



Magazzinaggio

ONTAP Select

NetApp
January 29, 2026

Sommario

Magazzinaggio	1
ONTAP Select storage: concetti generali e caratteristiche	1
Fasi di configurazione dello storage	1
Archiviazione gestita e non gestita	1
Illustrazione dell'ambiente di archiviazione locale	2
Illustrazione dell'ambiente di archiviazione esterno su ESXi	3
Servizi RAID hardware per l'archiviazione locale collegata ONTAP Select	6
Configurazione del controller RAID per l'archiviazione locale collegata	7
Modalità RAID	7
Dischi locali condivisi tra ONTAP Select e OS	8
Dischi locali divisi tra ONTAP Select e OS	9
LUN multipli	9
Limiti del file system della macchina virtuale VMware vSphere	10
ONTAP Select dischi virtuali	11
Provisioning del disco virtuale	11
NVRAM virtualizzata	12
Percorso dati spiegato: NVRAM e controller RAID	12
ONTAP Select i servizi di configurazione RAID software per l'archiviazione locale collegata	13
Configurazione RAID software per l'archiviazione locale collegata	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
Abbinare un disco ONTAP Select al disco ESX corrispondente	18
Guasti multipli delle unità quando si utilizza il software RAID	19
NVRAM virtualizzata	22
ONTAP Select configurazioni VSAN e array esterni	22
Architettura vNAS	22
NVRAM vNAS	23
Collocare i nodi ONTAP Select quando si utilizza vNAS su ESXi	23
Aumenta la capacità di archiviazione ONTAP Select	26
Aumenta la capacità di ONTAP Select con Software RAID	29
Supporto per l'efficienza di archiviazione ONTAP Select	30

Magazzinaggio

ONTAP Select storage: concetti generali e caratteristiche

Scopri i concetti generali di archiviazione applicabili all'ambiente ONTAP Select prima di esplorare i componenti di archiviazione specifici.

Fasi di configurazione dello storage

Le principali fasi di configurazione dell'host storage ONTAP Select includono quanto segue:

- Prerequisiti pre-distribuzione
 - Assicurarsi che ogni host hypervisor sia configurato e pronto per una distribuzione ONTAP Select .
 - La configurazione coinvolge le unità fisiche, i controller e i gruppi RAID, le LUN e 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 dell'archiviazione 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'utilità di amministrazione ONTAP Select Deploy
 - È possibile utilizzare l'utilità di amministrazione Deploy per configurare le strutture di archiviazione logica principali.
 - Questa operazione viene eseguita in modo esplicito tramite comandi CLI oppure automaticamente dall'utilità come parte di una distribuzione.
- Configurazione post-distribuzione
 - Una volta completata la distribuzione ONTAP Select , è possibile configurare il cluster utilizzando ONTAP CLI o System Manager.
 - Questa configurazione viene eseguita al di fuori di ONTAP Select Deploy.

Archiviazione gestita e non gestita

Lo storage a cui ONTAP Select accede e che controlla direttamente è considerato storage gestito. Qualsiasi altro storage sullo stesso host hypervisor è considerato storage non gestito.

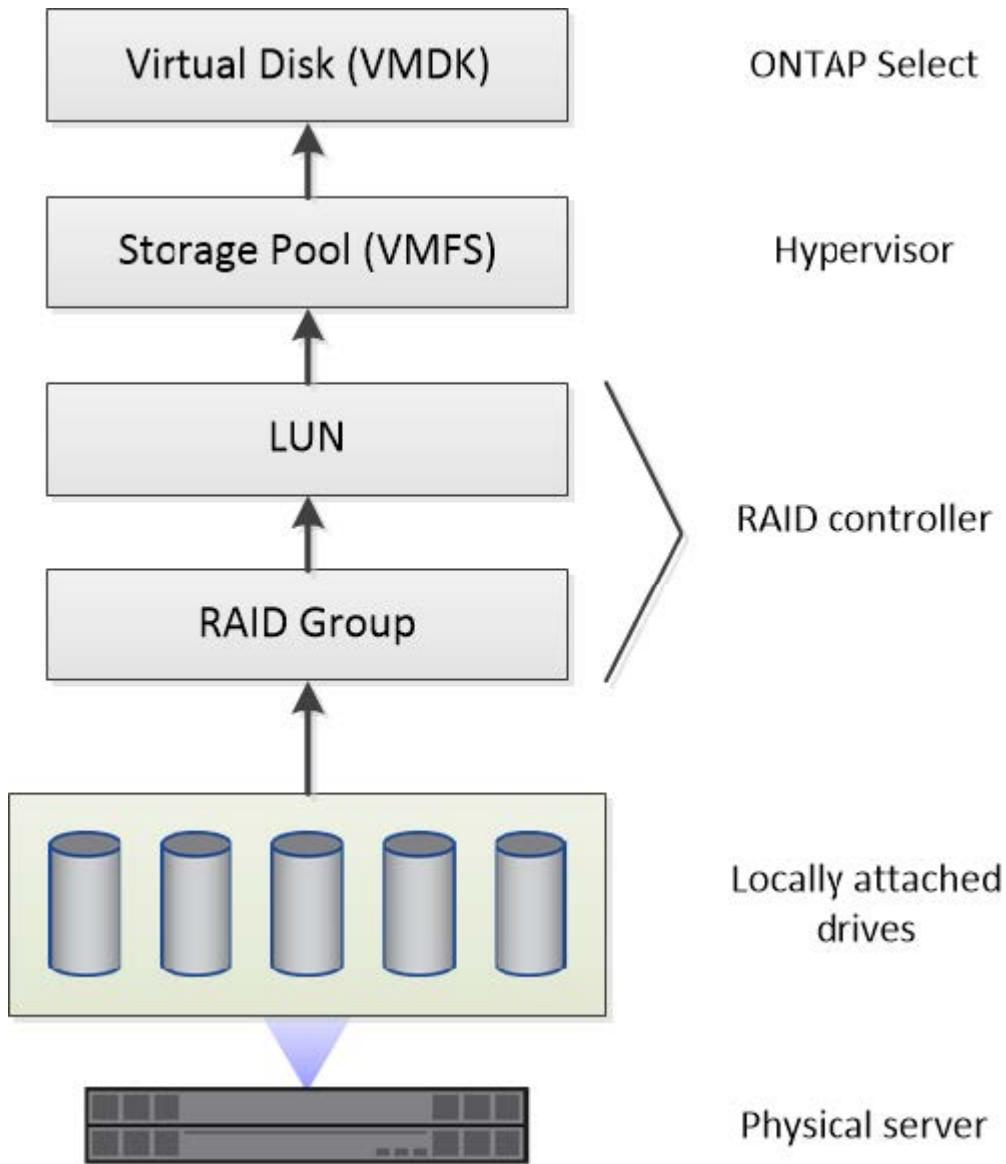
Archiviazione fisica omogenea

Tutte le unità fisiche che compongono lo storage gestito ONTAP Select devono essere omogenee. Ciò significa che tutto l'hardware deve avere le stesse caratteristiche per quanto riguarda le seguenti:

- Tipo (SAS, NL-SAS, SATA, SSD)
- Velocità (giri/min)

Illustrazione dell'ambiente di archiviazione locale

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



Caratteristiche dei componenti di archiviazione locale

Esistono diversi concetti applicabili ai componenti di storage locale utilizzati in un ambiente ONTAP Select . È consigliabile acquisire familiarità con questi concetti prima di preparare un'implementazione ONTAP Select . Questi concetti sono organizzati in base alla categoria: gruppi RAID e LUN, pool di storage e dischi virtuali.

Raggruppamento di unità fisiche in gruppi RAID e LUN

Uno o più dischi fisici possono essere collegati localmente al server host e resi 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. Ogni 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 fornitore, 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 consigliabile creare un singolo gruppo RAID per ONTAP Select. Tuttavia, in determinate situazioni, potrebbe essere opportuno creare più di un gruppo RAID. Fare riferimento a "["Riepilogo delle migliori pratiche"](#)" .

Considerazioni sul pool di archiviazione

Esistono diversi problemi relativi ai pool di archiviazione di cui dovresti essere a conoscenza durante la preparazione alla distribuzione ONTAP Select.



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

Pool di archiviazione e LUN

Ogni LUN è considerata un disco locale sull'host hypervisor e può far parte di un pool di archiviazione. Ogni pool di archiviazione è formattato con un file system utilizzabile dal sistema operativo host dell'hypervisor.

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

Gestire i dischi virtuali su ESXi

Esistono diversi problemi relativi ai dischi virtuali di cui dovresti essere a conoscenza durante la preparazione alla distribuzione ONTAP Select.

Dischi virtuali e file system

Alla macchina virtuale ONTAP Select sono assegnate più unità disco virtuali. Ogni disco virtuale è in realtà un file contenuto in uno storage pool ed è gestito dall'hypervisor. ONTAP Select utilizza diversi tipi di dischi, principalmente dischi di sistema e dischi dati.

Per quanto riguarda i dischi virtuali, è opportuno tenere presente quanto segue:

- Prima di poter creare i dischi virtuali, è necessario che il pool di archiviazione sia disponibile.
- Non è possibile creare dischi virtuali prima della creazione della macchina virtuale.
- Per creare tutti i dischi virtuali è necessario affidarsi all'utilità di amministrazione ONTAP Select Deploy (ovvero, un amministratore non deve mai creare un disco virtuale al di fuori dell'utilità Deploy).

Configurazione dei dischi virtuali

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

Illustrazione dell'ambiente di archiviazione esterno su ESXi

La soluzione vNAS ONTAP Select 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

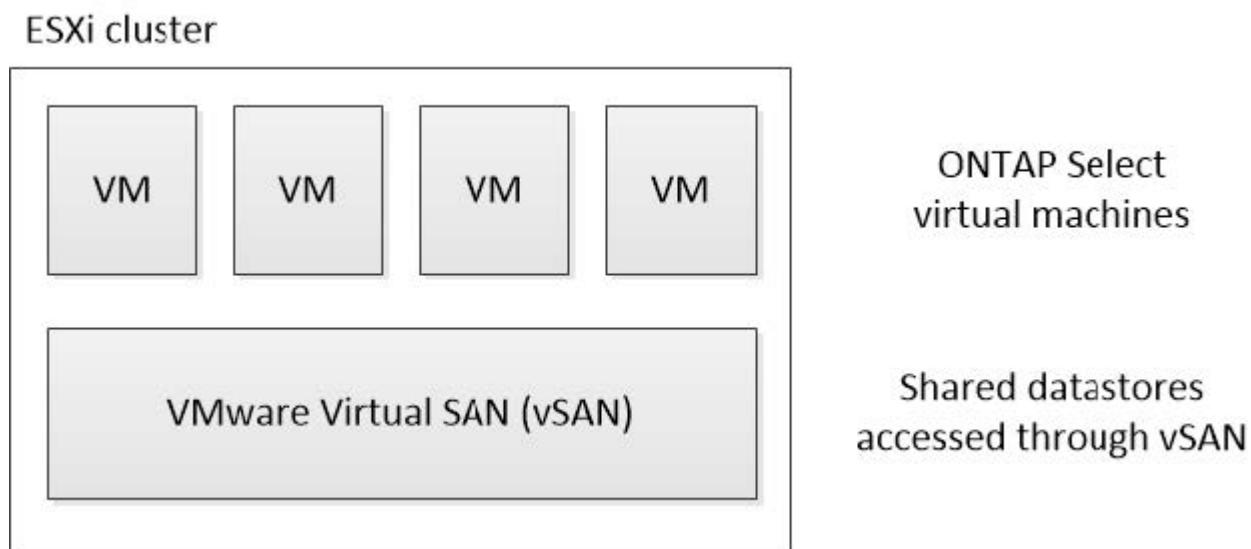
direttamente su un array di storage esterno.

