

# Transizione a unità disco che utilizzano settori da 4 KB con formattazione avanzata

## Panoramica

Nel settore delle unità disco è in corso una svolta. Negli ultimi anni la densità di memorizzazione è aumentata in modo drammatico, mentre uno degli aspetti di base delle unità disco, la dimensione del blocco logico noto come settore, è rimasta invariata.

A partire dalla fine del 2009, progredendo nel 2010 e raggiungendo il mercato mainstream nel 2011, le società produttrici di unità disco stanno abbandonando la precedente dimensione di 512 byte dei settori per passare a settori con dimensioni maggiori e più efficienti (4.096 byte), in genere indicati come settori da 4 KB. Questo formato è comunemente indicato con il termine Advanced Format (formattazione avanzata), coniato dall'associazione IDEMA (The International Disk Drive Equipment and Materials Association).

Nel presente documento viene fornito il contesto di questa migrazione e vengono descritti i vantaggi a lungo termine per i clienti e come evitare possibili problemi che nascono dal passaggio da settori da 512 byte a settori da 4 KB.

## Panoramica storica

Per oltre 30 anni i dati memorizzati sulle unità disco sono stati formattati in piccoli blocchi logici detti settori, con una dimensione di 512 byte. Molti aspetti dei moderni sistemi di elaborazione assumono ancora che venga utilizzato questo standard di formattazione affermato.

In questo formato dei settori sono incluse una sezione di separazione, una sezione di sincronizzazione, una sezione del contrassegno dell'indirizzo, una sezione dati e una sezione ECC (Error Correction Code) (Figura 1).

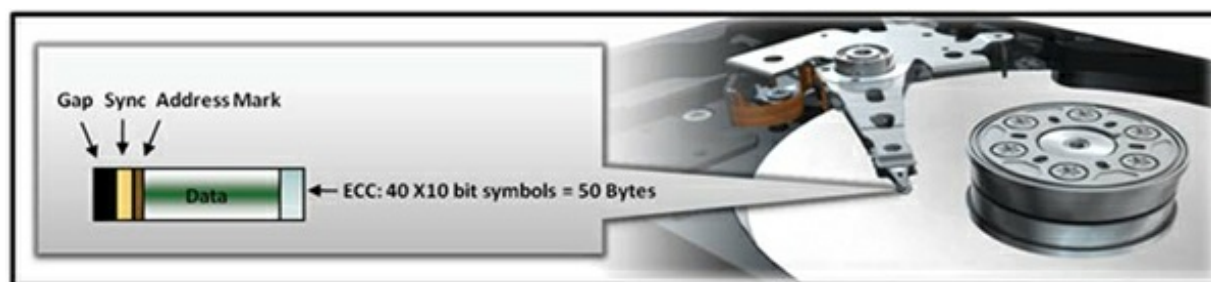


Figura 1. Layout dei settori sul supporto dell'unità disco con lo standard precedente

Di seguito viene descritta la struttura del layout dei settori.

- Sezione di separazione: lo spazio che separa due settori.
- Sezione di sincronizzazione: il contrassegno di sincronizzazione indica l'inizio del settore e fornisce un allineamento per la temporizzazione.
- Sezione di contrassegno dell'indirizzo: il contrassegno dell'indirizzo contiene dati che identificano il numero e la posizione del settore, nonché lo stato del settore.
- Sezione dei dati: la sezione dei dati contiene tutti i dati utente.
- Sezione ECC: la sezione ECC contiene i codici di correzione degli errori utilizzati per correggere e recuperare i dati che potrebbero venire danneggiati durante il processo di lettura o scrittura.

Questo formato a basso livello è stato utilizzato nel settore con successo per molti anni. Tuttavia, con l'aumentare delle capacità delle unità disco, la dimensione dei settori è man mano diventata un freno nella progettazione di unità disco con capacità maggiori e nel miglioramento dell'efficienza della correzione degli errori. Ad esempio, confrontando il rapporto tra dimensione dei settori e capacità totale delle unità disco precedenti e di quelle più recenti, è evidente che la risoluzione dei settori è diventata molto piccola. La risoluzione dei settori (ossia la percentuale occupata da un settore rispetto allo spazio di memorizzazione totale) è diventata molto piccola e sempre più inefficiente (Tabella 1).

Capacità	Numero totale di settori	Risoluzione dei settori
40 MB	80.000	0,001%
400 GB	800.000.000	0,0000001%

Una risoluzione molto piccola è ideale quando si gestiscono piccole quantità di dati distinte. Le comuni applicazioni nei sistemi di elaborazione moderni gestiscono però blocchi di dati grandi, molto più grandi dei 512 byte che caratterizzano i settori dello standard precedente.

Inoltre, e ancora più importante, i piccoli settori da 512 byte occupano uno spazio sempre inferiore sulla superficie dell'unità disco a causa dell'aumento della densità d'area. Questo rappresenta un problema relativamente alla correzione degli errori e al rischio di difetti del supporto. Nella Figura 2 è illustrato come il fatto che i dati occupano aree più piccole nel settore dell'unità disco renda più difficile la correzione degli errori in quanto un difetto del supporto con le stesse dimensioni ora può danneggiare una più alta percentuale dei dati totali e quindi risulta più complesso da correggere.

