



## Guida alle memorie Flash

Memorie Flash portatili per computer, fotocamere digitali, smartphone e altri dispositivi mobili

Kingston®, l'azienda indipendente produttrice di memorie leader nel mondo, offre un'ampia gamma di schede Flash, drive Flash USB e drive SSD (Solid-State Drive), che utilizzano chip di memoria Flash per storage e vengono comunemente definiti dispositivi di storage flash. Questa guida ha l'obiettivo di illustrare le diverse tecnologie e la scelta attualmente disponibile di memorie Flash.

Nota: vista la rapida evoluzione della tecnologia Flash, le specifiche riportate nel presente documento sono soggette a modifiche senza preavviso.

## 1.0 Memoria Flash: l'anima della nuova generazione di dispositivi di storage Flash

La memoria Flash è stata inventata negli anni 80 da Toshiba, come tecnologia di memoria che permetteva di salvare dati da archiviare anche quando il dispositivo di memoria era scollegato dalla propria sorgente di alimentazione. Da allora, la tecnologia di memoria Flash si è evoluta fino a diventare il supporto di storage preferito per un gran varietà di dispositivi, destinati sia alle imprese che ai consumatori.

Per quanto riguarda i consumatori, le memorie Flash vengono largamente impiegate in:

- Notebook
- Tablet
- GPS (Global Positioning System)
- Riproduttori musicali compatti quali Lettori MP3
- Console portatili e da tavolo
- Personal computer
- Fotocamere digitali
- Smartphone
- Strumenti musicali elettronici
- Televisioni

Ma le memorie Flash vengono utilizzate anche per applicazioni destinate alle imprese, per le quali l'affidabilità e la conservazione dei dati, anche in assenza di alimentazione, sono una condizione essenziale. Ecco qualche esempio:

- Sistemi di sicurezza/Telecamere IP
- Computer integrati
- Prodotti di comunicazione e networking
- Prodotti gestionali per la vendita al dettaglio come ad esempio scanner portatili.
- Sistemi militari
- STB (Set-Top Box)
- Dispositivi di comunicazione wireless
- Dispositivi POS (Point of Sale),

Nota: la maggior parte delle memorie Flash di Kingston sono progettate e testate in modo da essere compatibili con i dispositivi destinati all'utilizzo da parte di consumatori. Si consiglia di contattare direttamente Kingston per soluzioni di tipo industriale o per l'impiego in applicazioni destinate a usi particolari che vadano al di là del normale utilizzo quotidiano da parte dei consumatori. Alcune applicazioni - specialmente quelle che impattano notevolmente sulla durata delle celle Flash (cfr. Sezione 3.0) - potrebbero richiedere configurazioni particolari.

## 2.0 Capacità dei drive Flash USB, SSD e delle schede Flash

Parte della capacità totale riportata dai dispositivi di storage Flash viene in realtà utilizzata per le funzioni di formattazione e per altre funzioni, pertanto tale spazio non è disponibile per la memorizzazione dei dati.

Durante il processo di progettazione e produzione dei dispositivi di storage Flash, vengono prese tutte le precauzioni necessarie affinché il prodotto funzioni in modo affidabile e consenta al dispositivo host (computer, fotocamera digitale, tablet, smartphone, ecc.) di accedere alle celle di memoria, per memorizzare e reperire i dati in essi contenuti.

La formattazione include le seguenti operazioni:

1. Test di ogni singola cella contenuta nel dispositivo di storage Flash.
2. Identificazione di tutte le celle difettose e attuazione delle misure necessarie a far sì che nessun dato venga scritto o letto dalle celle difettose.
3. Preservazione di alcune celle da tenere libere per essere utilizzate come celle di "scorta". Pur essendo caratterizzate da una lunga durata, le celle di memoria Flash non hanno una vita infinita. Pertanto alcune celle vengono riservate come scorta, da utilizzare per sostituire altre celle di memoria che potrebbero danneggiarsi e diventare inutilizzabili con l'andare del tempo.
4. Creazione di un Tabella di Allocazione File (FAT) o di altre directory. Per consentire ai dispositivi Flash di memorizzare i dati e accedere in modo semplice ai file dell'utente, è necessario creare un sistema di gestione dei file che permetta a qualunque dispositivo o computer di identificare i file memorizzati all'interno del dispositivo di storage Flash. Il più comune sistema di gestione dei file per dispositivi di storage Flash è la cosiddetta Tabella di Allocazione File (FAT), utilizzata anche sugli hard drive di tipo tradizionale.
5. Preservazione di alcune celle da destinare all'uso con il controller del dispositivo di storage Flash, per esempio per la memorizzazione degli aggiornamenti del firmware o di altre informazioni specifiche del controller.
6. Quando necessario, preservazione di alcune celle per l'utilizzo di funzionalità speciali. Per esempio, le specifiche relative alle schede SD (Secure Digital), richiedono aree di memoria riservate per supportare speciali funzionalità di protezione contro le copie e altri sistemi di sicurezza.