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

- vSAN (SAN virtuale)
- 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 ciascun host di 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 condivisi tra gli host del cluster ESXi.

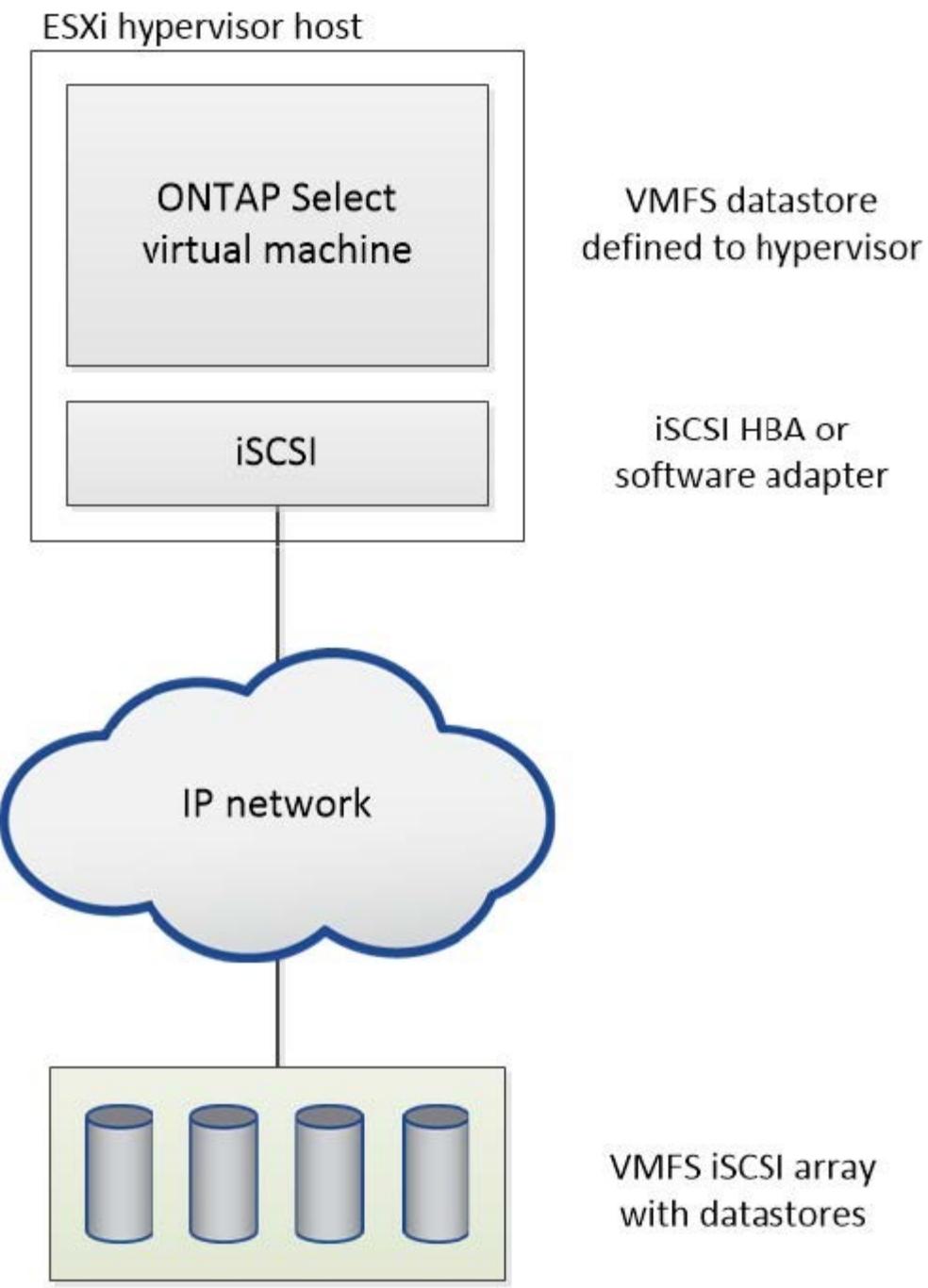


Archivio dati VMFS su array di archiviazione esterno

È possibile creare un datastore VMFS residente su un array di storage esterno. L'accesso allo storage avviene tramite uno dei diversi protocolli di rete. La figura seguente illustra un datastore VMFS su un array di storage esterno a cui si accede tramite il protocollo iSCSI.

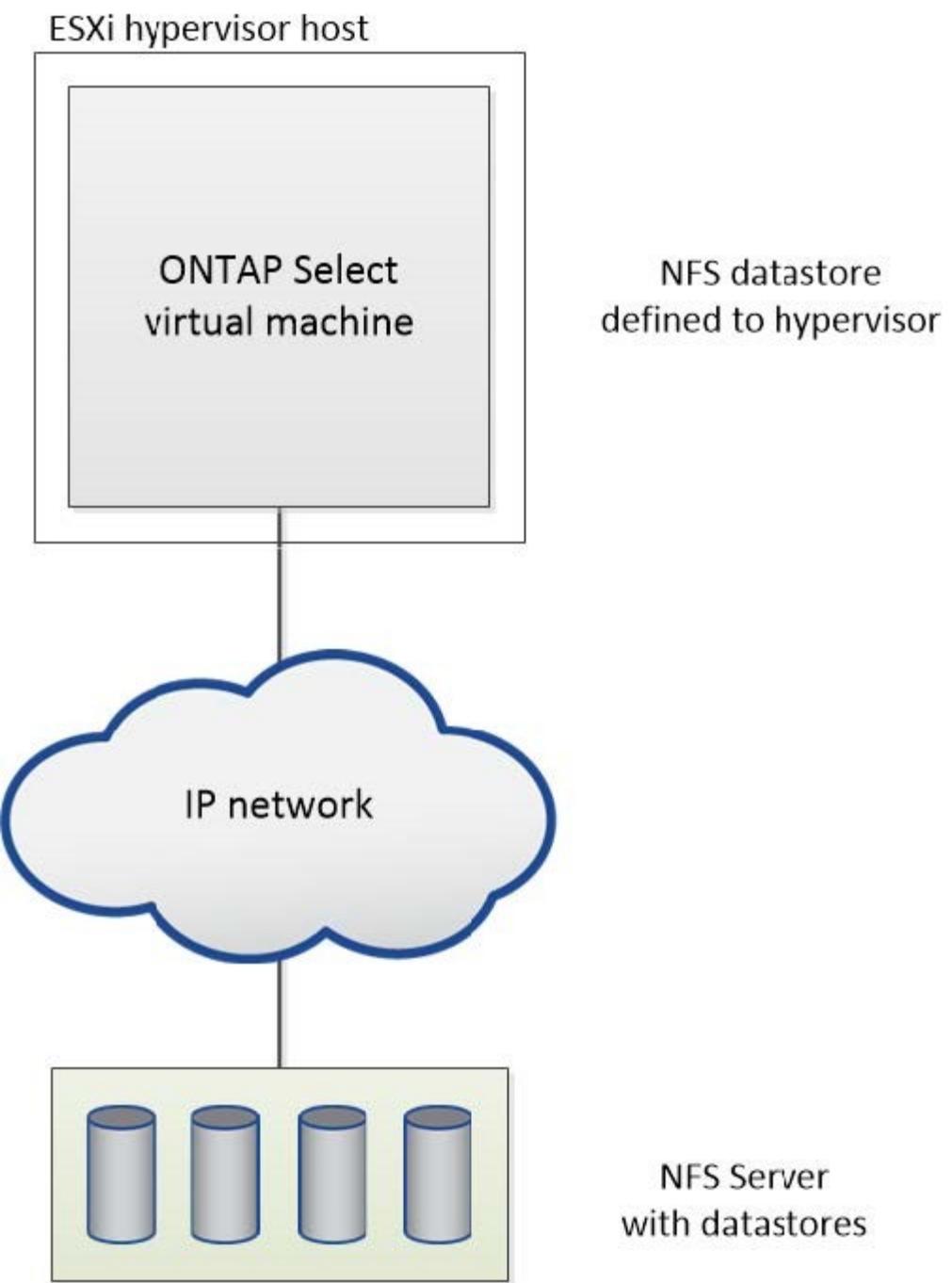


ONTAP Select supporta tutti gli array di storage esterni descritti nella documentazione sulla compatibilità VMware Storage/SAN, inclusi iSCSI, Fibre Channel e Fibre Channel su Ethernet.



Archivio dati NFS su array di archiviazione esterno

È possibile creare un datastore NFS residente su un array di storage esterno. L'accesso allo storage avviene tramite 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 l'archiviazione locale collegata ONTAP Select

Quando è disponibile un controller RAID hardware, ONTAP Select può spostare i servizi RAID sul controller hardware, sia per migliorare le prestazioni di scrittura che per proteggere dai guasti delle unità fisiche. Di conseguenza, la protezione RAID per tutti i nodi del cluster ONTAP Select è fornita dal controller RAID collegato localmente e non dal RAID software 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 l'archiviazione locale collegata

Tutti i dischi collegati localmente che forniscono a ONTAP Select un sistema di storage di backup devono essere installati dietro un controller RAID. La maggior parte dei server commerciali offre diverse opzioni di controller RAID con diverse fasce di prezzo, ciascuna con diversi livelli di funzionalità. L'obiettivo è supportare il maggior numero possibile di queste opzioni, a condizione che soddisfino determinati requisiti minimi per il controller.



Non è possibile scollegare i dischi virtuali dalle VM ONTAP Select che utilizzano la configurazione RAID hardware. Lo scollegamento dei dischi è supportato solo per le VM ONTAP Select che utilizzano la configurazione RAID software. Vedere "[Sostituire un'unità guasta in una configurazione RAID software ONTAP Select](#)" per maggiori informazioni.

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

- Il controller RAID hardware deve disporre di un'unità di backup della batteria (BBU) o di una cache di scrittura con supporto flash (FBWC) e supportare una velocità di trasmissione di 12 Gbps.
- 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 dell'unità deve essere impostata su disabilitata.
- La policy di scrittura deve essere configurata per la modalità writeback con un fallback per la scrittura in caso di guasto della BBU o della flash.
- La politica I/O per le letture deve essere impostata su memorizzata nella cache.