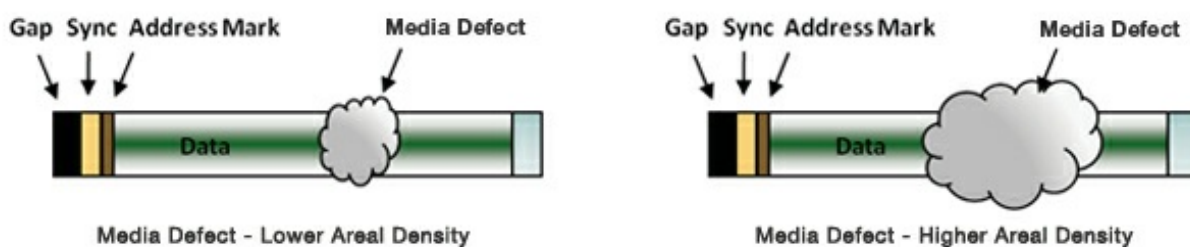


Figura 2. Difetti del supporto e densità d'area

Un settore da 512 byte in genere è in grado di correggere un difetto con una lunghezza massima di 50 byte. Oggigiorno, con l'aumentare della densità d'area, le unità disco stanno iniziando a raggiungere i loro limiti in termini di correzione degli errori. La migrazione a settori di dimensioni maggiori nelle unità disco è perciò diventata una necessità fondamentale per ottenere miglioramenti nel campo della correzione degli errori e una maggiore efficienza di formattazione.

### Transizione ai settori da 4 KB (formattazione avanzata)

Nel mercato dei sistemi di memorizzazione abbiamo assistito a uno sforzo collettivo per effettuare la transizione a unità disco con settori di dimensioni maggiori. Seagate e i suoi colleghi hanno incominciato a impegnarsi in modo significativo in questa direzione almeno cinque anni fa (Figura 3). Nel dicembre 2009, a seguito di una collaborazione all'interno dell'associazione IDEMA, Advanced Format (formattazione avanzata) è stato approvato come nome ufficiale per lo standard con settori da 4 KB. Tutti i produttori di unità disco si sono inoltre impegnati, a partire dal gennaio 2011, a immettere sul mercato nuove piattaforme di unità disco per PC desktop e portatili con i settori formattati in base allo standard Advanced Format. Sul mercato saranno però disponibili unità con formattazione avanzata anche prima di questa data. Western Digital ha iniziato la diffusione di unità con formattazione avanzata nel dicembre 2009 e Seagate è da tempo che offre unità con settori di dimensioni maggiori a clienti OEM e in prodotti retail di marchio, tra cui spiccano le unità disco esterne USB della serie

