Storage

ONTAP Select

NetApp
November 08, 2026

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

Sommario

Storage . . . 1
- Scopri le caratteristiche generali di storage di ONTAP Select . . . 1
  - Fasi della configurazione dello storage . . . 1
  - Archiviazione gestita rispetto a quella non gestita . . . 1
  - Illustrazione dell'ambiente di archiviazione locale . . . 2
  - Illustrazione dell'ambiente di archiviazione esterna su ESXi . . . 3
- Servizi RAID hardware per ONTAP Select con storage locale collegato . . . 6
  - Configurazione del controller RAID per lo storage collegato localmente . . . 7
  - Modalità RAID . . . 7
  - Dischi locali condivisi tra ONTAP Select e OS . . . 8
  - Dischi locali suddivisi tra ONTAP Select e sistema operativo . . . 8
  - LUN multiple . . . 9
  - Limiti del file system delle macchine virtuali VMware vSphere . . . 10
  - ONTAP Select dischi virtuali . . . 11
  - Provisioning di dischi virtuali . . . 11
  - NVRAM virtualizzata . . . 12
  - Spiegazione del percorso dei dati: NVRAM e controller RAID . . . 12
- Servizi di configurazione RAID software ONTAP Select per lo storage collegato localmente . . . 13
  - Configurazione RAID software per lo storage collegato localmente . . . 14
  - ONTAP Select dischi virtuali e fisici . . . 14
  - Dispositivi passthrough (DirectPath IO) vs. Raw Device Maps (RDM) . . . 17
  - Provisioning di dischi fisici e virtuali . . . 18
  - Abbina un disco ONTAP Select al disco ESXi o KVM corrispondente . . . 18
  - Guasti multipli delle unità quando si utilizza RAID software . . . 19
  - NVRAM virtualizzata . . . 22
- Configurazioni ONTAP Select vSAN e array esterni . . . 22
  - Architettura vNAS . . . 22
  - NVRAM vNAS . . . 23
  - Collocare i nodi ONTAP Select quando si utilizza vNAS su ESXi . . . 23
- Considerazioni per aumentare la capacità di archiviazione di ONTAP Select . . . 26
  - Aumenta la capacità di ONTAP Select con Software RAID . . . 29
- Supporto per l'efficienza di storage ONTAP Select . . . 30

Storage

Scopri le caratteristiche generali di storage di ONTAP Select

Scopri i concetti generali di storage che si applicano all'ambiente ONTAP Select prima di esplorare i componenti di storage specifici.

Fasi della configurazione dello storage

Le principali fasi di configurazione dello storage host ONTAP Select includono le seguenti:

- Prerequisiti per la fase di pre-implementazione
  - Assicurarsi che ogni host hypervisor sia configurato e pronto per una distribuzione di ONTAP Select.
  - La configurazione comprende le unità fisiche, i controller RAID e i gruppi RAID, le LUN, nonché la relativa preparazione della rete.
  - Questa configurazione viene eseguita al di fuori di ONTAP Select.
- Configurazione tramite l'utilità di amministrazione dell'hypervisor
  - È possibile configurare determinati aspetti dello storage utilizzando l'utilità di amministrazione dell'hypervisor (ad esempio, vSphere in un ambiente VMware).
  - Questa configurazione viene eseguita al di fuori di ONTAP Select.
- Configurazione tramite l'utility di amministrazione ONTAP Select Deploy
  - È possibile utilizzare l'utilità di amministrazione Deploy per configurare le strutture di storage logico principali.
  - Questa operazione viene eseguita esplicitamente tramite comandi CLI oppure automaticamente dall'utility durante la distribuzione.
- Configurazione post-implementazione
  - Dopo che l'implementazione di ONTAP Select è stata completata, è possibile configurare il cluster utilizzando la ONTAP CLI o System Manager.
  - Questa configurazione viene eseguita al di fuori di ONTAP Select Deploy.

Archiviazione gestita rispetto a quella non gestita

Lo storage a cui si accede e che viene controllato direttamente da ONTAP Select è storage gestito. Qualsiasi altro storage sullo stesso host hypervisor è storage non gestito.

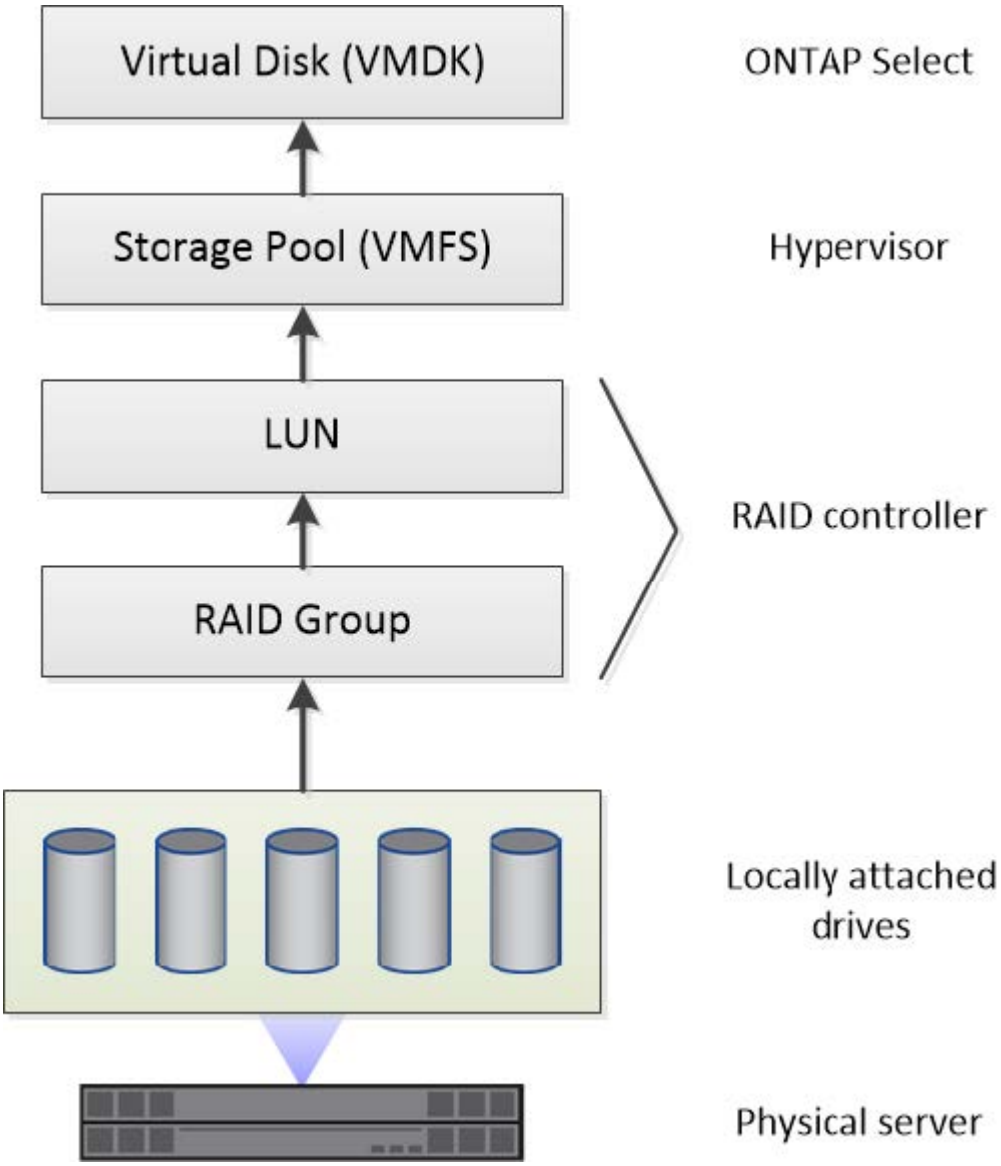
storage fisico omogeneo

Tutte le unità fisiche che compongono lo storage gestito ONTAP Select devono essere omogenee. Ovvero, tutto l'hardware deve essere identico per quanto riguarda le seguenti caratteristiche:

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

Illustrazione dell'ambiente di archiviazione locale

Ogni host hypervisor contiene dischi locali e altri componenti di storage logico che possono essere utilizzati da ONTAP Select. Questi componenti di storage sono organizzati in una struttura a livelli, a partire dal disco fisico.



Caratteristiche dei componenti dello storage locale

Esistono diversi concetti che si applicano ai componenti di storage locale utilizzati in un ambiente ONTAP Select. È importante familiarizzare con questi concetti prima di prepararsi per una distribuzione di ONTAP Select. Tali concetti sono suddivisi per categoria: gruppi RAID e LUN, pool di storage e dischi virtuali.

Raggruppamento di unità fisiche in gruppi RAID e LUN

È possibile collegare localmente uno o più dischi fisici al server host e renderli disponibili a ONTAP Select. I dischi fisici vengono assegnati a gruppi RAID, che vengono poi presentati al sistema operativo host dell'hypervisor come una o più LUN. Ciascuna LUN viene presentata al sistema operativo host dell'hypervisor come un disco rigido fisico.

Quando si configura un host ONTAP Select, è necessario tenere presente quanto segue:

- Tutto lo storage gestito deve essere accessibile tramite un singolo controller RAID
- A seconda del produttore, ogni controller RAID supporta un numero massimo di unità per gruppo RAID

Uno o più gruppi RAID

Ogni host ONTAP Select deve avere un singolo controller RAID. È necessario creare un singolo gruppo RAID per ONTAP Select. Tuttavia, in determinate situazioni potrebbe essere opportuno creare più di un gruppo RAID. Fai riferimento a "Sintesi delle migliori pratiche".

Considerazioni relative ai pool di storage

Esistono diverse problematiche relative ai pool di storage di cui è opportuno essere a conoscenza durante la preparazione all'implementazione ONTAP Select.

In un ambiente VMware, un pool di storage è sinonimo di datastore VMware.

Pool di storage e LUN

Ogni LUN viene vista come un disco locale sull'host hypervisor e può far parte di un pool di storage. Ogni pool di storage è formattato con un file system che il sistema operativo dell'host hypervisor può utilizzare.

È necessario assicurarsi che i pool di storage vengano creati correttamente come parte di una distribuzione ONTAP Select. È possibile creare un pool di storage utilizzando il tool di amministrazione dell'hypervisor. Ad esempio, con VMware è possibile utilizzare il client vSphere per creare un pool di storage. Il pool di storage viene quindi passato all'utilità di amministrazione ONTAP Select Deploy.

Gestire i dischi virtuali su ESXi

Esistono diverse problematiche relative ai dischi virtuali di cui è necessario essere a conoscenza durante la preparazione all'implementazione di ONTAP Select.

Dischi virtuali e file system

Alla macchina virtuale ONTAP Select vengono allocate più unità disco virtuali. Ogni disco virtuale è in realtà un file contenuto in un pool di storage e gestito dall'hypervisor. Esistono diversi tipi di dischi utilizzati da ONTAP Select, principalmente dischi di sistema e dischi dati.

È inoltre opportuno tenere presente quanto segue in merito ai dischi virtuali:

- Il pool di storage deve essere disponibile prima che sia possibile creare i dischi virtuali.
- Non è possibile creare i dischi virtuali prima della creazione della macchina virtuale.
- È necessario utilizzare l'utility di amministrazione ONTAP Select Deploy per creare tutti i dischi virtuali (ovvero, un amministratore non deve mai creare un disco virtuale al di fuori dell'utility Deploy).

Configurazione dei dischi virtuali

I dischi virtuali sono gestiti da ONTAP Select. Vengono creati automaticamente quando si crea un cluster utilizzando l'utilità di amministrazione Deploy.

Illustrazione dell'ambiente di archiviazione esterna su ESXi

La soluzione ONTAP Select vNAS consente a ONTAP Select di utilizzare datastore residenti su storage esterno all'host hypervisor. È possibile accedere ai datastore tramite la rete utilizzando VMware vSAN o

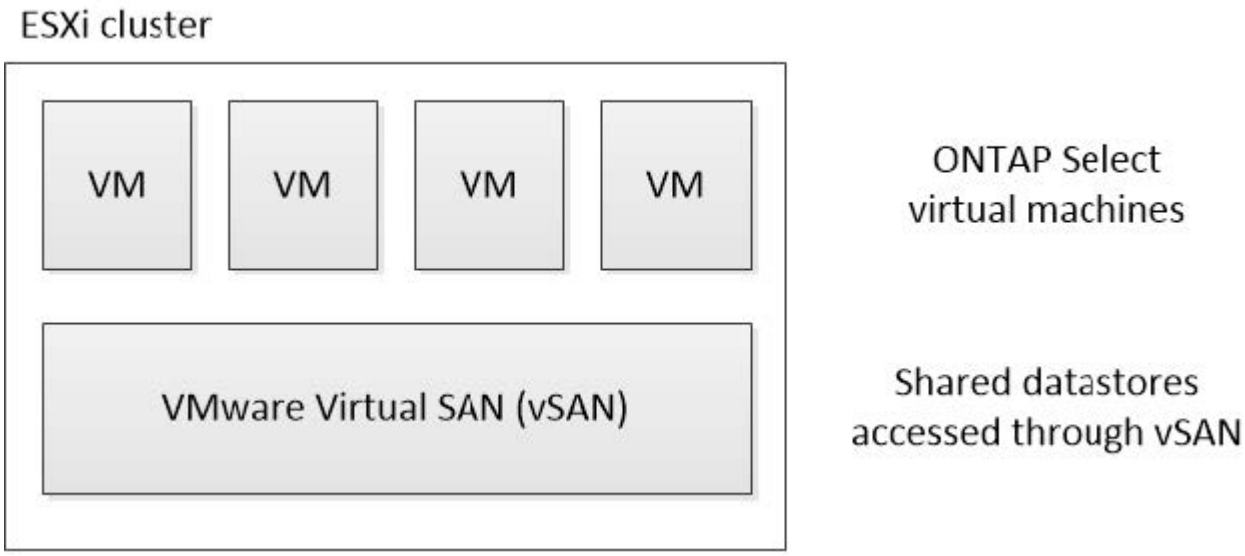
direttamente su un array di storage esterno.

