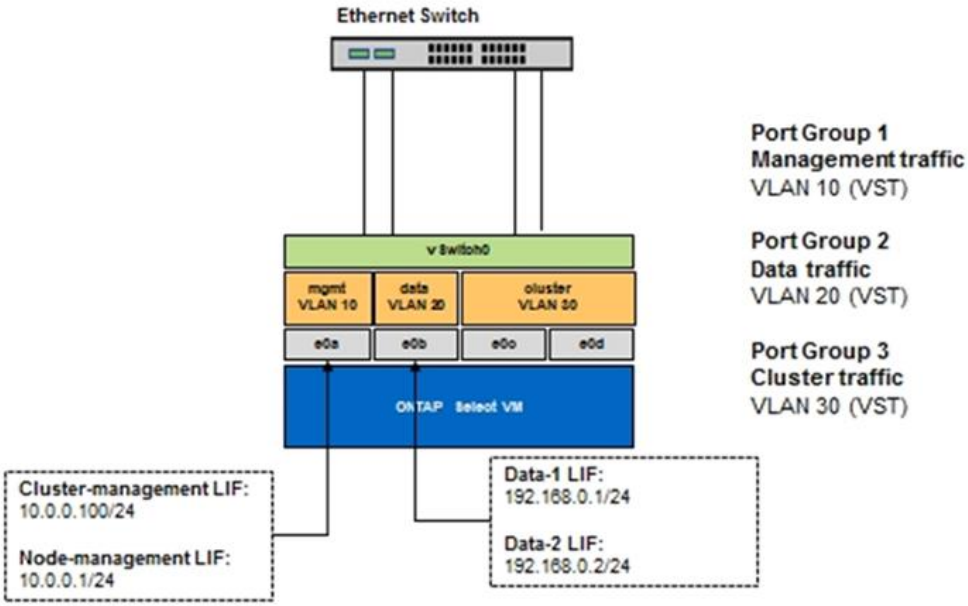
La separación de la red de datos y de gestión mediante VGT no está disponible al usar la

utilidad ONTAP Deploy. Este proceso debe realizarse una vez completada la configuración del clúster.

Existe una advertencia adicional al usar VGT y clústeres de dos nodos. En configuraciones de clúster de dos nodos, la dirección IP de administración del nodo se usa para establecer conectividad con el mediador antes de que ONTAP esté completamente disponible. Por lo tanto, solo se admite el etiquetado EST y VST en el grupo de puertos asignado a la LIF de administración del nodo (puerto e0a). Además, si tanto el tráfico de administración como el de datos usan el mismo grupo de puertos, solo se admite EST/VST para todo el clúster de dos nodos.

Ambas opciones de configuración, VST y VGT, son compatibles. La siguiente figura muestra el primer escenario, VST, en el que el tráfico se etiqueta en la capa vSwitch mediante el grupo de puertos asignado. En esta configuración, las LIF de administración del clúster y del nodo se asignan al puerto ONTAP e0a y se etiquetan con la VLAN ID 10 mediante el grupo de puertos asignado. Las LIF de datos se asignan al puerto e0b y a e0c o e0g, y se les asigna la VLAN ID 20 mediante un segundo grupo de puertos. Los puertos del clúster utilizan un tercer grupo de puertos y se encuentran en la VLAN ID 30.

Separación de datos y gestión mediante VST



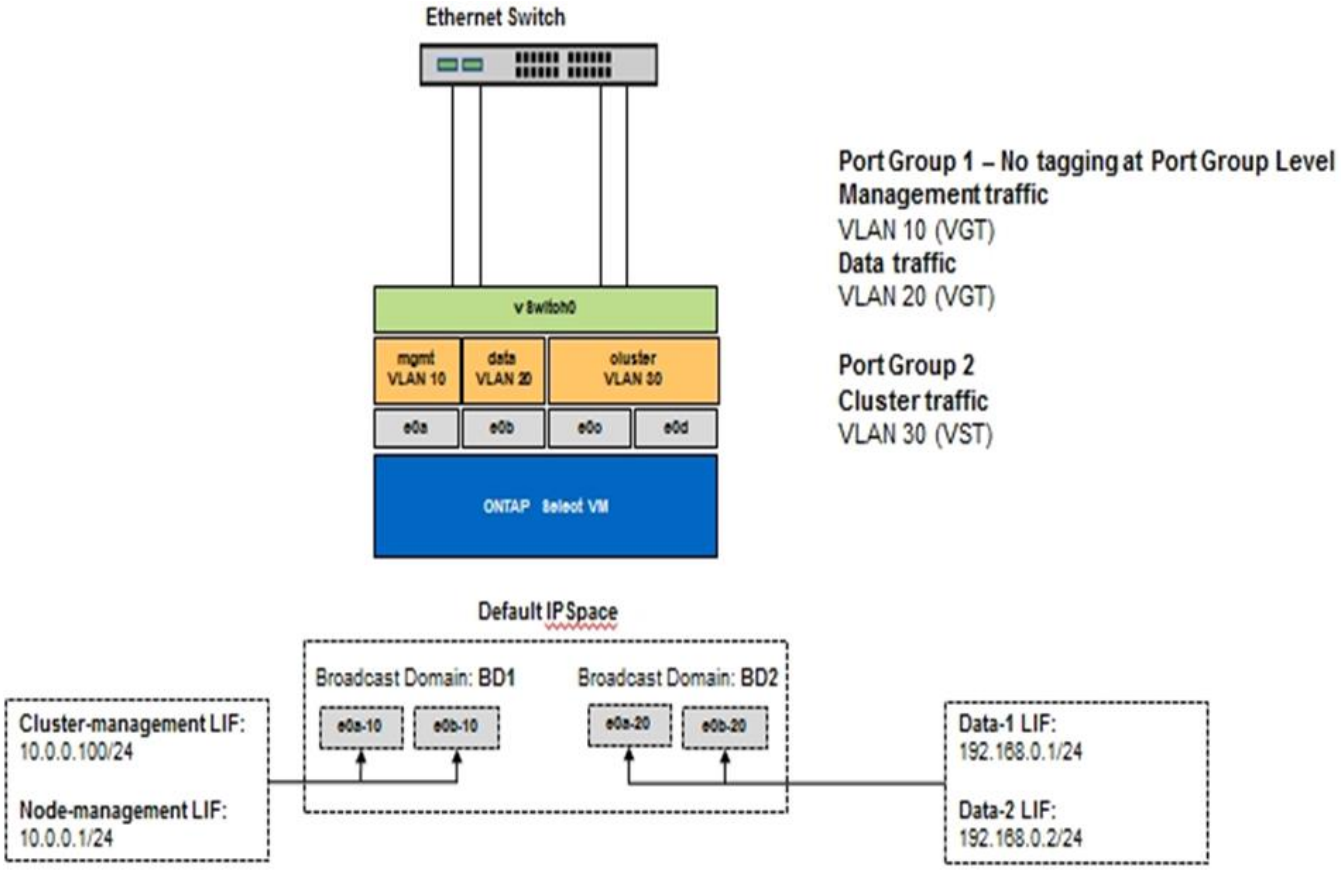
La siguiente figura muestra el segundo escenario, VGT, en el que el tráfico es etiquetado por la máquina virtual ONTAP mediante puertos VLAN ubicados en dominios de difusión separados. En este ejemplo, los puertos virtuales e0a-10/e0b-10/(e0c o e0g)-10 y e0a-20/e0b-20 se ubican sobre los puertos de la máquina virtual e0a y e0b. Esta configuración permite que el etiquetado de red se realice directamente dentro de ONTAP, en lugar de en la capa vSwitch. Las LIF de administración y datos se ubican en estos puertos virtuales, lo que permite una mayor subdivisión de la capa 2 dentro de un único puerto de la máquina virtual. La VLAN del clúster (ID de VLAN 30) sigue etiquetada en el grupo de puertos.

