



# **NFS paralelo**

## **ONTAP 9**

NetApp  
January 08, 2026

# Tabla de contenidos

- NFS paralelo ..... 1
  - Introducción ..... 1
    - Obtenga más información sobre NFS paralelo (pNFS) en ONTAP ..... 1
    - Aprenda sobre la arquitectura pNFS en ONTAP ..... 2
    - Casos de uso de pNFS en ONTAP ..... 8
    - Estrategia de implementación de pNFS en ONTAP ..... 13
  - Planificación ..... 15
    - Plan para la implementación de pNFS ..... 15
    - Mejores prácticas de rendimiento y ajuste de pNFS ..... 17
    - Comandos, estadísticas y registros de eventos de pNFS ..... 21

# NFS paralelo

## Introducción

### Obtenga más información sobre NFS paralelo (pNFS) en ONTAP

NFS paralelo se introdujo como estándar RFC en enero de 2010 bajo RFC-5661 para permitir que los clientes accedan directamente a los datos de archivos en servidores NFSv4.1 separando las rutas de metadatos y datos. Ese acceso directo ofrece beneficios de rendimiento en términos de localización de datos, eficiencia de la CPU y paralelización de operaciones. En 2018 se redactó un RFC posterior que cubre los tipos de diseño pNFS (RFC-8434) y define estándares para diseños de archivos, bloques y objetos. ONTAP aprovecha el tipo de diseño de archivo para operaciones pNFS.



A partir de julio de 2024, el contenido de los informes técnicos publicados anteriormente en formato PDF se integrará con la documentación del producto ONTAP. La documentación de administración de almacenamiento NFS de ONTAP ahora incluye contenido de *TR-4063: Sistema de archivos de red paralelos (pNFS) en NetApp ONTAP*.

Durante años, NFSv3 fue la versión estándar del protocolo NFS que se utilizó para casi todos los casos de uso. Sin embargo, el protocolo tenía limitaciones, como la falta de estado, un modelo de permisos rudimentario y capacidades de bloqueo básicas. NFSv4.0 (RFC 7530) introdujo una serie de mejoras respecto de NFSv3 y se mejoró aún más con las versiones posteriores NFSv4.1 (RFC 5661) y NFSv4.2 (RFC 7862), que agregaron características como NFS paralelo (pNFS).

### Beneficios de NFSv4.x

NFSv4.x ofrece los siguientes beneficios sobre NFSv3:

- Compatible con firewall porque NFSv4 usa solo un puerto (2049) para sus operaciones
- Gestión de caché avanzada y agresiva, como las delegaciones en NFSv4.x
- Opciones de seguridad RPC sólidas que emplean criptografía
- Internacionalización de personajes
- Operaciones compuestas
- Funciona sólo con TCP
- Protocolo con estado (no sin estado como NFSv3)
- Integración completa de Kerberos para mecanismos de autenticación eficientes
- Referencias de NFS
- Soporte de control de acceso compatible con UNIX y Windows
- Identificadores de usuarios y grupos basados en cadenas
- pNFS (NFSv4.1)
- Atributos extendidos (NFSv4.2)
- Etiquetas de seguridad (NFSv4.2)
- Operaciones de archivos dispersos (FALLOCATE) (NFSv4.2)

Para obtener más información sobre NFSv4.x general, incluidas las mejores prácticas y detalles sobre las características, consulte "[Informe técnico de NetApp 4067: Guía de prácticas recomendadas e implementación de NFS](#)".

#### Información relacionada

- "[Información general de la configuración DE NFS](#)"
- "[Descripción general de la gestión de NFS](#)"
- "[Gestión de volúmenes de FlexGroup](#)"
- "[Descripción general de trunking NFS](#)"
- <https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/19370-tr-4523.pdf>
- "[Informe técnico de NetApp 4616: Kerberos de NFS en ONTAP con Microsoft Active Directory](#)"

## Aprenda sobre la arquitectura pNFS en ONTAP

La arquitectura pNFS se compone de tres componentes principales: un cliente NFS que admite pNFS, un servidor de metadatos que proporciona una ruta dedicada para operaciones de metadatos y un servidor de datos que proporciona rutas localizadas a los archivos.

El acceso del cliente a pNFS necesita conectividad de red a las rutas de datos y metadatos disponibles en el servidor NFS. Si el servidor NFS contiene interfaces de red a las que los clientes no pueden acceder, es posible que el servidor anuncie al cliente rutas de datos que no son accesibles, lo que puede provocar interrupciones.

#### Servidor de metadatos

El servidor de metadatos en pNFS se establece cuando un cliente inicia un montaje utilizando NFSv4.1 o posterior cuando pNFS está habilitado en el servidor NFS. Una vez hecho esto, todo el tráfico de metadatos se envía a través de esta conexión y permanece en ella mientras dura el montaje, incluso si la interfaz se migra a otro nodo.

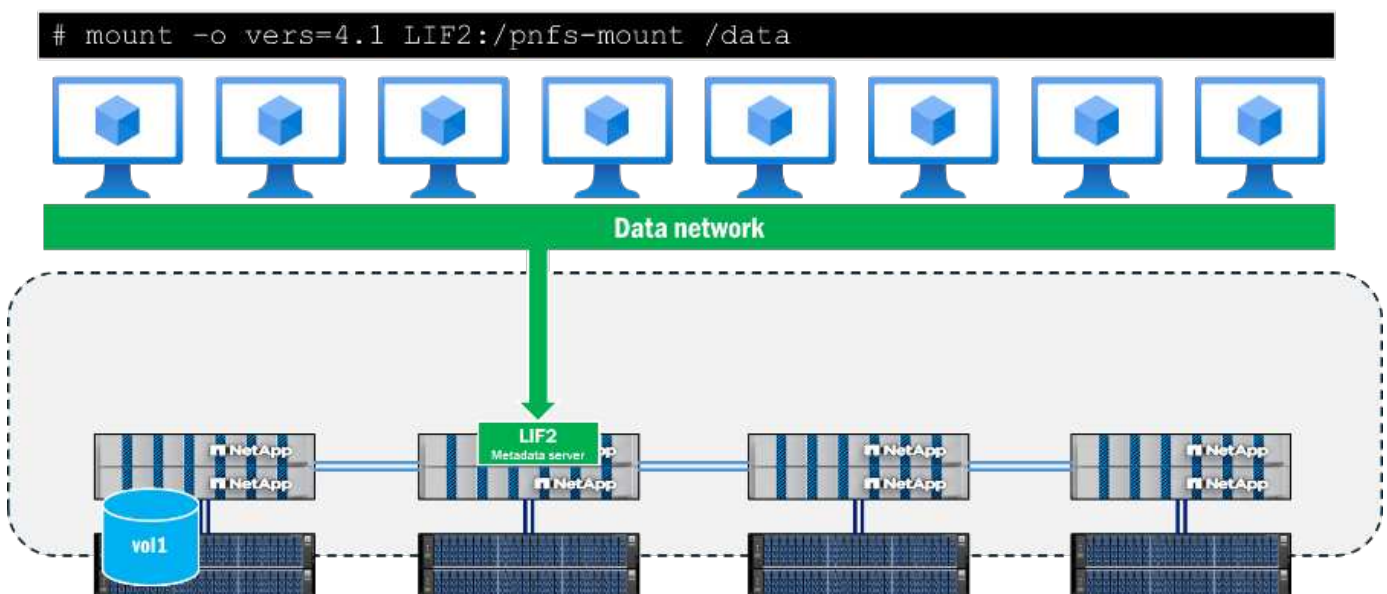


Figura 1. Establecer el servidor de metadatos en pNFS en ONTAP

La compatibilidad de pNFS se determina durante la llamada de montaje, específicamente en las llamadas EXCHANGE\_ID. Esto se puede ver en una captura de paquetes debajo de las operaciones NFS como una bandera. Cuando las banderas pNFS EXCHGID4\_FLAG\_USE\_PNFS\_DS y EXCHGID4\_FLAG\_USE\_PNFS\_MDS se establecen en 1, entonces la interfaz es elegible para operaciones de datos y metadatos en pNFS.

```

  Operations (count: 1)
    Opcode: EXCHANGE_ID (42)
      Status: NFS4_OK (0)
      clientid: 0x004050a97100001c
      seqid: 0x00000001
      flags: 0x00060100, EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_DS, EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_MDS, EXCHGID4_FLAG_BIND_PRINC
        0... .. = EXCHGID4_FLAG_CONFIRMED_R: Not set
        .0.. .. = EXCHGID4_FLAG_UPD_CONFIRMED_REC_A: Not set
        ....1.. .. = EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_DS: Set
        ....1.. .. = EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_MDS: Set
        ....0... .. = EXCHGID4_FLAG_USE_NON_PNFS: Not set
        ....1... .. = EXCHGID4_FLAG_BIND_PRINC_STATEID: Set
        ....0. = EXCHGID4_FLAG_SUPP_MOVED_MIGR: Not set
        ....0 = EXCHGID4_FLAG_SUPP_MOVED_REFER: Not set

```

Figura 2. Captura de paquetes para montaje pNFS

Los metadatos en NFS generalmente consisten en atributos de archivos y carpetas, como identificadores de archivos, permisos, tiempos de acceso y modificación e información de propiedad. Los metadatos también pueden incluir crear y eliminar llamadas, vincular y desvincular llamadas y cambiar nombres.

En pNFS, también hay un subconjunto de llamadas de metadatos específicas para la función pNFS y se tratan con más detalle en "RFC 5661". Estas llamadas se utilizan para ayudar a determinar dispositivos elegibles para pNFS, asignaciones de dispositivos a conjuntos de datos y otra información requerida. La siguiente tabla muestra una lista de estas operaciones de metadatos específicas de pNFS.

Funcionamiento	Descripción
DISEÑO	Obtiene el mapa del servidor de datos del servidor de metadatos.
COMPROMISO DE DISEÑO	Los servidores confirman el diseño y actualizan los mapas de metadatos.
DISEÑO RETORNO	Devuelve el diseño o el nuevo diseño si se modifican los datos.
OBTENER INFORMACIÓN DEL DISPOSITIVO	El cliente obtiene información actualizada sobre un servidor de datos en el clúster de almacenamiento.
OBTENERLISTADEDISPOSITIVOS	El cliente solicita la lista de todos los servidores de datos que participan en el clúster de almacenamiento.
CB_RECUPERACIÓN DE DISEÑO	El servidor recupera el diseño de datos de un cliente si se detectan conflictos.
CB_RECALL_ANY	Devuelve cualquier diseño al servidor de metadatos.
CB_NOTIFY_ID_DE DISPOSITIVO	Notifica cualquier cambio de ID del dispositivo.