Tutti i dischi collegati localmente che forniscono a ONTAP Select storage di backup devono essere inseriti in gruppi RAID con 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 ingresso su un numero maggiore di dischi. Ciò garantisce un significativo miglioramento delle prestazioni. Con le configurazioni SAS/SSD, i test delle prestazioni sono stati eseguiti confrontando configurazioni a LUN singola e multi-LUN. Non sono state riscontrate differenze significative, quindi, per semplicità, NetApp consiglia di creare il minor numero di LUN necessario a supportare le proprie esigenze di configurazione.

Le unità NL-SAS e SATA richiedono un diverso insieme di best practice. Per motivi di prestazioni, il numero minimo di dischi è ancora otto, ma la dimensione del gruppo RAID non dovrebbe essere superiore a 12 unità. NetApp consiglia inoltre di utilizzare una riserva per gruppo RAID; tuttavia, è possibile utilizzare riserve globali per tutti i gruppi RAID. Ad esempio, è possibile utilizzare due riserve ogni tre gruppi RAID, con ciascun gruppo RAID composto da otto a 12 unità.



La dimensione massima dell'estensione e del datastore per le versioni precedenti di ESX è di 64 TB, 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, ciascuna delle quali rappresenta una differenza significativa nel percorso dati seguito dalle richieste di scrittura. Queste tre modalità sono le seguenti:

- Writethrough. Tutte le richieste di I/O in arrivo vengono scritte nella cache del controller RAID e quindi immediatamente scaricate su disco prima di confermare la richiesta all'host.
- Writearound. Tutte le richieste di I/O in arrivo vengono scritte direttamente sul disco, aggirando la cache del controller RAID.
- Writeback. Tutte le richieste di I/O in arrivo vengono scritte direttamente nella cache del controller e immediatamente confermate all'host. I blocchi di dati vengono scaricati su disco in modo asincrono tramite il controller.

La modalità Writeback offre il percorso dati più breve, con conferma I/O che avviene immediatamente dopo l'ingresso dei blocchi nella cache. Questa modalità offre la latenza più bassa e la massima produttività per carichi di lavoro misti di lettura/scrittura. Tuttavia, senza la presenza di una BBU o di una tecnologia flash non volatile, gli utenti corrono il rischio di perdere dati in caso di interruzione di corrente del sistema 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 scaricati su disco in caso di questo tipo di guasto. Per questo motivo, è necessario che il controller RAID sia configurato in modalità writeback.

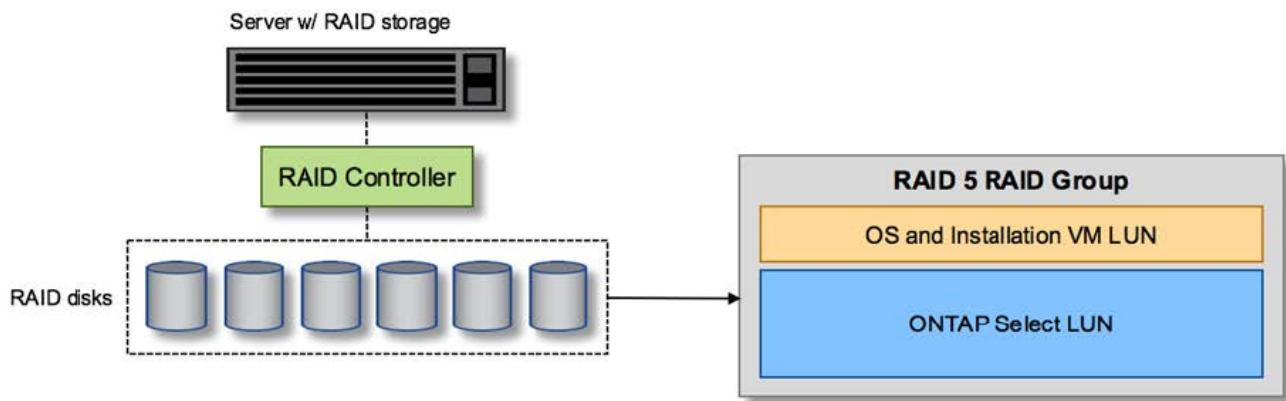
Dischi locali condivisi tra ONTAP Select e OS

La configurazione server più comune è quella in cui tutti gli spindle collegati localmente sono posizionati 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 non sono presenti altri dispositivi di archiviazione sul sistema.

La figura seguente mostra questo stile 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 solo spindle gestiti da RAID



Il provisioning delle LUN del sistema operativo dallo stesso gruppo RAID di ONTAP Select consente al sistema operativo dell'hypervisor (e a qualsiasi VM client anch'essa provisionata da tale storage) di beneficiare della protezione RAID. Questa configurazione impedisce che un guasto di una singola unità provochi il crash dell'intero sistema.

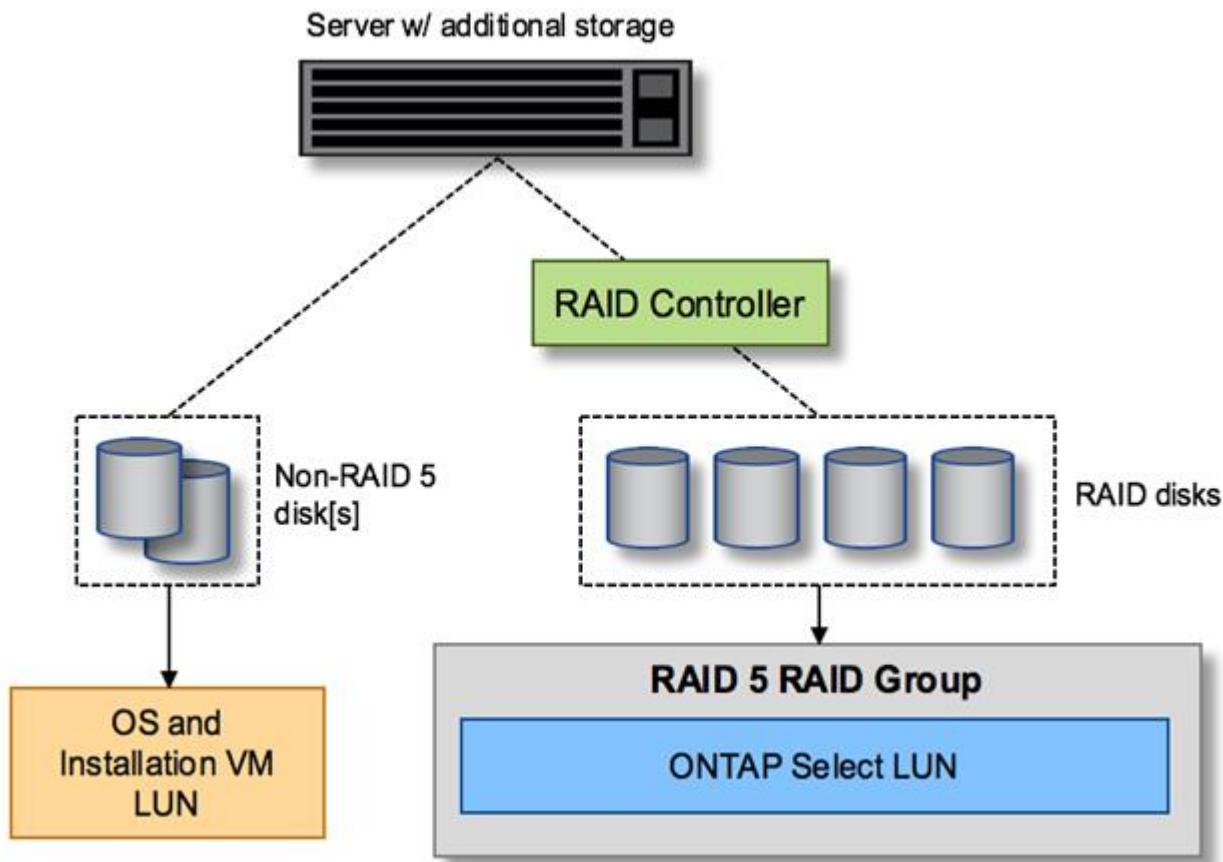
Dischi locali divisi tra ONTAP Select e OS

L'altra possibile configurazione offerta dai fornitori di server prevede la configurazione del sistema con più controller RAID o dischi. In questa configurazione, un set di dischi è gestito da un controller, che potrebbe offrire o meno servizi RAID. Un secondo set di dischi è gestito da un controller RAID hardware in grado di offrire servizi RAID 5/6.

Con questo stile di configurazione, il set di spindle che si trova dietro il controller RAID e che può fornire servizi RAID 5/6 dovrebbe essere utilizzato esclusivamente dalla VM ONTAP Select . A seconda della capacità di storage totale gestita, è necessario configurare gli spindle dei dischi in uno o più gruppi RAID e una o più LUN. Queste LUN verrebbero quindi utilizzate per creare uno o più datastore, tutti protetti dal controller RAID.

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

Configurazione LUN del server su sistema misto RAID/non RAID



LUN multipli

Esistono due casi in cui le configurazioni a singolo gruppo RAID/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 superare i limiti di archiviazione dell'hypervisor sottostante, sia per la dimensione massima dell'estensione del singolo file system, sia per la dimensione massima totale del pool di archiviazione. In tal caso, lo storage fisico sottostante deve essere suddiviso in più LUN per consentire la corretta creazione del file system.

Limiti del file system della macchina virtuale vSphere

La dimensione massima di un datastore in alcune versioni di ESX è di 64 TB.

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

Quando sono necessarie più LUN, un aspetto fondamentale è assicurarsi che queste LUN abbiano prestazioni simili e coerenti. Questo è particolarmente importante se tutte le LUN devono essere utilizzate in un singolo aggregato ONTAP . In alternativa, se un sottoinsieme di una o più LUN presenta un profilo prestazionale nettamente diverso, consigliamo vivamente di isolare queste 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 spazio aggiuntivo 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 eseguiti utilizzando la funzionalità di aggiunta di storage ONTAP Deploy. Ogni nodo ONTAP Select può essere configurato per supportare fino a 400 TB di storage. Il provisioning di 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](#)" .



Il sovraccarico VMFS è diverso da zero (vedere "[VMware KB 1001618](#)"), e il tentativo di utilizzare l'intero spazio segnalato come libero da un datastore ha causato errori spuri durante le operazioni di creazione del cluster.

In ogni datastore rimane inutilizzato un buffer del 2%. 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 sia come destinazione di un'operazione Storage vMotion di una VM ONTAP Deploy o ONTAP Select esistente.

VMware non supporta gli aggiornamenti in-place 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.