### 3.0 Caratteristiche dei prodotti storage Flash di Kingston

I dispositivi di storage Flash Kingston offrono numerosi vantaggi.

- Garanzia del dispositivo di storage Flash: Kingston garantisce che i propri dispositivi di storage Flash siano esenti da difetti di materiale e lavorazione per il periodo indicato di seguito:

**Garanzia a vita:** I seguenti prodotti Kingston sono coperti da una specifica garanzia a vita: moduli di memoria, inclusi i prodotti ValueRAM®, HyperX®, memorie Kingston per il mercato al dettaglio e memorie per sistemi dedicati; schede di memoria Flash (come Secure Digital, Secure Digital HC e XC, CompactFlash, MultiMediaCard, SmartMedia) e adattatori Flash.

**Cinque anni di garanzia:** questa garanzia viene applicata ai seguenti prodotti Kingston per un periodo di cinque anni, a decorrere dalla data di acquisto da parte dell'utente finale originario: unità USB delle serie DataTraveler® e drive SSDNow KC100 (Drive a Stato Solido).

**Tre anni di garanzia:** i seguenti prodotti Kingston sono coperti da questa garanzia per un periodo di tre anni, a decorrere dalla data di acquisto da parte dell'utente finale originario: SSDNow (drive a stato solido) esclusi i modelli SSDNow KC100, SSDNow S200/30GB e SSDNow SMS200/30GB.

**Due anni di garanzia:** questa garanzia viene applicata ai seguenti prodotti Kingston per un periodo di due anni, a decorrere dalla data di acquisto da parte dell'utente finale originario: SSDNow S200/30GB, SSDNow SMS200/30GB, DataTraveler Workspace, MobileLite Wireless – Gen 2, MobileLite Reader, microSD Reader, cuffie HyperX Cloud (esclusi eventuali elementi promozionali inclusi nella confezione), Mouse Pad HyperX Skyn e i tutti i prodotti del Programma di personalizzazione Kingston. Per i prodotti facenti parte del Programma di personalizzazione Kingston, le condizioni di garanzia prevedono esclusivamente l'accredito o il rimborso del

valore del prodotto, durante i due anni di validità della garanzia. In alcuni casi, Kingston può decidere, a sua esclusiva discrezione, di sostituire i prodotti difettosi ordinati attraverso il Programma di personalizzazione Kingston, con prodotti analoghi aventi funzionalità equivalenti.

**Un anno di garanzia:** i seguenti prodotti Kingston sono coperti da questa garanzia per un periodo di un anno, a decorrere dalla data di acquisto da parte dell'utente finale originario: MobileLite Wireless – Gen.1, MobileLite Reader, kit accessori DataTraveler, Wi-Drive®, TravelLite SD/MMC Reader e HyperX Fan.

Per ulteriori dettagli, consultare la pagina web [kingston.com/company/warranty.asp](http://kingston.com/company/warranty.asp)

- **Stato solido:** I dispositivi di storage Flash, in quanto dispositivi di storage semiconduttori, non ospitano al loro interno parti in movimento e pertanto non sono soggetti al rischio di malfunzionamento meccanico, che invece incombe sugli hard disk. L'affidabilità complessiva che sono in grado di assicurare ai dati, ha permesso ai drive SSD di dominare il mercato dei prodotti di memoria portatile di largo consumo, anche grazie alla silenziosità - considerando che l'emissione di rumore è pari a zero decibel.
- **Compattezza (o fattore di forma):** I dispositivi di storage Flash vengono progettati in modo da essere facilmente trasportabili. La praticità è una caratteristica fondamentale, specialmente nelle applicazioni destinate ai consumatori e alle aziende.
- **Elevata affidabilità dei dati:** La memoria Flash è di per se molto affidabile, ma sono tanti i tipi di dispositivi di storage Flash dotati anche di controllo ECC (Error Correction Code), oltre che di funzionalità avanzate di livellamento dell'usura.

Ad esempio, i drive a stato solido Kingston possono vantare una specifica di "error rate" inferiore a un (1) bit su 1.000.000.000.000.000 di bit letti (1 bit per  $10^{15}$  bit letti).