Información de la ruta de datos

Una vez establecido el servidor de metadatos y comienzan las operaciones de datos, ONTAP comienza a rastrear los ID de dispositivos elegibles para operaciones de lectura y escritura de pNFS, así como las asignaciones de dispositivos, que asocian los volúmenes en el clúster con las interfaces de red local. Este proceso ocurre cuando se realiza una operación de lectura o escritura en el montaje. Llamadas de metadatos,

como GETATTR. no activará estas asignaciones de dispositivos. Como tal, ejecutar una `ls` El comando dentro del punto de montaje no actualizará las asignaciones.

Los dispositivos y las asignaciones se pueden ver usando la CLI de ONTAP con privilegios avanzados, como se muestra a continuación.

```
::*> pnfs devices show -vserver DEMO
(vserver nfs pnfs devices show)
Vserver Name      Mapping ID      Volume MSID      Mapping Status
Generation
-----
DEMO              16             2157024470      available      1

::*> pnfs devices mappings show -vserver SVM
(vserver nfs pnfs devices mappings show)
Vserver Name      Mapping ID      Dsid             LIF IP
-----
DEMO              16             2488             10.193.67.211
```



En estos comandos, los nombres de los volúmenes no están presentes. En su lugar, se utilizan los identificadores numéricos asociados a esos volúmenes: el identificador del conjunto maestro (MSID) y el identificador del conjunto de datos (DSID). Para encontrar los volúmenes asociados a las asignaciones, puede utilizar `volume show -dsid [dsid_numeric]` o `volume show -msid [msid_numeric]` en privilegio avanzado de la CLI de ONTAP.

Cuando un cliente intenta leer o escribir en un archivo ubicado en un nodo remoto a la conexión del servidor de metadatos, pNFS negociará las rutas de acceso apropiadas para garantizar la localidad de los datos para esas operaciones y el cliente lo redireccionará al dispositivo pNFS anunciado en lugar de intentar atravesar la red del clúster para acceder al archivo. Esto ayuda a reducir la sobrecarga de la CPU y la latencia de la red.

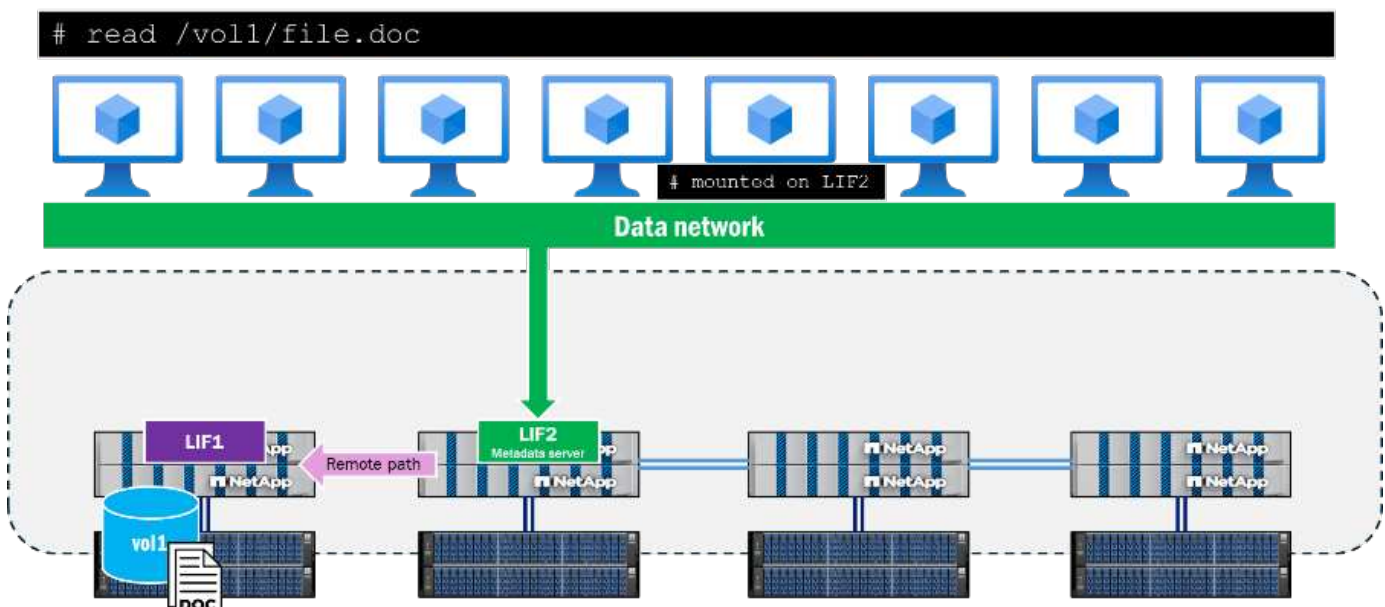


Figura 3. Ruta de lectura remota usando NFSv4.1 sin pNFS

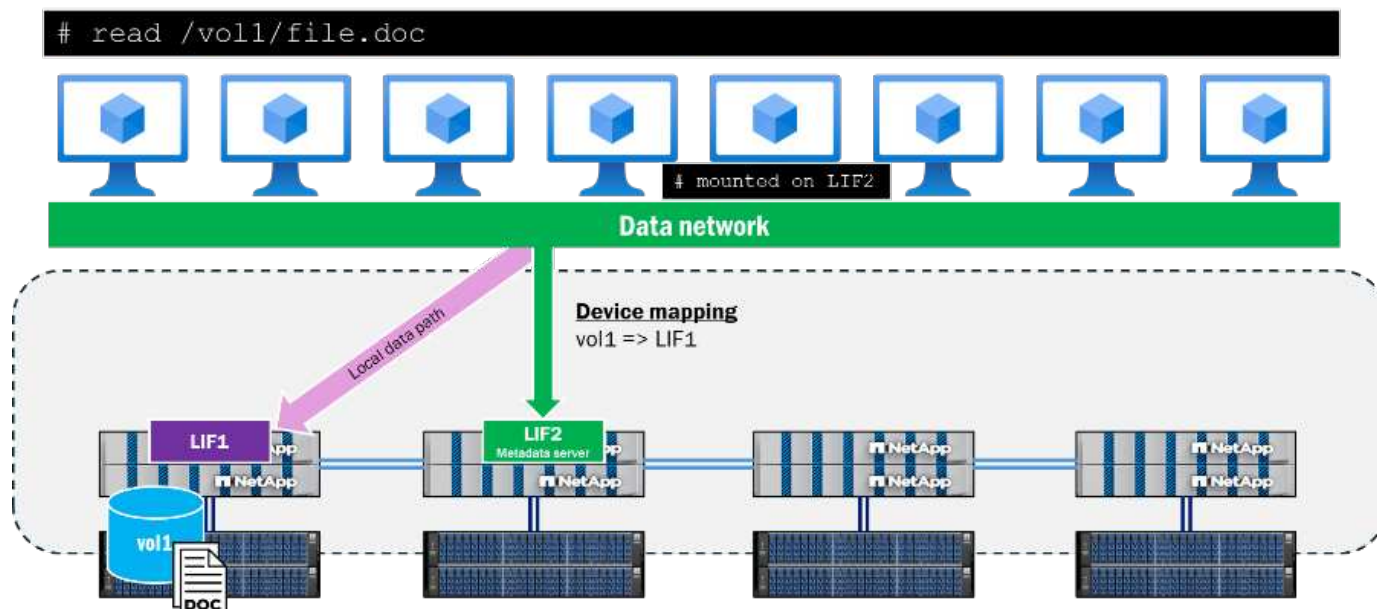


Figura 4. Ruta de lectura localizada mediante pNFS

### Ruta de control pNFS

Además de los metadatos y las partes de datos de pNFS, también hay una ruta de control de pNFS. El servidor NFS utiliza la ruta de control para sincronizar la información del sistema de archivos. En un clúster ONTAP, la red del clúster backend se replica periódicamente para garantizar que todos los dispositivos pNFS y las asignaciones de dispositivos estén sincronizados.

### Flujo de trabajo de población de dispositivos pNFS

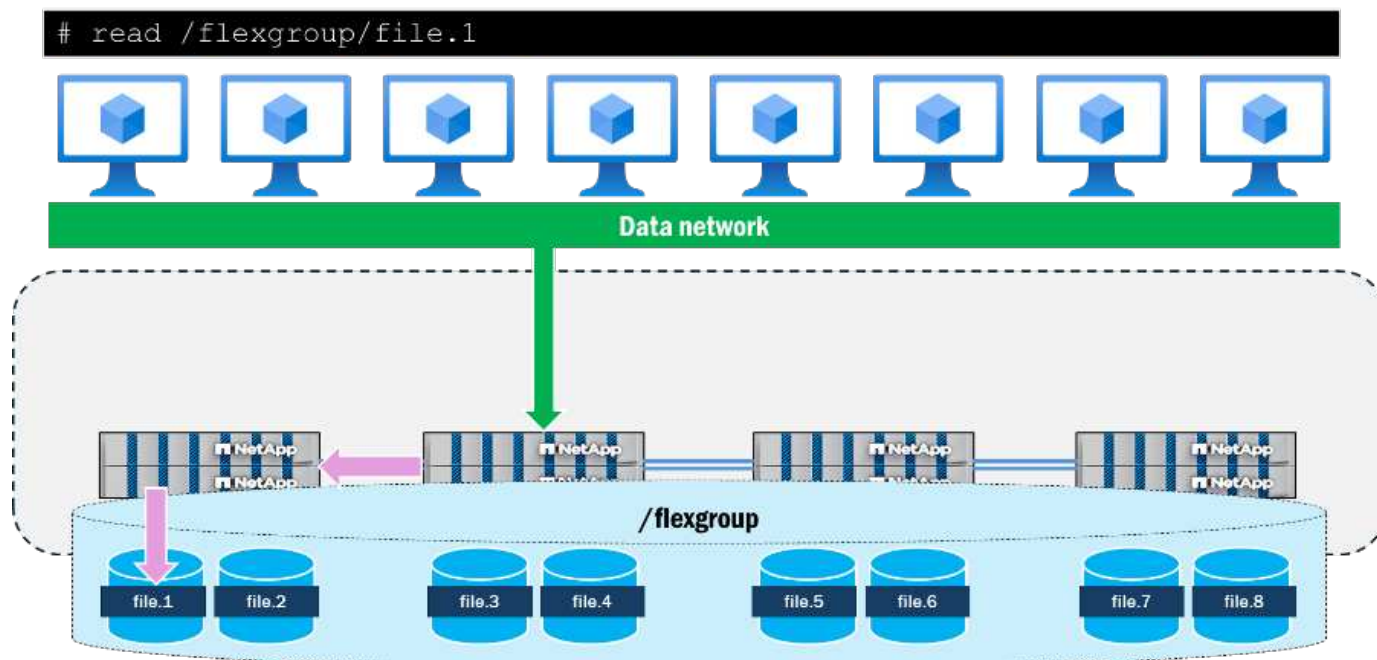
A continuación se describe cómo se completa un dispositivo pNFS en ONTAP después de que un cliente realiza una solicitud para leer o escribir un archivo en un volumen.