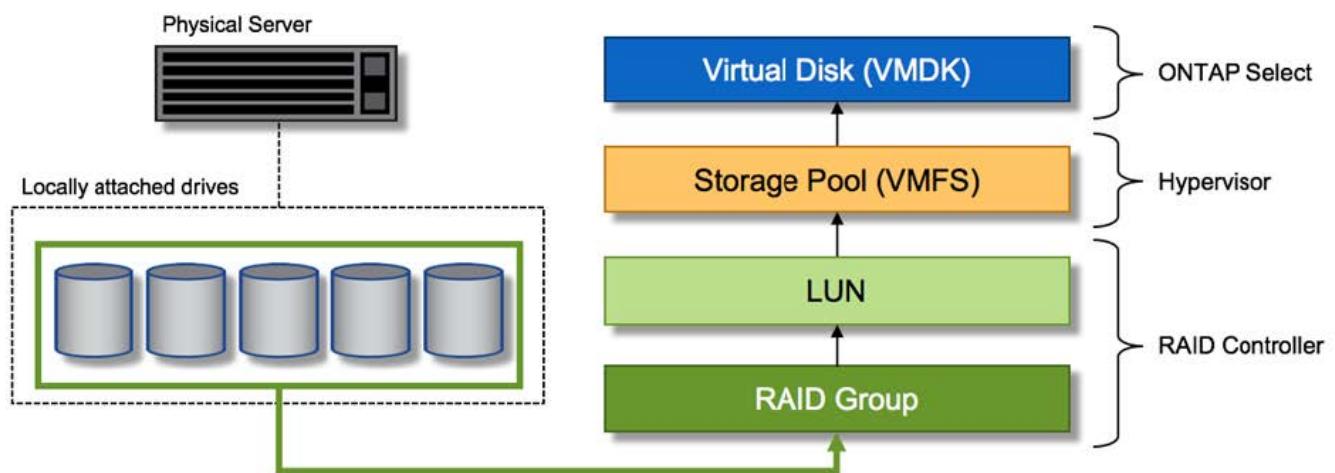
Tuttavia, il supporto per Storage vMotion con ONTAP Select e ONTAP Deploy è stato ampliato per coprire altri scenari oltre allo scopo specifico della transizione da VMFS 5 a VMFS 6.

ONTAP Select dischi virtuali

Fondamentalmente, ONTAP Select presenta a ONTAP un set di dischi virtuali forniti da uno o più pool di storage. ONTAP riceve un set di dischi virtuali che tratta come fisici, mentre la parte rimanente dello stack di storage viene 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 della LUN avviene tramite il software del controller RAID del server. Questa configurazione non è richiesta quando si utilizzano VSAN o array esterni.
- La configurazione del pool di archiviazione avviene dall'interno dell'hypervisor.
- I dischi virtuali vengono creati e sono di proprietà di singole VM; in questo esempio, da ONTAP Select.

Mappatura da disco virtuale a disco fisico



Provisioning del disco virtuale

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 di storage ad alta disponibilità (HA), i dischi virtuali vengono assegnati automaticamente a un pool di storage locale e mirror.

ONTAP Select suddivide lo storage collegato sottostante in dischi virtuali di pari dimensioni, ciascuno con una capacità massima di 16 TB. 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 mirror da utilizzare all'interno di un aggregato mirror.

Ad esempio, a un ONTAP Select può essere assegnato un datastore o una LUN da 31 TB (lo spazio rimanente dopo l'implementazione della VM e il provisioning dei dischi di sistema e root). Vengono quindi creati quattro dischi virtuali da circa 7,75 TB e assegnati al plex locale e mirror ONTAP appropriato.



L'aggiunta di capacità a una VM ONTAP Select probabilmente genera VMDK di dimensioni diverse. Per maggiori 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 uno stripe RAID 0 su questi VMDK, consentendo di utilizzare completamente tutto lo spazio in ciascun VMDK, indipendentemente dalle sue dimensioni

NVRAM virtualizzata

I sistemi NetApp FAS 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, consentendo a ONTAP di confermare immediatamente le scritture in arrivo al client. Può anche pianificare lo spostamento dei blocchi di dati modificati sui supporti di memorizzazione più lenti, in un processo noto come destaging.

I sistemi standard non sono in genere dotati di questo tipo di apparecchiatura. Pertanto, la funzionalità di questa scheda NVRAM è stata virtualizzata e inserita in una partizione sul disco di avvio del sistema ONTAP Select . Per questo motivo, il posizionamento del disco virtuale di sistema dell'istanza è estremamente importante. Questo è anche il motivo per cui il prodotto richiede la presenza di un controller RAID fisico con una cache resiliente per le configurazioni di storage locali collegate.

La NVRAM è posizionata su un proprio VMDK. La suddivisione della NVRAM in un proprio VMDK consente alla VM ONTAP Select di utilizzare il driver vNVMe per comunicare con il proprio VMDK NVRAM . Richiede inoltre che la VM ONTAP Select utilizzi la versione hardware 13, compatibile con ESX 6.5 e versioni successive.

Percorso dati spiegato: NVRAM e controller RAID

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

Le richieste di scrittura in arrivo sulla VM ONTAP Select sono indirizzate alla partizione NVRAM della VM. A livello di virtualizzazione, questa partizione è presente 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 locale, come tutte le modifiche di blocco indirizzate agli spindle 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 scaricato su disco. Logicamente, il blocco risiede nella NVRAM in attesa di essere trasferito sui dischi dati utente appropriati.

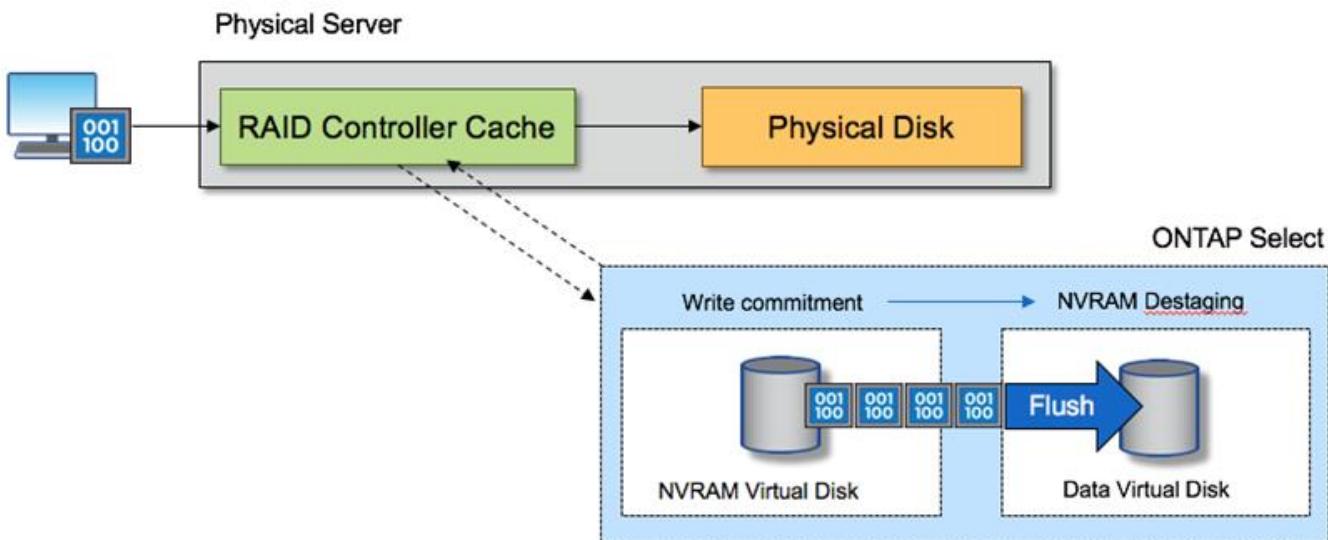
Poiché i blocchi modificati vengono automaticamente memorizzati nella cache locale del controller RAID, le scritture in ingresso sulla partizione NVRAM vengono automaticamente memorizzate nella cache e periodicamente scaricate su supporti di archiviazione fisici. Questo non deve essere confuso con lo scaricamento periodico del contenuto NVRAM sui dischi dati ONTAP . Questi due eventi non sono correlati e si verificano in momenti e frequenze diversi.

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 e dai dischi del controller RAID) e il livello virtuale (rappresentato dalla NVRAM e dai dischi virtuali dati della VM).



Sebbene i blocchi modificati sulla NVRAM VMDK siano memorizzati nella cache del controller RAID locale, la cache non è a conoscenza della struttura della VM o dei suoi dischi virtuali. Memorizza tutti i blocchi modificati sul sistema, di cui la NVRAM è solo una parte. Questo include le richieste di scrittura associate all'hypervisor, se il provisioning avviene dagli stessi spindle di supporto.

Scritture in arrivo su ONTAP Select VM



La partizione NVRAM è separata sul proprio VMDK. Tale VMDK è collegato tramite il driver vNVME disponibile nelle versioni ESX 6.5 o successive. Questa modifica è particolarmente significativa per le installazioni ONTAP Select con RAID software, che non beneficiano della cache del controller RAID.

ONTAP Select i servizi di configurazione RAID software per l'archiviazione locale collegata

Il RAID software è un livello di astrazione RAID implementato all'interno dello stack software ONTAP . Fornisce le stesse funzionalità del livello RAID all'interno di una piattaforma ONTAP tradizionale come FAS. Il livello RAID esegue calcoli di parità delle unità e fornisce protezione contro i guasti delle singole unità 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 non essere consigliabile in determinati ambienti, ad esempio quando ONTAP Select viene implementato su hardware di piccole dimensioni. Il RAID software amplia le opzioni di implementazione disponibili per includere tali ambienti. Per abilitare il RAID software nel tuo ambiente, ecco alcuni punti da ricordare:

- È disponibile con licenza Premium o Premium XL.
- Supporta solo unità SSD o NVMe (richiede la licenza Premium XL) per dischi dati e root ONTAP .
- Richiede un disco di sistema separato per la partizione di avvio della VM ONTAP Select .

- Scegli un disco separato, un'unità SSD o NVMe, per creare un datastore per i dischi di sistema (NVRAM, scheda Boot/CF, Coredump e Mediator in una configurazione multi-nodo).

Note

- I termini disco di servizio e disco di sistema sono usati in modo intercambiabile.
 - I dischi di servizio sono i VMDK utilizzati nella VM ONTAP Select per gestire vari elementi, quali clustering, avvio e così via.
 - I dischi di servizio sono fisicamente posizionati 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 VM ONTAP Select durante la distribuzione del cluster.
- Non è possibile separare ulteriormente i dischi di sistema ONTAP Select su più datastore o su più unità fisiche.
- Il RAID hardware non è obsoleto.

Configurazione RAID software per l'archiviazione locale collegata

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

- Il controller RAID hardware deve essere disabilitato in modo che i dischi possano essere presentati direttamente al sistema (JBOD). Questa modifica può essere solitamente effettuata nel BIOS del controller RAID.
- In alternativa, il controller RAID hardware dovrebbe essere in modalità SAS HBA. Ad esempio, alcune configurazioni del BIOS consentono una modalità "AHCI" oltre al RAID, che potrebbe essere scelta per abilitare la modalità JBOD. Questo consente un passthrough, in modo che le unità fisiche possano essere visualizzate così come sono sull'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 IO (SAS HBA) supporti una velocità minima di 6 Gb/s. Tuttavia, NetApp consiglia una velocità di 12 Gbps.