Notas:

- Este estilo de configuración es especialmente recomendable al usar varios IPspaces. Agrupa los puertos VLAN en IPspaces personalizados independientes si deseas un mayor aislamiento lógico y multitenencia.
- Para admitir VGT, los adaptadores de red del host ESXi/ESX deben estar conectados a los puertos troncales del conmutador físico. Los grupos de puertos conectados al conmutador virtual deben tener su

ID de VLAN configurada en 4095 para habilitar el enlace troncal en el grupo de puertos.

Separación de datos y gestión mediante VGT



Arquitectura de alta disponibilidad

Configuraciones de alta disponibilidad de ONTAP Select

Descubre las opciones de alta disponibilidad para seleccionar la mejor configuración de HA para tu entorno.

Aunque los clientes están comenzando a trasladar las cargas de trabajo de aplicaciones desde dispositivos de almacenamiento para la gran empresa a soluciones basadas en software que se ejecutan en hardware genérico, las expectativas y necesidades en cuanto a resiliencia y tolerancia a fallos no han cambiado. Una solución HA que proporciona un objetivo de punto de recuperación (RPO) cero protege al cliente contra la pérdida de datos debido a una falla de cualquier componente en la pila de infraestructura.

Una gran parte del mercado de SDS se basa en la noción de almacenamiento compartido-nada, donde la replicación de software proporciona resiliencia a los datos al almacenar varias copias de los datos del usuario en diferentes silos de almacenamiento. ONTAP Select se basa en esta premisa al utilizar las funciones de replicación síncrona (RAID SyncMirror) que proporciona ONTAP para almacenar una copia adicional de los datos del usuario dentro del clúster. Esto ocurre dentro del contexto de un par de alta disponibilidad. Cada par de alta disponibilidad almacena dos copias de los datos de usuario: una en el almacenamiento proporcionado por el nodo local y otra en el almacenamiento proporcionado por el socio de alta disponibilidad. Dentro de un clúster de ONTAP Select, la alta disponibilidad y la replicación síncrona están vinculadas, y la funcionalidad de ambas no se puede desacoplar ni utilizar de forma independiente. Como resultado, la funcionalidad de

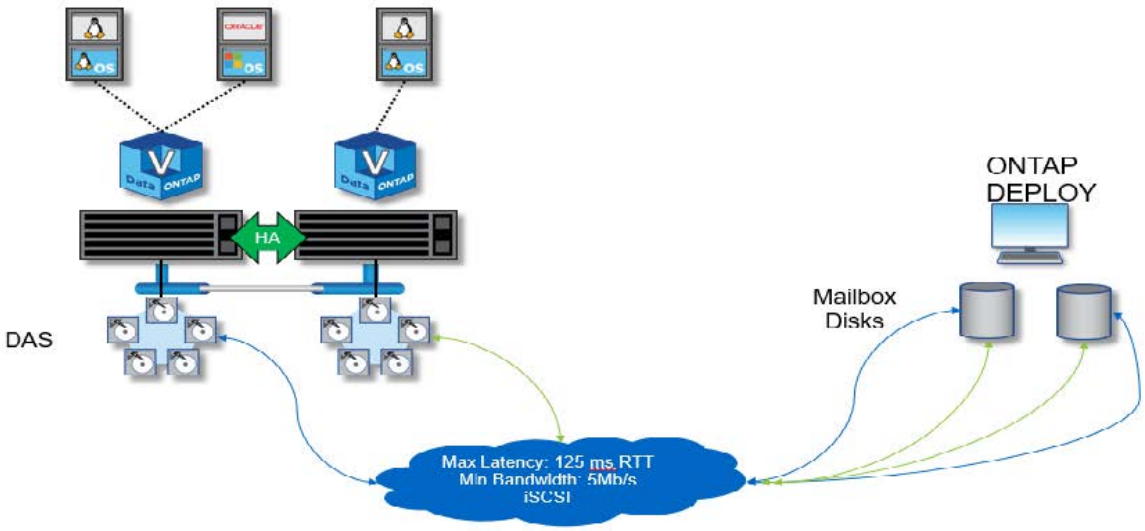
replicación síncrona solo está disponible en la oferta multinodo.

> En un clúster ONTAP Select, la funcionalidad de replicación síncrona es una función de la implementación de HA, no un reemplazo de los motores de replicación asíncrona SnapMirror o SnapVault. La replicación síncrona no puede usarse independientemente de HA.