1. El cliente solicita lectura o escritura; se realiza una operación OPEN y se recupera el identificador del archivo.
2. Una vez que se realiza la operación OPEN, el cliente envía el identificador de archivo al almacenamiento en una llamada LAYOUTGET a través de la conexión del servidor de metadatos.
3. LAYOUTGET devuelve al cliente información sobre el diseño del archivo, como el ID de estado, el tamaño de la banda, el segmento de archivo y el ID del dispositivo.
4. Luego, el cliente toma el ID del dispositivo y envía una llamada GETDEVINFO al servidor para recuperar la dirección IP asociada con el dispositivo.
5. El almacenamiento envía una respuesta con la lista de direcciones IP asociadas para el acceso local al dispositivo.
6. El cliente continúa la conversación NFS a través de la dirección IP local enviada desde el almacenamiento.

### Interacción de pNFS con volúmenes FlexGroup

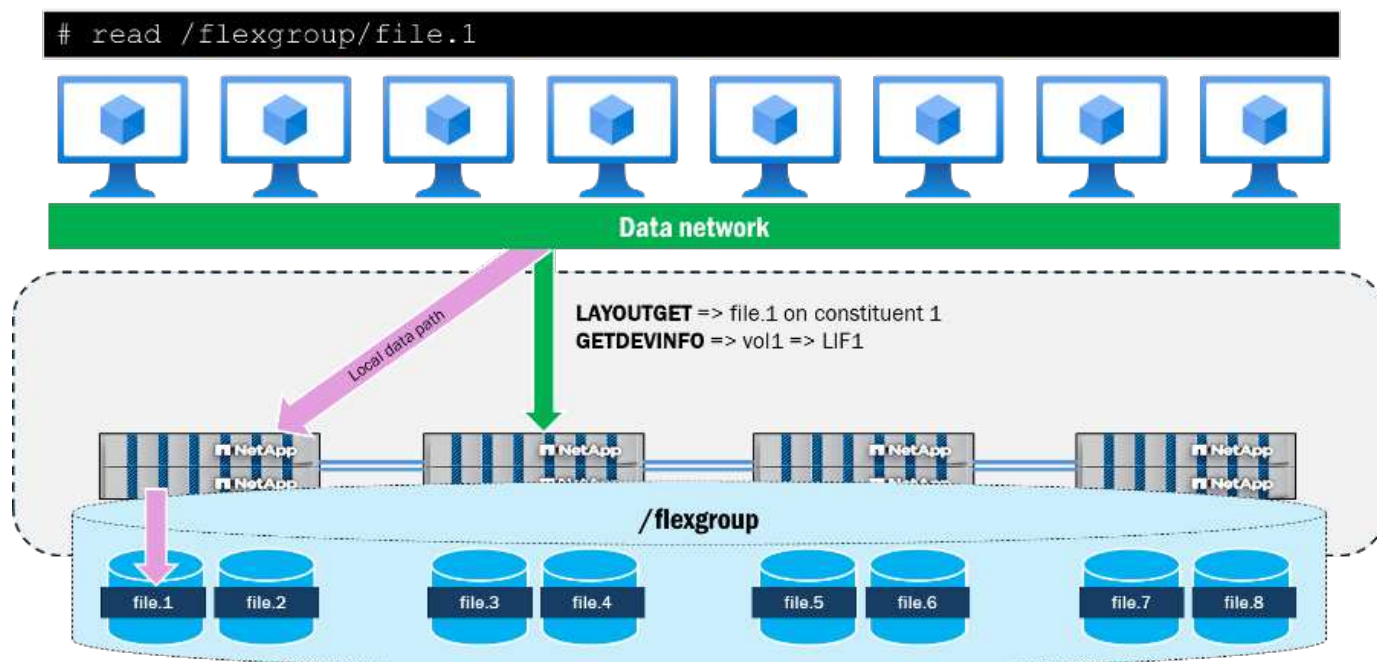
Los volúmenes FlexGroup en ONTAP presentan el almacenamiento como componentes de FlexVol volume que abarcan múltiples nodos en un clúster, lo que permite que una carga de trabajo aproveche múltiples recursos de hardware mientras mantiene un único punto de montaje. Debido a que varios nodos con múltiples interfaces de red interactúan con la carga de trabajo, es un resultado natural ver tráfico remoto atravesar la red del clúster backend en ONTAP.





**Figura 5. Acceso a un solo archivo en un volumen FlexGroup sin pNFS**

Al utilizar pNFS, ONTAP realiza un seguimiento de los diseños de archivos y volúmenes del volumen FlexGroup y los asigna a las interfaces de datos locales en el clúster. Por ejemplo, si un volumen constituyente que contiene un archivo al que se accede reside en el nodo 1, entonces ONTAP notificará al cliente para redirigir el tráfico de datos a la interfaz de datos en el nodo 1.



**Figura 6. Acceso a un solo archivo en un volumen FlexGroup con pNFS**

pNFS también permite la presentación de rutas de red paralelas a archivos desde un único cliente, algo que NFSv4.1 sin pNFS no proporciona. Por ejemplo, si un cliente desea acceder a cuatro archivos al mismo tiempo desde el mismo montaje usando NFSv4.1 sin pNFS, se utilizaría la misma ruta de red para todos los archivos y, en su lugar, el clúster ONTAP enviaría solicitudes remotas a esos archivos. La ruta de montaje puede convertirse en un cuello de botella para las operaciones, ya que todas siguen una única ruta y llegan a un único nodo y también atiende operaciones de metadatos junto con las operaciones de datos.



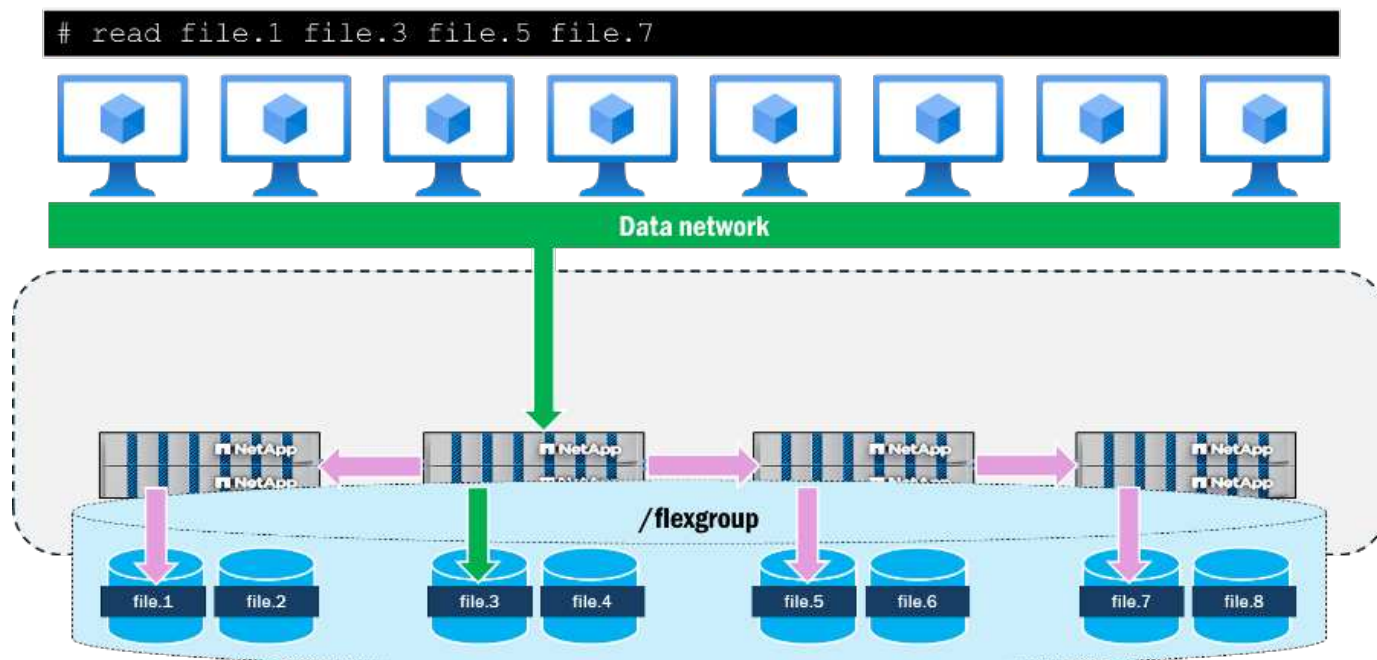


Figura 7. Acceso simultáneo a múltiples archivos en un volumen FlexGroup sin pNFS

Cuando se utiliza pNFS para acceder a los mismos cuatro archivos simultáneamente desde un solo cliente, el cliente y el servidor negocian rutas locales a cada nodo con los archivos y utilizan múltiples conexiones TCP para las operaciones de datos, mientras que la ruta de montaje actúa como la ubicación para todas las operaciones de metadatos. Esto proporciona beneficios de latencia al utilizar rutas locales a los archivos, pero también puede agregar beneficios de rendimiento mediante el uso de múltiples interfaces de red, siempre que los clientes puedan enviar suficientes datos para saturar la red.

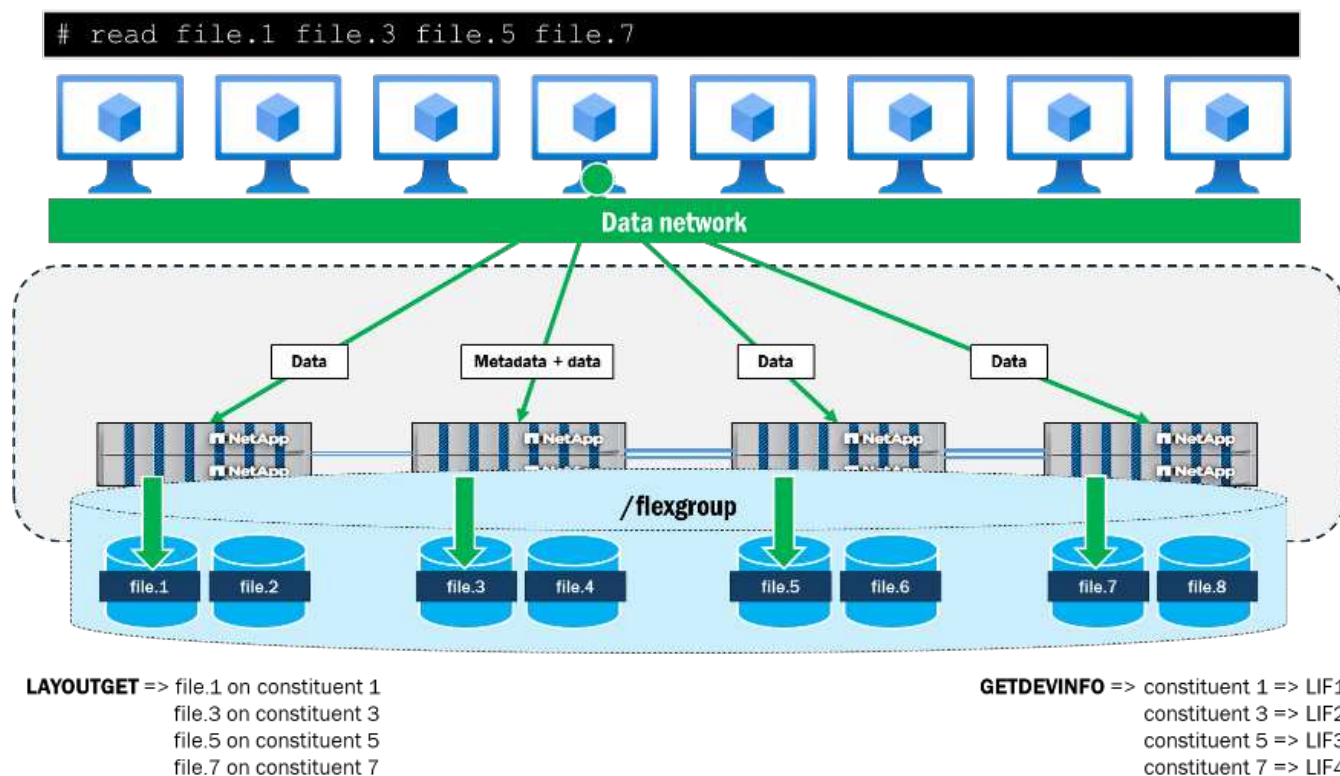


Figura 8. Acceso simultáneo a múltiples archivos en un volumen FlexGroup con pNFS