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



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

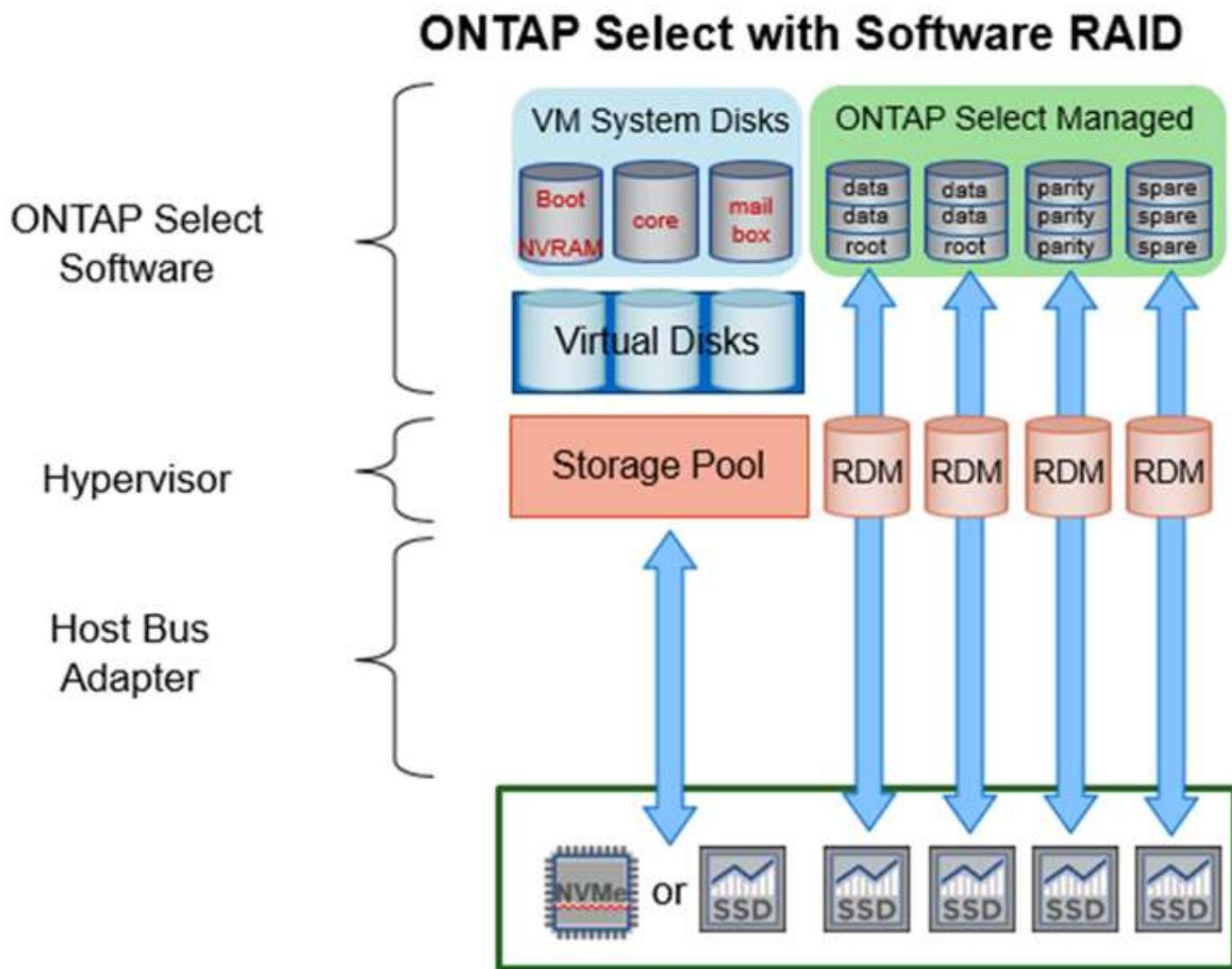
ONTAP Select dischi virtuali e fisici

Per le configurazioni con controller RAID hardware, la ridondanza dei dischi fisici è fornita dal controller RAID. ONTAP Select viene fornito con uno o più VMDK da cui l'amministratore ONTAP può configurare gli aggregati di dati. Questi VMDK sono suddivisi in striping in formato RAID 0, poiché l'utilizzo del RAID software 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 archiviare i dati utente.

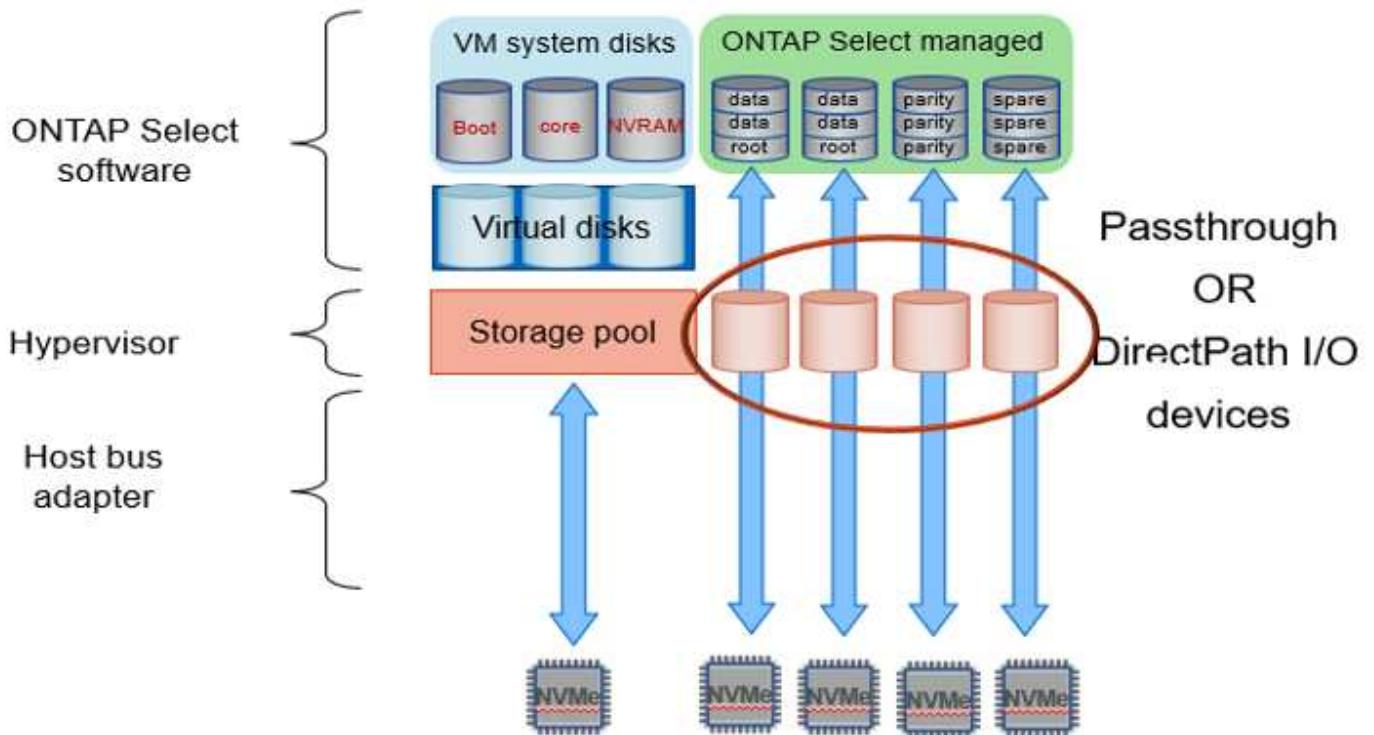
Quando si utilizza il RAID software, ONTAP Deploy presenta a ONTAP Select un set di dischi virtuali (VMDK) e dischi fisici Raw Device Mappings [RDM] per SSD e dispositivi passthrough o DirectPath IO per NVMe.

Le figure seguenti mostrano questa relazione in modo più dettagliato, evidenziando la differenza tra i dischi virtualizzati utilizzati per gli 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. Un buon candidato per il disco di sistema in una configurazione completamente NVMe è una scheda Intel Optane.



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

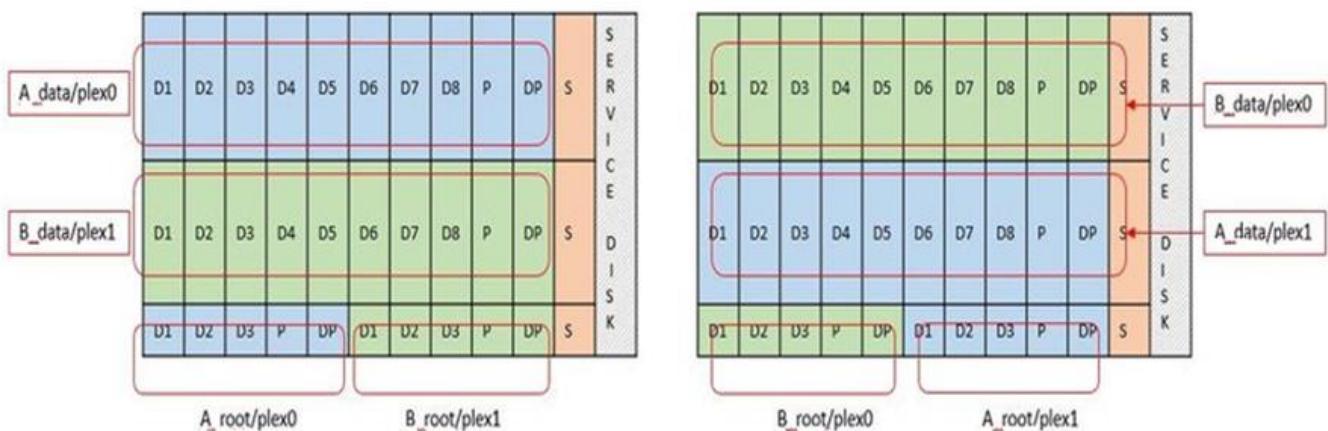
Ogni disco dati è suddiviso in tre parti: una piccola partizione root (stripe) e due partizioni di pari dimensioni per creare due dischi dati visibili nella VM ONTAP Select. Le partizioni utilizzano lo schema Root Data Data (RD2) come mostrato nelle figure seguenti per un cluster a nodo singolo e per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

R indica un'unità di parità. DP denota 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 multinodo (coppie HA)



Il software RAID ONTAP supporta i seguenti tipi di RAID: RAID 4, RAID-DP e RAID-TEC. Si tratta degli stessi costrutti RAID utilizzati dalle piattaforme FAS e AFF. Per il provisioning root, ONTAP Select supporta solo RAID 4 e RAID-DP. Quando si utilizza RAID-TEC per l'aggregazione 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 archiviare la propria partizione root e una copia della partizione root del suo peer. Poiché un disco dati ha una singola partizione root, il numero minimo di dischi dati varia a seconda che il nodo ONTAP Select faccia parte o meno di una coppia HA.