ONTAP Select può essere configurato per utilizzare i seguenti tipi di datastore di rete VMware ESXi esterni all'host hypervisor:

- vSAN (Virtual SAN)
- VMFS
- NFS

Datastore vSAN

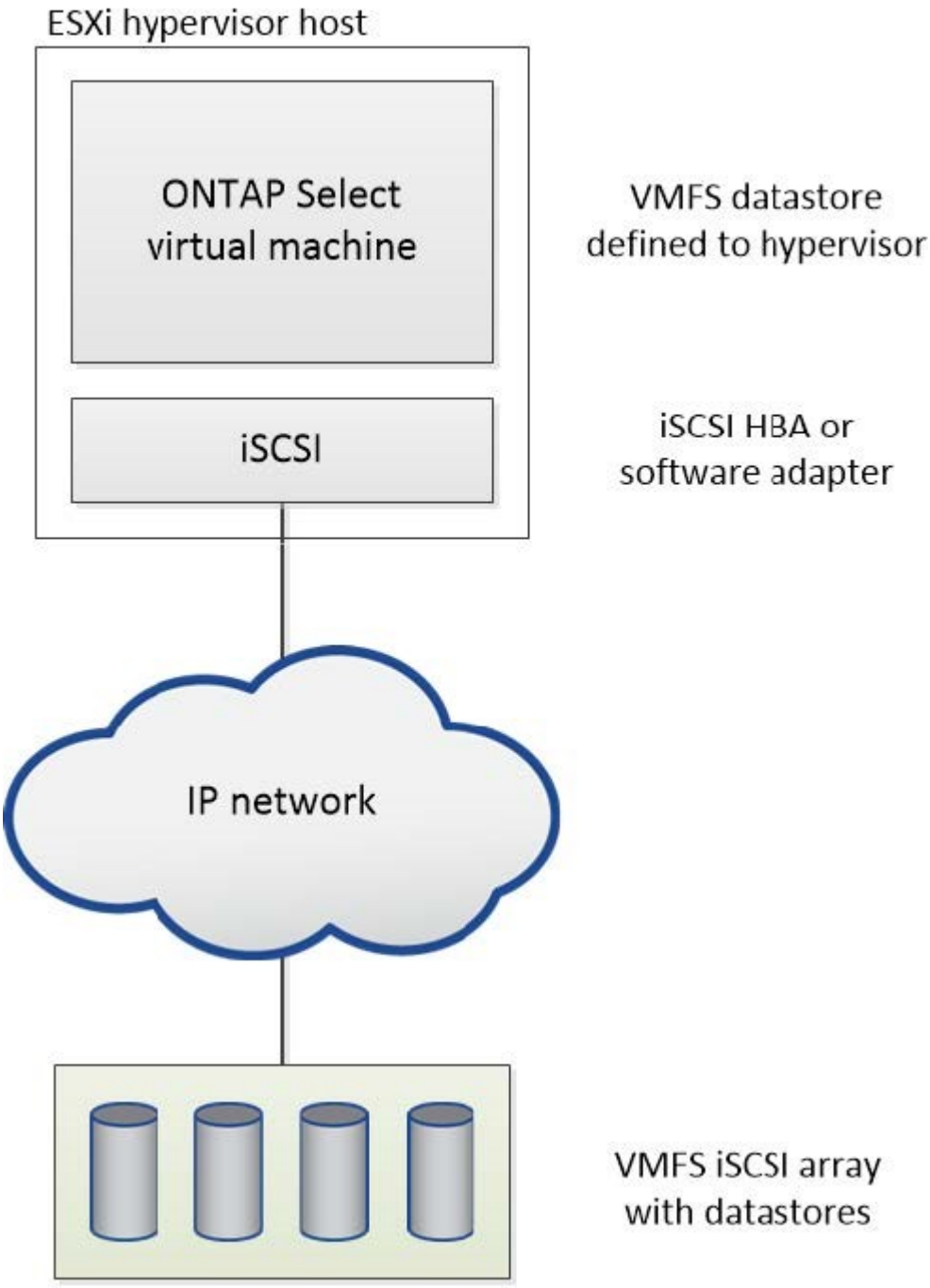
Ogni host ESXi può avere uno o più datastore VMFS locali. Normalmente questi datastore sono accessibili solo all'host locale. Tuttavia, VMware vSAN consente a ciascuno degli host in un cluster ESXi di condividere tutti i datastore del cluster come se fossero locali. La figura seguente illustra come vSAN crea un pool di datastore che sono condivisi tra gli host del cluster ESXi.



Datastore VMFS su array di storage esterno

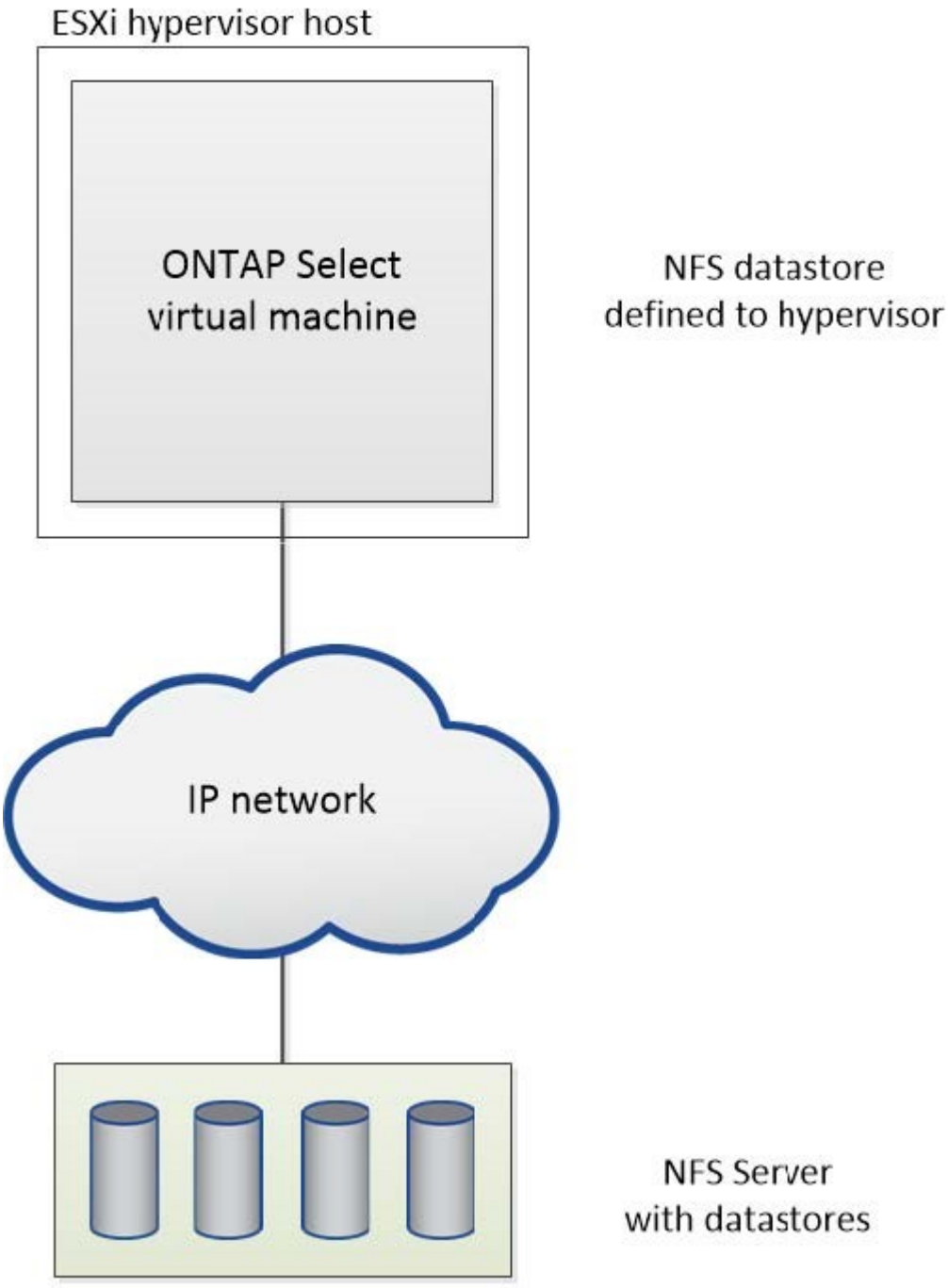
È possibile creare un datastore VMFS residente su un array di storage esterno. Lo storage viene accesso utilizzando uno dei diversi protocolli di rete. La figura seguente illustra un datastore VMFS su un array di storage esterno a cui si accede utilizzando il protocollo iSCSI.

ONTAP Select supporta tutti gli array di storage esterni descritti nella documentazione di compatibilità VMware Storage/SAN, inclusi iSCSI, Fiber Channel e Fiber Channel over Ethernet.



Datastore NFS su array di storage esterno

È possibile creare un datastore NFS residente su un array di storage esterno. Lo storage viene accesso utilizzando il protocollo di rete NFS. La figura seguente illustra un datastore NFS su storage esterno a cui si accede tramite l'appliance server NFS.



Servizi RAID hardware per ONTAP Select con storage locale collegato

Quando è disponibile un controller RAID hardware, ONTAP Select può spostare i servizi RAID sul controller hardware per ottenere sia un aumento delle prestazioni di scrittura sia una protezione contro i guasti delle unità fisiche. Di conseguenza, la protezione RAID per tutti i nodi all'interno del cluster ONTAP Select è fornita dal controller RAID locale e non tramite il software RAID di ONTAP.

Gli aggregati di dati ONTAP Select sono configurati per utilizzare RAID 0 perché il controller

RAID fisico fornisce lo striping RAID alle unità sottostanti. Non sono supportati altri livelli RAID.

Configurazione del controller RAID per lo storage collegato localmente

Tutti i dischi collegati localmente che forniscono storage di supporto a ONTAP Select devono essere posizionati dietro un controller RAID. La maggior parte dei server standard offre diverse opzioni di controller RAID a prezzi differenti, ognuna con livelli di funzionalità diversi. L'obiettivo è supportare il maggior numero possibile di queste opzioni, a condizione che soddisfino determinati requisiti minimi imposti al controller.

Non è possibile scollegare i dischi virtuali dalle macchine virtuali ONTAP Select che utilizzano la configurazione RAID hardware. Lo scollegamento dei dischi è supportato solo per le macchine virtuali ONTAP Select che utilizzano la configurazione RAID software. Per ulteriori informazioni, consulta "Sostituire un'unità guasta in una configurazione RAID software ONTAP Select".

Il controller RAID che gestisce i dischi ONTAP Select deve soddisfare i seguenti requisiti:

- Il controller RAID hardware deve disporre di una batteria di backup (BBU) o di una cache di scrittura supportata da flash (FBWC) e supportare un throughput di 12Gbps.
- Il controller RAID deve supportare una modalità in grado di resistere ad almeno uno o due guasti del disco (RAID 5 e RAID 6).
- La cache del disco deve essere impostata su disattivata.
- La politica di scrittura deve essere configurata in modalità writeback con fallback alla modalità write through in caso di guasto della BBU o della memoria flash.
- La politica di I/O per le operazioni di lettura deve essere impostata su cached.

Tutti i dischi collegati localmente che forniscono ONTAP Select con storage di supporto devono essere inseriti in gruppi RAID con configurazione RAID 5 o RAID 6. Per le unità SAS e SSD, l'utilizzo di gruppi RAID fino a 24 unità consente a ONTAP di sfruttare i vantaggi della distribuzione delle richieste di lettura in entrata su un numero maggiore di dischi. In questo modo si ottiene un significativo miglioramento delle prestazioni. Con le configurazioni SAS/SSD, i test sulle prestazioni sono stati eseguiti confrontando configurazioni a singola LUN e a più LUN. Non sono state riscontrate differenze significative, quindi, per semplicità, NetApp consiglia di creare il minor numero di LUN necessario a soddisfare le esigenze di configurazione.

Le unità NL-SAS e SATA richiedono una serie di best practice diverse. Per motivi di prestazioni, il numero minimo di dischi rimane otto, ma la dimensione del gruppo RAID non deve superare le 12 unità. NetApp raccomanda inoltre di utilizzare uno spare per gruppo RAID; tuttavia, è possibile utilizzare spare globali per tutti i gruppi RAID. Ad esempio, è possibile utilizzare due spare ogni tre gruppi RAID, con ciascun gruppo RAID composto da otto a dodici dischi.

La dimensione massima dell'estensione e del datastore per le versioni precedenti di ESXi è di 64TB, il che può influire sul numero di LUN necessarie per supportare la capacità raw totale fornita da queste unità di grande capacità.

Modalità RAID

Molti controller RAID supportano fino a tre modalità operative, ognuna delle quali rappresenta una differenza significativa nel percorso dei dati seguito dalle richieste di scrittura. Queste tre modalità sono le seguenti:

- Writethrough. Tutte le richieste I/O in arrivo vengono scritte nella cache del controller RAID e quindi immediatamente scaricate su disco prima di confermare la richiesta all'host.

- Scrittura anomala. Tutte le richieste di I/O in entrata vengono scritte direttamente su disco, bypassando la cache del controller RAID.
- Scrittura inversa. Tutte le richieste di I/O in entrata vengono scritte direttamente nella cache del controller e immediatamente confermate all'host. I blocchi di dati vengono scritti su disco in modo asincrono tramite il controller.

La modalità writeback offre il percorso dei dati più breve, con la conferma I/O che avviene immediatamente dopo l'ingresso dei blocchi nella cache. Questa modalità garantisce la latenza più bassa e il throughput più elevato per carichi di lavoro misti di lettura/scrittura. Tuttavia, in assenza di una BBU o di tecnologia flash non volatile, gli utenti corrono il rischio di perdere dati in caso di interruzione di corrente durante il funzionamento in questa modalità.

ONTAP Select richiede la presenza di una batteria di backup o di un'unità flash; pertanto, possiamo essere certi che i blocchi memorizzati nella cache vengano scritti su disco in caso di questo tipo di guasto. Per questo motivo, è necessario che il controller RAID sia configurato in modalità writeback.

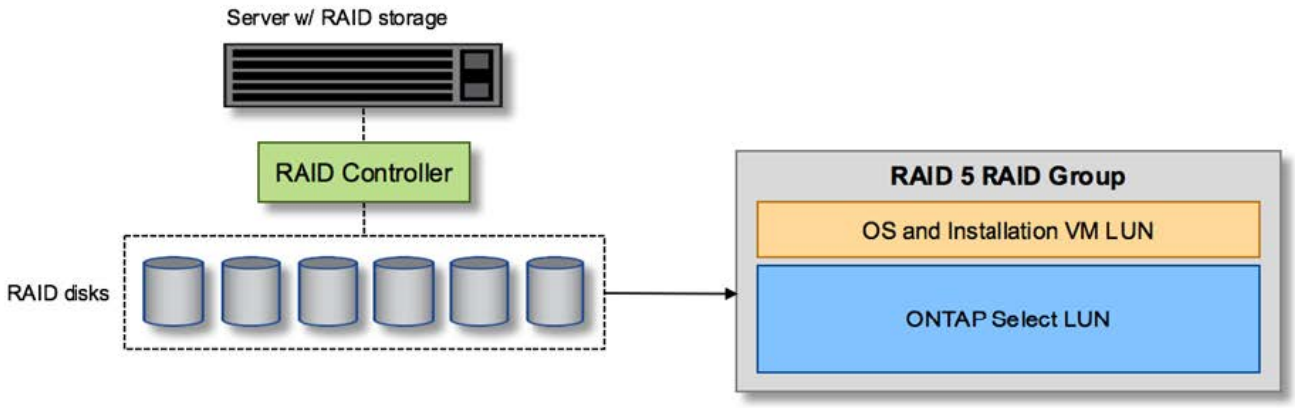
Dischi locali condivisi tra ONTAP Select e OS

La configurazione server più comune prevede che tutti i dischi collegati localmente si trovino dietro un singolo controller RAID. È necessario predisporre almeno due LUN: una per l'hypervisor e una per la VM ONTAP Select.