A continuación se muestran los resultados de una ejecución de prueba simple en un solo cliente RHEL 9.5

donde se leen en paralelo cuatro archivos de 10 GB (todos ellos residentes en diferentes volúmenes constituyentes en dos nodos del clúster ONTAP ) mediante dd. Para cada archivo, se mejoró el rendimiento general y el tiempo de finalización al utilizar pNFS. Al usar NFSv4.1 sin pNFS, la diferencia de rendimiento entre los archivos que eran locales en el punto de montaje y los remotos era mayor que con pNFS.

Prueba	Rendimiento por archivo (MB/s)	Tiempo de finalización por archivo
NFSv4.1: sin pNFS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivo.1–228 (local)</li> <li>• Archivo.2–227 (local)</li> <li>• Archivo.3–192 (remoto)</li> <li>• Archivo.4–192 (remoto)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivo.1–46 (local)</li> <li>• Archivo.2–46.1 (local)</li> <li>• Archivo.3–54.5 (remoto)</li> <li>• Archivo.4–54.5 (remoto)</li> </ul>
NFSv4.1: con pNFS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivo.1–248 (local)</li> <li>• Archivo.2–246 (local)</li> <li>• Archivo .3–244 (local vía pNFS)</li> <li>• Archivo .4–244 (local vía pNFS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivo.1–42.3 (local)</li> <li>• Archivo.2–42.6 (local)</li> <li>• Archivo 3–43 (local vía pNFS)</li> <li>• Archivo 4–43 (local a través de pNFS)</li> </ul>

#### Información relacionada

- ["Gestión de volúmenes de FlexGroup"](#)
- ["Informe técnico 4571 de NetApp : Prácticas recomendadas de FlexGroup"](#)

## Casos de uso de pNFS en ONTAP

pNFS se puede utilizar con varias funciones de ONTAP para mejorar el rendimiento y proporcionar flexibilidad adicional para las cargas de trabajo NFS.

### pNFS con nconnect

NFS introdujo una nueva opción de montaje con algunos clientes y servidores más recientes que proporciona una manera de entregar múltiples conexiones TCP mientras se monta una sola dirección IP. Esto proporciona un mecanismo para paralelizar mejor las operaciones, solucionar las limitaciones del servidor y del cliente NFS y, potencialmente, proporcionar un mayor rendimiento general para ciertas cargas de trabajo. nconnect es compatible con ONTAP 9.8 y versiones posteriores, siempre que el cliente admita nconnect.

Al usar nconnect con pNFS, las conexiones se paralelizarán usando la opción nconnect en cada dispositivo pNFS anunciado por el servidor NFS. Por ejemplo, si nconnect está configurado en cuatro y hay cuatro interfaces elegibles para pNFS, entonces la cantidad total de conexiones creadas será de hasta 16 por punto de montaje (4 nconnect x 4 direcciones IP).

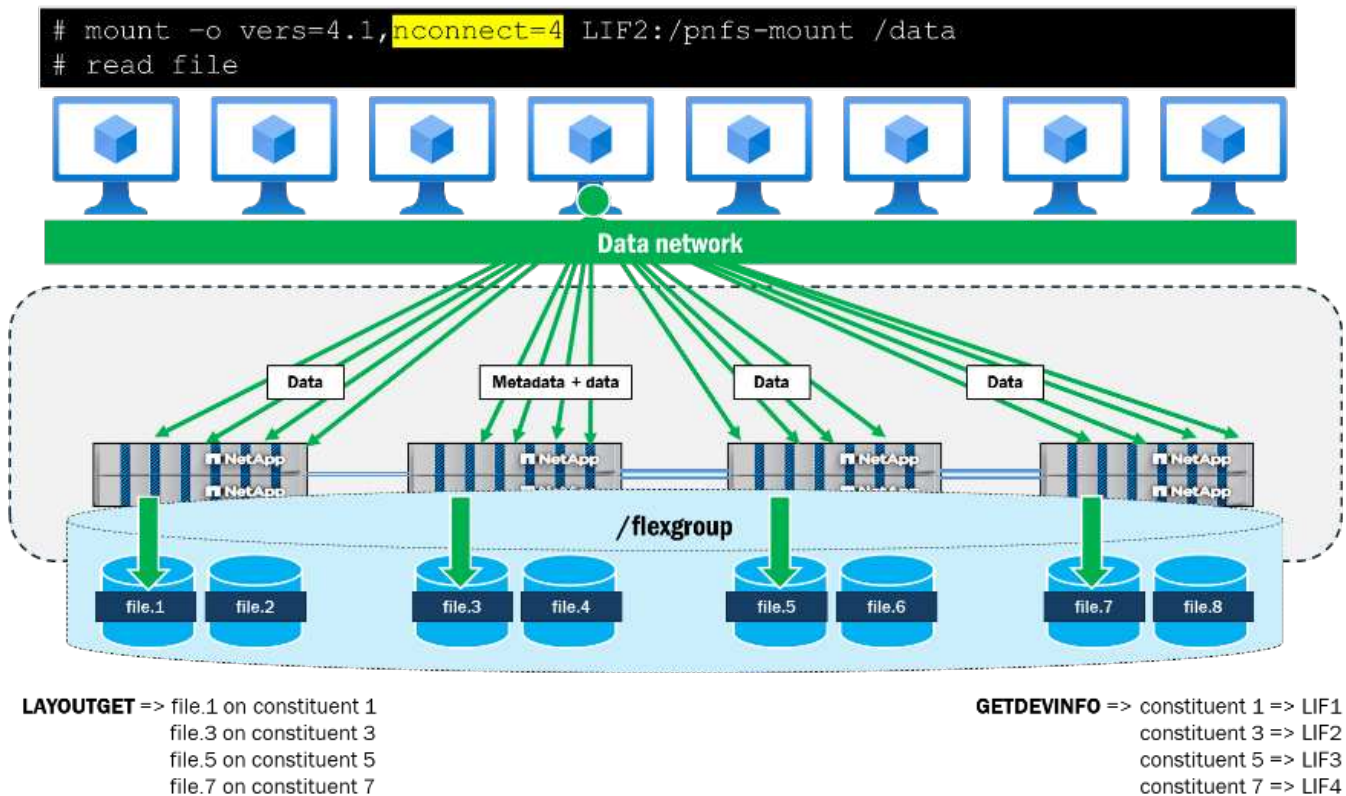


Figura 9. pNFS con nconnect establecido en 4

"Obtenga más información sobre la compatibilidad de ONTAP con NFSv4.1"

### pNFS con enlace troncal de sesión NFSv4.1

Troncalización de sesión NFSv4.1 ("RFC 5661, sección 2.10.5") es el uso de múltiples conexiones TCP entre un cliente y un servidor para aumentar la velocidad de transferencia de datos. Se agregó soporte para troncalización de sesión NFSv4.1 a ONTAP 9.14.1 y debe usarse con clientes que también admitan troncalización de sesión.

En ONTAP, el enlace troncal de sesiones se puede utilizar en varios nodos de un clúster para proporcionar mayor rendimiento y redundancia en las conexiones.

La troncalización de sesiones se puede establecer de varias maneras:

- **Descubrir automáticamente a través de las opciones de montaje:** La troncalización de sesiones en la mayoría de los clientes NFS modernos se puede establecer a través de opciones de montaje (consulte la documentación del proveedor de su sistema operativo) que indican al servidor NFS que envíe información al cliente acerca de los troncales de sesión. Esta información aparece a través de un paquete NFS como un `fs_location4` llamar.

La opción de montaje en uso depende de la versión del sistema operativo del cliente. Por ejemplo, las versiones de Ubuntu Linux generalmente usan `max_connect=n` para señalar que se debe utilizar un enlace troncal de sesión. En las distribuciones de Linux RHEL, el `trunkdiscovery` Se utiliza la opción de montaje.

#### Ejemplo de Ubuntu

```
mount -o vers=4.1,max_connect=8 10.10.10.10:/pNFS /mnt/pNFS
```

## Ejemplo de RHEL

```
mount -o vers=4.1,truandiscovery 10.10.10.10:/pNFS /mnt/pNFS
```



Si intenta utilizar `max_connect` En las distribuciones RHEL, se tratará como `nconnect` y el enlace troncal de sesión no funcionará como se espera.

- **Establecer manualmente:** puede establecer la troncalización de sesiones manualmente montando cada dirección IP individual en la misma ruta de exportación y punto de montaje. Por ejemplo, si tiene dos direcciones IP en el mismo nodo (10.10.10.10 y 10.10.10.11) para una ruta de exportación de `/pNFS`, ejecuta el comando `mount` dos veces:

```
mount -o vers=4.1 10.10.10.10:/pNFS /mnt/pNFS
mount -o vers=4.1 10.10.10.11:/pNFS /mnt/pNFS
```

Repita este proceso en todas las interfaces que desee que participen en el enlace troncal.



Cada nodo obtiene su propio tronco de sesión. Los troncos no atraviesan los nodos.



Al utilizar pNFS, utilice únicamente el enlace troncal de sesión o `nconnect`. El uso de ambos generará un comportamiento no deseado, como por ejemplo que solo la conexión del servidor de metadatos obtenga los beneficios de `nconnect` mientras que los servidores de datos utilizan una única conexión.