Per i cluster a nodo singolo, tutte le partizioni dati vengono utilizzate per archiviare i dati locali (attivi). Per i nodi che fanno parte di una coppia HA, una partizione dati viene utilizzata per archiviare i dati locali (attivi) per 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)

VMware ESX attualmente non supporta i dischi NVMe come Raw Device Map. Affinché ONTAP Select assuma il controllo diretto dei dischi NVMe, le unità NVMe devono essere configurate in ESX come dispositivi passthrough. Si noti che la configurazione di un dispositivo NVMe come dispositivo passthrough richiede il supporto del BIOS del server ed è un processo che richiede il riavvio dell'host ESX. Inoltre, il numero massimo di dispositivi passthrough per host ESX è 16. Tuttavia, ONTAP Deploy lo limita a 14. Questo limite di 14 dispositivi NVMe per nodo ONTAP Select implica che una configurazione interamente NVMe fornirà una

densità di IOP (IOP/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 prevede una VM ONTAP Select 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 NVMe, è opportuno considerare le grandi dimensioni della VM ONTAP Select .

Esiste un'ulteriore differenza tra dispositivi passthrough e RDM. Gli RDM possono essere mappati a una VM in esecuzione. I dispositivi passthrough richiedono il riavvio della VM. Ciò significa che qualsiasi procedura di sostituzione di unità NVMe o di espansione della capacità (aggiunta di unità) richiederà il riavvio della VM ONTAP Select . L'operazione di sostituzione dell'unità e di espansione della capacità (aggiunta di unità) è gestita da un flusso di lavoro in ONTAP Deploy. ONTAP Deploy gestisce il riavvio ONTAP Select per cluster a nodo singolo e il failover/failover per coppie HA. Tuttavia è importante notare la differenza tra lavorare con unità dati SSD (non sono richiesti riavvii/failover ONTAP Select) e lavorare con unità dati NVMe (sono richiesti riavvii/failover 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, in modo che la VM ONTAP Select possa avviarsi. 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 automaticamente assegnate a un pool di storage locale e a un pool di storage mirror. 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 comporta implicazioni in termini di prestazioni.



Il tipo di gruppo RAID dell'aggregato radice dipende dal numero di dischi disponibili. ONTAP Deploy seleziona il tipo di gruppo RAID appropriato. Se ha un numero sufficiente di dischi allocati al nodo, utilizza RAID-DP, altrimenti crea un aggregato radice RAID-4.

Quando si aggiunge capacità a una VM ONTAP Select tramite RAID software, l'amministratore deve considerare le dimensioni fisiche dell'unità e il numero di unità necessarie. Per i dettagli, vedere la sezione "[Aumentare la capacità di archiviazione](#)" .

Analogamente ai sistemi FAS e AFF , solo le unità con capacità uguali o maggiori possono essere aggiunte a un gruppo RAID esistente. Le unità con capacità maggiore hanno le dimensioni corrette. Se si creano nuovi gruppi RAID, le dimensioni del nuovo gruppo RAID devono corrispondere a quelle del gruppo RAID esistente per garantire che le prestazioni complessive aggregate non peggiorino.

Abbina un disco ONTAP Select al disco ESX corrispondente

I dischi ONTAP Select sono solitamente etichettati NET xy. 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

```

The screenshot shows the vSphere Web Client interface. On the left is a navigation tree with various items like 'Virtual Machines', 'Storage', 'Network', etc. The main pane is titled 'Storage Devices'. It lists several storage components:

Name	LUN	Type	Capacity	Operational State	Hardware Acceleration	Drive Type	Transport
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b54)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d93)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d35)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local HL-DT-ST CD-ROM (mpn:vhba1:C0:T4:L0)	0	cdrom		Attached	Not supported	HDD	Block Adapter
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b54)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d84)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d41)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
NETAPP Fibre Channel Disk (naa.600a09800517...)	0	disk	10.00 GB	Attached	Supported	HDD	Fibre Channel
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d76)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d94)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d95)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS

 Below this, there is a 'Device Details' section with tabs for 'Properties' and 'Paths'. The 'Properties' tab shows details for the selected disk:

Name	Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b54)
Identifier	naa.500a0751175c0b54
LUN	0
Type	disk
Location	/vmfs/devices/disk/naa.500a0751175c0b54
Capacity	894.25 GB
Drive Type	Flash
Hardware Acceleration	Unknown

Nella shell ESXi, è possibile immettere il seguente comando per far lampeggiare il LED di un determinato disco fisico (identificato dal suo naa.unique-id).

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

Guasti multipli delle unità quando si utilizza il software RAID

È possibile che un sistema si trovi in una situazione in cui più unità risultano guaste contemporaneamente. Il comportamento del sistema dipende dalla protezione RAID complessiva e dal numero di unità guaste.

Un aggregato RAID4 può sopravvivere al guasto di un disco, un aggregato RAID-DP può sopravvivere al guasto di due dischi e un aggregato RAID-TEC può sopravvivere al guasto di tre dischi.

Se il numero di dischi guasti è inferiore al numero massimo di guasti supportato dal tipo di RAID e se è disponibile un disco di riserva, il processo di ricostruzione si avvia automaticamente. Se non sono disponibili dischi di riserva, l'aggregatore fornisce i dati in uno stato degradato finché non vengono aggiunti dischi di riserva.

Se il numero di dischi guasti è superiore al numero massimo di guasti supportato dal tipo di RAID, il plex locale

viene contrassegnato come guasto e lo stato dell'aggregato risulta 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 presenti sul nodo 2. Se anche il secondo plex si guasta, l'aggregato viene contrassegnato come guasto e i dati non sono disponibili.

Per riprendere il corretto mirroring dei dati, è necessario eliminare e ricreare un plex non riuscito. Si noti che un guasto multidisco che causa il degrado di un aggregato 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 avere un impatto su più aggregati, tra cui la root locale o la copia dell'aggregato root remoto, nonché l'aggregato dati locale e la copia dell'aggregato dati remoto.

```
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
```

Size	Position	Disk	Type	Size
	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----
-	shared	NET-3.2	SSD	-
-	shared	NET-3.3	SSD	-
208.4GB	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