Existen dos modelos de implementación de ONTAP Select HA: los clústeres multinodo (cuatro, seis, ocho, diez o doce nodos) y los clústeres de dos nodos. La característica más destacada de un clúster de dos nodos de ONTAP Select es el uso de un servicio mediador externo para resolver escenarios de split-brain. La VM de ONTAP Deploy funciona como mediador predeterminado para todos los pares de HA de dos nodos que configura.

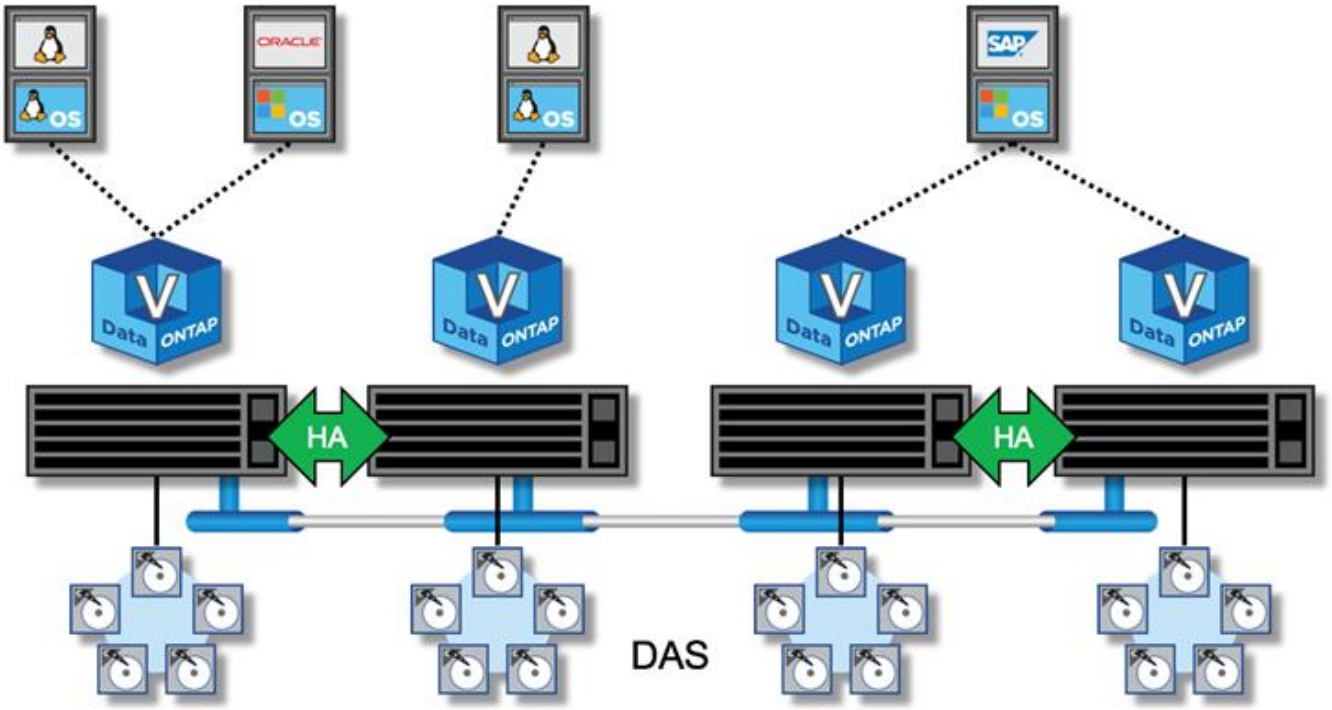
Las dos arquitecturas están representadas en las siguientes figuras.

Clúster ONTAP Select de dos nodos con mediador remoto y uso de almacenamiento conectado localmente



> El clúster ONTAP Select de dos nodos se compone de un par HA y un mediador. Dentro del par HA, los agregados de datos en cada nodo del clúster se reflejan de forma síncrona y, en caso de conmutación por error, no hay pérdida de datos.

Clúster ONTAP Select de cuatro nodos que utiliza almacenamiento conectado localmente



- El clúster ONTAP Select de cuatro nodos se compone de dos pares de alta disponibilidad (HA). Los clústeres de seis, ocho, diez y doce nodos se componen de tres, cuatro, cinco y seis pares HA, respectivamente. Dentro de cada par HA, los agregados de datos en cada nodo del clúster se reflejan de forma síncrona y, en caso de conmutación por error, no hay pérdida de datos.
- Solo puede haber una instancia de ONTAP Select en un servidor físico al usar almacenamiento DAS. ONTAP Select requiere acceso no compartido al controlador RAID local del sistema y está diseñado para administrar los discos conectados localmente, lo cual sería imposible sin conectividad física al almacenamiento.

HA de dos nodos frente a HA de varios nodos

A diferencia de las matrices FAS, los nodos ONTAP Select de un par en alta disponibilidad se comunican exclusivamente a través de la red IP. Eso significa que la red IP es un punto único de fallo (SPOF) y protegerse contra particiones de red y escenarios de split-brain se vuelve un aspecto importante del diseño. El clúster de varios nodos puede soportar fallos de un solo nodo porque el quórum del clúster puede ser establecido por los tres o más nodos supervivientes. El clúster de dos nodos depende del servicio mediador alojado en la VM ONTAP Deploy para lograr el mismo resultado.

El tráfico de red de latido entre los nodos ONTAP Select y el servicio mediador ONTAP Deploy es mínimo y resistente, de modo que la máquina virtual ONTAP Deploy puede alojarse en un centro de datos diferente al del clúster de dos nodos ONTAP Select.

> La máquina virtual ONTAP Deploy se convierte en una parte integral de un clúster de dos nodos cuando actúa como mediador para ese clúster. Si el servicio de mediador no está disponible, el clúster de dos nodos sigue sirviendo datos, pero las capacidades de conmutación por error de almacenamiento del clúster ONTAP Select se desactivan. Por lo tanto, el servicio de mediador ONTAP Deploy debe mantener una comunicación constante con cada nodo ONTAP Select en el par de alta disponibilidad. Se requiere un ancho de banda mínimo de 5 Mbps y una latencia máxima de ida y vuelta (RTT) de 125 ms para permitir el funcionamiento adecuado del quórum del clúster.