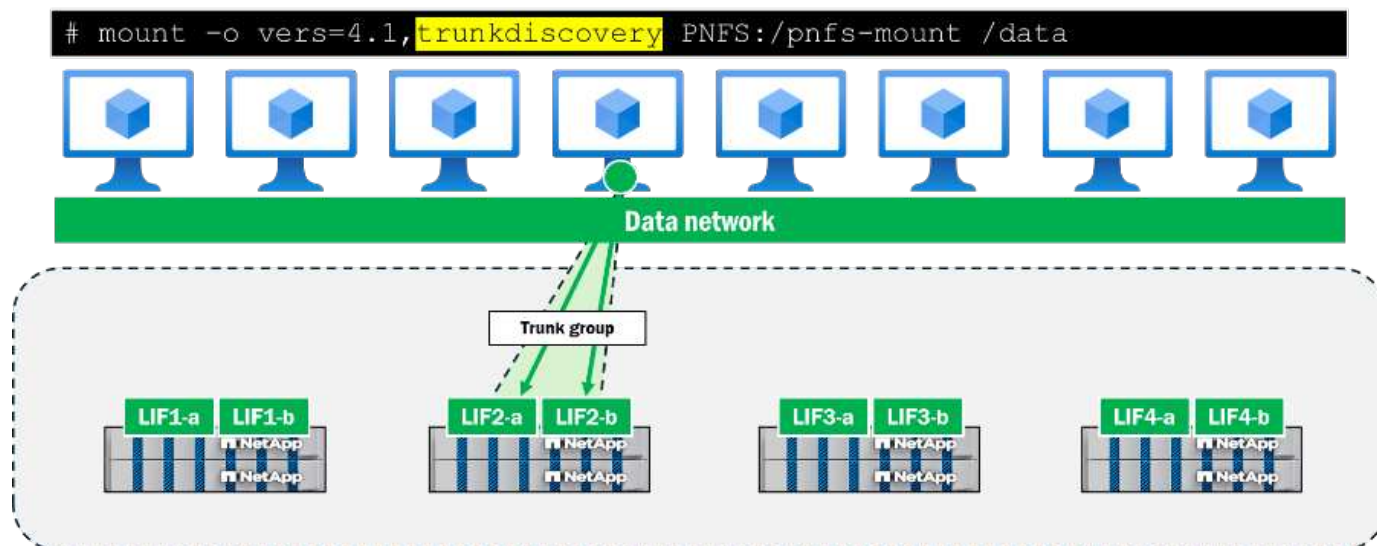
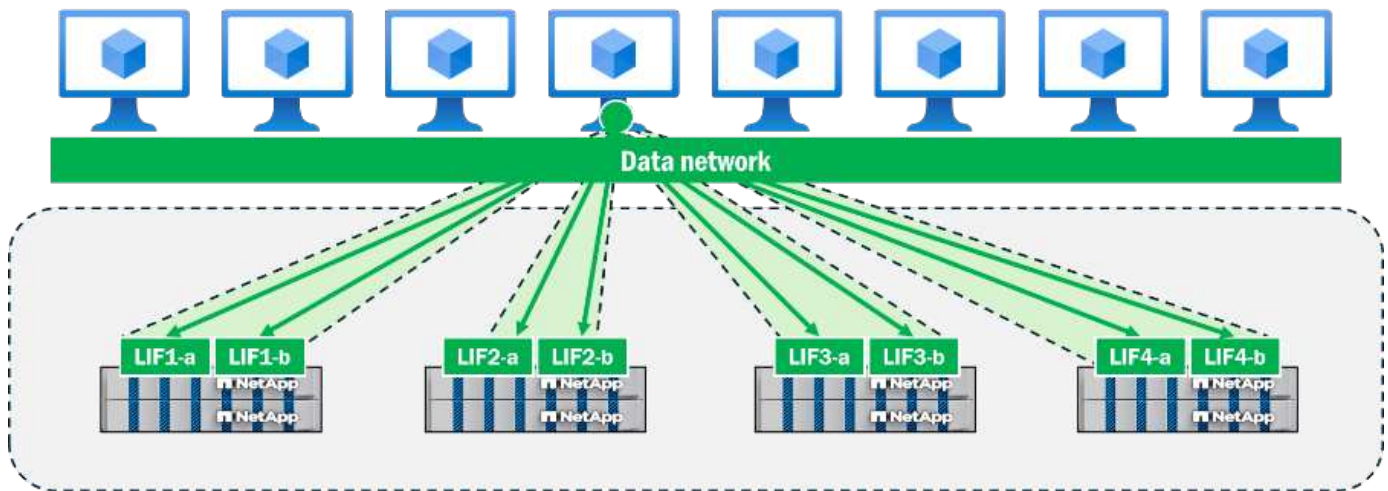


Figura 10. Troncalización de sesiones NFSv4.1 en ONTAP

pNFS puede proporcionar una ruta local a cada nodo participante en un clúster y, cuando se utiliza con troncalización de sesión, pNFS puede aprovechar un troncal de sesión por nodo para maximizar el rendimiento de todo el clúster.



```
# mount -o vers=4.1, trunkdiscovery PNFS:/pnfs-mount /data
```



Cuando **trunkdiscovery** se utiliza, se aprovecha una llamada GETATTR agregada (FS\_Locations) para las interfaces troncales de sesión enumeradas en el nodo del servidor NFS donde se encuentra la interfaz de montaje. Una vez que se devuelven, se realizan montajes posteriores en las direcciones devueltas. Esto se puede ver en una captura de paquetes durante el montaje.

198	1.219372			NFS	246	V4	Call (Reply In 199)	GETATTR	FH: 0x787f5cf1
199	1.219579			NFS	238	V4	Reply (Call In 198)	GETATTR	

```

  v Opcode: SEQUENCE (53)
    Status: NFS4_OK (0)
    sessionid: 7100001e004090a90000000000000409
    seqid: 0x00000009
    slot id: 0
    high slot id: 63
    target high slot id: 63
    > status flags: 0x00000000
  v Opcode: PUTFH (22)
    Status: NFS4_OK (0)
  v Opcode: GETATTR (9)
    Status: NFS4_OK (0)
  v Attr mask: 0x01000100 (FSID, FS_Locations)
    v reqd_attr: FSID (8)
      > fattr4_fsid
    v reco_attr: FS_Locations (24)
      v fattr4_fs_locations
        pathname components: 0
        v fs_location4
          num: 1
          v fs_location4
            v servers
              num: 1
              v server: 
                length: 14
                contents: 
                fill bytes: opaque data
                pathname components: 0

```

Figura 11. Detección de troncos de sesión NFS durante el montaje: captura de paquetes

"Obtenga más información sobre los enlaces troncales NFS"

## Referencias de pNFS versus NFSv4.1

Las referencias NFSv4.1 proporcionan un modo de redirección de ruta de montaje inicial que dirige a un cliente a la ubicación de los volúmenes cuando se produce una solicitud de montaje. Las referencias de NFSv4.1 funcionan dentro de una única SVM. Esta función intenta localizar el montaje NFS en una interfaz de red que reside en el mismo nodo que el volumen de datos. Si esa interfaz o volumen se mueve a otro nodo mientras está montado en un cliente, la ruta de datos ya no estará localizada hasta que se establezca un nuevo montaje.

pNFS no intenta localizar una ruta de montaje. En su lugar, establece un servidor de metadatos utilizando una ruta de montaje y luego localiza la ruta de datos dinámicamente según sea necesario.

Las referencias NFSv4.1 se pueden usar con pNFS, pero la funcionalidad es innecesaria. Habilitar referencias con pNFS no mostrará resultados notables.

["Habilitar o deshabilitar referencias NFSv4"](#)

## Interacción de pNFS con equilibrio de capacidad avanzado

["Equilibrado de capacidad avanzado"](#) en ONTAP escribe porciones de datos de archivos en los volúmenes constituyentes de un volumen FlexGroup (no compatible con volúmenes FlexVol individuales). A medida que un archivo crece, ONTAP decide comenzar a escribir datos en un nuevo inodo multiparte en un volumen constituyente diferente, que puede estar en el mismo nodo o en uno diferente. Las operaciones de escritura, lectura y metadatos en estos archivos multi-inodo son transparentes y no interrumpen a los clientes. El equilibrio de capacidad avanzado mejora la gestión del espacio entre los volúmenes constituyentes de FlexGroup, lo que proporciona un rendimiento más consistente.

pNFS puede redirigir la E/S de datos a una ruta de red localizada dependiendo de la información de diseño de archivo almacenada en el servidor NFS. Cuando se crea un solo archivo grande en partes en múltiples volúmenes constituyentes que potencialmente pueden abarcar varios nodos en el clúster, pNFS en ONTAP aún puede proporcionar tráfico localizado a cada parte del archivo porque ONTAP también mantiene la información de diseño del archivo para todas las partes del archivo. Cuando se lee un archivo, la localidad de la ruta de datos cambiará según sea necesario.



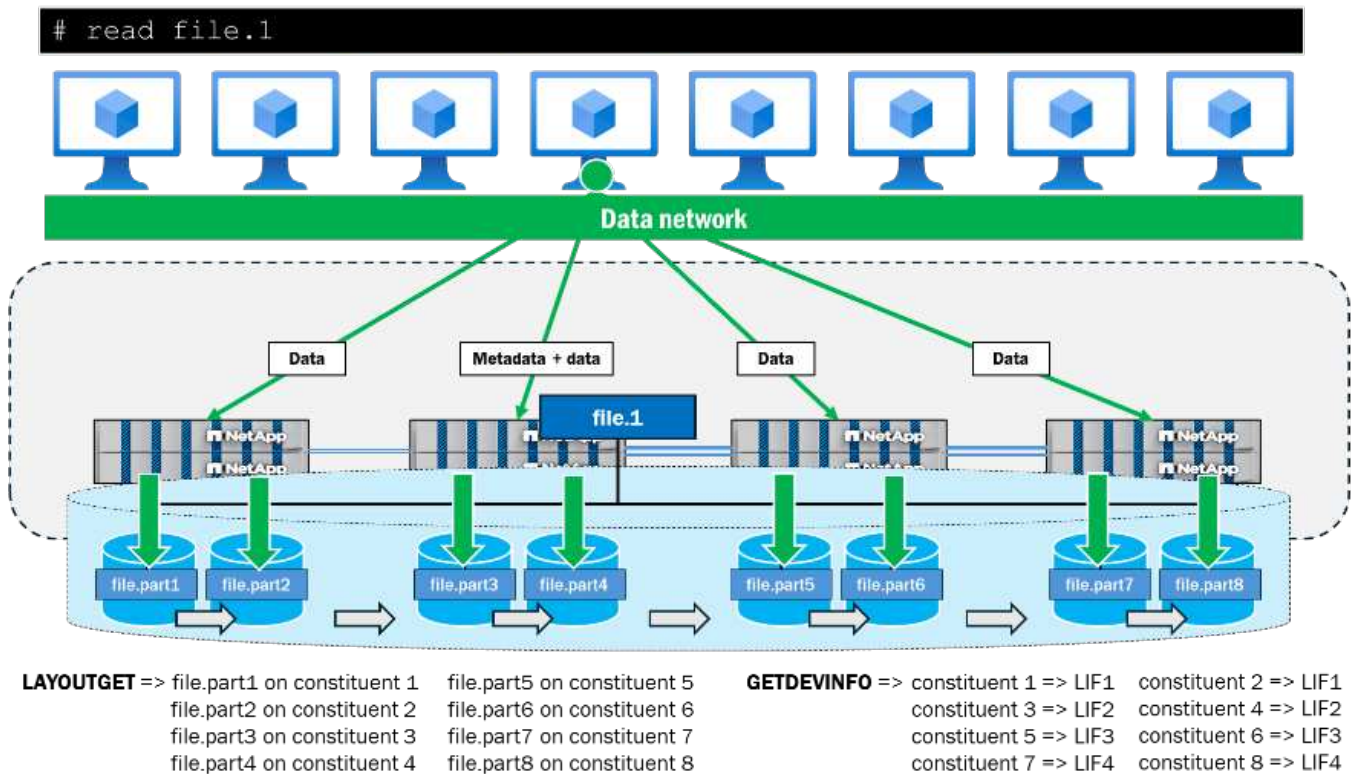


Figura 12. Equilibrio de capacidad avanzado con pNFS

#### Información relacionada

- ["Configuración del volumen de FlexGroup"](#)

## Estrategia de implementación de pNFS en ONTAP

pNFS se introdujo para mejorar el NFS tradicional separando metadatos y rutas de datos, proporcionando localización de datos y permitiendo operaciones paralelas.