```
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 dell'unità, utilizzare `storage disk fail -disk NET-x.y -immediate` comando. Se nel sistema è presente una riserva, l'aggregato inizierà la ricostruzione. È possibile verificare lo stato della ricostruzione utilizzando il comando `storage aggregate show`. È possibile rimuovere l'unità simulata guasta 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 cancellare l'etichetta "Danneggiata", immettere i seguenti comandi nella CLI ONTAP Select.

```
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 è una scheda ad alte prestazioni contenente memoria flash non volatile che offre un significativo incremento delle prestazioni di scrittura. Ciò è possibile grazie alla capacità di ONTAP di confermare immediatamente le scritture in arrivo al client. Può anche pianificare lo spostamento dei blocchi di dati modificati su supporti di memorizzazione più lenti, in un processo noto come destaging.

I sistemi standard non sono in genere dotati di questo tipo di apparecchiatura. Pertanto, la funzionalità della scheda NVRAM è stata virtualizzata e inserita in una partizione sul disco di avvio del sistema ONTAP Select. Per questo motivo, il posizionamento del disco virtuale di sistema dell'istanza è estremamente importante.

ONTAP Select configurazioni VSAN e array esterni

Le distribuzioni Virtual NAS (vNAS) supportano cluster ONTAP Select su Virtual SAN (VSAN), alcuni prodotti HCI e datastore di tipo array esterno. L'infrastruttura sottostante di queste configurazioni garantisce la resilienza dei datastore.

Il requisito minimo è che la configurazione sottostante sia supportata da VMware e sia elencata nei rispettivi VMware HCL.

Architettura vNAS

La nomenclatura vNAS viene utilizzata per tutte le configurazioni che non utilizzano DAS. Per i cluster ONTAP Select multinodo, 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 ottimizzare l'archiviazione lato array per ridurre l'ingombro complessivo dell'intera coppia HA ONTAP Select. L'architettura delle soluzioni vNAS ONTAP Select è molto simile a quella di ONTAP Select su DAS con un controller RAID locale. Ciò significa che ogni nodo ONTAP Select continua a disporre di una copia dei dati del suo partner HA. Le policy di efficienza dell'archiviazione ONTAP sono limitate al singolo nodo. Pertanto, è preferibile ottimizzare l'archiviazione lato array perché possono essere applicate a set di dati provenienti da entrambi i nodi ONTAP Select.

È anche possibile che ogni 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 controller RAID. In entrambi i casi, ONTAP Select occupa spazio nel datastore. Tale spazio nel datastore viene suddiviso in VMDK, che a loro volta formano i tradizionali aggregati di dati ONTAP . ONTAP Deploy garantisce che i VMDK siano dimensionati correttamente e assegnati al plex corretto (nel caso di coppie HA) durante le operazioni di creazione del cluster e di aggiunta dello storage.

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

NVRAM vNAS

La NVRAM ONTAP Select è un VMDK. In altre parole, ONTAP Select emula uno spazio indirizzabile a byte (NVRAM tradizionale) su un dispositivo indirizzabile a blocchi (VMDK). Tuttavia, le prestazioni della NVRAM sono assolutamente fondamentali per le prestazioni complessive del nodo ONTAP Select .

Per le configurazioni DAS con un controller RAID hardware, la cache del controller RAID hardware funge di fatto da cache NVRAM , poiché tutte le scritture sul 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 bypassa la NVRAM e scrive il payload dei dati direttamente nell'aggregato dati. La NVRAM viene utilizzata solo per registrare l'indirizzo dei blocchi modificati dall'operazione WRITE. Il vantaggio di questa funzionalità è che evita una doppia scrittura: una scrittura sulla NVRAM e una seconda scrittura quando la NVRAM viene destaging. Questa funzionalità è abilitata solo per i vNAS perché le scritture locali sulla cache del controller RAID hanno una latenza aggiuntiva trascurabile.

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

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

Si noti che le prestazioni di scrittura sono influenzate dalla disattivazione della funzionalità SIDL. È possibile riattivare la funzionalità SIDL dopo aver disabilitato tutte le policy di efficienza di archiviazione su tutti i volumi di quell'aggregato:

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

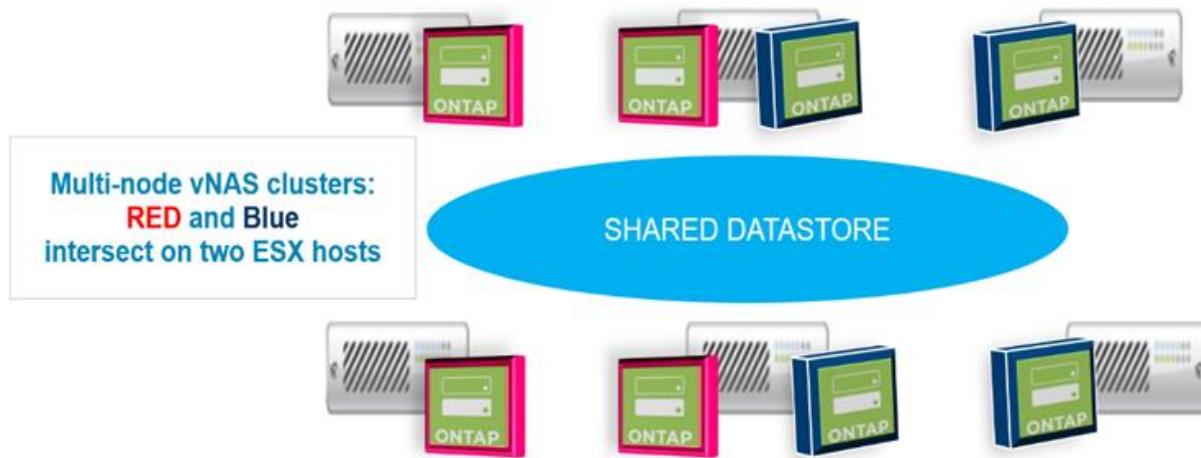
Collocare i nodi ONTAP Select quando si utilizza vNAS su ESXi

ONTAP Select include il supporto per cluster ONTAP Select multinodo su storage condiviso. ONTAP Deploy

consente la configurazione di più nodi ONTAP Select sullo stesso host ESX, purché questi nodi non facciano parte dello stesso cluster. Si noti che questa configurazione è valida solo per ambienti VNAs (datastore condivisi). Le istanze ONTAP Select multiple per host non sono supportate quando si utilizza storage DAS, poiché queste istanze competono per lo stesso controller RAID hardware.

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 mostra un esempio di distribuzione corretta di due cluster a quattro nodi che si intersecano su due host.

Implementazione iniziale di cluster VNAs multinodo



Dopo l'implementazione, i nodi ONTAP Select possono essere migrati tra host. Ciò potrebbe comportare configurazioni non ottimali e non supportate, per le quali due o più nodi ONTAP Select dello stesso cluster condividono lo stesso host sottostante. NetApp consiglia la creazione manuale di regole anti-affinità per le VM, 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 ESX.

Vedere il 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

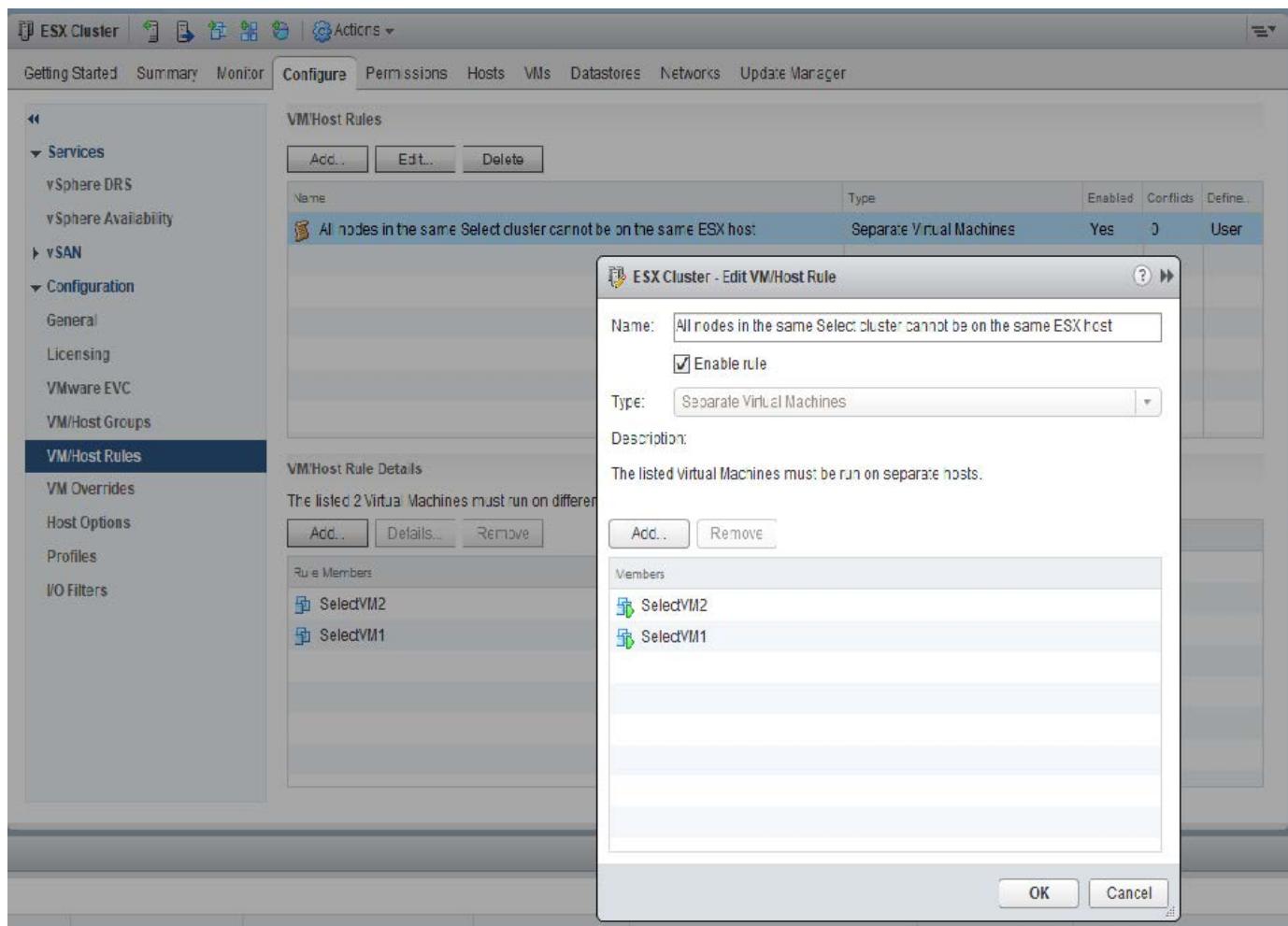
« Services vSphere DRS vSphere Availability vSAN General Disk Management Fault Domains & Stretched Cluster Health and Performance iSCSI Targets iSCSI Initiator Groups Configuration Assist Updates Configuration General Licensing VMware EVC VM/Host Groups **VM/Host Rules** VM Overrides Host Options Profiles 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 ESX per uno dei seguenti motivi:

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

Si noti che 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:

UnsupportedClusterConfiguration cluster 2018-05-16 11:41:19-04:00 ONTAP Select Deploy does not support multiple nodes within the same cluster sharing the same host:

Aumenta la capacità di archiviazione ONTAP Select

ONTAP Deploy può essere utilizzato per aggiungere e concedere in licenza ulteriore spazio di archiviazione per ciascun nodo in un cluster ONTAP Select .

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

The screenshot shows the NetApp ONTAP management interface. The top section, 'Cluster Details', displays the following information:

- Name:** onenode95IP15
- ONTAP Image Version:** 9.5RC1
- IPv4 Address:** 10.193.83.15
- Netmask:** 255.255.255.128
- Gateway:** 10.193.83.1
- Last Refresh:** -
- Cluster Size:** Single node cluster
- Licensing:** licensed
- Domain Names:** -
- Server IP Addresses:** -
- NTP Server:** 216.239.35.0

The bottom section, 'Node Details', shows a single node configuration:

- Node:** onenode95IP15-01 — 1.3 TB
- Host:** 10.193.39.54 — (Small (4 CPU, 16 GB Memory))

Le seguenti considerazioni sono importanti per il successo 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 comporti il superamento della capacità concessa in licenza da parte del nodo fallisce. È necessario installare prima una nuova licenza con capacità sufficiente.

Se la capacità extra viene aggiunta a un aggregato ONTAP Select esistente, il nuovo pool di storage (datastore) dovrebbe avere un profilo prestazionale 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 di tipo AFF(flash abilitato). Inoltre, non è 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 gruppo RAID e una o più LUN aggiuntivi. Proprio come con i sistemi FAS, è necessario assicurarsi che le prestazioni del nuovo gruppo RAID siano simili a quelle del gruppo RAID originale se si aggiunge nuovo spazio allo stesso aggregato. Se si crea un nuovo aggregato, il layout del nuovo gruppo RAID potrebbe essere diverso se si comprendono bene le implicazioni prestazionali del nuovo aggregato.

Il nuovo spazio può essere aggiunto allo stesso archivio dati come estensione, se la dimensione totale dell'archivio dati non supera la dimensione massima supportata. L'aggiunta di un'estensione dell'archivio dati all'archivio dati in cui ONTAP Select è già installato può essere eseguita 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 problemi 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 una quantità identica di spazio venga aggiunta 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 come parte dell'operazione di aggiunta di capacità per il nodo 1 non è visibile o accessibile sul nodo 2. Lo spazio viene aggiunto al nodo 2 in modo che i dati del nodo 1 siano completamente protetti durante un evento HA.

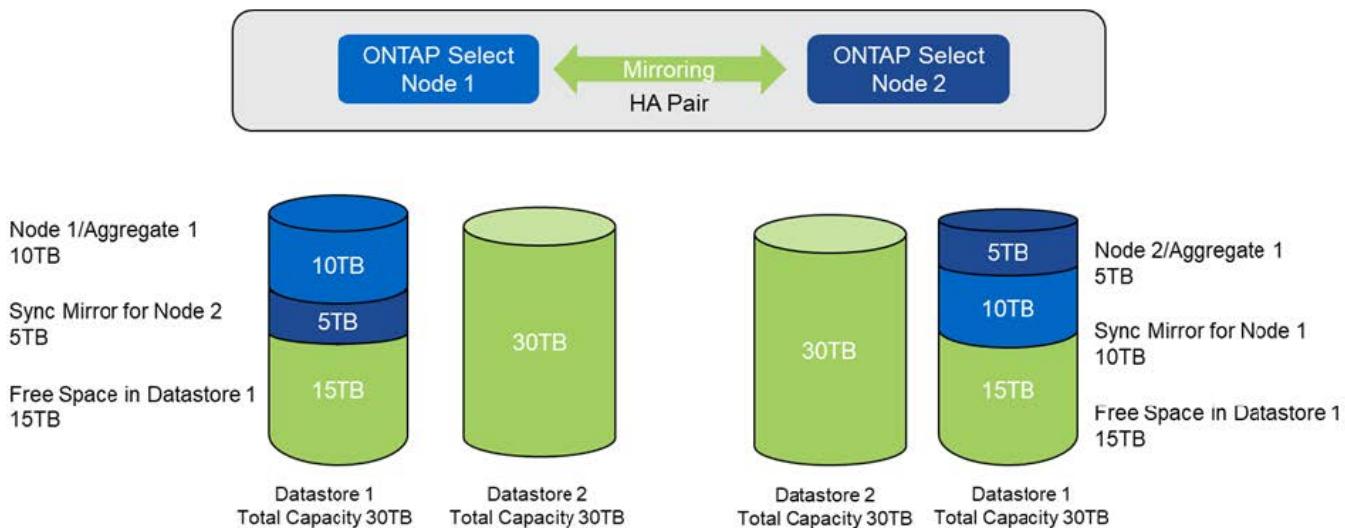