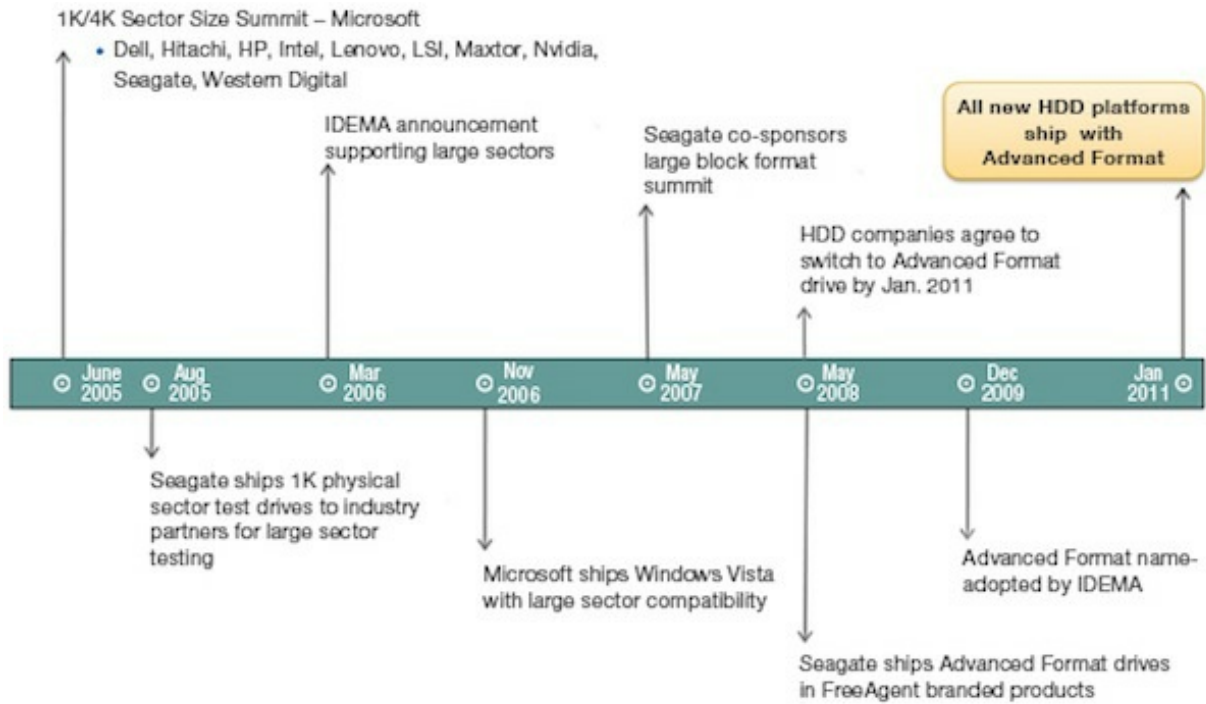


Figura 3. Momenti importanti nello sviluppo dello standard Advanced Format

**Vantaggi a lungo termine offerti dal passaggio a settori da 4 KB**

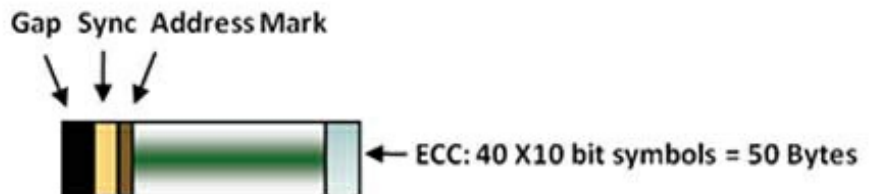
Poiché tutti i produttori di unità disco hanno accettato di passare al layout dei settori Advanced Format entro il gennaio 2011, il mercato deve prepararsi ad accogliere questo cambiamento in modo da minimizzare possibili effetti secondari negativi. Sebbene gli utenti finali non assisteranno a un cambiamento drammatico a breve termine con un aumento immediato della capacità, la migrazione ai settori da 4 KB agevolerà sicuramente l'aumento delle densità d'area e delle capacità delle unità disco, nonché consentirà una correzione degli errori più affidabile.

*Maggiore efficienza di formattazione grazie alla riduzione dello spazio utilizzato per i codici di correzione degli errori*

Nella Figura 4 è illustrato il formato precedente con settori da 512 byte, dove per ogni settore da 512 byte sono presenti 50 byte non destinati ai dati ma a ECC e altri 15 byte per le sezioni di spaziatura, sincronizzazione e contrassegno dell'indirizzo, per un'efficienza della suddivisione in settori<sup>1</sup> pari a circa l'88% (512/(512 + 65)).

Figura 4. Layout del formato precedente con settori da 512 byte

Il nuovo standard Advanced Format utilizza settori da 4 KB, ossia praticamente unisce otto settori del precedente formato da 512 byte in un singolo settore da 4 KB (Figura 5).



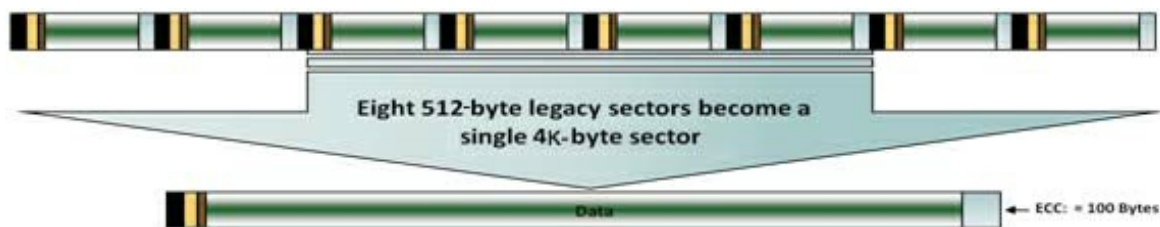


Figura 5. Layout di Advanced Format: con settori da 4 KB

Lo standard Advanced Format utilizza lo stesso numero di byte per spaziatura, sincronizzazione e contrassegno dell'indirizzo, ma estende a 100 i byte riservati per il campo ECC, per un'efficienza della suddivisione in settori<sup>1</sup> pari al 97% ( $4096/(4096 + 115)$ ), un miglioramento vicino al 10%.

Questo aumento di efficienza del formato porterà, nel tempo, a capacità superiori e a una maggiore integrità dei dati.

#### *Affidabilità e correzione degli errori*

Sebbene la dimensione fisica dei settori delle unità disco sia diminuita, in quanto occupano sempre meno spazio, i difetti dei supporti non si sono ridotti. Nella Figura 6 sono rappresentati degli oggetti che vengono considerati molto piccoli, ma rispetto alla distanza dalla superficie della testina di lettura/scrittura dell'unità disco in movimento questi oggetti risultano relativamente grandi. Particelle microscopiche molto più piccole di quelle mostrate in figura possono creare danni al supporto dell'unità disco.