Ad esempio, si consideri un HP DL380 g8 con sei unità interne e un singolo controller RAID Smart Array P420i. Tutte le unità interne sono gestite da questo controller RAID e nel sistema non è presente nessun altro storage.

La figura seguente mostra questo tipo di configurazione. In questo esempio, non è presente altro storage sul sistema; pertanto, l'hypervisor deve condividere lo storage con il nodo ONTAP Select.

Configurazione LUN del server con soli dischi gestiti tramite RAID



Il provisioning delle LUN del sistema operativo dallo stesso gruppo RAID di ONTAP Select consente al sistema operativo dell'hypervisor (e a qualsiasi macchina virtuale client che venga anch'essa configurata da tale storage) di beneficiare della protezione RAID. Questa configurazione impedisce che il guasto di un singolo disco comprometta l'intero sistema.

Dischi locali suddivisi tra ONTAP Select e sistema operativo

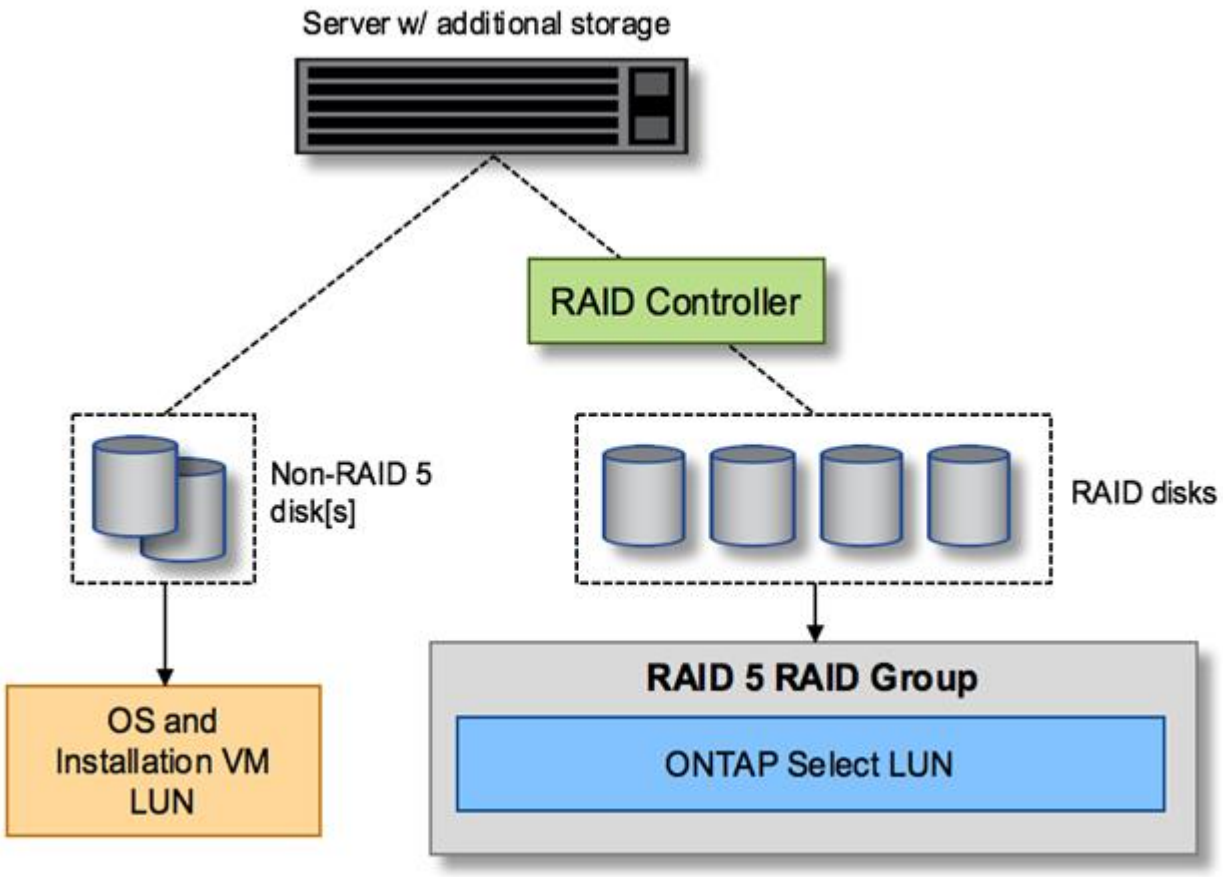
Un'altra possibile configurazione offerta dai produttori di server prevede la configurazione del sistema con più

controller RAID o controller disco. In questa configurazione, un set di dischi è gestito da un controller disco, che può o meno offrire servizi RAID. Un secondo set di dischi è gestito da un controller RAID hardware in grado di offrire servizi RAID 5/6.

Con questa configurazione, il set di dischi che si trova dietro il controller RAID e che può fornire servizi RAID 5/6 deve essere utilizzato esclusivamente dalla ONTAP Select VM. A seconda della capacità di storage totale da gestire, è necessario configurare i dischi in uno o più gruppi RAID e in una o più LUN. Queste LUN verranno quindi utilizzate per creare uno o più datastore, tutti i datastore saranno protetti dal controller RAID.

Il primo set di dischi è riservato al sistema operativo dell'hypervisor e a qualsiasi macchina virtuale client che non utilizza lo storage ONTAP, come mostrato nella figura seguente.

Configurazione LUN del server su sistema misto RAID/non-RAID



LUN multiple

Esistono due casi in cui le configurazioni con un singolo gruppo RAID e una singola LUN devono essere modificate. Quando si utilizzano unità NL-SAS o SATA, la dimensione del gruppo RAID non deve superare le 12 unità. Inoltre, una singola LUN può diventare più grande dei limiti di storage dell'hypervisor sottostante, sia per quanto riguarda la dimensione massima dell'estensione del singolo file system sia per la dimensione massima totale del pool di storage. In tal caso, lo storage fisico deve essere suddiviso in più LUN per consentire la corretta creazione del file system.

Limiti del file system delle macchine virtuali VMware vSphere

La dimensione massima di un datastore su alcune versioni di ESXi è 64TB.

Se un server ha più di 64TB di storage collegato, potrebbe essere necessario predisporre più LUN, ciascuna di dimensioni inferiori a 64TB. La creazione di più gruppi RAID per migliorare i tempi di ricostruzione RAID per le unità SATA/NL-SAS comporta anche la predisposizione di più LUN.

Quando sono necessari più LUN, un aspetto fondamentale da considerare è garantire che questi LUN abbiano prestazioni simili e coerenti. Ciò è particolarmente importante se tutti i LUN devono essere utilizzati in un singolo aggregato ONTAP. In alternativa, se un sottoinsieme di uno o più LUN presenta un profilo prestazionale nettamente diverso, si consiglia vivamente di isolare questi LUN in un aggregato ONTAP separato.

È possibile utilizzare più estensioni del file system per creare un singolo datastore, fino alla dimensione massima del datastore. Per limitare la quantità di capacità che richiede una licenza ONTAP Select, assicurarsi di specificare un limite di capacità durante l'installazione del cluster. Questa funzionalità consente a ONTAP Select di utilizzare (e quindi richiedere una licenza per) solo un sottoinsieme dello spazio in un datastore.

In alternativa, è possibile iniziare creando un singolo datastore su una singola LUN. Quando è necessario ulteriore spazio che richieda una licenza di capacità ONTAP Select più grande, tale spazio può essere aggiunto allo stesso datastore come estensione, fino alla dimensione massima del datastore. Una volta raggiunta la dimensione massima, è possibile creare nuovi datastore e aggiungerli a ONTAP Select. Entrambi i tipi di operazioni di estensione della capacità sono supportati e possono essere realizzati utilizzando la funzionalità storage-add di ONTAP Deploy. Ogni nodo ONTAP Select può essere configurato per supportare fino a 400TB di storage. Il provisioning della capacità da più datastore richiede un processo in due fasi.

La creazione iniziale del cluster può essere utilizzata per creare un cluster ONTAP Select che consuma parte o tutto lo spazio nel datastore iniziale. Un secondo passaggio consiste nell'eseguire una o più operazioni di aggiunta di capacità utilizzando datastore aggiuntivi fino al raggiungimento della capacità totale desiderata. Questa funzionalità è descritta in dettaglio nella sezione "Aumentare la capacità di archiviazione".

> L'overhead di VMFS non è nullo (vedere VMware KB 1001618) e il tentativo di utilizzare tutto lo spazio segnalato come libero da un datastore ha generato errori spuri durante le operazioni di creazione del cluster.

In ogni datastore viene lasciato un buffer del 2% inutilizzato. Questo spazio non richiede una licenza di capacità perché non viene utilizzato da ONTAP Select. ONTAP Deploy calcola automaticamente il numero esatto di gigabyte per il buffer, a condizione che non venga specificato un limite di capacità. Se viene specificato un limite di capacità, tale dimensione viene applicata per prima. Se la dimensione del limite di capacità rientra nella dimensione del buffer, la creazione del cluster fallisce con un messaggio di errore che specifica il parametro di dimensione massima corretto che può essere utilizzato come limite di capacità:

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

VMFS 6 è supportato sia per le nuove installazioni che come destinazione di un'operazione di Storage vMotion di una ONTAP Deploy o ONTAP Select VM esistente.

VMware non supporta gli aggiornamenti in loco da VMFS 5 a VMFS 6. Pertanto, Storage vMotion è l'unico meccanismo che consente a qualsiasi VM di passare da un datastore VMFS 5 a un datastore VMFS 6.

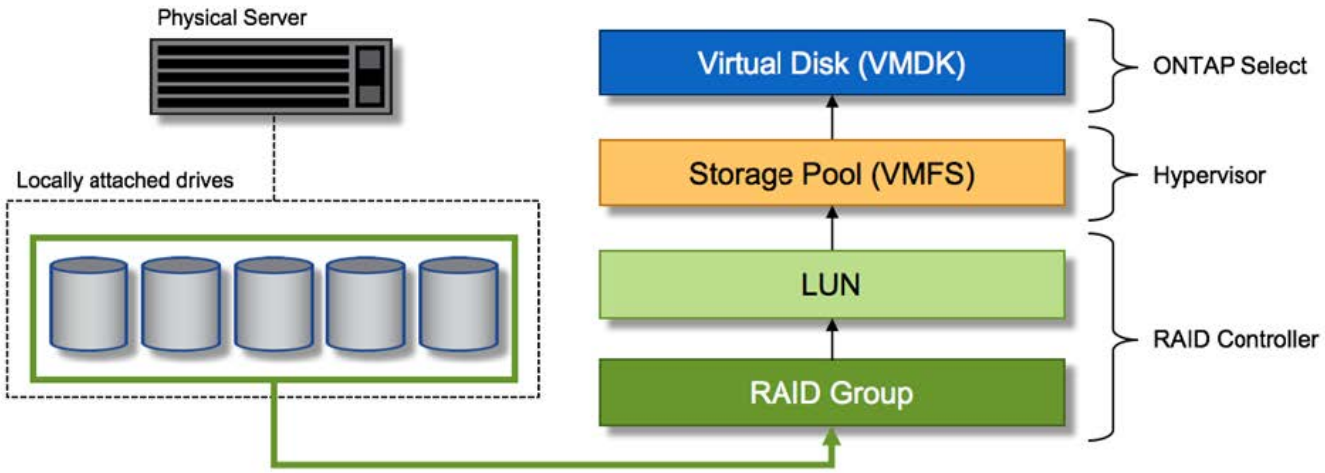
Tuttavia, il supporto per Storage vMotion con ONTAP Select e ONTAP Deploy è stato esteso per coprire altri scenari oltre allo scopo specifico della transizione da VMFS 5 a VMFS 6.

ONTAP Select dischi virtuali

In sostanza, ONTAP Select presenta a ONTAP un set di dischi virtuali forniti da uno o più pool di storage. A ONTAP viene presentato un set di dischi virtuali che tratta come fisici, e la parte restante dello stack di storage è astratta dall'hypervisor. La figura seguente mostra questa relazione in modo più dettagliato, evidenziando la relazione tra il controller RAID fisico, l'hypervisor e la VM ONTAP Select.

- La configurazione del gruppo RAID e delle LUN avviene dal software del controller RAID del server. Questa configurazione non è necessaria quando si utilizza VSAN o array esterni.
- La configurazione del pool di storage avviene all'interno dell'hypervisor.
- I dischi virtuali vengono creati e sono di proprietà delle singole VM; in questo esempio, da ONTAP Select.

Mappatura da disco virtuale a disco fisico



Provisioning di dischi virtuali

Per offrire un'esperienza utente più snella, lo strumento di gestione ONTAP Select, ONTAP Deploy, esegue automaticamente il provisioning dei dischi virtuali dal pool di storage associato e li collega alla VM ONTAP Select. Questa operazione avviene automaticamente sia durante la configurazione iniziale che durante le operazioni di aggiunta di storage. Se il nodo ONTAP Select fa parte di una coppia HA, i dischi virtuali vengono assegnati automaticamente a un pool di storage locale e mirror.

ONTAP Select suddivide lo storage sottostante collegato in dischi virtuali di dimensioni uguali, ciascuno non superiore a 16TB. Se il nodo ONTAP Select fa parte di una coppia HA, vengono creati almeno due dischi virtuali su ciascun nodo del cluster e assegnati al plex locale e al plex mirror da utilizzare all'interno di un aggregato mirrorato.

Ad esempio, a un ONTAP Select può essere assegnato un datastore o LUN da 31TB (lo spazio rimanente dopo la distribuzione della VM e il provisioning dei dischi di sistema e root). Successivamente, vengono creati quattro dischi virtuali da circa 7,75TB ciascuno e assegnati al plex locale e al mirror appropriati di ONTAP.

L'aggiunta di capacità a una ONTAP Select VM probabilmente genera VMDK di dimensioni diverse. Per dettagli, consultare la sezione "Aumentare la capacità di archiviazione". A

differenza dei sistemi FAS, VMDK di dimensioni diverse possono coesistere nello stesso aggregato. ONTAP Select utilizza una stripe RAID 0 su questi VMDK, il che consente di utilizzare completamente tutto lo spazio in ciascun VMDK indipendentemente dalle sue dimensioni.