- **Ritenzione dei dati Flash Kingston:** i dispositivi di storage Flash Kingston usano principalmente memorie Flash MLC/TLC. La ritenzione dei dati nelle memorie Flash è di tipo dinamico, dal momento che la quantità di tempo richiesta dai cicli di memoria influisce sulla ritenzione dei dati. È consigliabile sempre eseguire copie di backup delle informazioni più importanti su altri supporti, per una conservazione sicura a lungo termine.
- **Tecnologia di livellamento dell'usura:** i dispositivi di storage Flash Kingston incorporano controller che utilizzano una tecnologia avanzata di livellamento dell'usura, che distribuisce equamente il numero di cicli P/E (Program/Erase) in tutta la memoria Flash. Il livellamento dell'usura quindi prolunga notevolmente la durata della vita operativa di una scheda di memoria Flash (per ulteriori dettagli, consultare la seguente sezione relativa alla durata delle celle Flash di Kingston).
- **Durata di un cella Flash:** le celle di memoria Flash non volatili possono sostenere un numero finito di cicli P/E (Program/Erase). In pratica, ogni volta che un dato viene scritto o cancellato in un dispositivo di storage Flash, il numero di cicli P/E diminuisce, fino a raggiungere il punto in cui la memoria Flash diventa inutilizzabile.
- **Nel caso delle memorie Flash MLC (Multi-Level Cell),** si arriva a 3000 cicli di scrittura per settore fisico, basandosi sul processo di litografia in uso (19nm e 20nm) al momento in cui va in stampa questa guida. Nel caso invece delle memorie Flash SLC (Single-Level Cell), si arriva a 30.000 cicli di scrittura per settore fisico. Nel caso invece delle memorie Flash TLC (Triple-Level Cell), si arriva a 500 cicli di scrittura per settore fisico. La litografia della piastrina di memoria Flash gioca un ruolo fondamentale nella durata della cella e diminuisce al diminuire delle dimensioni della piastra.
- **Tecnologia della memoria Flash:** le memorie Flash MLC (Multi-Level Cell) utilizzano diversi livelli per singola cella, il che consente di archiviare un numero maggiore di bit a parità di transistor. La tecnologia flash NAND MLC

utilizza quattro possibili stati per cella. La tecnologia SLC (Single-Level Cell) utilizza due stati. Con la tecnologia TLC (Triple-Level Cell) i bit possono essere salvati in otto diversi stati. La litografia della piastrina di memoria Flash gioca un ruolo fondamentale nella durata della cella e diminuisce al diminuire delle dimensioni della piastra.

- **Fattore di amplificazione in scrittura:** Il fattore di amplificazione in scrittura o WAF (Write Amplification Factor) è presente in tutti i dispositivi di storage Flash. Si tratta del rapporto tra la quantità di dati scritti dal dispositivo host e la quantità di dati effettivamente scritti nei chip della memoria Flash. Tutti i dispositivi Flash scrivono in blocchi completi, il che significa che per scrivere in un blocco che potrebbe già contenere altri dati, il controller Flash deve spostare i dati già presenti nel blocco (generalmente in memoria), aggiungerli ai nuovi dati da scrivere e infine riscriverli insieme nel blocco di memoria Flash. Ad esempio il dispositivo host potrebbe richiedere alla memoria Flash di scrivere un file di 2 MB, ma l'operazione di scrittura potrebbe in concreto comportare la scrittura di 4 MB nella memoria Flash. In questo caso, si avrebbe un fattore di amplificazione in scrittura pari a 2. In alcuni casi però, il WAF può arrivare anche a 20 o 30.
- **Rimappatura automatica dei settori danneggiati:** Per preservare l'integrità dei dati, i controller Flash Kingston bloccano automaticamente le sezioni che contengono celle danneggiate ("bad block") e spostano i dati in altre sezioni ("space block"). Durante la formattazione in fabbrica (cfr. Sezione 2), nel dispositivo di storage Flash vengono preservati alcuni blocchi vuoti da destinare alla rimappatura dei settori danneggiati, che sarà eseguita durante il corso della vita operativa della memoria Flash, per prolungarne la durata e preservarne l'affidabilità.
- **Connettori di alta qualità:** i dispositivi di storage Flash Kingston montano esclusivamente connettori ad elevato tasso di accoppiamento per assicurare una lunga durata e la massima affidabilità di utilizzo.
- **Umidità e temperature di funzionamento:**
  - SSD: 0 – 70°C; umidità relativa: 85%
  - Drive Flash USB: 0 – 60°C; umidità relativa: 85%
  - SD e Micro SD: -25°C – 85°C; umidità relativa: 95%
  - Schede CF: 0 – 60°C; umidità relativa: 95%
  - Lettori di schede: 0 – 60°C; umidità relativa: 85 %

Consultando le pagine e le schede tecniche dei prodotti Kingston è possibile ottenere maggiori informazioni sulle specifiche ambientali dei singoli prodotti.