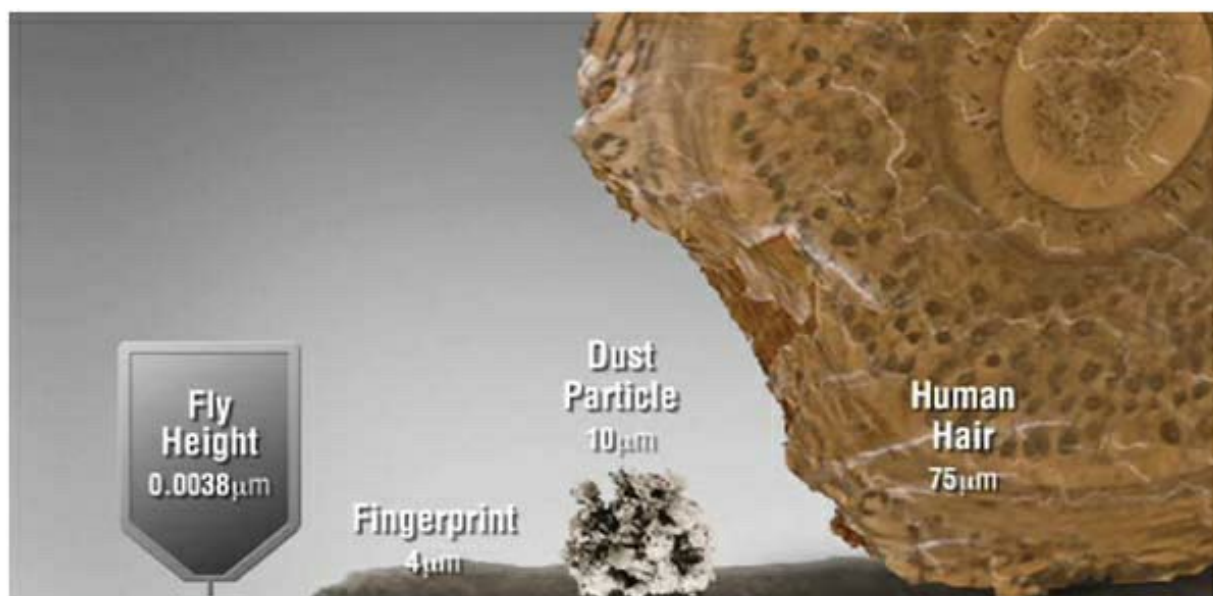


Figura 6. Rappresentazione in scala della distanza della testina in movimento

I settori più grandi da 4 KB dello standard Advanced Format consentono circa di raddoppiare<sup>2</sup> la dimensione del blocco ECC, da 50 byte a 100 byte, offrendo un netto miglioramento nell'efficienza di correzione degli errori e maggiore resistenza a particelle e difetti del supporto.

I vantaggi offerti da una maggiore efficienza di formattazione e da una correzione degli errori più affidabile rendono la transizione ai settori da 4 KB un buon investimento. Riuscire a gestire questa transizione in modo da godere dei vantaggi a lungo termine, minimizzando gli effetti collaterali, è uno degli obiettivi principali del mercato delle unità disco.

### **Impatto della transizione ai settori da 4 KB**

Come già fatto notare, molte funzioni dei sistemi di elaborazione moderni continuano ad assumere che la dimensione dei settori sia di 512 byte. Sperare che l'intero mercato passi al nuovo standard da 4 KB e che scompaiano i sistemi che lavorano con il precedente standard è semplicemente non realistico. Nel tempo sicuramente nasceranno implementazioni con settori da 4 KB nativi, dove sia l'host che l'unità disco scambiano dati in blocchi di 4 KB, ma fino ad allora i produttori di unità disco implementeranno la transizione ai settori da 4 KB insieme a una tecnica detta emulazione dei settori da 512 byte.

#### *Emulazione dei settori da 512 byte.*

L'introduzione dei settori da 4 KB farà molto affidamento sull'emulazione dei settori da 512 byte, ossia al processo di conversione dai settori fisici da 4 KB utilizzati dallo standard Advanced Format ai settori logici da 512 byte utilizzati dai sistemi di elaborazione host.

Questa soluzione è accettabile in quanto non richiede cambiamenti complessi nei sistemi di elaborazione esistenti. Potrebbero tuttavia sorgere dei problemi di prestazioni, in particolar modo quando si scrivono dati che non corrispondono esattamente a 8 settori da 512 byte convertiti. Il problema diventa evidente se si analizza il processo di lettura e scrittura richiesto dall'emulazione a 512 byte.

#### *Processi di lettura e scrittura emulati*

Per leggere i dati da un'unità formattata in settori da 4 KB in modalità di emulazione a 512 byte, il processo è molto semplice, come illustrato nella Figura 7.