Si la máquina virtual ONTAP Deploy que actúa como mediador no está disponible, ya sea de forma temporal o potencialmente permanente, se puede utilizar una máquina virtual ONTAP Deploy secundaria para restablecer el quórum del clúster de dos nodos. Esto da como resultado una configuración en la que la nueva máquina virtual ONTAP Deploy no puede administrar los nodos ONTAP Select, pero participa correctamente en el algoritmo de quórum del clúster. La comunicación entre los nodos ONTAP Select y la máquina virtual ONTAP Deploy se realiza mediante el protocolo iSCSI sobre IPv4. La dirección IP de administración del nodo ONTAP Select es la iniciadora y la dirección IP de la máquina virtual ONTAP Deploy es la de destino. Por lo tanto, no es posible admitir direcciones IPv6 para las direcciones IP de administración de nodos al crear un clúster de dos nodos. Los discos de buzón alojados de ONTAP Deploy se crean automáticamente y se enmascaran con las direcciones IP de administración de nodos ONTAP Select adecuadas al crear el clúster de dos nodos. Toda la configuración se realiza automáticamente durante la configuración inicial y no se requiere ninguna acción administrativa adicional. La instancia de ONTAP Deploy que crea el clúster es el mediador predeterminado para ese clúster.

Se requiere una acción administrativa si es necesario cambiar la ubicación del mediador original. Es posible recuperar el quórum del clúster incluso si se pierde la máquina virtual original de ONTAP Deploy. Sin embargo, NetApp recomienda que realices una copia de seguridad de la base de datos de ONTAP Deploy después de que se instancie cada clúster de dos nodos.

HA de dos nodos versus HA estirada de dos nodos (MetroCluster SDS)

Es posible extender un clúster HA activo/activo de dos nodos a distancias mayores y, potencialmente, ubicar cada nodo en un centro de datos diferente. La única diferencia entre un clúster de dos nodos y un clúster extendido de dos nodos (también conocido como MetroCluster SDS) es la distancia de conectividad de red entre los nodos.

El clúster de dos nodos se define como un clúster en el que ambos nodos están ubicados en el mismo centro de datos a una distancia de 300 m. En general, ambos nodos tienen enlaces ascendentes al mismo switch de red o a un conjunto de switches de red de enlace entre switches (ISL).

El SDS de dos nodos MetroCluster se define como un clúster con nodos que están separados físicamente (diferentes habitaciones, diferentes edificios y diferentes centros de datos) por más de 300m. Además, las conexiones de enlace ascendente de cada nodo están conectadas a conmutadores de red independientes. El SDS MetroCluster no requiere hardware dedicado. Sin embargo, el entorno debe cumplir los requisitos de latencia (un máximo de 5ms para RTT y 5ms para jitter, para un total de 10ms).

MetroCluster SDS es una función premium que requiere una licencia Premium o una licencia Premium XL. La licencia Premium permite la creación de máquinas virtuales pequeñas y medianas, así como de medios HDD y SSD. La licencia Premium XL también permite la creación de unidades NVMe.

> MetroCluster SDS es compatible tanto con almacenamiento conectado localmente (DAS) como con almacenamiento compartido (vNAS). Cabe destacar que las configuraciones vNAS suelen presentar una latencia inherente mayor debido a la red entre la máquina virtual ONTAP Select y el almacenamiento compartido. MetroCluster SDS debe proporcionar una latencia máxima de 10 ms entre los nodos, incluyendo la latencia del almacenamiento compartido. En otras palabras, medir únicamente la latencia entre las máquinas virtuales Select no es suficiente, ya que la latencia del almacenamiento compartido no es despreciable en estas configuraciones.

ONTAP Select HA RSM y agregados reflejados

Evita la pérdida de datos usando RAID SyncMirror (RSM), agregados reflejados y la ruta de escritura.

Replicación síncrona

El modelo ONTAP HA se basa en el concepto de socios de HA. ONTAP Select extiende esta arquitectura al mundo de los servidores de hardware genérico no compartidos mediante la funcionalidad RAID SyncMirror (RSM) presente en ONTAP para replicar bloques de datos entre nodos del clúster, proporcionando dos copias de los datos de usuario distribuidas en un par de HA.

Un clúster de dos nodos con un mediador puede abarcar dos centros de datos. Para más información, consulta la sección "Mejores prácticas de HA ampliada de dos nodos (MetroCluster SDS)".

Agregados reflejados

Un clúster ONTAP Select se compone de entre dos y doce nodos. Cada par de alta disponibilidad contiene dos copias de los datos de usuario, reflejadas de forma síncrona entre los nodos a través de una red IP. Este reflejo es transparente para el usuario y es una propiedad del agregado de datos, que se configura automáticamente durante el proceso de creación del agregado de datos.

Todos los agregados en un clúster ONTAP Select deben ser agregados reflejados para garantizar la disponibilidad de datos en caso de conmutación por error de un nodo y para evitar un SPOF en caso de fallo de hardware. Los agregados en un clúster ONTAP Select se crean a partir de discos virtuales proporcionados por cada nodo del par HA y utilizan los siguientes discos:

- Un conjunto local de discos (aportados por el nodo ONTAP Select actual)
- Un conjunto de discos reflejados (aportados por el socio de alta disponibilidad del nodo actual)

> Los discos local y espejo utilizados para crear un agregado reflejado deben tener el mismo tamaño. Estos agregados se denominan plex 0 y plex 1 (para indicar los pares de espejo local y remoto, respectivamente). Los números de plex reales pueden ser diferentes en tu instalación.