C'è un'ulteriore considerazione da fare in merito alle prestazioni. I dati sul nodo 1 vengono replicati in modo sincrono sul nodo 2. Pertanto, le prestazioni del nuovo spazio (datastore) sul nodo 1 devono corrispondere a quelle del nuovo spazio (datastore) sul nodo 2. In altre parole, aggiungere spazio 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 di una coppia HA, è necessario eseguire due operazioni di aggiunta di spazio di archiviazione, una per ciascun nodo. Ogni operazione di aggiunta di spazio di archiviazione richiede spazio aggiuntivo su entrambi i nodi. Lo spazio totale richiesto su ciascun nodo è pari allo spazio richiesto sul nodo 1 più lo spazio richiesto sul nodo 2.

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

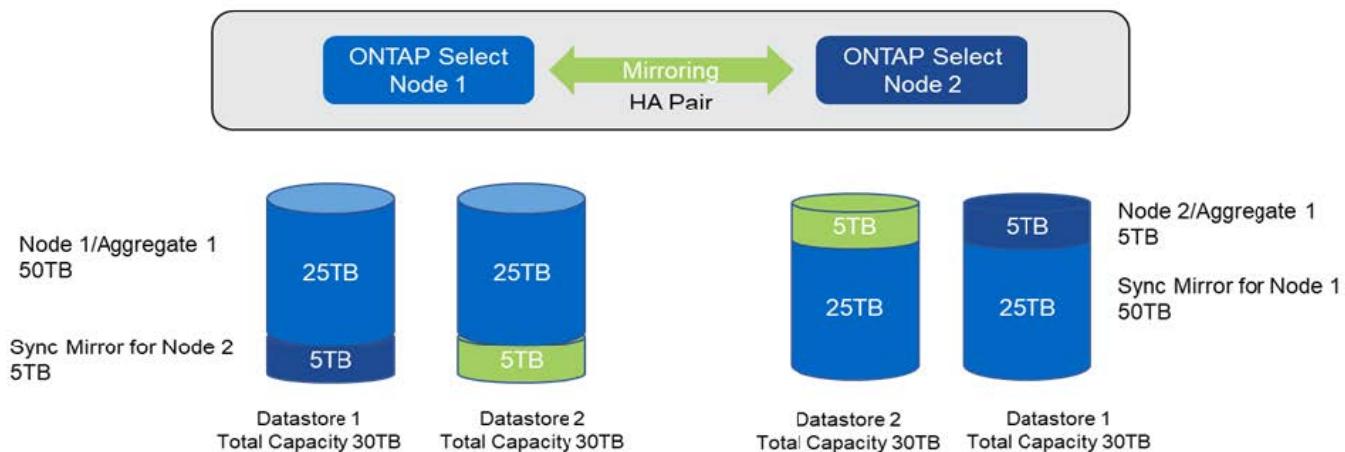
La figura seguente mostra i risultati di una singola operazione di aggiunta di storage per il nodo 1. ONTAP Select utilizza ancora la stessa quantità di storage (15 TB) su ciascun nodo. Tuttavia, il nodo 1 ha più storage attivo (10 TB) rispetto al nodo 2 (5 TB). Entrambi i nodi sono completamente protetti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

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



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

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



La dimensione massima del VMDK utilizzata durante le operazioni di aggiunta di capacità è di 16 TB. La

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

Aumenta la capacità di ONTAP Select con Software RAID

Analogamente, la procedura guidata di aggiunta storage può essere utilizzata per aumentare la capacità gestita per i nodi ONTAP Select tramite RAID software. La procedura guidata presenta solo le unità DAS SDD disponibili e mappabili come RDM sulla VM ONTAP Select .

Sebbene sia possibile aumentare la capacità della licenza di un singolo TB, quando si utilizza un RAID software non è possibile aumentarla fisicamente 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.

Si noti che in una coppia HA, l'aggiunta di storage al nodo 1 richiede che un numero identico di unità sia disponibile anche sulla coppia HA del nodo (nodo 2). Sia le unità locali che i dischi remoti vengono utilizzati da un'operazione di aggiunta di storage sul nodo 1. In altre parole, le unità remote vengono utilizzate per garantire che il nuovo storage sul nodo 1 venga replicato e protetto sul nodo 2. Per aggiungere storage utilizzabile localmente sul nodo 2, è necessario che su entrambi i nodi siano disponibili un'operazione di aggiunta di storage separata e un numero separato e uguale di unità.

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

Se si crea un nuovo aggregato, il numero minimo di unità richieste varia a seconda del tipo di RAID e se il nodo ONTAP Select fa parte di una coppia HA.

Se si aggiunge storage a un aggregato esistente, sono necessarie alcune considerazioni aggiuntive. È possibile aggiungere unità a un gruppo RAID esistente, a condizione che il gruppo RAID non abbia già raggiunto il limite massimo. Anche in questo caso si applicano le tradizionali best practice FAS e AFF per l'aggiunta di spindle a gruppi RAID esistenti, e la creazione di un hot spot sul nuovo spindle rappresenta un potenziale problema. Inoltre, solo unità con dimensioni di partizione dati uguali o superiori possono essere aggiunte a un gruppo RAID esistente. Come spiegato in precedenza, la dimensione della partizione dati non è uguale alla dimensione grezza dell'unità. Se le partizioni dati aggiunte sono più grandi delle partizioni esistenti, le nuove unità hanno le dimensioni corrette. In altre parole, una parte della capacità di ogni nuova unità rimane inutilizzata.

È anche 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 a quella del gruppo RAID esistente.

Supporto per l'efficienza di archiviazione ONTAP Select

ONTAP Select offre opzioni di efficienza di archiviazione simili a quelle presenti negli array FAS e AFF .

Le distribuzioni di NAS virtuali (vNAS) ONTAP Select che utilizzano VSAN all-flash o array flash generici devono seguire le best practice per ONTAP Select con storage a collegamento diretto (DAS) non SSD.

Una personalità di tipo AFF viene abilitata automaticamente nelle nuove installazioni, a condizione che si disponga di un archivio DAS con unità SSD e di una licenza premium.

Con una personalità di tipo AFF, le seguenti funzionalità SE in linea vengono abilitate automaticamente durante l'installazione:

- Rilevamento del modello zero in linea
- Deduplicazione in linea del volume
- Deduplicazione in background del volume
- Compressione in linea adattiva
- Compattazione dei dati in linea
- Deduplicazione in linea aggregata
- Deduplicazione aggregata in background

Per verificare che ONTAP Select abbia abilitato tutti i criteri di efficienza di archiviazione predefiniti, 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 ONTAP Select dalla versione 9.6 in poi, è necessario installare ONTAP Select su storage SSD DAS con una licenza premium. Inoltre, è necessario selezionare la casella di controllo **Abilita Efficienze di Storage** durante l'installazione iniziale del cluster con ONTAP Deploy. L'abilitazione di una personalità di tipo AFF dopo l'aggiornamento ONTAP, quando le condizioni precedenti non sono 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 di archiviazione ONTAP Select

Nella tabella seguente sono riepilogate le varie opzioni di efficienza di archiviazione disponibili, abilitate per impostazione predefinita o non abilitate per impostazione predefinita ma consigliate, a seconda del tipo di supporto e della licenza software.

Funzionalità ONTAP Select	SSD DAS (premium o premium XL ¹)	DAS HDD (tutte le licenze)	vNAS (tutte le licenze)
Rilevamento zero in linea	Sì (predefinito)	Sì Abilitato dall'utente in base al volume	Sì Abilitato dall'utente in base al volume
Deduplicazione in linea del volume	Sì (predefinito)	Non disponibile	Non supportato
Compressione in linea 32K (compressione secondaria)	Sì Abilitato dall'utente in base al volume.	Sì Abilitato dall'utente in base al volume	Non supportato
Compressione in linea 8K (compressione adattiva)	Sì (predefinito)	Sì Abilitato dall'utente in base al volume	Non supportato
Compressione dello sfondo	Non supportato	Sì Abilitato dall'utente in base al volume	Sì Abilitato dall'utente in base al volume
Scanner di compressione	Sì	Sì	Sì Abilitato dall'utente in base al volume
Compattazione dei dati in linea	Sì (predefinito)	Sì Abilitato dall'utente in base al volume	Non supportato
Scanner di compattazione	Sì	Sì	Non supportato
Deduplicazione in linea aggregata	Sì (predefinito)	N / A	Non supportato
Deduplicazione in background del volume	Sì (predefinito)	Sì Abilitato dall'utente in base al volume	Sì Abilitato dall'utente in base al volume
Deduplicazione aggregata in background	Sì (predefinito)	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 configurazioni DAS che utilizzano RAID software. Le configurazioni RAID hardware e vNAS non sono supportate con la VM large ONTAP Select nella versione 9.6.

Note sul comportamento di aggiornamento per le configurazioni SSD DAS

Dopo aver effettuato l'aggiornamento a ONTAP Select 9.6 o versione successiva, attendere `system node upgrade-revert show` comando per indicare che l'aggiornamento è stato completato prima di verificare i valori di efficienza di archiviazione per i volumi esistenti.

Su un sistema aggiornato a ONTAP Select 9.6 o versioni successive, un nuovo volume creato su un aggregato

esistente o su un aggregato appena creato ha lo stesso comportamento di un volume creato su una nuova distribuzione. I volumi esistenti sottoposti all'aggiornamento del codice ONTAP Select presentano la maggior parte delle stesse policy di efficienza di storage di un volume appena creato, con alcune varianti:

Scenario 1

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

- Volumi con space guarantee = volume non hanno abilitato la compattazione dei dati in linea, la deduplicazione in linea aggregata e la deduplicazione in background aggregata. Queste opzioni possono essere abilitate dopo l'aggiornamento.
- Volumi con space guarantee = none non abilitare la compressione in background. Questa opzione può essere abilitata dopo l'aggiornamento.
- Dopo l'aggiornamento, la politica di efficienza di archiviazione sui volumi esistenti è impostata su automatica.

Scenario 2

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

- Volumi con space guarantee = volume non vedo alcuna differenza dopo l'aggiornamento.
- Volumi con space guarantee = none avere attivata la deduplicazione aggregata in background.
- Volumi con storage policy inline-only hanno impostato la loro politica su automatica.
- I volumi con criteri di efficienza di archiviazione definiti dall'utente non hanno 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 COMMERCIALITÀ 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 CONSEGUENZIALE (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.