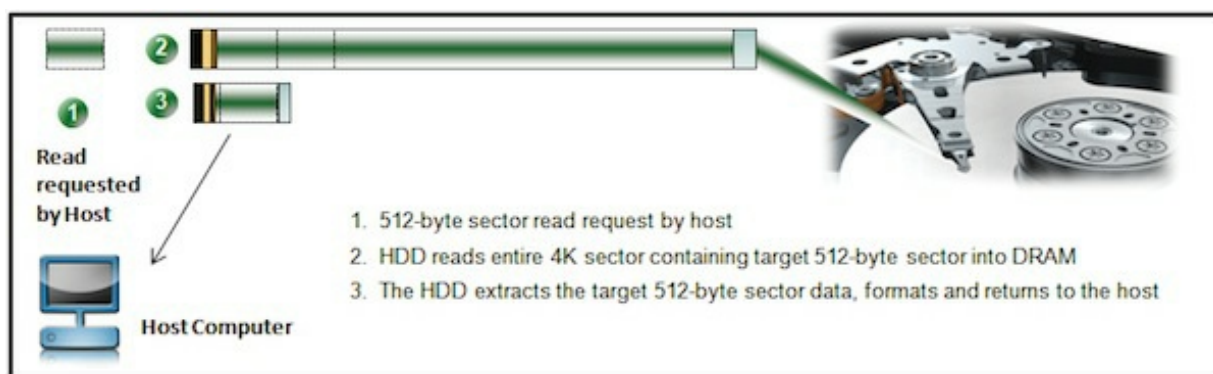


Figura 7. Possibile sequenza di lettura per emulazione a 512 byte

Il processo di lettura di un blocco di 4 KB di dati e la riformattazione in settori da 512 byte virtuali richiesti dal computer host viene eseguito nella memoria DRAM dell'unità e non influisce in modo significativo sulle prestazioni.

Il processo di scrittura può invece essere più complicato, specialmente se i dati che il computer host scrive sono un sottoinsieme di un settore fisico da 4 KB. In questo caso, infatti, l'unità disco deve leggere prima l'intero settore da 4 KB corrispondente alla destinazione della richiesta di scrittura da parte dell'host, quindi deve unire i dati esistenti a quelli nuovi e infine deve riscrivere l'intero settore da 4 KB (Figura 8).

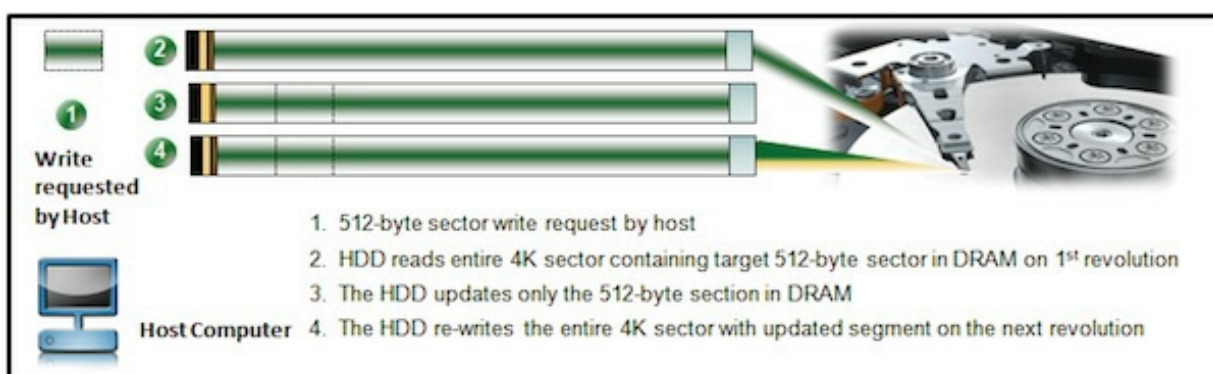


Figura 8. Possibile sequenza di scrittura per emulazione a 512 byte

Come conseguenza l'unità disco esegue movimenti meccanici aggiuntivi, in quanto legge un settore da 4 KB, ne modifica il contenuto e quindi scrive i dati. Questo processo viene detto ciclo di lettura-modifica-scrittura e non è desiderabile perché ha un impatto negativo sulle prestazioni. Minimizzare la probabilità e la frequenza delle operazioni di lettura-modifica-scrittura è l'aspetto più importante per garantire una transizione ai settori da 4 KB semplice e senza problemi.

*Come evitare operazioni di lettura-modifica-scrittura*

1. Richieste di scrittura non allineate a causa di un mancato allineamento tra partizione logica e fisica.
2. Richieste di scrittura con dimensione inferiore a 4 KB.

*Differenza tra partizioni di unità disco allineate e non allineate*

Finora abbiamo esaminato la comunicazione tra sistemi host e unità disco relativamente alla posizione dei settori sul supporto. Adesso parleremo dell'indirizzo di blocco logico (LBA, Logical Block Address).

Ad ogni settore da 512 byte viene assegnato un indirizzo LBA univoco, da zero (0) a un numero che dipende dalla dimensione del disco. L'host richiede un blocco di dati specifico utilizzando l'indirizzo LBA assegnato. Quando l'host richiede di scrivere i dati, alla fine della scrittura viene restituito un indirizzo LBA che indica all'host dove si trovano i dati. Questa informazione è importante quando si passa a utilizzare settori da 4 KB poiché sono presenti otto casistiche di posizionamento dell'indirizzo LBA dell'host.