NVRAM virtualizzata

NetApp FAS systems sono tradizionalmente dotati di una scheda PCI NVRAM fisica, una scheda ad alte prestazioni contenente memoria flash non volatile. Questa scheda offre un significativo incremento delle prestazioni di scrittura fornendo a ONTAP la capacità di confermare immediatamente le scritture in arrivo al client. Può anche pianificare lo spostamento dei blocchi di dati modificati verso i supporti di storage più lenti, in un processo noto come destaging.

I sistemi standard non sono generalmente dotati di questo tipo di apparecchiatura. Pertanto, la funzionalità di questa scheda NVRAM è stata virtualizzata e posizionata in una partizione sul disco di avvio del sistema ONTAP Select. È per questo motivo che il posizionamento del disco virtuale di sistema dell'istanza è di fondamentale importanza. È anche per questo che il prodotto richiede la presenza di un controller RAID fisico con una cache resiliente per le configurazioni di storage locale collegato.

NVRAM è posizionata su un proprio VMDK. La suddivisione della NVRAM in un proprio VMDK consente alla ONTAP Select VM di utilizzare il driver vNVMe per comunicare con il proprio VMDK NVRAM. Richiede inoltre che la ONTAP Select VM utilizzi la versione hardware 13, compatibile con ESXi 8.0 e versioni successive.

Spiegazione del percorso dei dati: NVRAM e controller RAID

L'interazione tra la partizione di sistema NVRAM virtualizzata e il controller RAID può essere illustrata al meglio analizzando il percorso dei dati seguito da una richiesta di scrittura quando entra nel sistema.

Le richieste di scrittura in arrivo alla VM ONTAP Select sono indirizzate alla partizione NVRAM della VM. A livello di virtualizzazione, questa partizione esiste all'interno di un disco di sistema ONTAP Select, un VMDK collegato alla VM ONTAP Select. A livello fisico, queste richieste vengono memorizzate nella cache del controller RAID, come tutte le modifiche ai blocchi indirizzate ai dischi sottostanti. Da qui, la scrittura viene confermata all'host.

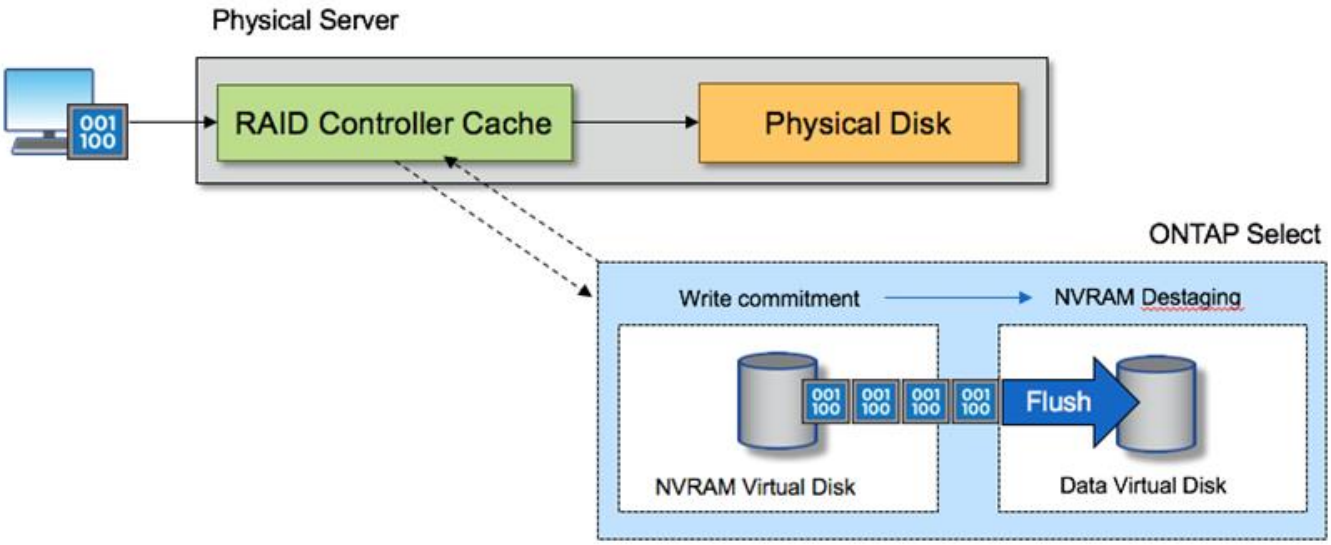
A questo punto, fisicamente, il blocco risiede nella cache del controller RAID, in attesa di essere scritto su disco. Logicamente, il blocco risiede nella NVRAM in attesa di essere trasferito sui dischi dati utente appropriati.

Poiché i blocchi modificati vengono automaticamente memorizzati nella cache locale del controller RAID, le scritture in entrata sulla partizione NVRAM vengono automaticamente memorizzate nella cache e periodicamente trasferite sui supporti di storage fisico. Questo non deve essere confuso con il trasferimento periodico dei contenuti della NVRAM sui dischi dati ONTAP. Questi due eventi sono indipendenti e si verificano in momenti e con frequenze diverse.

La figura seguente mostra il percorso di I/O seguito da una scrittura in ingresso. Evidenzia la differenza tra il livello fisico (rappresentato dalla cache del controller RAID e dai dischi) e il livello virtuale (rappresentato dalla NVRAM della VM e dai dischi virtuali dati della VM).

Sebbene i blocchi modificati sul VMDK della NVRAM vengano memorizzati nella cache del controller RAID locale, la cache non è a conoscenza della struttura della macchina virtuale o dei suoi dischi virtuali. Memorizza tutti i blocchi modificati sul sistema, di cui NVRAM è solo una parte. Ciò include le richieste di scrittura destinate all'hypervisor, se viene fornito dagli stessi dischi di supporto.

Scritture in entrata verso la VM ONTAP Select



La partizione NVRAM è separata sul proprio VMDK. Quel VMDK è collegato tramite il driver vNVME disponibile nelle versioni di ESXi 8.0 o successive. Questa modifica è particolarmente significativa per le installazioni ONTAP Select con software RAID, che non beneficiano della cache del controller RAID.

Servizi di configurazione RAID software ONTAP Select per lo storage collegato localmente

Il software RAID è un layer di astrazione RAID implementato all'interno dello stack software ONTAP. Fornisce la stessa funzionalità del layer RAID all'interno di una piattaforma ONTAP tradizionale come FAS. Il layer RAID esegue i calcoli di parità dei dischi e fornisce protezione contro i guasti dei singoli dischi all'interno di un nodo ONTAP Select.

Indipendentemente dalle configurazioni RAID hardware, ONTAP Select offre anche un'opzione RAID software. Un controller RAID hardware potrebbe non essere disponibile o potrebbe risultare indesiderabile in determinati ambienti, ad esempio quando ONTAP Select viene distribuito su commodity hardware di piccolo formato. Il RAID software amplia le opzioni di implementazione disponibili per includere tali ambienti. Per abilitare il RAID software nel proprio ambiente, ecco alcuni punti da tenere a mente:

- È disponibile con una licenza Premium o Premium XL.
- Supporta solo unità SSD o NVMe (richiede licenza Premium XL) per i dischi root e dati di ONTAP.
- Richiede un disco di sistema separato per la partizione di avvio della macchina virtuale ONTAP Select.
  - Scegli un disco separato, un'unità SSD o un'unità NVMe, per creare un datastore per i dischi di sistema (NVRAM, scheda Boot/CF, Coredump e Mediator in una configurazione multi-nodo).

- I termini disco di servizio e disco di sistema vengono utilizzati in modo intercambiabile.
  - I dischi di servizio sono i dischi virtuali (VMDK) utilizzati all'interno della ONTAP Select VM per gestire vari elementi come il clustering, l'avvio e così via.

    - I dischi di servizio si trovano fisicamente su un singolo disco fisico (denominato collettivamente disco fisico di servizio/sistema) visto dall'host. Tale disco fisico deve contenere un datastore DAS. ONTAP Deploy crea questi dischi di servizio per la ONTAP Select VM durante la distribuzione del cluster.
- Non è possibile separare ulteriormente i dischi di sistema di ONTAP Select su più datastore o su più unità fisiche.
- Hardware RAID non è obsoleto.

Configurazione RAID software per lo storage collegato localmente

Quando si utilizza RAID software, l'assenza di un controller RAID hardware è l'ideale, ma, se un sistema dispone già di un controller RAID, questo deve soddisfare i seguenti requisiti:

- È necessario disabilitare il controller RAID hardware affinché i dischi possano essere presentati direttamente al sistema (un JBOD). Di solito è possibile apportare questa modifica nel BIOS del controller RAID.
- Oppure il controller RAID hardware dovrebbe essere in modalità SAS HBA. Ad esempio, alcune configurazioni del BIOS consentono una modalità "AHCI" oltre al RAID, che è possibile selezionare per abilitare la modalità JBOD. Questo abilita un passthrough, in modo che le unità fisiche possano essere viste così come sono dall'host.

A seconda del numero massimo di unità supportate dal controller, potrebbe essere necessario un controller aggiuntivo. Con la modalità SAS HBA, assicurarsi che il controller I/O (SAS HBA) sia supportato con una velocità minima di 6Gbps. Tuttavia, NetApp raccomanda una velocità di 12Gbps.

Non sono supportate altre modalità o configurazioni di controller RAID hardware. Ad esempio, alcuni controller consentono un supporto RAID 0 che può abilitare artificialmente il passthrough dei dischi, ma le implicazioni possono essere indesiderabili. La dimensione supportata dei dischi fisici (solo SSD) è compresa tra 200GB e 16TB.

Gli amministratori devono tenere traccia delle unità utilizzate dalla ONTAP Select VM e impedire l'utilizzo involontario di tali unità sull'host.

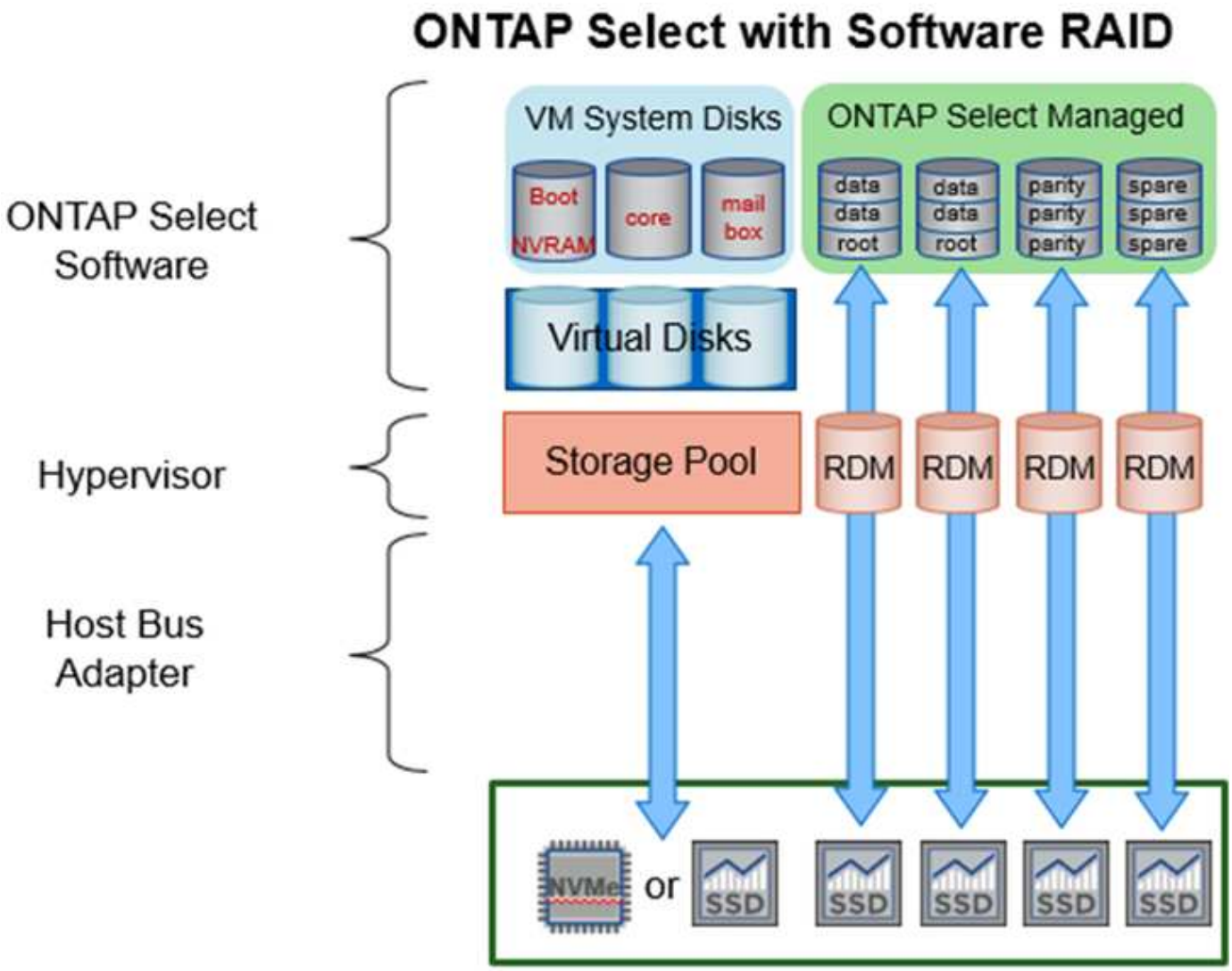
ONTAP Select dischi virtuali e fisici

Per le configurazioni con controller RAID hardware, la ridondanza dei dischi fisici è fornita dal controller RAID. ONTAP Select viene presentato con uno o più VMDK dai quali l'amministratore ONTAP può configurare gli aggregati di dati. Questi VMDK sono suddivisi in un formato RAID 0 perché l'utilizzo del software RAID di ONTAP è ridondante, inefficiente e inefficace a causa della resilienza fornita a livello hardware. Inoltre, i VMDK utilizzati per i dischi di sistema si trovano nello stesso datastore dei VMDK utilizzati per memorizzare i dati utente.