### Desafíos del NFS tradicional y beneficios del pNFS

La siguiente tabla muestra los desafíos del NFS tradicional y explica cómo pNFS en ONTAP los aborda.

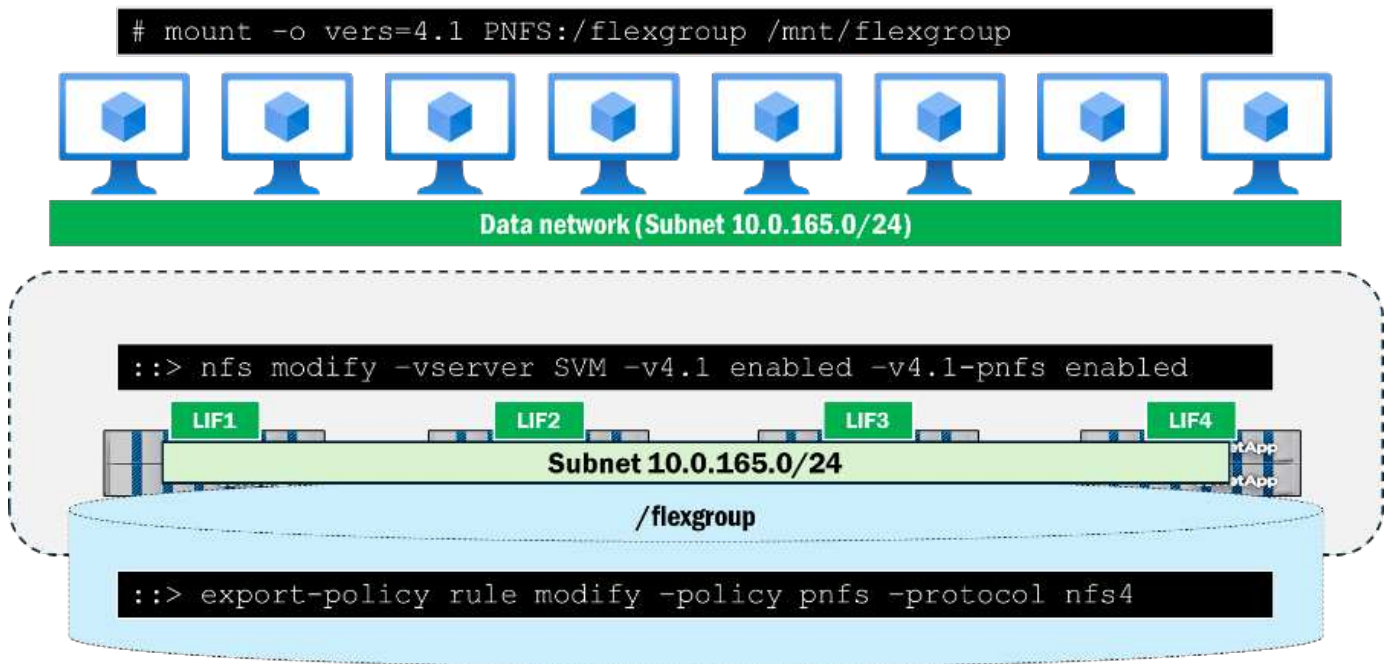
Desafío	beneficio de pNFS
<b>La misma ruta para metadatos y datos</b> En NFS tradicional, los metadatos y los datos recorren la misma ruta, lo que puede saturar tanto la red como la CPU, ya que una sola ruta se conectará a un solo nodo de hardware en el clúster. Esto se agrava cuando muchos usuarios intentan acceder a la misma exportación NFS.	<b>Las rutas de metadatos y datos están separadas, las rutas de datos están paralelizadas</b> Al separar las rutas de metadatos y datos para el tráfico NFS y proporcionar múltiples rutas de red para las rutas de datos, se maximizan los recursos de CPU y red en un clúster ONTAP , lo que proporciona una escala mejorada para las cargas de trabajo.

Desafío	beneficio de pNFS
<p><b>Desafíos de la distribución de la carga de trabajo</b> En un clúster NAS de ONTAP, puede tener hasta 24 nodos, cada uno de los cuales puede tener su propio conjunto de volúmenes de datos e interfaces de red. Cada volumen puede alojar su propia carga de trabajo, o un subconjunto de una carga de trabajo, y con un volumen FlexGroup esa carga de trabajo puede existir en múltiples nodos que acceden a un único espacio de nombres para mayor simplicidad. Cuando un cliente monta una exportación NFS, el tráfico de red se establecerá en un solo nodo. Cuando los datos a los que se accede residen en un nodo separado del clúster, se producirá tráfico remoto, lo que puede agregar latencia a la carga de trabajo y complejidad en la administración.</p>	<p><b>Rutas locales y paralelas a las estructuras de datos</b> Debido a que pNFS separa las rutas de datos de los metadatos y proporciona múltiples rutas de datos paralelas según la localidad del volumen en el clúster, la latencia se puede reducir al reducir la distancia del tráfico de red en el clúster, además de aprovechar múltiples recursos de hardware en un clúster. Además, dado que pNFS en ONTAP redirige el tráfico de datos automáticamente, los administradores tienen menos necesidad de administrar múltiples rutas y ubicaciones de exportación.</p>
<p><b>Reubicación de puntos de montaje NFS</b> Una vez establecido un punto de montaje, sería disruptivo desmontar y volver a montar el volumen. ONTAP ofrece la posibilidad de migrar interfaces de red entre nodos, pero eso agrega sobrecarga de administración y es perjudicial para las conexiones NFS con estado que utilizan NFSv4.x. Algunas de las razones para reubicar un punto de montaje están relacionadas con los desafíos de localidad de datos.</p>	<p><b>Reubicación automática de rutas</b> Con pNFS, el servidor NFS mantiene una tabla de las ubicaciones de las interfaces y volúmenes de red. Cuando se solicita una estructura de datos a un cliente a través de la ruta de metadatos en pNFS, el servidor entregará una ruta de red optimizada al cliente, que luego utilizará esa ruta para operaciones de datos. Esto reduce drásticamente la sobrecarga de gestión de las cargas de trabajo y puede mejorar el rendimiento en algunos casos.</p>

## Requisitos de configuración

La configuración de pNFS en NetApp ONTAP requiere lo siguiente:

- Un cliente NFS que admita pNFS y esté montado con NFSv4.1 o posterior
- NFSv4.1 habilitado en el servidor NFS en ONTAP (`nfs modify -v4.1 enabled`; desactivado por defecto)
- pNFS habilitado en el servidor NFS en ONTAP (`nfs modify -v4.1-pnfs enabled`; deshabilitado por defecto)
- Al menos una interfaz de red por nodo, enrutable a los clientes NFS
- Volúmenes de datos en la SVM que tienen políticas y reglas de exportación que permiten NFSv4



Una vez cumplidos los requisitos de configuración anteriores, pNFS simplemente funcionará por sí solo.

#### Información relacionada

- ["Configuración de NFS"](#)
- ["Compatibilidad de ONTAP con NFSv4.1"](#)
- ["Conectividad de interfaz de red para pNFS"](#)

## Planificación

### Plan para la implementación de pNFS

Antes de implementar pNFS en su entorno, asegúrese de cumplir con los requisitos previos y comprender los requisitos de interoperabilidad y los límites de configuración.

#### Requisitos previos

Antes de habilitar y usar pNFS en ONTAP, asegúrese de que se cumplan los siguientes requisitos:

- NFSv4.1 o posterior está habilitado en el servidor NFS
- Al menos uno ["Los datos LIF existen por nodo"](#) en el clúster para el SVM que aloja el servidor NFS
- Todo ["Los LIF de datos en el SVM son enrutables"](#) a clientes NFS
- Los clientes NFS admiten pNFS (la mayoría de las distribuciones de Linux modernas a partir de 2014)
- La conectividad de red entre los clientes y todos los LIF de datos en la SVM es funcional
- La resolución de DNS (si se utilizan nombres de host) está configurada correctamente para todos los LIF de datos
- ["Volúmenes de FlexGroup"](#) están configurados (recomendado para obtener mejores resultados)
- ["Coincidencia de dominios de identificación de NFSv4.x"](#) entre clientes y ONTAP
- ["NFS Kerberos"](#) (si se utiliza) está habilitado en todos los LIF de datos en el SVM

## Resumen de mejores prácticas

Al implementar pNFS en su entorno, siga estas prácticas recomendadas:

- Usar "[Volúmenes de FlexGroup](#)" Para un mejor rendimiento y escalamiento de capacidad
- Asegúrese de que todos "[Las interfaces de red en el SVM son enrutables](#)" a los clientes
- "[Desactivar NFSv4,0](#)" para garantizar que los clientes utilicen NFSv4.1 o posterior
- Distribuya los puntos de montaje en múltiples interfaces y nodos de red
- Utilice DNS round robin para "[servidores de metadatos de equilibrio de carga](#)"
- Verificar "[Coincidencia de dominios de identificación de NFSv4.x](#)" en clientes y servidores
- Conducta "[migraciones de interfaz de red](#)" y "[conmutaciones por error de almacenamiento](#)" durante las ventanas de mantenimiento
- Permitir "[NFS Kerberos](#)" en todos los LIF de datos si se utiliza seguridad Kerberos
- Evite usar "[Referencias de NFSv4.1](#)" al usar pNFS
- Prueba "[Configuración de nconnect](#)" con cuidado para evitar sobrepasar los límites de conexión TCP
- Considerar "[troncalización de sesiones](#)" como alternativa a "[nconectar](#)" (no utilice ambos juntos)
- Verificar "[Soporte del proveedor del sistema operativo del cliente](#)" para pNFS antes de la implementación