Se l'indirizzo LBA 0 è allineato con il primo blocco virtuale da 512 byte nel settore fisico da 4 KB, lo stato di allineamento logico-fisico per l'emulazione a 512 byte è Alignment 0. L'indirizzo LBA 0 potrebbe invece essere allineato con il secondo blocco virtuale da 512 byte nel settore fisico da 4 KB. Questa condizione è indicata con Alignment 1 e viene confrontata con lo stato Alignment 0 nella Figura 9. Sono presenti altre sei casistiche per le partizioni non allineate che possono generare eventi di lettura-modifica-scrittura in modo simile allo stato Alignment 1.

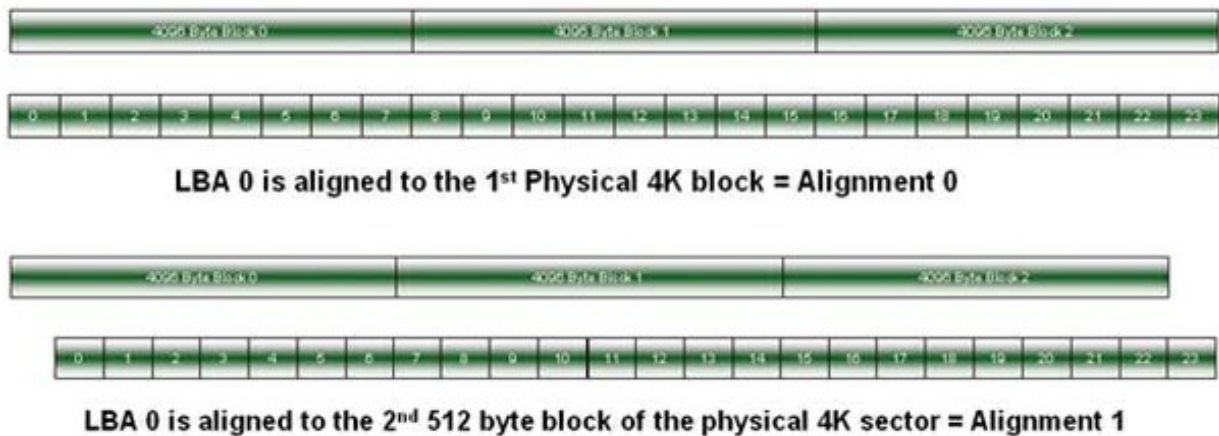


Figura 9. Stati di allineamento

Le condizioni indicate dallo stato Alignment 0 funzionano con i nuovi settori da 4 KB dello standard Advanced Format, in quanto è facile mappare otto settori da 512 byte consecutivi dell'unità disco con un singolo settore da 4 KB. È infatti sufficiente memorizzare le richieste di scrittura da 512 byte nella cache dell'unità disco finché è stato ricevuto il numero di blocchi contigui necessari per formare un settore da 4 KB. Dato che le moderne applicazioni di elaborazione in genere gestiscono dati con dimensioni maggiori di 4 KB, gli eventi di runt sono molto rari. Le condizioni dello stato Alignment 1 sono invece completamente diverse.

Quando le partizioni dell'unità disco vengono create in uno stato di mancato allineamento come illustrato nella Figura 9, vengono eseguiti diversi cicli di lettura-modifica-scrittura che possono compromettere le prestazioni dell'unità disco. È quindi fondamentale evitare questo stato nell'implementazione di unità disco con formattazione

avanzata, come descritto di seguito.

### *Scrittura di pochi dati*

Nelle moderne applicazioni di elaborazione i dati gestiti, come documenti, immagini e flussi video, occupano molto più spazio di 512 byte. Per questo motivo, le unità disco possono memorizzare le richieste di scrittura nella cache finché il numero di blocchi da 512 byte consecutivi forma un settore da 4 KB. A patto che le partizioni delle unità disco siano allineate, la mappatura di settori da 512 byte dell'unità disco con settori da 4 KB è semplice e non incide sulle prestazioni. Esistono tuttavia dei processi a basso livello che potrebbero obbligare l'unità disco a gestire un evento runt non associato a partizioni non allineate. Ciò si verifica raramente quando l'host invia delle richieste di scrittura distinte per dati la cui dimensione è inferiore a 4 KB. In genere si tratta di attività a livello del sistema operativo relative a file system, journaling o altre operazioni simili a basso livello. Poiché solitamente il numero di queste occorrenze è limitato, le prestazioni generali non ne risentono in modo significativo. Man mano che la transizione ai settori da 4 KB si diffonde, i progettisti di sistemi dovrebbero però apportare le modifiche necessarie a questi processi al fine di ottimizzare le prestazioni.

## **Preparazione e gestione della transizione ai settori da 4 KB**

Dopo avere analizzato i vantaggi offerti dalla migrazione ai settori da 4 KB e il possibile impatto sulle prestazioni, esaminiamo ora come questa transizione può essere gestita al meglio dal mercato. Tratteremo questo argomento nel contesto dei due sistemi operativi più diffusi nei sistemi di elaborazione moderni: Windows e Linux.