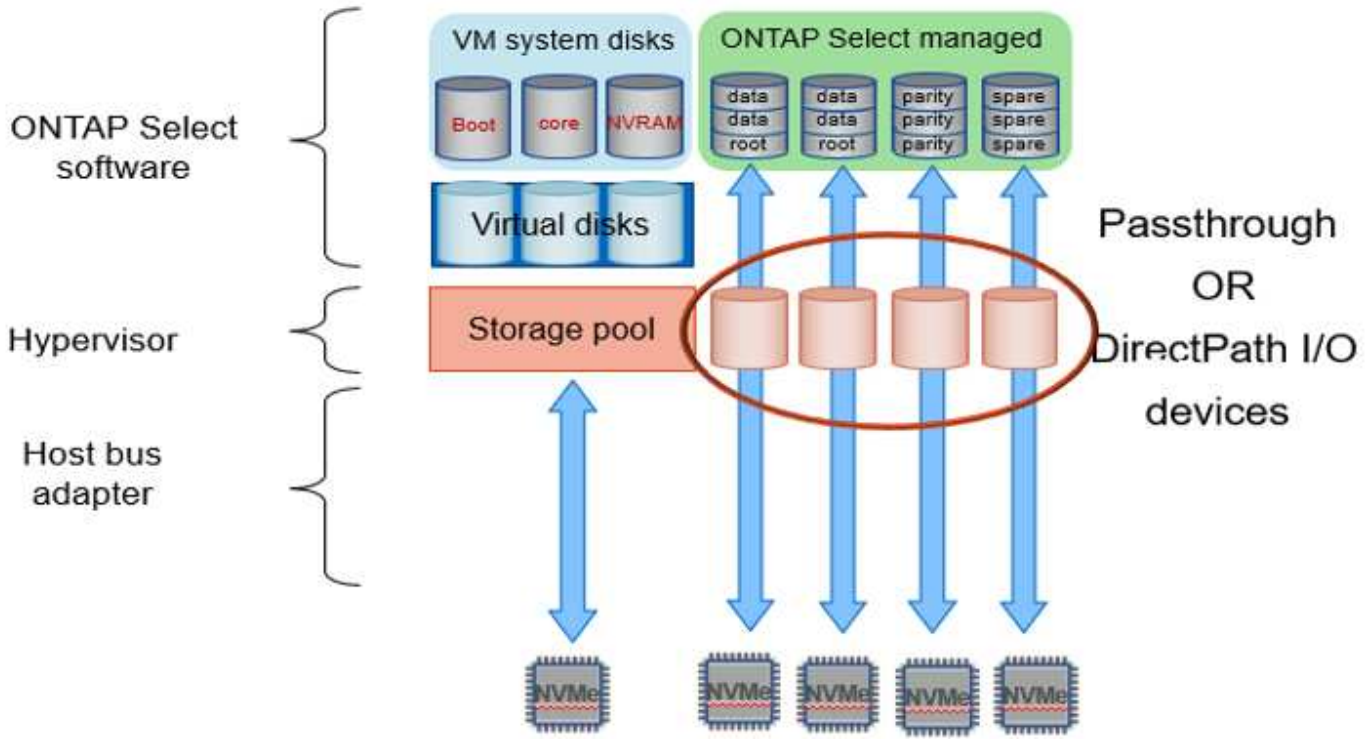
Quando si utilizza il software RAID, ONTAP Deploy presenta ONTAP Select con un set di VMDK e dischi fisici Raw Device Mappings (RDM) per SSD e dispositivi passthrough o DirectPath IO per NVMe.

Le figure seguenti illustrano questa relazione in modo più dettagliato, evidenziando la differenza tra i dischi virtualizzati utilizzati per gli elementi interni della VM ONTAP Select e i dischi fisici utilizzati per archiviare i dati utente.

ONTAP Select software RAID: utilizzo di dischi virtualizzati e RDM



I dischi di sistema (VMDK) risiedono nello stesso datastore e sullo stesso disco fisico. Il disco NVRAM virtuale richiede un supporto veloce e durevole. Pertanto, sono supportati solo datastore di tipo NVMe e SSD.



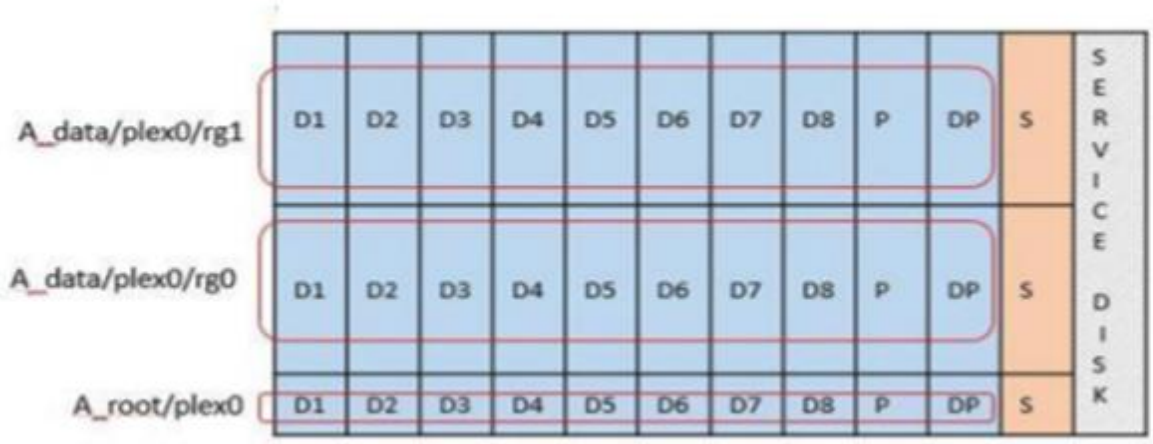
I dischi di sistema (VMDK) risiedono nello stesso datastore e sullo stesso disco fisico. Il disco NVRAM virtuale richiede un supporto veloce e durevole. Pertanto, sono supportati solo datastore di tipo NVMe e SSD. Quando si utilizzano unità NVMe per i dati, anche il disco di sistema dovrebbe essere un dispositivo NVMe per motivi di prestazioni. Una buona soluzione per il disco di sistema in una configurazione interamente NVMe è una scheda INTEL Optane.

Con la versione attuale, non è possibile separare ulteriormente i dischi di sistema di ONTAP Select su più datastore o più unità fisiche.

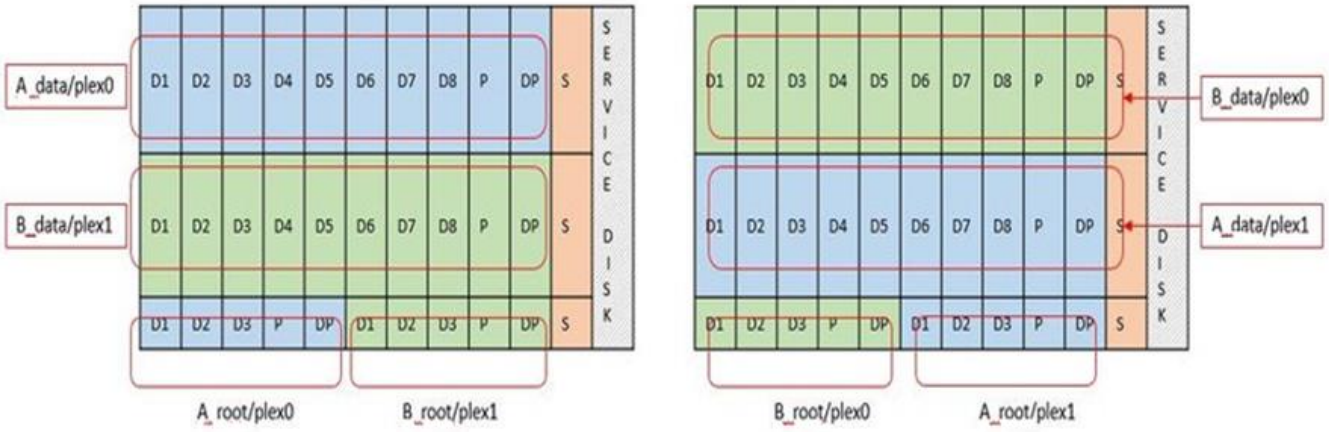
Ogni disco dati è diviso in tre parti: una piccola partizione root (stripe) e due partizioni di dimensioni uguali per creare due dischi dati visibili all'interno della ONTAP Select VM. Le partizioni utilizzano lo schema Root Data Data (RD2), come mostrato nelle figure seguenti per un cluster a nodo singolo e per un nodo in una coppia HA.

`P` indica un'unità di parità, `DP` indica un'unità a doppia parità, e `S` indica un'unità di riserva.

Partizionamento del disco RDD per cluster a nodo singolo



Partizionamento del disco RDD per cluster multi-nodo (coppia HA)



Il software RAID di ONTAP supporta i seguenti tipi di RAID: RAID 4, RAID-DP e RAID-TEC. Questi sono gli stessi costrutti RAID utilizzati dalle piattaforme FAS e AFF. Per il provisioning della root, ONTAP Select supporta solo RAID 4 e RAID-DP. Quando si utilizza RAID-TEC per l'aggregato dei dati, la protezione complessiva è RAID-DP. ONTAP Select HA utilizza un'architettura shared-nothing che replica la configurazione di ciascun nodo sull'altro nodo. Ciò significa che ogni nodo deve memorizzare la propria partizione root e una copia della partizione root del nodo peer. Un disco dati ha una singola partizione root. Questo significa che il numero minimo di dischi dati varia a seconda che il nodo ONTAP Select faccia parte di una coppia HA.

Nei cluster a nodo singolo, tutte le partizioni dati vengono utilizzate per memorizzare i dati locali (attivi). Nei nodi che fanno parte di una coppia HA, una partizione dati viene utilizzata per memorizzare i dati locali (attivi) di quel nodo e la seconda partizione dati viene utilizzata per eseguire il mirroring dei dati attivi dal peer HA.

Dispositivi passthrough (DirectPath IO) vs. Raw Device Maps (RDM)

Gli hypervisor ESXi e KVM non supportano i dischi NVMe come Raw Device Maps (RDM). Per consentire a ONTAP Select di assumere il controllo diretto dei dischi NVMe, è necessario configurare queste unità come dispositivi passthrough all'interno di ESXi o KVM. Quando si configura un dispositivo NVMe come dispositivo passthrough, è richiesto il supporto dal BIOS del server e potrebbe essere necessario riavviare l'host. Inoltre, esistono limiti al numero di dispositivi passthrough che possono essere assegnati per host, che possono variare a seconda della piattaforma. Tuttavia, ONTAP Deploy limita questo a 14 dispositivi NVMe per nodo

ONTAP Select. Ciò significa che la configurazione NVMe offre una densità IOPS (IOPS/TB) molto elevata a scapito della capacità totale. In alternativa, se si desidera una configurazione ad alte prestazioni con maggiore capacità di storage, la configurazione consigliata è una ONTAP Select VM di grandi dimensioni, una scheda INTEL Optane per il disco di sistema e un numero nominale di unità SSD per l'archiviazione dei dati.

> Per sfruttare appieno le prestazioni di NVMe, considera la ONTAP Select VM di grandi dimensioni.

Esiste un'ulteriore differenza tra i dispositivi passthrough e gli RDM. Gli RDM possono essere mappati su una VM in esecuzione. I dispositivi passthrough richiedono il riavvio della VM. Ciò significa che qualsiasi procedura di sostituzione di un'unità NVMe o di espansione della capacità (aggiunta di unità) richiederà il riavvio della VM di ONTAP Select. L'operazione di sostituzione e di espansione della capacità (aggiunta di unità) è gestita da un flusso di lavoro in ONTAP Deploy. ONTAP Deploy gestisce il riavvio di ONTAP Select per i cluster a nodo singolo e il failover/failback per le coppie HA. Tuttavia, è importante notare la differenza tra lavorare con unità dati SSD (non è richiesto alcun riavvio/failover di ONTAP Select) e lavorare con unità dati NVMe (è richiesto il riavvio/failover di ONTAP Select).

Provisioning di dischi fisici e virtuali

Per offrire un'esperienza utente più snella, ONTAP Deploy esegue automaticamente il provisioning dei dischi di sistema (virtuali) dal datastore specificato (disco di sistema fisico) e li collega alla VM ONTAP Select. Questa operazione avviene automaticamente durante la configurazione iniziale, consentendo l'avvio della VM ONTAP Select. Gli RDM vengono partizionati e l'aggregato root viene creato automaticamente. Se il nodo ONTAP Select fa parte di una coppia HA, le partizioni dati vengono assegnate automaticamente a un pool di storage locale e a un mirror storage pool. Questa assegnazione avviene automaticamente sia durante le operazioni di creazione del cluster che durante le operazioni di aggiunta di storage.

Poiché i dischi dati sulla VM ONTAP Select sono associati ai dischi fisici sottostanti, la creazione di configurazioni con un numero maggiore di dischi fisici ha implicazioni in termini di prestazioni.

> Il tipo di gruppo RAID dell'aggregato root dipende dal numero di dischi disponibili. ONTAP Deploy seleziona il tipo di gruppo RAID appropriato. Se sono disponibili dischi sufficienti per il nodo, utilizza RAID-DP, altrimenti crea un aggregato root RAID-4.

Quando si aggiunge capacità a una VM ONTAP Select utilizzando RAID software, l'amministratore deve tenere conto delle dimensioni dell'unità fisica e del numero di unità necessarie. Per i dettagli, consulta "Aumentare la capacità di archiviazione".

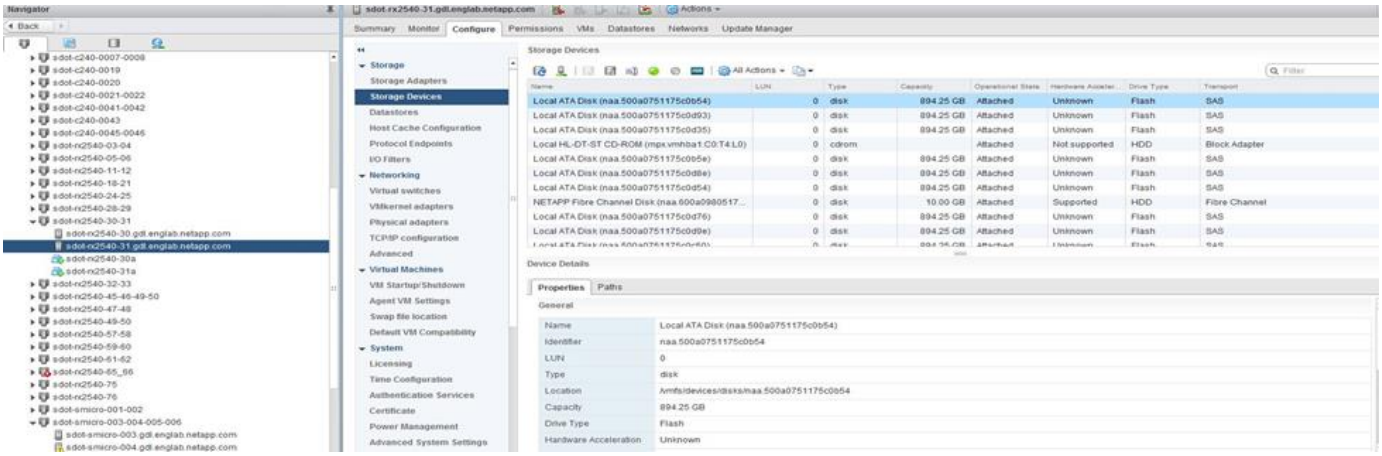
Analogamente ai sistemi FAS e AFF, è possibile aggiungere solo dischi con capacità uguale o superiore a un gruppo RAID esistente. Le unità con capacità maggiore sono dimensionate correttamente. Se si creano nuovi gruppi RAID, la dimensione del nuovo gruppo RAID deve corrispondere a quella dei gruppi RAID esistenti per garantire che le prestazioni complessive dell'aggregato non si deteriorino.