1 Comunicato stampa Toshiba, "Toshiba America Electronic Components, Inc. Releases Performance Research on MLC NAND Flash Memory for Consumer Applications," 10 Maggio 2004

- **Elevata capacità:** i dispositivi di storage Flash sono in grado di offrire ampie capacità di archiviazioni in un fattore di forma molto compatto. Questa flessibilità li rende ideali per gli impieghi nel settore consumer, come nel caso dell'archiviazione di film digitali o dei brani MP3, dove la portabilità e la comodità sono essenziali.

**Nota: parte della capacità totale riportata viene in realtà utilizzata per le funzioni di formattazione e per altre funzioni, e pertanto tale spazio non è disponibile per la memorizzazione dei dati. Consultare la Sezione 2 per ulteriori dettagli.**

- **Elevate prestazioni:** le schede Flash UHS (Ultra High Speed) e i drive Flash USB Hi-Speed/SuperSpeed DataTraveler di Kingston sono più veloci rispetto a molti altri prodotti Flash standard e molti prodotti offerti da aziende concorrenti. I tecnici Kingston selezionano ed utilizzano solo ed esclusivamente controller ad alte prestazioni,

per garantire che le schede Flash prodotte da Kingston offrano prestazioni sempre al vertice nelle rispettive categorie di riferimento. Per informazioni più dettagliate sulle prestazioni USB, Hi-Speed e USB Super Speed si rimanda all'Appendice della presente guida. I prodotti Flash standard offrono livelli di prestazioni medie, adatte ad applicazioni di uso generico.

- Consumi energetici ridotti: a differenza delle memorie standard DRAM che necessitano di essere costantemente alimentate per poter conservare i dati, le memorie Flash non sono di tipo volatile e possono quindi conservare i dati senza essere continuamente alimentate. Il basso consumo energetico delle memorie Flash si traduce nel prolungamento della durata della batteria del dispositivo host.
- Supporto Plug-and-Play: la linea di memorie Flash di Kingston supporta la tecnologia plug and play. Questa tecnologia, se usata in combinazione con sistemi operativi di computer compatibili, consente di riconoscere e accedere rapidamente ai contenuti di un dispositivo di storage Flash inserito in un computer o in un lettore di supporti Flash.
- Supporto Hot-Swapping: questa tecnologia permette di inserire e disinserire dispositivi di storage Flash in un lettore o computer compatibile, senza dover prima spegnere e riavviare il computer. Questa funzione amplifica la portabilità e l'utilità dei dispositivi di storage Flash per il trasferimento di dati, immagini o musica tra due computer o dispositivi.

#### 4.0 Tecnologie Flash NAND e NOR Non-Volatile

A differenza della memoria DRAM (Dynamic Random Access Memory) la memoria Flash non è volatile, ovvero conserva i dati anche quando non è alimentata. Ad esempio, quando si spegne un computer, tutti i dati presenti nella memoria DRAM vengono persi; al contrario, quando si rimuove un dispositivo di storage Flash da una fotocamera digitale, tutti i dati (e le immagini) restano salvate nel dispositivo di storage Flash. Questa caratteristica rappresenta una funzione chiave delle memorie Flash che la rende perfetta per l'impiego nelle fotocamere e nelle telecamere digitali, negli smartphone, nei tablet e in altri dispositivi mobili.

Le memorie Flash possono essere distinte in due tipi di tecnologie principali: NOR e NAND. Ciascuna tecnologia ha caratteristiche proprie, che la rendono ideale per l'impiego in applicazioni diverse, come illustrato nella tabella seguente:

	Flash NOR	Flash NAND
Accesso "High-speed"	Sì	Sì
Accesso ai dati in "Page-Mode"	No	Sì
Accesso casuale a livello byte	Sì	No
Impieghi tipici	Memoria per dispositivi di rete	Storage industriale

#### 4.1 Memoria Flash NOR

La tecnologia NOR, che prende il nome dal tipo di mappatura dei dati (Not OR), è una tecnologia Flash ad elevata velocità. Le memorie Flash NOR si caratterizzano per la capacità di accesso casuale ad elevata velocità, il che implica la possibilità di leggere e scrivere dati in specifiche posizioni della memoria, senza dover accedere alla memoria in modo sequenziale. A differenza della tecnologia Flash NAND, questa tecnologia consente di recuperare dati della dimensione di un singolo byte. La tecnologia Flash NOR è perfetta per applicazioni in cui i dati vengono recuperati o scritti in modo casuale ed è per questo che la si trova largamente impiegata negli smartphone (per la memorizzazione del sistema operativo del telefono) e nei PDA, oltre che nei computer dove è utilizzata per memorizzare il programma BIOS che fornisce le funzionalità di avvio.