## Interoperabilidad

pNFS en ONTAP está diseñado para funcionar con clientes NFS compatibles con RFC. Se aplican las siguientes consideraciones:

- El más moderno "[Distribuciones de Linux de 2014 y posteriores](#)" Admite pNFS (RHEL 6.4, Fedora 17 y posteriores)
- Verifique con el proveedor del sistema operativo de su cliente que pNFS sea compatible
- pNFS funciona tanto con FlexVol como con "[Volúmenes de FlexGroup](#)"
- pNFS es compatible con NFSv4.1 y "[NFSv4.2](#)"
- pNFS se puede utilizar con "[NFS Kerberos](#)" (krb5, krb5i, krb5p), pero el rendimiento podría verse afectado
- pNFS se puede utilizar junto con "[nconectar](#)" o "[troncalización de sesiones](#)" (pero no ambos simultáneamente)
- pNFS no funciona sobre "[NFSv4.0](#)"

## Límites

Los siguientes límites se aplican a pNFS en ONTAP:

- "[Límites de conexión TCP](#)" por nodo varía según la plataforma (consulte NetApp Hardware Universe para conocer los límites específicos)
- Tamaño máximo de archivo: depende del tipo de volumen y la versión de ONTAP
- Cantidad máxima de archivos: hasta 200 mil millones de archivos con "[Volúmenes de FlexGroup](#)"
- Capacidad máxima: Hasta 60 PB con "[Volúmenes de FlexGroup](#)"
- "[Recuento de interfaces de red](#)": Se requiere al menos un LIF de datos por nodo; es posible que se necesiten más para equilibrar la carga

Al utilizar ["Conéctese con pNFS"](#) Tenga en cuenta que los recuentos de conexiones TCP se multiplican rápidamente:

- Cada montaje de cliente con nconnect crea múltiples conexiones TCP por LIF de datos
- Con muchos clientes que utilizan valores altos de nconnect, ["Límites de conexión TCP"](#) puede superarse
- Exceder los límites de conexión TCP impide nuevas conexiones hasta que se liberen las conexiones existentes

#### Información relacionada

- ["Conectividad de interfaz de red para pNFS"](#)
- ["Habilitar o deshabilitar NFSv4.1"](#)
- ["Compatibilidad de ONTAP con NFSv4.1"](#)
- ["Compatibilidad de ONTAP con NFSv4.2"](#)
- ["NetApp Hardware Universe"](#)

## Mejores prácticas de rendimiento y ajuste de pNFS

Al utilizar pNFS en ONTAP, tenga en cuenta estas consideraciones y prácticas recomendadas para obtener mejores resultados.

#### Recomendaciones de tipo de volumen

pNFS en ONTAP funciona con volúmenes FlexVol y FlexGroup , pero para obtener los mejores resultados generales, utilice volúmenes FlexGroup .

Los volúmenes FlexGroup proporcionan:

- Un único punto de montaje que puede abarcar múltiples recursos de hardware en un clúster y al mismo tiempo permitir que pNFS localice el tráfico de datos
- Posibilidades de capacidad masiva (hasta 60 PB) y gran cantidad de archivos (hasta 200 mil millones de archivos)
- Compatibilidad con archivos multiparte para equilibrar la capacidad y obtener posibles beneficios de rendimiento
- Acceso paralelo a volúmenes y hardware que admiten una única carga de trabajo

["Obtenga más información sobre la gestión de volúmenes de FlexGroup"](#)

#### Recomendaciones de clientes

No todos los clientes NFS admiten pNFS, pero la mayoría de los clientes modernos sí. RHEL 6.4 y Fedora 17 fueron los primeros clientes pNFS compatibles (aproximadamente en 2014), por lo que es razonable suponer que las versiones de cliente lanzadas en los últimos años son totalmente compatibles con esta función. La postura de soporte de NFS de ONTAP es la siguiente: "si el cliente admite la función y cumple con RFC, y nosotros admitimos la función, entonces la combinación es compatible". Sin embargo, es una buena práctica asegurarse de que el proveedor del sistema operativo del cliente admita pNFS.

#### El volumen se mueve

ONTAP brinda la capacidad de mover volúmenes sin interrupciones entre nodos o agregados en el mismo clúster para brindar flexibilidad de equilibrio de capacidad y rendimiento. Cuando se realiza un movimiento de

volumen en ONTAP, las asignaciones de dispositivos pNFS se actualizan automáticamente para informar a los clientes que utilicen la nueva relación de volumen a interfaz si es necesario.

["Aprenda a mover un volumen"](#)

## **Migración de la interfaz de red**

ONTAP proporciona la capacidad de mover interfaces de red entre nodos del mismo clúster para brindar equilibrio de rendimiento y flexibilidad de mantenimiento. Al igual que los movimientos de volumen, cuando se realiza una migración de interfaz de red en ONTAP, las asignaciones de dispositivos pNFS se actualizan automáticamente para informar a los clientes que utilicen la nueva relación de volumen a interfaz si es necesario.

Sin embargo, debido a que NFSv4.1 es un protocolo con estado, una migración de interfaz de red puede ser perjudicial para los clientes que utilizan activamente el montaje NFS. Es una buena práctica realizar migraciones de interfaz de red en una ventana de mantenimiento y notificar a los clientes sobre posibles interrupciones de la red.

## **Conmutaciones por error/devoluciones de almacenamiento**

pNFS sigue las mismas consideraciones de conmutación por error de almacenamiento que NFSv4.1. Estos temas se tratan en detalle en ["Informe técnico de NetApp 4067: Guía de prácticas recomendadas e implementación de NFS"](#). En general, cualquier conmutación por error o devolución de almacenamiento que involucre pNFS debe realizarse en una ventana de mantenimiento, con posibles interrupciones de almacenamiento esperadas debido al estado del protocolo.

## **Cargas de trabajo de metadatos**

Las operaciones de metadatos son de tamaño pequeño y pueden ser grandes en número según la carga de trabajo (¿Está creando una gran cantidad de archivos? ¿Está ejecutando comandos "buscar"? ) y el recuento total de archivos. Como resultado, las cargas de trabajo con muchas llamadas de metadatos pueden sobrecargar la CPU del servidor NFS y potencialmente pueden generar un cuello de botella en una sola conexión. pNFS (y NFSv4.x en general) no es adecuado para cargas de trabajo con muchas llamadas de metadatos que dependen del rendimiento, ya que el estado, los mecanismos de bloqueo y algunas de las características de seguridad de la versión del protocolo pueden afectar negativamente la utilización y la latencia de la CPU. Estos tipos de carga de trabajo (como GETATTR o SETATTR altos) generalmente funcionan mejor con NFSv3.

## **Servidor de metadatos**

El servidor de metadatos en pNFS se establece en el montaje inicial de una exportación NFS. Cuando se establece el punto de montaje, permanece en su lugar hasta que se vuelve a montar o se mueve la interfaz de datos. Por este motivo, es una buena práctica garantizar que varios clientes que acceden al mismo volumen se monten en diferentes nodos e interfaces de datos en toda la SVM. Este enfoque permite equilibrar la carga de los servidores de metadatos entre los nodos y los recursos de la CPU, al tiempo que maximiza las interfaces de red en el clúster. Una forma de lograr esto es establecer una configuración de DNS round robin, que se describe en ["Informe técnico 4523 de NetApp : Equilibrio de carga de DNS en ONTAP"](#).

## **Dominios de identificación de NFSv4.x**

NFSv4.x proporciona funcionalidad de seguridad de muchas maneras (que se explican en detalle en ["Informe técnico de NetApp 4067: Guía de prácticas recomendadas e implementación de NFS"](#)). Los dominios de identificación de NFSv4.x son una de esas formas en las que un cliente y un servidor deben acordar los dominios de identificación cuando intentan autenticar usuarios y grupos en una exportación NFS. Uno de los efectos secundarios de una falta de coincidencia en el dominio de ID sería que el usuario o grupo apareciera



como un usuario anónimo (esencialmente aplastado) para evitar acceso no deseado. Con NFSv4.x (y también pNFS), es una buena práctica garantizar que los dominios de identificación de NFSv4.x coincidan en el cliente y el servidor.

## **nconnect**

Como se mencionó anteriormente, nconnect en ONTAP puede ayudar a mejorar el rendimiento en algunas cargas de trabajo. Con pNFS, es importante entender que si bien nconnect puede mejorar el rendimiento al aumentar en gran medida la cantidad total de conexiones TCP al sistema de almacenamiento, también puede crear problemas cuando muchos clientes aprovechan la opción de montaje al saturar las conexiones TCP en el almacenamiento. El Hardware Universe de NetApp cubre los límites de conexión TCP por nodo.

Cuando se superan los límites de conexión TCP de un nodo, no se permiten nuevas conexiones TCP hasta que se liberen las conexiones existentes. Esto puede crear complicaciones en entornos que podrían experimentar fuertes tormentas.

La siguiente tabla muestra cómo pNFS con nconnect podría superar los límites de conexión TCP:

Número de clientes	valor de nconnect	Total de conexiones TCP potenciales por montaje, por nodo
1	4	4
100	4	400
1000	8	8000
10000	8	80000
10000	16	160000 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Supera la mayoría de los límites de conexión TCP de nodo único de ONTAP

## **Troncalización de sesión NFSv4.1**

El enlace troncal de sesiones en ONTAP se puede utilizar para aumentar el rendimiento y la resiliencia de la ruta a los montajes NFSv4.x. Cuando se utiliza con pNFS, cada nodo de un clúster puede establecer un tronco de sesión. Sin embargo, los troncales de sesión requieren al menos dos interfaces por nodo, y pNFS requiere al menos una interfaz por nodo para funcionar según lo previsto. Además, todas las interfaces en la SVM deben ser enrutables a los clientes NFS. El enlace troncal de sesiones y pNFS no funcionan correctamente cuando también se aprovecha nconnect. Considere nconnect y el enlace troncal de sesiones como características mutuamente excluyentes.

["Obtenga más información sobre el enlace troncal NFS"](#)

## **Conectividad de la interfaz de red**

pNFS requiere una interfaz de red enrutable en cada nodo de un clúster para funcionar correctamente. Si existen otras interfaces de red que no se pueden enrutar a clientes NFS en el mismo SVM que el servidor NFS que aloja pNFS, ONTAP seguirá anunciando esas interfaces en la asignación de dispositivos a los clientes. Cuando el cliente NFS intenta acceder a los datos a través de las interfaces en una subred diferente, no podrá conectarse y se creará una interrupción. Se recomienda permitir únicamente interfaces de red en una SVM a las que los clientes puedan acceder cuando utilizan pNFS.