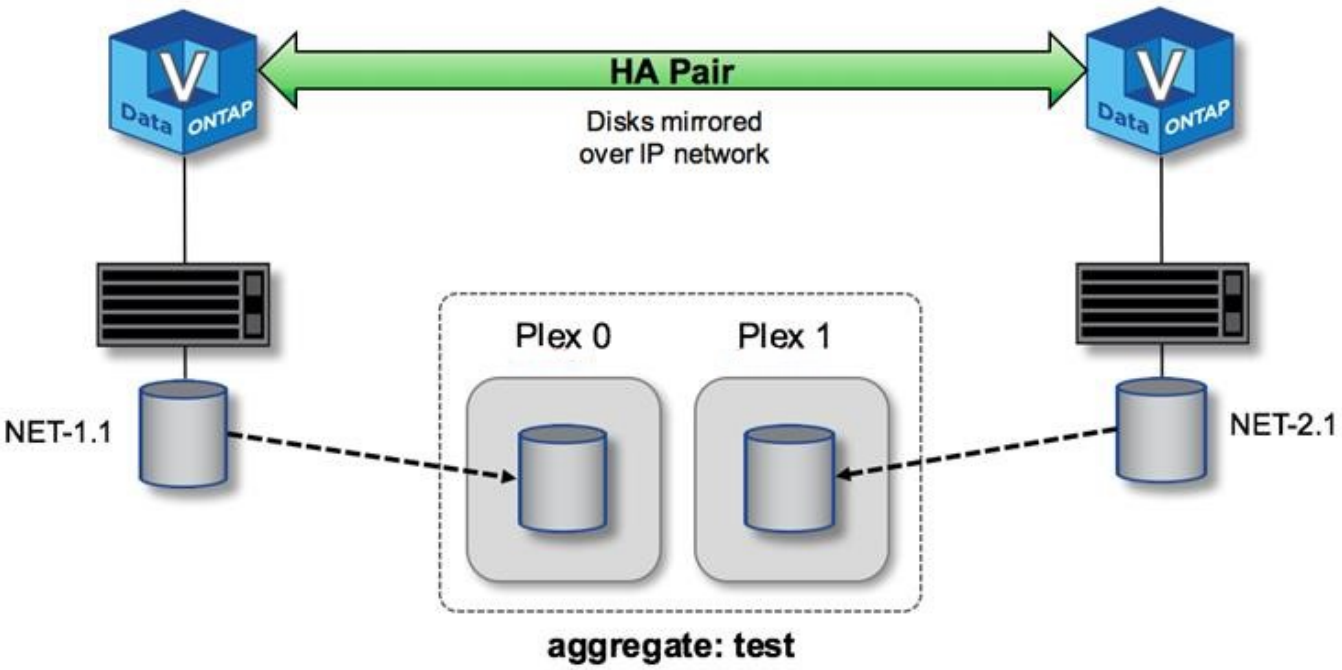
Este enfoque difiere fundamentalmente del funcionamiento de los clústeres ONTAP estándar. Esto se aplica a todos los discos raíz y de datos dentro del clúster ONTAP Select. El agregado contiene copias locales y espejo de los datos. Por lo tanto, un agregado que contiene N discos virtuales ofrece un almacenamiento único equivalente a N/2 discos, porque la segunda copia de los datos reside en sus propios discos únicos.

La siguiente figura muestra un par de alta disponibilidad (HA) dentro de un clúster ONTAP Select de cuatro nodos. Dentro de este clúster hay un único agregado (test) que utiliza almacenamiento de ambos socios de HA. Este agregado de datos se compone de dos conjuntos de discos virtuales: un conjunto local, aportado por el nodo del clúster ONTAP Select propietario (Plex 0), y un conjunto remoto, aportado por el socio de conmutación por error (Plex 1).

Plex 0 es el depósito que contiene todos los discos locales. Plex 1 es el depósito que contiene los discos espejo, o discos responsables de almacenar una segunda copia replicada de los datos de usuario. El nodo que es propietario del agregado aporta discos a Plex 0, y el socio de alta disponibilidad de ese nodo aporta discos a Plex 1.

En la siguiente figura, hay un agregado reflejado con dos discos. El contenido de este agregado está reflejado entre nuestros dos nodos del clúster, con el disco local NET-1.1 colocado en el bucket Plex 0 y el disco remoto NET-2.1 colocado en el bucket Plex 1. En este ejemplo, el agregado test pertenece al nodo del clúster de la izquierda y utiliza el disco local NET-1.1 y el disco espejo de HA partner NET-2.1.

*Agregado reflejado de ONTAP
Select*



Cuando se implementa un clúster ONTAP Select, todos los discos virtuales presentes en el sistema se asignan automáticamente al plex correcto, sin que el usuario tenga que realizar ningún paso adicional en cuanto a la asignación de discos. Esto evita la asignación accidental de discos a un plex incorrecto y proporciona una configuración óptima de discos espejo.

Ruta de escritura

La replicación síncrona de bloques de datos entre los nodos del clúster y el requisito de que no haya pérdida de datos en caso de fallo del sistema tienen un impacto significativo en la ruta que sigue una escritura entrante a medida que se propaga a través de un clúster ONTAP Select. Este proceso consta de dos etapas:

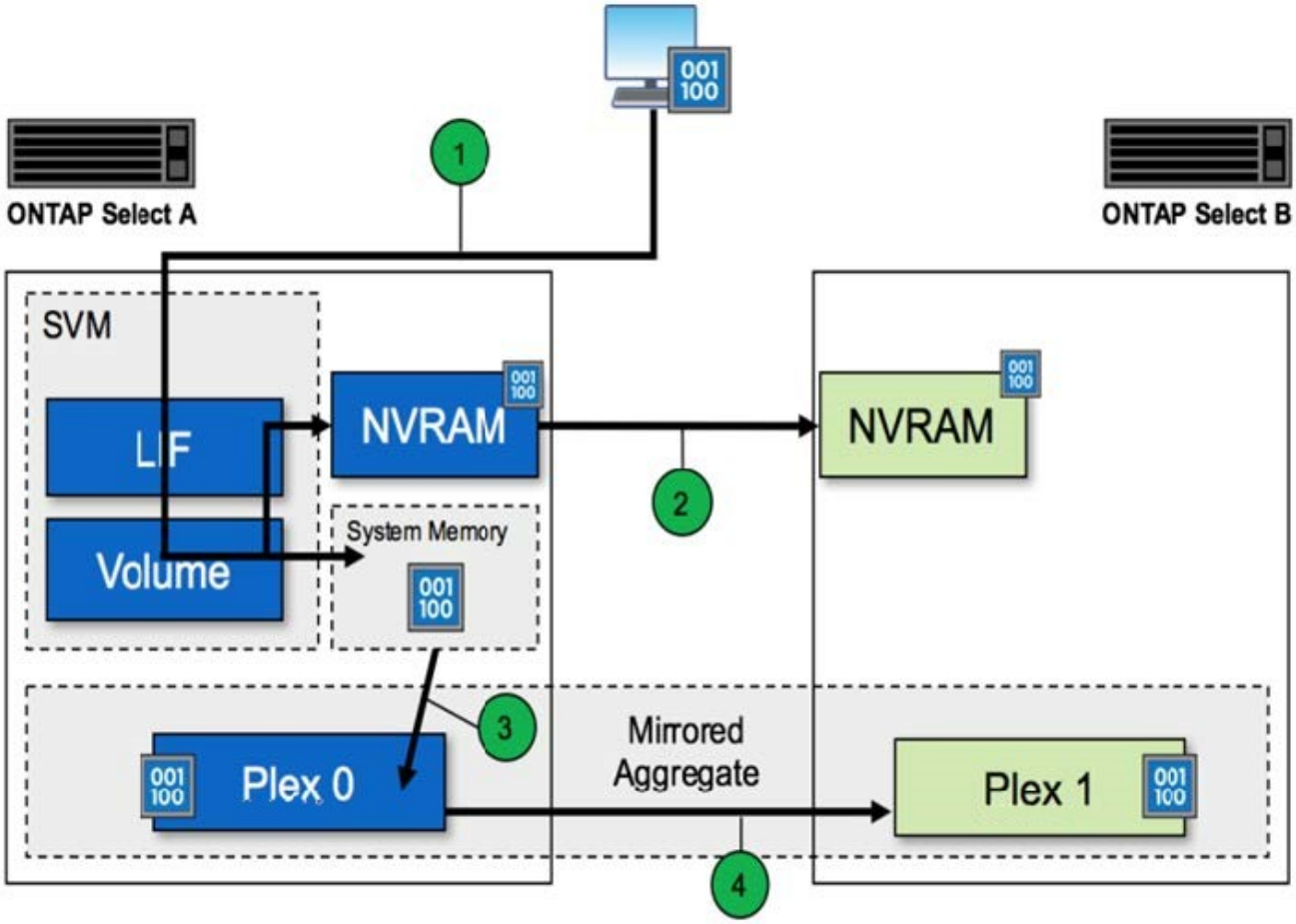
- Reconocimiento
- Destaging

Las escrituras en un volumen de destino se realizan a través de una LIF de datos y se confirman en la partición NVRAM virtualizada, presente en un disco del sistema del nodo ONTAP Select, antes de ser notificadas al cliente. En una configuración HA, se produce un paso adicional, ya que estas escrituras en la NVRAM se reflejan inmediatamente en el nodo HA asociado al propietario del volumen de destino antes de ser notificadas. Este proceso garantiza la coherencia del sistema de archivos en el nodo HA asociado si hay un fallo de hardware en el nodo original.

Una vez que la escritura se ha confirmado en la NVRAM, ONTAP mueve periódicamente el contenido de esta partición al disco virtual correspondiente, un proceso conocido como desestacionamiento. Este proceso se realiza una sola vez, en el nodo del clúster propietario del volumen de destino, y no en el socio de alta disponibilidad.

La siguiente figura muestra la ruta de escritura de una solicitud de escritura entrante a un nodo ONTAP Select.

Flujo de trabajo de ruta de escritura de ONTAP Select



El acuse de recibo de escritura entrante incluye los siguientes pasos:

- Las escrituras ingresan al sistema a través de una interfaz lógica propiedad del nodo de ONTAP Select A.
- Las escrituras se guardan en la NVRAM del nodo A y se replican en el socio de alta disponibilidad, el nodo B.
- Después de que la solicitud de E/S está presente en ambos nodos de alta disponibilidad, la solicitud se confirma de vuelta al cliente.

La descarga de datos de ONTAP Select desde la NVRAM al agregado de datos (ONTAP CP) incluye los siguientes pasos:

- Las escrituras se transfieren de la NVRAM virtual al agregado de datos virtual.
- El motor de duplicación replica los bloques de forma síncrona en ambos plexos.

Mejoras en la protección de datos con ONTAP Select HA

La alta disponibilidad (HA) mediante latidos de disco, buzón HA, latidos HA, conmutación por error HA y Giveback funcionan para mejorar la protección de datos.

Latido del disco

Aunque la arquitectura ONTAP Select HA aprovecha muchas de las rutas de código utilizadas por los arreglos FAS tradicionales, existen algunas excepciones. Una de estas excepciones es la implementación del

mecanismo de latido basado en disco, un método de comunicación independiente de la red que utilizan los nodos del clúster para evitar que el aislamiento de la red provoque un comportamiento de split-brain. Un escenario de split-brain es el resultado de la partición del clúster, generalmente causada por fallas de red, en la que cada lado cree que el otro está inactivo e intenta tomar el control de los recursos del clúster.

Las implementaciones de HA de nivel empresarial deben gestionar este tipo de escenario de forma eficiente. ONTAP hace esto mediante un método personalizado de latido basado en disco. Esta es la función del buzón de HA, una ubicación en el almacenamiento físico que utilizan los nodos del clúster para pasar mensajes de latido. Esto ayuda al clúster a determinar la conectividad y, por lo tanto, a definir el quórum en caso de una conmutación por error.

En los sistemas FAS, que utilizan una arquitectura de almacenamiento compartido de alta disponibilidad, ONTAP resuelve los problemas de split-brain de las siguientes maneras:

- Reservas persistentes SCSI
- Metadatos HA persistentes
- Estado HA enviado a través de la interconexión de alta disponibilidad

Sin embargo, en la arquitectura sin almacenamiento compartido de un clúster ONTAP Select, un nodo solo puede ver su propio almacenamiento local y no el del socio de alta disponibilidad. Por lo tanto, cuando el particionamiento de red aísla cada lado de un par de alta disponibilidad, los métodos anteriores para determinar el quórum del clúster y el comportamiento de conmutación por error no están disponibles.