Abbina un disco ONTAP Select al disco ESXi o KVM corrispondente

I dischi ONTAP Select sono generalmente etichettati come NET x.y. È possibile utilizzare il seguente comando ONTAP per ottenere l'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
```



Nella shell di ESXi o KVM, è possibile immettere il seguente comando per far lampeggiare il LED di un determinato disco fisico (identificato dal suo 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
```

Guasti multipli delle unità quando si utilizza RAID software

È possibile che un sistema si trovi in una situazione in cui più unità disco siano contemporaneamente in stato di guasto. Il comportamento del sistema dipende dalla protezione RAID dell'aggregato e dal numero di unità guaste.

Un aggregato RAID4 può resistere al guasto di un disco, un aggregato RAID-DP può resistere a due guasti di disco e un aggregato RAID-TEC può resistere a tre guasti di disco.

Se il numero di dischi guasti è inferiore al numero massimo di guasti supportati dal tipo di RAID e se un disco spare è disponibile, il processo di ricostruzione si avvia automaticamente. Se non sono disponibili dischi spare, l'aggregato fornisce i dati in uno stato degradato fino a quando non vengono aggiunti dischi spare.

Se il numero di dischi guasti supera il numero massimo di guasti supportati dal tipo di RAID, il plex locale viene contrassegnato come guasto e lo stato dell'aggregato viene degradato. I dati vengono forniti dal secondo plex residente sul partner HA. Ciò significa che tutte le richieste di I/O per il nodo 1 vengono inviate tramite la porta di interconnessione del cluster e0e (iSCSI) ai dischi fisicamente situati sul nodo 2. Se anche il secondo plex si guasta, l'aggregato viene contrassegnato come guasto e i dati non sono disponibili.

Un plex guasto deve essere eliminato e ricreato affinché il mirroring dei dati riprenda correttamente. Si noti che un guasto a più dischi che causa il degrado di un aggregato di dati comporta anche il degrado di un aggregato root. ONTAP Select utilizza lo schema di partizionamento root-data-data (RDD) per suddividere ogni unità fisica in una partizione root e due partizioni dati. Pertanto, la perdita di uno o più dischi potrebbe influire su più aggregati, inclusi il root locale o la copia dell'aggregato root remoto, nonché sull'aggregato dati locale e sulla copia dell'aggregato dati remoto.

Un plex non riuscito viene eliminato e ricreato nell'esempio di output seguente:

```
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..
```

Per testare o simulare uno o più guasti delle unità, utilizzare il `storage disk fail -disk NET-x.y -immediate` comando. Se nel sistema è presente un disco spare, l'aggregato inizierà la ricostruzione. È possibile verificare lo stato della ricostruzione utilizzando il comando

`storage aggregate show`. È possibile rimuovere l'unità guasta simulata utilizzando ONTAP Deploy. Si noti che ONTAP ha contrassegnato l'unità come `Broken`. L'unità non è effettivamente danneggiata e può essere aggiunta nuovamente utilizzando ONTAP Deploy. Per eliminare l'etichetta Broken, immettere i seguenti comandi nella ONTAP Select CLI:

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

L'output dell'ultimo comando dovrebbe essere vuoto.

NVRAM virtualizzata

I sistemi NetApp FAS sono tradizionalmente dotati di una scheda PCI NVRAM fisica. Questa scheda ad alte prestazioni contiene memoria flash non volatile che offre un significativo incremento delle prestazioni di scrittura. Lo fa concedendo a ONTAP la capacità di confermare immediatamente le scritture in arrivo al client. Può anche pianificare lo spostamento dei blocchi di dati modificati verso supporti di storage più lenti, in un processo noto come destaging.

I sistemi standard non sono generalmente dotati di questo tipo di apparecchiatura. Pertanto, la funzionalità della scheda NVRAM è stata virtualizzata e collocata in una partizione sul disco di avvio del sistema ONTAP Select. È per questo motivo che il posizionamento del disco virtuale di sistema dell'istanza è di fondamentale importanza.

Configurazioni ONTAP Select vSAN e array esterni

Le implementazioni Virtual NAS (vNAS) supportano i cluster ONTAP Select su virtual SAN (vSAN), alcuni prodotti HCI e tipi di array esterni di datastore. L'infrastruttura sottostante di queste configurazioni garantisce la resilienza dei datastore.

Il requisito minimo è che l'hypervisor utilizzato (VMware ESXi o KVM su un host Linux supportato) supporti la configurazione sottostante. Se l'hypervisor è ESXi, deve essere elencato nei rispettivi HCL di VMware.

Architettura vNAS

La nomenclatura vNAS viene utilizzata per tutte le configurazioni che non utilizzano DAS. Per i cluster ONTAP Select multi-nodo, ciò include le architetture in cui i due nodi ONTAP Select nella stessa coppia HA condividono un singolo datastore (inclusi i datastore vSAN). I nodi possono anche essere installati su datastore separati dello stesso array esterno condiviso. Ciò consente di ottenere efficienze di storage lato array per ridurre l'ingombro complessivo dell'intera coppia HA ONTAP Select. L'architettura delle soluzioni ONTAP Select vNAS è molto simile a quella di ONTAP Select su DAS con un controller RAID locale. Ciò significa che ogni nodo ONTAP Select continua ad avere una copia dei dati del partner HA. Le policy di efficienza dello storage ONTAP sono limitate al nodo. Pertanto, le efficienze di storage lato array sono preferibili perché possono potenzialmente essere applicate a set di dati provenienti da entrambi i nodi ONTAP Select.

È anche possibile che ciascun nodo ONTAP Select in una coppia HA utilizzi un array esterno separato. Questa è una scelta comune quando si utilizza ONTAP Select MetroCluster SDS con storage esterno.

Quando si utilizzano array esterni separati per ciascun nodo ONTAP Select, è molto importante che i due array

forniscano caratteristiche prestazionali simili alla VM ONTAP Select.

Architetture vNAS rispetto a DAS locali con controller RAID hardware

L'architettura vNAS è logicamente molto simile all'architettura di un server con DAS e un controller RAID. In entrambi i casi, ONTAP Select utilizza spazio datastore. Tale spazio datastore viene suddiviso in VMDK, che costituiscono i tradizionali aggregati di dati ONTAP. ONTAP Deploy si assicura che i VMDK siano dimensionati correttamente e assegnati al plex appropriato (nel caso di coppia HA) durante le operazioni di creazione del cluster e di aggiunta dello storage.

Esistono due differenze principali tra vNAS e DAS con un controller RAID. La differenza più immediata è che vNAS non richiede un controller RAID. vNAS presuppone che l'array esterno sottostante fornisca la persistenza dei dati e la resilienza che un DAS con un controller RAID garantirebbe. La seconda, e più sottile, differenza riguarda le prestazioni della NVRAM.

NVRAM vNAS

La NVRAM di ONTAP Select è un VMDK. Ciò significa che ONTAP Select emula uno spazio indirizzabile a byte (NVRAM tradizionale) su un dispositivo indirizzabile a blocchi (VMDK). Tuttavia, le prestazioni della NVRAM sono assolutamente critiche per le prestazioni complessive del nodo ONTAP Select.

Per le configurazioni DAS con un controller RAID hardware, la cache del controller RAID hardware funge da cache NVRAM, perché tutte le scritture sulla VMDK NVRAM vengono prima ospitate nella cache del controller RAID.

Per le architetture VNAS, ONTAP Deploy configura automaticamente i nodi ONTAP Select con un argomento di avvio denominato Single Instance Data Logging (SIDL). Quando questo argomento di avvio è presente, ONTAP Select ignora la NVRAM e scrive il payload direttamente nell'aggregato dati. La NVRAM viene utilizzata solo per registrare l'indirizzo dei blocchi modificati dall'operazione di scrittura. Il vantaggio di questa funzionalità è che evita una doppia scrittura: una scrittura nella NVRAM e una seconda scrittura quando la NVRAM viene destagata. Questa funzionalità è abilitata solo per vNAS perché le scritture locali nella cache del controller RAID hanno una latenza aggiuntiva trascurabile.

La funzionalità SIDL non è compatibile con tutte le funzionalità di efficienza dello storage di ONTAP Select. La funzionalità SIDL può essere disabilitata a livello di aggregato utilizzando il seguente comando:

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

Le prestazioni di scrittura sono compromesse se la funzionalità SIDL è disattivata. È possibile riattivare la funzionalità SIDL dopo che tutte le policy di efficienza di archiviazione su tutti i volumi in quell'aggregato sono state disabilitate:

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

Collocare i nodi ONTAP Select quando si utilizza vNAS su ESXi

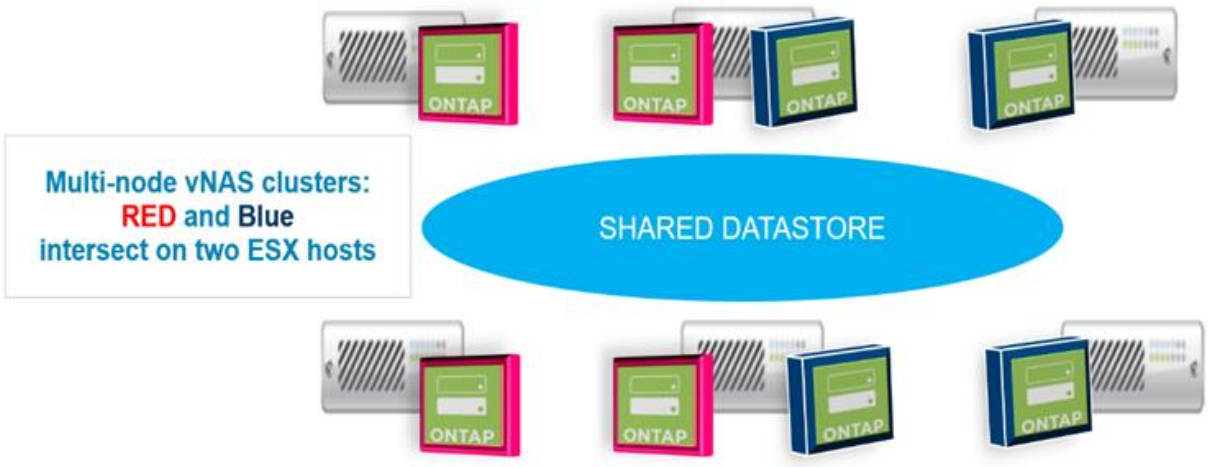
ONTAP Select include il supporto per cluster ONTAP Select multi-nodo su storage condiviso. ONTAP Deploy consente la configurazione di più nodi ONTAP Select sullo stesso host ESXi, purché questi nodi non facciano

parte dello stesso cluster.

> Questa configurazione è valida solo per ambienti VNAS (datastore condivisi). Non sono supportate più istanze ONTAP Select per host quando si utilizza lo storage DAS, perché queste istanze competono per lo stesso controller RAID.

ONTAP Deploy assicura che la distribuzione iniziale del cluster VNAS multinodo non posizioni più istanze ONTAP Select dello stesso cluster sullo stesso host. La figura seguente illustra un esempio di distribuzione corretta di due cluster a quattro nodi che si intersecano su due host.

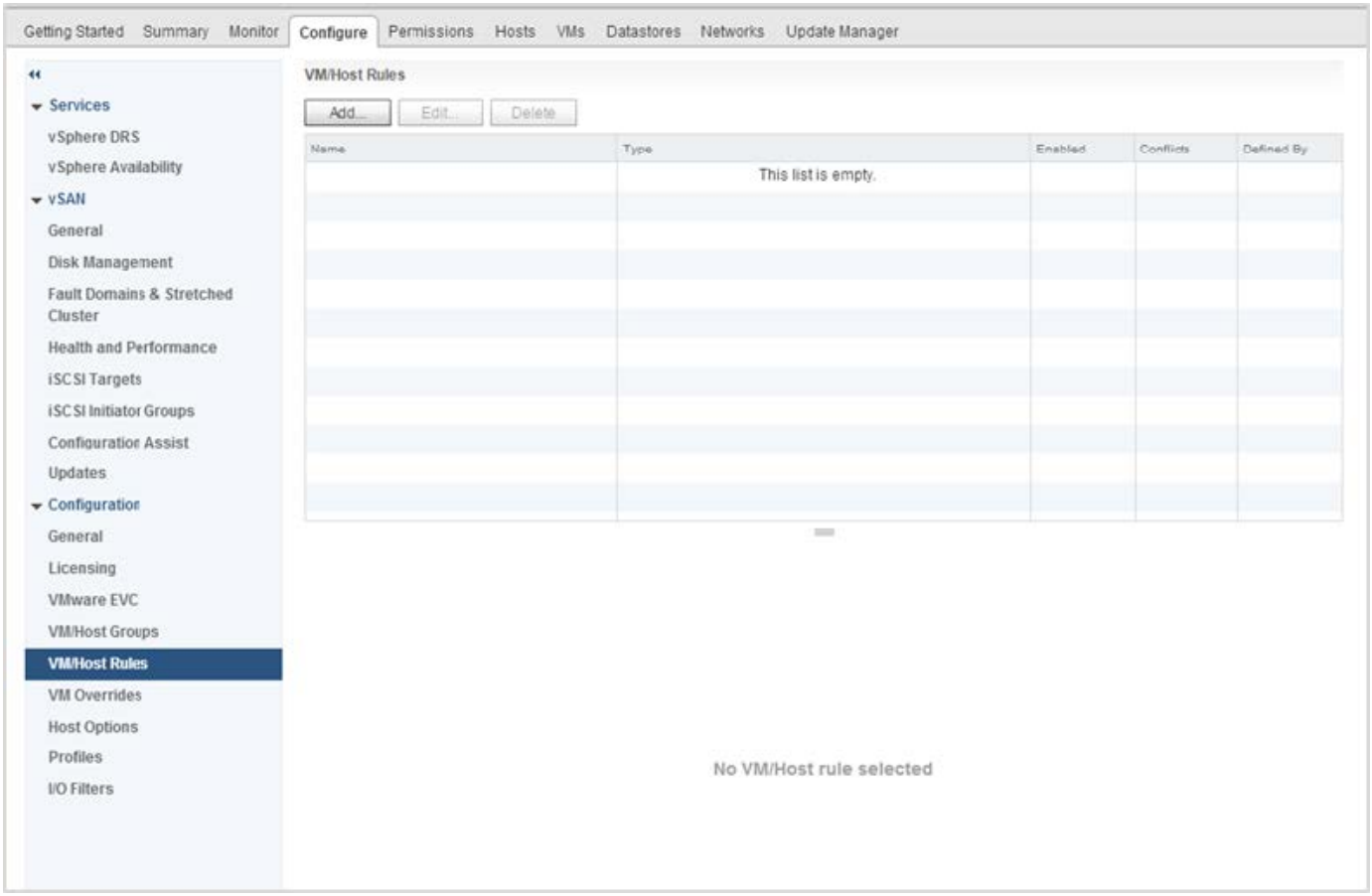
Implementazione iniziale di cluster VNAS multi-node