De forma predeterminada, pNFS requiere que cualquier LIF de datos en el SVM sea enrutable a las interfaces en los clientes NFS porque las listas de dispositivos pNFS se completarán con cualquier LIF de datos en el SVM. Como resultado, se podrían seleccionar LIF de datos no enrutables, lo que puede crear escenarios de interrupción. Como práctica recomendada, solo configure LIF de datos enrutables cuando utilice pNFS.

A partir de ONTAP 9.18.1 RC1 y versiones posteriores, puede especificar qué interfaces son elegibles para el tráfico pNFS por subred, lo que permite combinar interfaces enrutables y no enrutables. Comuníquese con el soporte de NetApp para obtener información sobre los comandos.

## NFSv4.0

NFSv4.0 es una opción que se puede habilitar en un servidor NFS de ONTAP junto con NFSv4.1. Sin embargo, pNFS no funciona con NFSv4.0. Si NFSv4.0 está habilitado en el servidor NFS, los clientes podrían potencialmente montar sin saberlo esa versión del protocolo y no podrán aprovechar pNFS. Como resultado, es una buena práctica deshabilitar explícitamente NFSv4.0 al usar pNFS. NFSv4.1 aún debe estar habilitado y puede funcionar independientemente de NFSv4.0.

## Referencias de NFSv4.1

Las referencias de NFSv4.1 localizarán la ruta de montaje desde un cliente a la interfaz de red en el nodo que posee un volumen. pNFS localiza la ruta de datos y la ruta de montaje se convierte en un servidor de metadatos.

Si bien las dos características se pueden usar juntas, el uso de referencias NFSv4.1 con pNFS puede generar el efecto no deseado de apilar múltiples servidores de metadatos en el mismo nodo y reducir la capacidad de distribuir servidores de metadatos entre múltiples nodos del clúster. Si los servidores de metadatos no se distribuyen de manera uniforme en un clúster cuando se usa pNFS, la CPU de un solo nodo puede verse sobrecargada con solicitudes de metadatos y crear un cuello de botella en el rendimiento.

Por ello, se recomienda evitar el uso de referencias NFSv4.1 al utilizar pNFS. En su lugar, distribuya los puntos de montaje en varias interfaces de red y nodos del clúster.

["Obtenga información sobre cómo habilitar o deshabilitar las referencias de NFSv4"](#)

## NFS Kerberos

Con NFS Kerberos, es posible cifrar la autenticación con krb5 y cifrar aún más los paquetes de datos con krb5i y krb5p. Esto se habilita en función de la interfaz por red en una SVM y se cubre con todo detalle en ["Informe técnico de NetApp 4616: Kerberos de NFS en ONTAP con Microsoft Active Directory"](#).

Dado que pNFS puede redirigir el tráfico de datos a través de nodos e interfaces de red en la SVM, NFS Kerberos debe estar habilitado y funcional en cada interfaz de red en la SVM. Si alguna interfaz de red en la SVM no está habilitada para Kerberos, entonces pNFS no podrá funcionar correctamente al intentar acceder a los volúmenes de datos en esas interfaces.

Por ejemplo, al ejecutar una prueba de lectura utilizando dd paralelo en un SVM habilitado para pNFS con dos interfaces de red (solo una habilitada para Kerberos), los archivos ubicados en la interfaz habilitada para Kerberos funcionaron bien, mientras que los archivos en el nodo con la interfaz sin Kerberos habilitado nunca pudieron completar sus lecturas. Cuando Kerberos se habilitó en ambas interfaces, todos los archivos pudieron funcionar como se esperaba.

Se puede utilizar NFS Kerberos con pNFS siempre que NFS Kerberos esté habilitado en todas las interfaces

de red en la SVM. Tenga en cuenta que NFS Kerberos puede incurrir en una penalización de rendimiento debido al cifrado/descifrado de los paquetes, por lo que es una buena práctica probar pNFS con NFS Kerberos exhaustivamente con sus cargas de trabajo para garantizar que cualquier impacto en el rendimiento no tenga un impacto excesivo en la carga de trabajo.

A continuación se muestra un ejemplo de rendimiento de lectura paralela al utilizar krb5 (autenticación) y krb5p (cifrado de extremo a extremo) con pNFS en un cliente RHEL 9.5. Krb5p vio una degradación del rendimiento del 70% en esta prueba.

Sabor Kerberos	MB/s	Tiempo de finalización
krb5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• File1-243</li> <li>• File2-243</li> <li>• File3-238</li> <li>• File4-238</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• File1-43</li> <li>• File2-43,1</li> <li>• File3-44</li> <li>• File4-44,1</li> </ul>
krb5p	<ul style="list-style-type: none"> <li>• File1-72,9</li> <li>• File2-72,8</li> <li>• File3-71,4</li> <li>• File4-71,2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• File1-143,9</li> <li>• File2-144,1</li> <li>• File3-146,9</li> <li>• File4-147,3</li> </ul>

["Obtenga más información sobre Kerberos con NFS para una seguridad sólida"](#)

## NFSv4.2

NFSv4.2 se agregó a ONTAP 9.8 y es la última versión de NFSv4.x disponible (RFC-7862). NFSv4.2 no tiene una opción explícita para habilitarlo/deshabilitarlo. En cambio, se habilita/deshabilita junto con NFSv4.1 (-4.1 enabled). Si un cliente admite NFSv4.2, negociará la versión más alta compatible de NFS durante el comando de montaje si no se especifica lo contrario con el `minorversion=2` Opción de montaje.

NFSv4.2 en ONTAP admite la siguiente funcionalidad:

- Etiquetas de seguridad (etiquetas MAC)
- Atributos ampliados
- Operaciones de archivos dispersos (FALLOCATE)

pNFS se introdujo con NFSv4.1, pero también es compatible con NFSv4.2, así como con sus características complementarias.

["Obtenga más información sobre la compatibilidad de ONTAP con NFSv4.2"](#)

## Comandos, estadísticas y registros de eventos de pNFS

Estos comandos CLI de ONTAP pertenecen específicamente a pNFS. Puede usarlos para configurar, solucionar problemas y recopilar estadísticas.

### Habilitar NFSv4,1

```
nfs modify -vserver SVM -v4.1 enabled
```

### Habilite pNFS

```
nfs modify -vserver SVM -v4.1-pnfs enabled
```

### Mostrar dispositivos pNFS (privilegios avanzados)

```
pnfs devices show -vserver SVM
```

Vserver Name Generation	Mapping ID	Volume MSID	Mapping Status	
-----	-----	-----	-----	
SVM	17	2157024470	notavailable	2
SVM	18	2157024463	notavailable	2
SVM	19	2157024469	available	3
SVM	20	2157024465	available	4
SVM	21	2157024467	available	3
SVM	22	2157024462	available	1

### Mostrar asignaciones de dispositivos pNFS (privilegios avanzados)

```
pnfs devices mappings show -vserver SVM
```

Vserver Name	Mapping ID	Dsid	LIF IP
-----	-----	-----	-----
SVM	19	2449	10.x.x.x
SVM	20	2512	10.x.x.y
SVM	21	2447	10.x.x.x
SVM	22	2442	10.x.x.y

### Capturar contadores de rendimiento específicos de pNFS (privilegios avanzados)

```
statistics start -object nfsv4_1 -vserver SVM -sample-id [optional-name]
```

## Ver contadores de rendimiento específicos de pNFS (privilegios avanzados)

```
statistics show -object nfsv4_1 -vserver SVM
```

## Ver la lista de contadores específicos de pNFS (privilegios avanzados)

```
statistics catalog counter show -object nfsv4_1 -counter *layout*|*device*
```

Object: nfsv4\_1

Counter	Description
-----	-----
getdeviceinfo_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_error	The number of failed NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_percent	Percentage of NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_success	The number of successful NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_total	Total number of NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdevicelist_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_error	The number of failed NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_percent	Percentage of NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_success	The number of successful NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_total	Total number of NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
layoutcommit_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_error	The number of failed NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_percent	Percentage of NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_success	The number of successful NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_total	Total number of NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutget_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutget_error	The number of failed NFSv4.1 LAYOUTGET operations.

operations.	
layoutget_percent	Percentage of NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutget_success	The number of successful NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutget_total	Total number of NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutreturn_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 LAYOUTRETURN operations.
layoutreturn_error	The number of failed NFSv4.1 LAYOUTRETURN operations.
layoutreturn_percent	Percentage of NFSv4.1 LAYOUTRETURN operations.
layoutreturn_success	The number of successful NFSv4.1 LAYOUTRETURN operations.
layoutreturn_total	Total number of NFSv4.1 LAYOUTRETURN operations.

### Ver conexiones de red activas para NFS

Puede verificar si se están realizando múltiples conexiones TCP al SVM con el `network connections active show dominio`.

Por ejemplo, si desea ver los troncales de sesión NFS, busque conexiones de los mismos clientes en diferentes interfaces por nodo:

```
cluster::*> network connections active show -node cluster-0* -vserver PNFS
```

	Vserver	Interface	Remote
CID Ctx Name	Name:Local	Port	Host:Port
Protocol/Service			
-----			
Node: node-01			
2304333128 14 PNFS	data1:2049		ubuntu22-224:740 TCP/nfs
2304333144 10 PNFS	data3:2049		ubuntu22-224:864 TCP/nfs
2304333151 5 PNFS	data1:2049		ubuntu22-226:848 TCP/nfs
2304333167 15 PNFS	data3:2049		ubuntu22-226:684 TCP/nfs
Node: node-02			
2497668321 12 PNFS	data2:2049		ubuntu22-224:963 TCP/nfs
2497668337 18 PNFS	data4:2049		ubuntu22-224:859 TCP/nfs
2497668344 14 PNFS	data2:2049		ubuntu22-226:675 TCP/nfs
2497668360 7 PNFS	data4:2049		ubuntu22-226:903 TCP/nfs

### Ver la información de la versión de NFS para los clientes conectados

También puede ver las conexiones NFS con el `nfs connected-clients show dominio`. Tenga en cuenta que la lista de clientes que se muestra son clientes que han tenido tráfico NFS activo en las últimas 48 horas. Es posible que los clientes NFS inactivos (incluso si aún están montados) no aparezcan hasta que se acceda al montaje. Puede filtrarlos para mostrar solo los clientes a los que accedió más recientemente especificando



el `-idle-time` característica.

Por ejemplo, para ver clientes con actividad en los últimos 10 minutos para el pNFS SVM:

```
cluster::*> nfs connected-clients show -vserver PNFS -idle-time <10m>

Node: node-01

Vserver: PNFS Data-IP: 10.x.x.x Local Remote Client-IP Protocol Volume
Policy Idle-Time Reqs Reqs Trunking

10.x.x.a nfs4.2 PNFS_root default 9m 10s 0 149 false 10.x.x.a nfs4.2
FG_0001 default 9m 10s 135847 0 false 10.x.x.b nfs4.2 PNFS_root default 8m
12s 0 157 false 10.x.x.b nfs4.2 FG_0001 default 8m 12s 52111 0 false
```

#### Información relacionada

- ["Obtenga más información sobre NFS paralelo \(pNFS\) en ONTAP"](#)

## 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.