Aunque no se puede utilizar el método actual de detección y prevención de split-brain, sigue siendo necesario un método de mediación que se ajuste a las limitaciones de un entorno sin recursos compartidos. ONTAP Select amplía la infraestructura de buzón existente, permitiéndole actuar como método de mediación en caso de partición de red. Dado que el almacenamiento compartido no está disponible, la mediación se realiza mediante el acceso a los discos del buzón a través de NAS. Estos discos se distribuyen por todo el clúster, incluido el mediador en un clúster de dos nodos, utilizando el protocolo iSCSI. Por lo tanto, un nodo del clúster puede tomar decisiones de conmutación por error inteligentes en función del acceso a estos discos. Si un nodo puede acceder a los discos del buzón de otros nodos fuera de su socio de alta disponibilidad, es probable que esté operativo y funcionando correctamente.



La arquitectura de buzón y el método de latido basado en disco para resolver los problemas de quórum del clúster y de cerebro dividido son las razones por las que la variante multinodo de ONTAP Select requiere cuatro nodos separados o un mediador para un clúster de dos nodos.

Publicación en el buzón de HA

La arquitectura de buzones de alta disponibilidad utiliza un modelo de envío de mensajes. A intervalos regulares, los nodos del clúster envían mensajes a todos los demás discos de buzón del clúster, incluido el mediador, indicando que el nodo está activo y funcionando. En un clúster en buen estado, en cualquier momento, un único disco de buzón en un nodo del clúster recibe mensajes de todos los demás nodos del clúster.

A cada nodo del clúster Select se le adjunta un disco virtual que se utiliza específicamente para el acceso compartido al buzón. Este disco se denomina disco de buzón mediador, porque su función principal es actuar como un método de mediación del clúster en caso de fallos de nodos o particionamiento de red. Este disco de buzón contiene particiones para cada nodo del clúster y es montado a través de una red iSCSI por otros nodos del clúster Select. Periódicamente, estos nodos publican estados de salud en la partición correspondiente del disco de buzón. El uso de discos de buzón accesibles por red distribuidos en todo el clúster te permite inferir el estado de los nodos mediante una matriz de accesibilidad. Por ejemplo, los nodos del clúster A y B pueden publicar en el buzón del nodo del clúster D, pero no en el buzón del nodo C. Además,

el nodo del clúster D no puede publicar en el buzón del nodo C, así que probablemente el nodo C esté caído o aislado de la red y debería ser tomado por otro nodo.

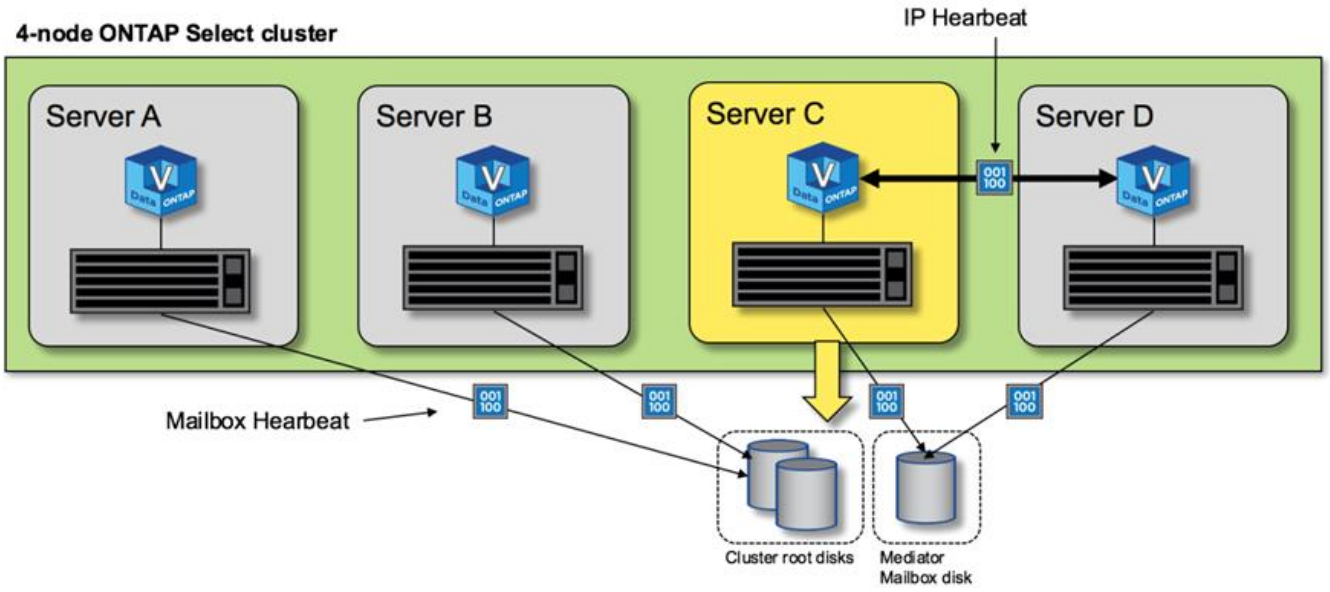
Latidos de HA

Al igual que con las plataformas FAS de NetApp, ONTAP Select envía periódicamente mensajes de latido de alta disponibilidad a través de la interconexión de alta disponibilidad. Dentro del clúster de ONTAP Select, esto se realiza mediante una conexión de red TCP/IP que existe entre los socios de alta disponibilidad. Además, se envían mensajes de latido basados en disco a todos los discos de buzón de alta disponibilidad, incluidos los discos de buzón del mediador. Estos mensajes se envían cada pocos segundos y se leen periódicamente. La frecuencia con la que se envían y reciben permite que el clúster de ONTAP Select detecte eventos de fallo de alta disponibilidad en aproximadamente 15 segundos, el mismo intervalo disponible en las plataformas FAS. Cuando los mensajes de latido dejan de leerse, se activa un evento de conmutación por error.

La siguiente figura muestra el proceso de envío y recepción de mensajes de latido a través de la interconexión de alta disponibilidad y los discos mediadores desde la perspectiva de un único nodo del clúster ONTAP Select, el nodo C.

> Los latidos de red se envían a través de la interconexión de alta disponibilidad al partner de alta disponibilidad, el nodo D, mientras que los latidos de disco usan discos de buzón en todos los nodos del clúster, A, B, C y D.