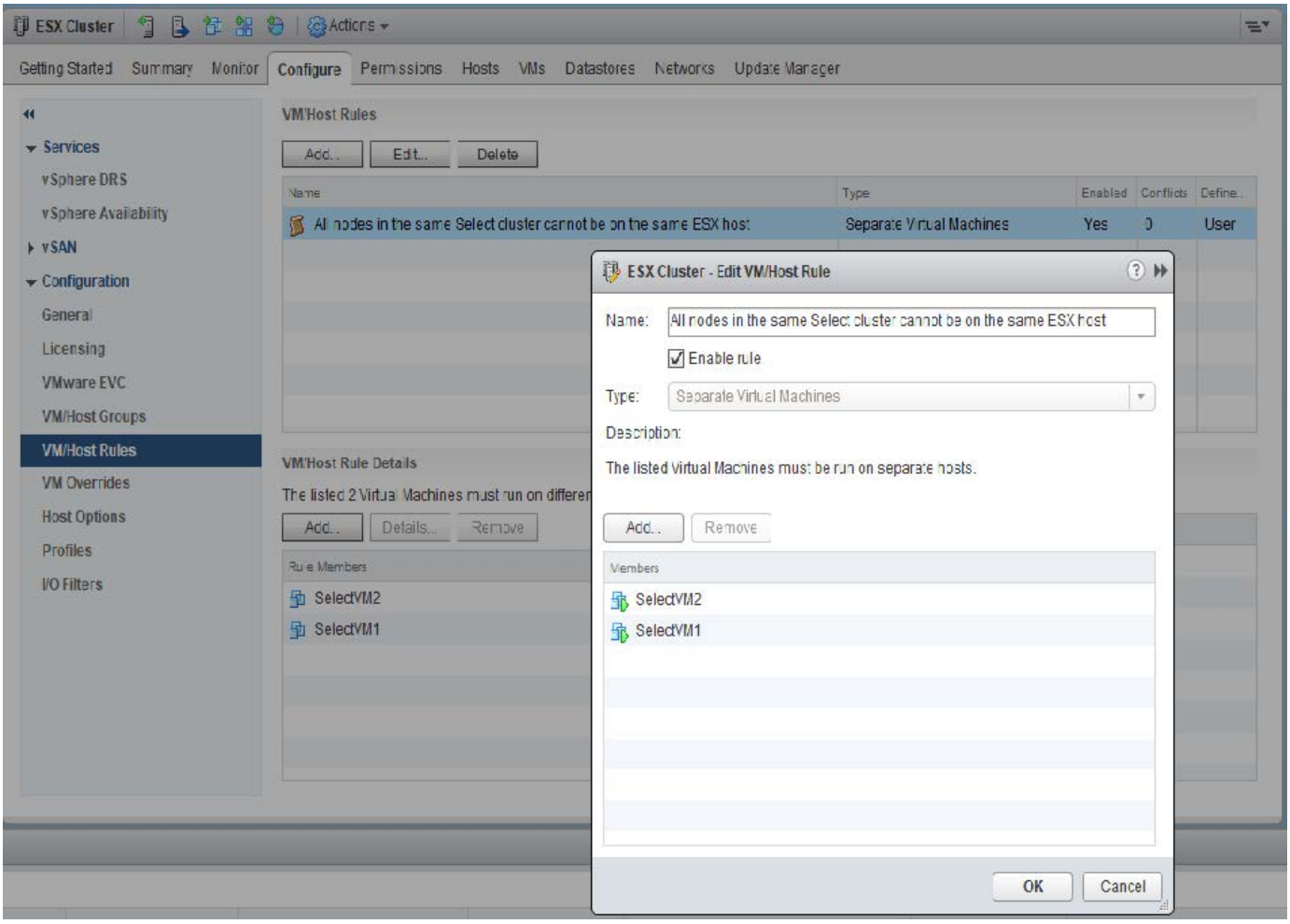


Dopo la distribuzione, i nodi ONTAP Select possono essere migrati tra host. Ciò potrebbe comportare configurazioni non ottimali e non supportate, nel caso in cui due o più nodi ONTAP Select dello stesso cluster condividano lo stesso host sottostante. NetApp consiglia la creazione manuale di regole di anti-affinità delle macchine virtuali in modo che VMware mantenga automaticamente la separazione fisica tra i nodi dello stesso cluster, non solo tra i nodi della stessa coppia HA.

> Le regole anti-affinità richiedono che DRS sia abilitato sul cluster ESXi.

Fare riferimento al seguente esempio su come creare una regola anti-affinità per le VM ONTAP Select. Se il cluster ONTAP Select contiene più di una coppia HA, tutti i nodi del cluster devono essere inclusi in questa regola.


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



Due o più nodi ONTAP Select dello stesso cluster ONTAP Select potrebbero potenzialmente trovarsi sullo stesso host ESXi per uno dei seguenti motivi:

- DRS non è presente a causa di limitazioni della licenza VMware vSphere o se DRS non è abilitato.
- La regola di anti-affinità DRS viene aggirata perché un'operazione VMware HA o una migrazione di VM avviata dall'amministratore ha la precedenza.

ONTAP Deploy non monitora in modo proattivo le posizioni delle VM ONTAP Select. Tuttavia, un'operazione di aggiornamento del cluster riflette questa configurazione non supportata nei log di ONTAP Deploy:



Considerazioni per aumentare la capacità di archiviazione di ONTAP Select

ONTAP Deploy può essere utilizzato per aggiungere e concedere in licenza storage aggiuntivo per ciascun nodo in un cluster ONTAP Select.

La funzionalità storage-add in ONTAP Deploy è l'unico modo per aumentare lo storage gestito e la modifica diretta della ONTAP Select VM non è supportata. La figura seguente mostra l'icona "+" che avvia la procedura

guidata di storage-add.



Le seguenti considerazioni sono importanti per la buona riuscita dell'operazione di espansione della capacità. L'aggiunta di capacità richiede che la licenza esistente copra la quantità totale di spazio (esistente più nuovo). Un'operazione di aggiunta di storage che comporta il superamento della capacità concessa in licenza al nodo non andrà a buon fine. È necessario installare prima una nuova licenza con capacità sufficiente.

Se la capacità aggiuntiva viene aggiunta a un aggregate ONTAP Select esistente, il nuovo pool di storage (datastore) deve avere un profilo di prestazioni simile a quello del pool di storage (datastore) esistente. Si noti che non è possibile aggiungere storage non SSD a un nodo ONTAP Select installato con una personalità simile ad AFF (flash abilitato). Non è inoltre supportata la combinazione di DAS e storage esterno.

Se si aggiunge storage collegato localmente a un sistema per fornire pool di storage locali (DAS) aggiuntivi, è necessario creare un ulteriore gruppo RAID e una o più LUN. Come per i sistemi FAS, è importante assicurarsi che le prestazioni del nuovo gruppo RAID siano simili a quelle del gruppo RAID originale se si aggiunge nuovo spazio allo stesso aggregate. Se si crea un nuovo aggregate, la configurazione del nuovo gruppo RAID potrebbe essere diversa, a condizione che le implicazioni in termini di prestazioni per il nuovo aggregate siano ben comprese.

Il nuovo spazio può essere aggiunto allo stesso archivio dati come estensione, a condizione che la dimensione totale dell'archivio dati non superi la dimensione massima supportata dell'archivio dati. L'aggiunta di un'estensione all'archivio dati in cui ONTAP Select è già installato può essere effettuata dinamicamente e non influisce sulle operazioni del nodo ONTAP Select.

Se il nodo ONTAP Select fa parte di una coppia HA, è necessario considerare alcuni aspetti aggiuntivi.

In una coppia HA, ogni nodo contiene una copia speculare dei dati del suo partner. L'aggiunta di spazio al nodo 1 richiede che venga aggiunta una quantità identica di spazio anche al suo partner, il nodo 2, in modo che tutti i dati del nodo 1 vengano replicati sul nodo 2. In altre parole, lo spazio aggiunto al nodo 2 durante l'operazione di aumento di capacità per il nodo 1 non è visibile né accessibile sul nodo 2. Lo spazio viene aggiunto al nodo 2 affinché i dati del nodo 1 siano completamente protetti durante un evento HA.

Vi è un ulteriore aspetto da considerare in termini di prestazioni. I dati sul nodo 1 vengono replicati in modo sincrono sul nodo 2. Pertanto, le prestazioni del nuovo spazio (datastore) sul nodo 1 devono corrispondere alle prestazioni del nuovo spazio (datastore) sul nodo 2. In altre parole, aggiungere spazio su entrambi i nodi, ma utilizzando tecnologie di unità diverse o dimensioni di gruppi RAID diverse, può causare problemi di prestazioni. Ciò è dovuto all'operazione RAID SyncMirror utilizzata per mantenere una copia dei dati sul nodo partner.

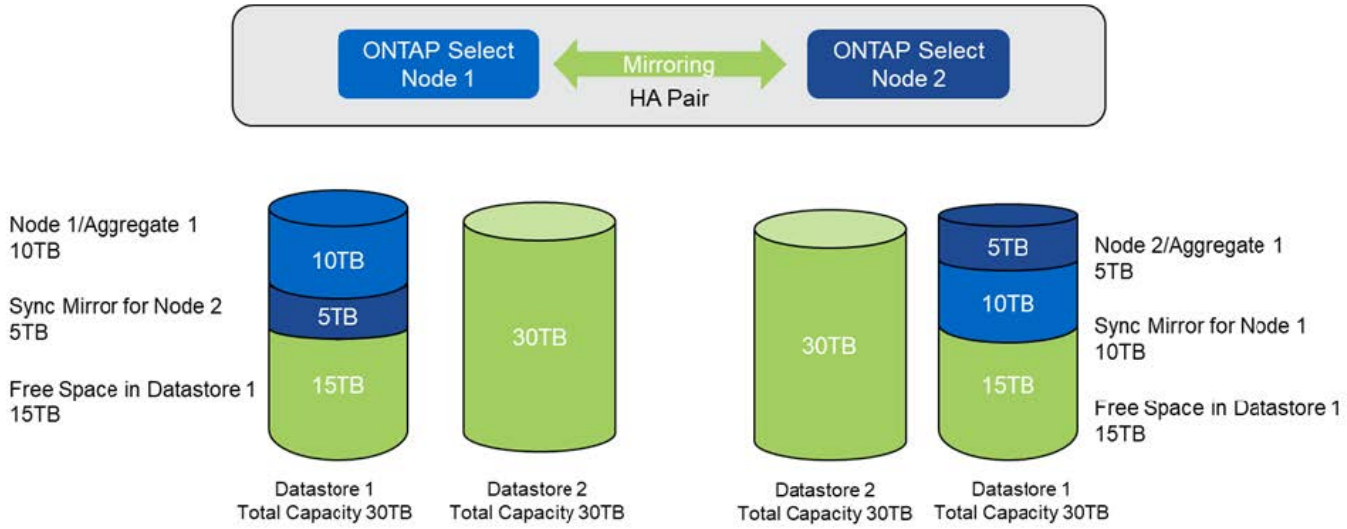
Per aumentare la capacità accessibile all'utente su entrambi i nodi in una coppia HA, è necessario eseguire due operazioni di aggiunta dello storage, una per ciascun nodo. Ogni operazione di aggiunta dello storage

richiede spazio aggiuntivo su entrambi i nodi. Lo spazio totale richiesto su ciascun nodo è pari alla somma dello spazio richiesto sul nodo 1 e dello spazio richiesto sul nodo 2.

La configurazione iniziale prevede due nodi, ciascuno dei quali dispone di due datastore con 30TB di spazio ciascuno. ONTAP Deploy crea un cluster a due nodi, in cui ogni nodo utilizza 10TB di spazio dal datastore 1. ONTAP Deploy configura ciascun nodo con 5TB di spazio attivo per nodo.

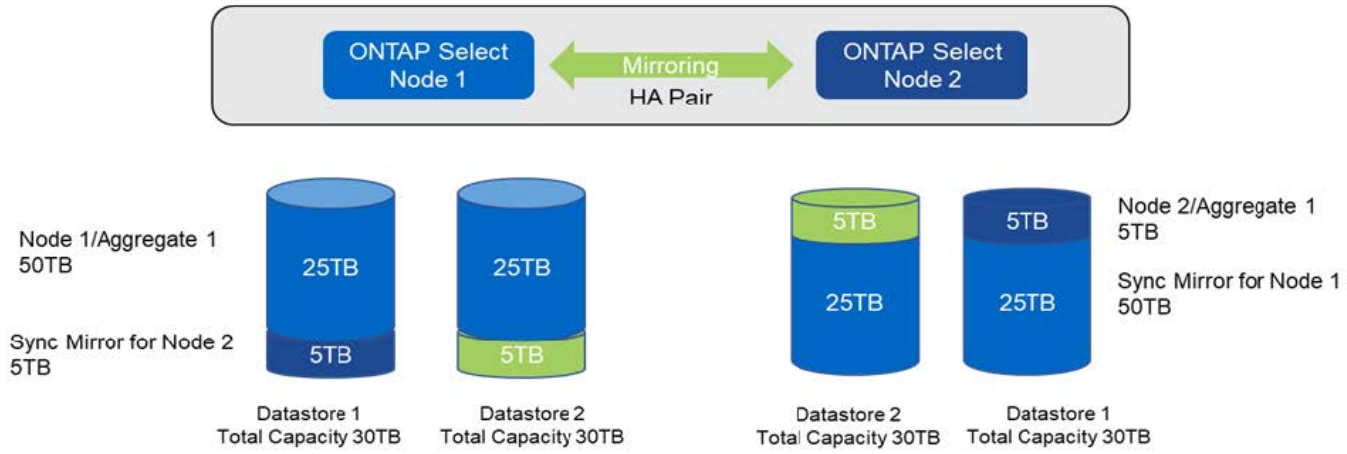
La figura seguente mostra i risultati di una singola operazione di aggiunta di storage per il nodo 1. ONTAP Select utilizza ancora la stessa quantità di storage (15TB) su ciascun nodo. Tuttavia, il nodo 1 dispone di più storage attivo (10TB) rispetto al nodo 2 (5TB). Entrambi i nodi sono completamente protetti poiché ciascun nodo ospita una copia dei dati dell'altro nodo. Rimane ulteriore spazio libero nel datastore 1 e il datastore 2 è ancora completamente libero.