### *Gestione della transizione ai settori da 4 KB in ambiente Windows*

L'aspetto più importante della gestione della transizione ai settori da 4 KB è decisamente quello relativo alle problematiche di allineamento precedentemente descritte. Le unità con formattazione avanzata funzionano perfettamente nello stato Alignment 0, quando le posizioni di inizio fisica e logica coincidono. Lo stato di allineamento viene determinato nel momento in cui si creano le partizioni dell'unità disco. Le partizioni vengono create da software che appartiene a una delle seguenti due categorie generali:

1. Versioni del sistema operativo Windows
2. Utility per la creazione di partizioni dell'unità disco

Se le partizioni sono state create mediante il sistema operativo Windows, dobbiamo esaminare situazioni diverse per le tre versioni Windows XP, Windows Vista e Windows 7. Dato che Microsoft ha collaborato con la comunità per pianificare la transizione a settori di dimensioni maggiori, ha incominciato a distribuire software compatibile con i settori da 4 KB a partire da Windows Vista con Service Pack 1. Il software che crea partizioni con stato Alignment 0 (ossia che funzionano con lo standard Advanced Format) viene detto "predisposto per settori da 4 KB". Nella Tabella 2 viene riportata la situazione per le generazioni correnti del sistema operativo Microsoft Windows.

<b>Versione del sistema operativo</b>	<b>Predisposto per settori da 4 KB</b>	<b>Risultati</b>
Windows XP	No	Creazione della partizione primaria con stato Alignment 1 (non allineata)
Windows Vista - Prima del Service Pack 1	No	Riconoscimento dei settori con dimensioni maggiori ma creazione incorretta delle partizioni (non allineate)
Windows Vista - Service Pack 1 o successivo	Sì	Creazione di partizioni con stato Alignment 0 (allineate)
Windows 7	Sì	Creazione di partizioni con stato Alignment 0 (allineate)

Chiaramente, i nuovi computer venduti con le ultime versioni di Windows saranno più predisposti all'uso di unità disco con formattazione avanzata. I sistemi che utilizzano ancora Windows XP o Windows Vista prima del Service

Pack 1, potrebbero invece risentirne in termini di prestazioni se le partizioni vengono create dal sistema operativo.

Non solo versioni precedenti del sistema operativo Windows possono creare partizioni non allineate, ma anche altre utility software molto diffuse tra costruttori di sistemi, produttori OEM, rivenditori a valore aggiunto e responsabili IT. A dire la verità, in genere le partizioni vengono create con questi tipi di utility e non mediante il sistema operativo Windows. Il rischio di creare partizioni non allineate, e quindi un ambiente in cui le prestazioni dell'unità disco possono risultare compromesse quando si utilizzano settori da 4 KB, è significativo. Per complicare ulteriormente la situazione, le unità disco all'interno dei sistemi attuali in genere contengono più partizioni. È quindi necessario creare ogni partizione sull'unità disco con software predisposto per i settori da 4 KB al fine di garantire un corretto allineamento e prestazioni inalterate. Nella Figura 10 è illustrato cosa può succedere se sull'unità si creano più partizioni con software non predisposto per i settori da 4 KB.

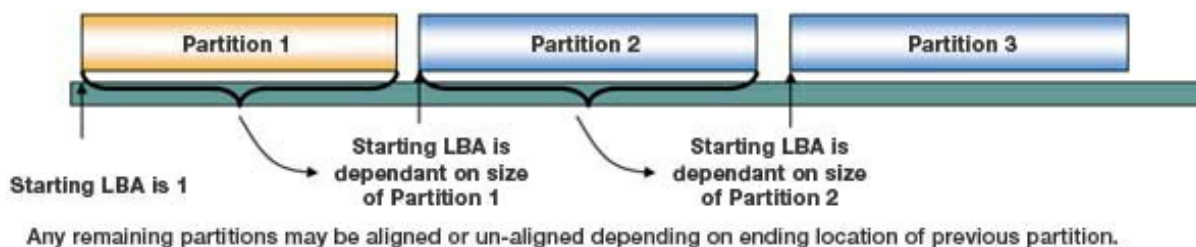


Figura 10. Stato di allineamento con più partizioni

## Come affrontare situazioni di mancato allineamento

Sono disponibili tre metodi per evitare o ovviare a condizioni di mancato allineamento che potrebbero compromettere le prestazioni dell'unità disco.

1. Utilizzare una nuova versione del sistema operativo Windows o rivolgersi al fornitore dell'utility per la creazione di partizioni per ottenere una versione del software predisposta per i settori da 4 KB.
2. Utilizzare un'utility dell'unità disco per riallineare le partizioni del disco.
3. Fare affidamento sul fornitore dell'unità disco affinché le prestazioni vengano garantite indipendentemente dallo stato di allineamento.

L'uso di una versione di Windows predisposta per i settori da 4 KB per creare le partizioni dell'unità disco è una soluzione semplice e diretta per evitare condizioni di mancato allineamento. I fornitori di utility software per la creazione di partizioni delle unità disco dovrebbero essere in grado di indicare se sono disponibili versioni predisposte per i settori da 4 KB. In caso affermativo, eseguire la migrazione a tali versioni per evitare qualsiasi preoccupazione.