HA funcionando en un clúster de cuatro nodos: estado estable



Conmutación por error y devolución de alta disponibilidad

Durante una operación de conmutación por error, el nodo superviviente asume las responsabilidades de servicio de datos de su nodo par utilizando la copia local de los datos de su socio de alta disponibilidad. Las operaciones de E/S del cliente pueden continuar sin interrupciones, pero los cambios en estos datos deben replicarse antes de que se pueda realizar la devolución. Ten en cuenta que ONTAP Select no admite la devolución forzada, ya que esto provoca la pérdida de los cambios almacenados en el nodo superviviente.

La operación de sincronización inversa se activa automáticamente cuando el nodo reiniciado se reincorpora al clúster. El tiempo necesario para la sincronización inversa depende de varios factores. Estos factores incluyen la cantidad de cambios que deben replicarse, la latencia de red entre los nodos y la velocidad de los subsistemas de disco en cada nodo. Es posible que el tiempo requerido para la sincronización inversa supere

el intervalo de devolución automática de 10 minutos. En este caso, se requiere una devolución manual después de la sincronización inversa. El progreso de la sincronización inversa se puede supervisar mediante el siguiente comando:

```
storage aggregate status -r -aggregate <aggregate name>
```

Conoce el rendimiento de ONTAP Select

El rendimiento de un clúster ONTAP Select puede variar considerablemente debido a las características del hardware y la configuración subyacentes. La configuración específica del hardware es el factor más importante en el rendimiento de una instancia ONTAP Select en particular. Aquí tienes algunos de los factores que afectan el rendimiento de una instancia ONTAP Select específica:

- **Frecuencia central**. En general, se prefiere una frecuencia más alta.
- **Socket único frente a socket múltiple**. ONTAP Select no utiliza funciones de socket múltiple, pero la sobrecarga del hipervisor para admitir configuraciones de socket múltiple genera cierta variación en el rendimiento total.
- **Configuración de la tarjeta RAID y controlador del hipervisor asociado**. Es posible que sea necesario reemplazar el controlador predeterminado proporcionado por el hipervisor por el controlador del fabricante del hardware.
- **Tipo y número de unidades en el/los grupo(s) RAID**.
- **Versión del hipervisor y nivel de parche**.

Información de copyright

Copyright © 2026 NetApp, Inc. Todos los derechos reservados. Imprimido en EE. UU. No se puede reproducir este documento protegido por copyright ni parte del mismo de ninguna forma ni por ningún medio (gráfico, electrónico o mecánico, incluidas fotocopias, grabaciones o almacenamiento en un sistema de recuperación electrónico) sin la autorización previa y por escrito del propietario del copyright.

El software derivado del material de NetApp con copyright está sujeto a la siguiente licencia y exención de responsabilidad:

ESTE SOFTWARE LO PROPORCIONA NETAPP «TAL CUAL» Y SIN NINGUNA GARANTÍA EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUYENDO, SIN LIMITAR, LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZACIÓN O IDONEIDAD PARA UN FIN CONCRETO, CUYA RESPONSABILIDAD QUEDA EXIMIDA POR EL PRESENTE DOCUMENTO. EN NINGÚN CASO NETAPP SERÁ RESPONSABLE DE NINGÚN DAÑO DIRECTO, INDIRECTO, ESPECIAL, EJEMPLAR O RESULTANTE (INCLUYENDO, ENTRE OTROS, LA OBTENCIÓN DE BIENES O SERVICIOS SUSTITUTIVOS, PÉRDIDA DE USO, DE DATOS O DE BENEFICIOS, O INTERRUPCIÓN DE LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL) CUALQUIERA SEA EL MODO EN EL QUE SE PRODUJERON Y LA TEORÍA DE RESPONSABILIDAD QUE SE APLIQUE, YA SEA EN CONTRATO, RESPONSABILIDAD OBJETIVA O AGRAVIO (INCLUIDA LA NEGLIGENCIA U OTRO TIPO), QUE SURJAN DE ALGÚN MODO DEL USO DE ESTE SOFTWARE, INCLUSO SI HUBIEREN SIDO ADVERTIDOS DE LA POSIBILIDAD DE TALES DAÑOS.

NetApp se reserva el derecho de modificar cualquiera de los productos aquí descritos en cualquier momento y sin aviso previo. NetApp no asume ningún tipo de responsabilidad que surja del uso de los productos aquí descritos, excepto aquello expresamente acordado por escrito por parte de NetApp. El uso o adquisición de este producto no lleva implícita ninguna licencia con derechos de patente, de marcas comerciales o cualquier otro derecho de propiedad intelectual de NetApp.

Es posible que el producto que se describe en este manual esté protegido por una o más patentes de EE. UU., patentes extranjeras o solicitudes pendientes.

LEYENDA DE DERECHOS LIMITADOS: el uso, la copia o la divulgación por parte del gobierno están sujetos a las restricciones establecidas en el subpárrafo (b)(3) de los derechos de datos técnicos y productos no comerciales de DFARS 252.227-7013 (FEB de 2014) y FAR 52.227-19 (DIC de 2007).

Los datos aquí contenidos pertenecen a un producto comercial o servicio comercial (como se define en FAR 2.101) y son propiedad de NetApp, Inc. Todos los datos técnicos y el software informático de NetApp que se proporcionan en este Acuerdo tienen una naturaleza comercial y se han desarrollado exclusivamente con fondos privados. El Gobierno de EE. UU. tiene una licencia limitada, irrevocable, no exclusiva, no transferible, no sublicenciable y de alcance mundial para utilizar los Datos en relación con el contrato del Gobierno de los Estados Unidos bajo el cual se proporcionaron los Datos. Excepto que aquí se disponga lo contrario, los Datos no se pueden utilizar, desvelar, reproducir, modificar, interpretar o mostrar sin la previa aprobación por escrito de NetApp, Inc. Los derechos de licencia del Gobierno de los Estados Unidos de América y su Departamento de Defensa se limitan a los derechos identificados en la cláusula 252.227-7015(b) de la sección DFARS (FEB de 2014).

Información de la marca comercial

NETAPP, el logotipo de NETAPP y las marcas que constan en http://www.netapp.com/TM son marcas comerciales de NetApp, Inc. El resto de nombres de empresa y de producto pueden ser marcas comerciales de sus respectivos propietarios.