Distribuzione della capacità: allocazione e spazio libero dopo una singola operazione di aggiunta dello storage



Due ulteriori operazioni di aggiunta di storage sul nodo 1 consumano il resto del datastore 1 e una parte del datastore 2 (utilizzando il capacity cap). La prima operazione di aggiunta di storage consuma i 15TB di spazio libero rimasti nel datastore 1. La figura seguente mostra il risultato della seconda operazione di aggiunta di storage. A questo punto, il nodo 1 ha 50TB di dati attivi sotto gestione, mentre il nodo 2 ha i 5TB originali.

Distribuzione della capacità: allocazione e spazio libero dopo due operazioni aggiuntive di aggiunta di storage per il nodo 1



La dimensione massima del VMDK utilizzata durante le operazioni di aggiunta di capacità è di 16TB. La dimensione massima del VMDK utilizzata durante le operazioni di creazione del cluster continua a essere di 8TB. ONTAP Deploy crea VMDK di dimensioni corrette a seconda della configurazione (cluster a nodo singolo o multi-nodo) e della quantità di capacità aggiunta. Tuttavia, la dimensione massima di ciascun VMDK non deve superare 8TB durante le operazioni di creazione del cluster e 16TB durante le operazioni di aggiunta di storage.

Aumenta la capacità di ONTAP Select con Software RAID

La procedura guidata per l'aggiunta di storage può essere utilizzata anche per aumentare la capacità gestita dai nodi ONTAP Select tramite software RAID. La procedura guidata visualizza solo le unità DAS SDD disponibili che possono essere mappate come RDM alla VM ONTAP Select.

Sebbene sia possibile aumentare la capacità della licenza di un singolo TB, quando si utilizza il software RAID non è possibile incrementare fisicamente la capacità di un singolo TB. Analogamente all'aggiunta di dischi a un array FAS o AFF, alcuni fattori determinano la quantità minima di storage che può essere aggiunta in una singola operazione.

> In una coppia HA, l'aggiunta di storage al nodo 1 richiede che un numero identico di unità sia disponibile anche sul nodo HA (nodo 2). Sia le unità locali che i dischi remoti vengono utilizzati da un'operazione di aggiunta di storage sul nodo 1. Vale a dire, le unità remote vengono utilizzate per garantire che il nuovo storage sul nodo 1 sia replicato e protetto sul nodo 2. Per aggiungere storage utilizzabile localmente sul nodo 2, è necessaria un'operazione di aggiunta di storage separata e un numero separato e uguale di unità disponibili su entrambi i nodi.

ONTAP Select partiziona le nuove unità nelle stesse partizioni root, dati e dati delle unità esistenti. L'operazione di partizionamento avviene durante la creazione di un nuovo aggregate o durante l'espansione di un aggregate esistente. La dimensione della stripe della partizione root su ciascun disco viene impostata in modo che corrisponda alla dimensione della partizione root esistente sui dischi esistenti. Pertanto, ciascuna delle due partizioni dati di uguale dimensione può essere calcolata come la capacità totale del disco meno la dimensione della partizione root divisa per due. La dimensione della stripe della partizione root è variabile e viene calcolata durante la configurazione iniziale del cluster come segue. Lo spazio root totale richiesto (68GB per un cluster a nodo singolo e 136GB per le coppie HA) viene suddiviso tra il numero iniziale di dischi meno eventuali dischi spare e di parità. La dimensione della stripe della partizione root viene mantenuta costante su tutte le unità aggiunte al sistema.

Se si sta creando un nuovo aggregato, il numero minimo di unità richieste varia a seconda del tipo di RAID e del fatto che il nodo ONTAP Select faccia parte o meno di una coppia HA.

Se si aggiunge spazio di archiviazione a un aggregate esistente, è necessario tenere in considerazione alcuni aspetti aggiuntivi. È possibile aggiungere unità a un gruppo RAID esistente, a condizione che il gruppo RAID non abbia già raggiunto il limite massimo. Le best practice tradizionali di FAS e AFF per l'aggiunta di dischi a gruppi RAID esistenti si applicano anche in questo caso, e la creazione di un hot spot sul nuovo disco rappresenta un potenziale problema. Inoltre, è possibile aggiungere solo unità con dimensioni della partizione dati uguali o superiori a un gruppo RAID esistente. Come spiegato in precedenza, la dimensione della partizione dati non corrisponde alla dimensione raw dell'unità. Se le partizioni dati aggiunte sono più grandi delle partizioni esistenti, le nuove unità vengono dimensionate correttamente. In altre parole, una parte della capacità di ciascuna nuova unità rimane inutilizzata.

È inoltre possibile utilizzare le nuove unità per creare un nuovo gruppo RAID come parte di un aggregato esistente. In questo caso, la dimensione del gruppo RAID deve corrispondere alla dimensione del gruppo RAID esistente.

Supporto per l'efficienza di storage ONTAP Select

ONTAP Select offre opzioni di efficienza di storage simili alle opzioni di efficienza di storage presenti sugli array FAS e AFF.

Le implementazioni di ONTAP Select virtual NAS (vNAS) che utilizzano VSAN all-flash o array flash generici devono seguire le best practice per ONTAP Select con storage ad accesso diretto (DAS) non SSD.

Una personalità simile ad AFF viene abilitata automaticamente sulle nuove installazioni a condizione che si disponga di storage DAS con unità SSD e di una licenza premium.

Con una personalità simile a quella di AFF, le seguenti funzionalità SE inline vengono abilitate automaticamente durante l'installazione:

- Rilevamento del modello zero in linea
- Deduplicazione in linea del volume
- Deduplicazione in background del volume
- compressione inline adattiva
- Compaction dei dati inline
- Deduplicazione in linea dell'aggregato
- Deduplicazione in background dell'aggregato

Per verificare che ONTAP Select abbia abilitato tutte le policy di efficienza dello storage predefinite, eseguire il seguente comando su un volume appena creato:

```
<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
```

Per gli aggiornamenti di ONTAP Select dalla versione 9.6 in poi, è necessario installare ONTAP Select su storage DAS SSD con una licenza premium. Inoltre, è necessario selezionare la check box **Enable Storage Efficiencies** durante l'installazione iniziale del cluster con ONTAP

Deploy. L'abilitazione di una personalità simile ad AFF dopo un aggiornamento di ONTAP, qualora le condizioni precedenti non siano state soddisfatte, richiede la creazione manuale di un argomento di avvio e il riavvio del nodo. Contattare il supporto tecnico per ulteriori dettagli.

Configurazioni di efficienza dello storage ONTAP Select

La tabella seguente riassume le varie opzioni di efficienza dello storage disponibili, abilitate per impostazione predefinita o non abilitate per impostazione predefinita ma consigliate, a seconda del tipo di media e della licenza software.

Funzionalità di ONTAP Select	DAS SSD (premium o premium XL[1])	DAS HDD (tutte le licenze)	vNAS (tutte le licenze)
Rilevamento dello zero in linea	Sì (impostazione predefinita)	Sì, abilitato dall'utente su base per-volume	Sì, abilitato dall'utente su base per-volume
Deduplicazione in linea del volume	Sì (impostazione predefinita)	Non disponibile	Non supportato
Compressione inline 32K (compressione secondaria)	Sì, abilitato dall'utente su base per volume.	Sì, abilitato dall'utente su base per-volume	Non supportato
compressione inline 8K (compressione adattiva)	Sì (impostazione predefinita)	Sì, abilitato dall'utente su base per volume	Non supportato
compressione in background	Non supportato	Sì, abilitato dall'utente su base per volume	Sì, abilitato dall'utente su base per-volume
Scanner di compressione	Sì	Sì	Sì, abilitato dall'utente su base per-volume
Compaction dei dati inline	Sì (impostazione predefinita)	Sì, abilitato dall'utente su base per volume	Non supportato
Scanner di compaction	Sì	Sì	Non supportato
Deduplicazione in linea dell'aggregato	Sì (impostazione predefinita)	N/A	Non supportato
Deduplicazione in background del volume	Sì (impostazione predefinita)	Sì, abilitato dall'utente su base per volume	Sì, abilitato dall'utente su base per-volume
Deduplicazione in background dell'aggregato	Sì (impostazione predefinita)	N/A	Non supportato

[1]ONTAP Select 9.6 supporta una nuova licenza (premium XL) e una nuova dimensione di VM (large). Tuttavia, la VM large è supportata solo per le configurazioni DAS che utilizzano il software RAID. Le configurazioni RAID hardware e vNAS non sono supportate con la VM ONTAP Select large nella release 9.6.

Note sul comportamento di aggiornamento per le configurazioni SSD DAS

Dopo l'aggiornamento a ONTAP Select 9.6 o versioni successive, attendere che il `system node upgrade-revert show` comando indichi il completamento dell'aggiornamento prima di verificare i valori di efficienza dello storage per i volumi esistenti.

Su un sistema aggiornato a ONTAP Select 9.6 o versioni successive, un nuovo volume creato su un aggregate esistente o su un aggregate appena creato si comporta allo stesso modo di un volume creato su una nuova implementazione. I volumi esistenti che vengono sottoposti all'aggiornamento del codice ONTAP Select mantengono la maggior parte delle stesse policy di efficienza dello storage di un volume appena creato, con

alcune variazioni:

Scenario 1

Se prima dell'aggiornamento non erano abilitati criteri di efficienza di archiviazione su un volume, allora:

- I volumi con `space guarantee = volume` non hanno la compattazione dei dati in linea, la deduplicazione in linea aggregata e la deduplicazione in background aggregata abilitate. Queste opzioni possono essere abilitate dopo l'aggiornamento.
- I volumi con `space guarantee = none` non hanno la compressione in background abilitata. Questa opzione può essere abilitata dopo l'aggiornamento.
- La policy di efficienza dello storage sui volumi esistenti viene impostata su auto dopo l'aggiornamento.

Scenario 2

Se su un volume sono già abilitate alcune efficienze di storage prima dell'aggiornamento, allora:

- I volumi con `space guarantee = volume` non mostrano alcuna differenza dopo l'aggiornamento.
- I volumi con `space guarantee = none` hanno la deduplicazione dello sfondo aggregata attivata.
- I volumi con `storage policy inline-only` hanno la policy impostata su auto.
- I volumi con criteri di efficienza di archiviazione definiti dall'utente non presentano modifiche ai criteri, ad eccezione dei volumi con `space guarantee = none`. Per questi volumi è abilitata la deduplicazione aggregata in background.

Informazioni sul copyright

Copyright © 2026 NetApp, Inc. Tutti i diritti riservati. Stampato negli Stati Uniti d'America. Nessuna porzione di questo documento soggetta a copyright può essere riprodotta in qualsiasi formato o mezzo (grafico, elettronico o meccanico, inclusi fotocopie, registrazione, nastri o storage in un sistema elettronico) senza previo consenso scritto da parte del detentore del copyright.

Il software derivato dal materiale sottoposto a copyright di NetApp è soggetto alla seguente licenza e dichiarazione di non responsabilità:

IL PRESENTE SOFTWARE VIENE FORNITO DA NETAPP "COSÌ COM'È" E SENZA QUALSIVOGLIA TIPO DI GARANZIA IMPLICITA O ESPRESSA FRA CUI, A TITOLO ESEMPLIFICATIVO E NON ESAUSTIVO, GARANZIE IMPLICITE DI COMMERCIABILITÀ E IDONEITÀ PER UNO SCOPO SPECIFICO, CHE VENGONO DECLINATE DAL PRESENTE DOCUMENTO. NETAPP NON VERRÀ CONSIDERATA RESPONSABILE IN ALCUN CASO PER QUALSIVOGLIA DANNO DIRETTO, INDIRETTO, ACCIDENTALE, SPECIALE, ESEMPLARE E CONSEQUENZIALE (COMPRESI, A TITOLO ESEMPLIFICATIVO E NON ESAUSTIVO, PROCUREMENT O SOSTITUZIONE DI MERCI O SERVIZI, IMPOSSIBILITÀ DI UTILIZZO O PERDITA DI DATI O PROFITTI OPPURE INTERRUZIONE DELL'ATTIVITÀ AZIENDALE) CAUSATO IN QUALSIVOGLIA MODO O IN RELAZIONE A QUALUNQUE TEORIA DI RESPONSABILITÀ, SIA ESSA CONTRATTUALE, RIGOROSA O DOVUTA A INSOLVENZA (COMPRESA LA NEGLIGENZA O ALTRO) INSORTA IN QUALSIASI MODO ATTRAVERSO L'UTILIZZO DEL PRESENTE SOFTWARE ANCHE IN PRESENZA DI UN PREAVVISO CIRCA L'EVENTUALITÀ DI QUESTO TIPO DI DANNI.

NetApp si riserva il diritto di modificare in qualsiasi momento qualunque prodotto descritto nel presente documento senza fornire alcun preavviso. NetApp non si assume alcuna responsabilità circa l'utilizzo dei prodotti o materiali descritti nel presente documento, con l'eccezione di quanto concordato espressamente e per iscritto da NetApp. L'utilizzo o l'acquisto del presente prodotto non comporta il rilascio di una licenza nell'ambito di un qualche diritto di brevetto, marchio commerciale o altro diritto di proprietà intellettuale di NetApp.

Il prodotto descritto in questa guida può essere protetto da uno o più brevetti degli Stati Uniti, esteri o in attesa di approvazione.

LEGENDA PER I DIRITTI SOTTOPOSTI A LIMITAZIONE: l'utilizzo, la duplicazione o la divulgazione da parte degli enti governativi sono soggetti alle limitazioni indicate nel sottoparagrafo (b)(3) della clausola Rights in Technical Data and Computer Software del DFARS 252.227-7013 (FEB 2014) e FAR 52.227-19 (DIC 2007).

I dati contenuti nel presente documento riguardano un articolo commerciale (secondo la definizione data in FAR 2.101) e sono di proprietà di NetApp, Inc. Tutti i dati tecnici e il software NetApp forniti secondo i termini del presente Contratto sono articoli aventi natura commerciale, sviluppati con finanziamenti esclusivamente privati. Il governo statunitense ha una licenza irrevocabile limitata, non esclusiva, non trasferibile, non cedibile, mondiale, per l'utilizzo dei Dati esclusivamente in connessione con e a supporto di un contratto governativo statunitense in base al quale i Dati sono distribuiti. Con la sola esclusione di quanto indicato nel presente documento, i Dati non possono essere utilizzati, divulgati, riprodotti, modificati, visualizzati o mostrati senza la previa approvazione scritta di NetApp, Inc. I diritti di licenza del governo degli Stati Uniti per il Dipartimento della Difesa sono limitati ai diritti identificati nella clausola DFARS 252.227-7015(b) (FEB 2014).

Informazioni sul marchio commerciale

NETAPP, il logo NETAPP e i marchi elencati alla pagina http://www.netapp.com/TM sono marchi di NetApp, Inc. Gli altri nomi di aziende e prodotti potrebbero essere marchi dei rispettivi proprietari.