Alcuni produttori di unità disco affrontano questo problema offrendo utility che esaminano le partizioni dell'unità disco esistenti e le riallineano se necessario. Questa alternativa richiede tempo e passaggi aggiuntivi durante il processo di costruzione o upgrade del sistema.

In futuro i produttori di unità disco svilupperanno metodi più sofisticati per ovviare a condizioni di mancato allineamento in grado di evitare, allo stesso tempo, un impatto negativo sulle prestazioni.

Con l'estendersi della transizione alle unità con formattazione avanzata, tutti questi metodi contribuiranno a massimizzare i vantaggi nel settore ma anche ad evitare la compromissione delle prestazioni.

## Gestione della transizione ai settori da 4 KB in ambiente Linux

Le principali strategie di gestione della transizione ai settori da 4 KB in ambiente Windows sono applicabili anche in ambiente Linux. Poiché la maggior parte degli utenti di sistemi Linux hanno accesso al codice sorgente, possono personalizzare il sistema operativo in modo che soddisfi le loro esigenze specifiche. Questo consente di



aggiornare in modo proattivo il sistema Linux in modo che gestisca correttamente le unità con formattazione avanzata.

Apportando delle modifiche al sistema Linux è possibile evitare preoccupazioni quali la creazione di partizioni dell'unità disco non allineate in unità con formattazione avanzata e la minimizzazione della scrittura di piccole quantità di dati a livello di sistema che possono generare runt indipendentemente dallo stato di allineamento.

Sono state quindi apportate modifiche sia al kernel che a utility di Linux in modo da supportare le unità con formattazione avanzata. Queste modifiche garantiscono che tutte le partizioni di unità con formattazione avanzata sono correttamente allineate con i confini dei settori da 4 KB. Il supporto per unità con formattazione avanzata a livello di kernel è disponibile a partire dalla versione 2.6.31. Il supporto per la creazione di partizioni e la formattazione di unità con formattazione avanzata è disponibile nelle seguenti utility Linux:

**Fdisk:** Fdisk di GNU è un'utility da riga di comando che crea partizioni nelle unità disco. Le unità con formattazione avanzata sono supportate a partire dalla versione 1.2.3.

**Parted:** Parted di GNU è un'utility grafica che crea partizioni nelle unità disco. Le unità con formattazione avanzata sono supportate a partire dalla versione 2.1.

## Conclusione

Il progressivo allontanamento dal precedente standard che utilizzava settori da 512 byte è inesorabile. I produttori di unità disco hanno tutti accettato di adottare lo standard Advanced Format entro il gennaio 2011 per i nuovi modelli immessi sui segmenti di mercato dei PC desktop e portatili.

Questa transizione metterà a disposizione dei progettisti delle unità disco un altro strumento per continuare ad aumentare la densità d'area e creare sistemi di correzione degli errori più affidabili. I consumatori potranno continuare ad usufruire di capacità delle unità disco sempre maggiori, costi al gigabyte inferiori e livelli di affidabilità costanti grazie alla tecnologia impiegata nelle unità disco.

Per garantire una transizione tranquilla ed evitare possibili cali di prestazioni, è importante che i membri della comunità dei sistemi di memorizzazione siano ben informati. L'aspetto più critico che assicura una transizione tranquilla e corretta ai settori da 4 KB utilizzati in Advanced Format è la promozione dell'uso di strumenti per la creazione di partizioni delle unità disco predisposti per i settori da 4 KB. I costruttori di sistemi, i produttori OEM, gli integratori, i professionisti IT e addirittura gli utenti finali che assemblano o configurano computer, devono accertarsi di rispettare le seguenti indicazioni:

- Utilizzare Windows Vista (Service Pack 1 o versione successiva) o Windows 7 per creare le partizioni delle unità disco.
- Se si utilizzano software o utility di terze parti per creare le partizioni delle unità disco, verificare con il fornitore che siano aggiornate e supportino i settori da 4 KB.
- Se i propri clienti eseguono spesso l'immagine di sistemi, incoraggiarli a verificare di utilizzare utility per la creazione di immagini predisposte per i settori da 4 KB.
- Se si utilizza Linux, rivolgersi al fornitore di Linux o alla propria organizzazione di sviluppatori per accertarsi che nel sistema siano state implementate le modifiche per la predisposizione ai settori da 4 KB.
- Consultare il proprio fornitore dell'unità disco per ricevere altri consigli o istruzioni sull'uso delle unità con formattazione avanzata nei sistemi.

Collaborando con i nostri clienti e colleghi del settore, possiamo garantire una transizione semplice ed efficiente ad Advanced Format con settori da 4 KB, che consentirà all'intero mercato dei sistemi di memorizzazione di usufruire dei potenziali vantaggi a lungo termine.

## Note a piè di pagina

<sup>1</sup>Il formato della suddivisione in settori si riferisce esclusivamente ai settori dei dati e non tiene conto del carico di lavoro associato ai dati servo e di altri tipi di inefficienze legate al layout dei settori.

<sup>2</sup>Non tutte le implementazione dei settori a 4 KB raddoppiano esattamente il numero di byte ECC con il passaggio da 512 byte a 4 KB.