## 4.2 Memoria Flash NAND

La tecnologia Flash NAND è stata inventata dopo la tecnologia NOR ed anch'essa prende il nome dal tipo di mappatura dei dati (Not AND). Questa tecnologia legge e scrive dati ad elevata velocità, in modalità sequenziale e gestendo i dati in blocchi di piccole dimensioni ("pagine"). La tecnologia Flash NAND quindi è in grado di recuperare o scrivere dati raccolti in pagine, ma non può recuperare singoli byte, a differenza della tecnologia NOR.

La memoria Flash NAND si trova quindi comunemente impiegata nei drive a stato solido, nei dispositivi Flash per audio e video, nei decoder televisivi, nelle fotocamere digitali, negli smartphone (per l'archiviazione dei dati) e in altri dispositivi mobili in cui i dati vengono generalmente scritti o letti in sequenza.

Ad esempio, la maggior parte delle fotocamere digitali utilizzano memorie Flash NAND appunto perché le foto vengono di norma scattate ed archiviate in sequenza. Questa tecnologia si dimostra più efficiente anche per la lettura delle immagini, visto che è in grado di trasferire intere pagine di dati molto rapidamente. Come supporto di storage sequenziale, la memoria Flash NAND è ideale per lo storage dei dati.

Questa tecnologia è più economica rispetto alla tecnologia NOR e permette capacità di storage maggiori a parità di piastrina.

La memoria Flash che memorizza un singolo bit per cella (es. un valore di "0" o "1" per cella) viene definita Flash SLC (Single-Level Cell).

## 5.0 Tecnologie Flash con celle Multi-Livello / Multi-Bit e piastrine impilate

Per poter aumentare il volume di bit archiviabile in un chip di memoria Flash, i produttori utilizzano tecnologie con celle multi-livello o multi-bit e piastrine impilate. Queste tecnologie permettono infatti ad un singolo chip di memoria Flash di ospitare più dati.

### 5.1 Piastrine impilate

Molti produttori di semiconduttori utilizzano una tecnica di "impilamento delle piastrine" per incrementare la capacità dei chip delle memorie Flash. Al termine del processo di fabbricazione del wafer di semiconduttore, viene ritagliata la piastrina di silicene della memoria Flash e collegata o impilata in più piastrine insieme.

Ad esempio, quando un produttore di semiconduttori impila due piastrine da 32 gigabit insieme, viene creato un singolo chip di memoria Flash da 64 gigabit.

Questa tecnica fornisce alternative economiche alla produzione di chip di maggiore capacità, rispetto ai chip su singola piastrina (cd. chip "monolitico"). Infatti, impilare due chip da 32 gigabit, ad esempio, ha un costo inferiore rispetto all'acquisto di un chip monolitico da 64 gigabit a ridotto volume. Il chip così ottenuto può essere utilizzato per creare una scheda Flash da 8GB (scheda con chip singolo) o una scheda Flash da 16 GB (due chip sulla stessa scheda).

Questa tecnica è analoga alla tecnologia di impilamento dei chip della memoria DRAM, utilizzata da Kingston per produrre moduli per server di elevato profilo. In sintesi, le schede Flash prodotte con la tecnica di impilamento delle piastrine da Kingston sono estremamente affidabili e assicurano elevate prestazioni.

### 5.2 Tecnologie Flash MLC (Multi-Level Cell) / TLC (Triple-Level Cell)

I chip di memoria Flash NAND e NOR memorizzano un (1) bit (uno "0" o un "1") in ogni singola cella. La tecnologia Flash MLC (Multi-Level Cell) è in grado di memorizzare due (2) bit in ogni singola cella. La tecnologia Flash TLC (Triple-Level Cell) è in grado di memorizzare tre (3) bit in ogni singola cella.

Kingston ha integrato entrambe le tecnologie, MLC e TLC, all'interno della propria linea di schede Flash e drive SSD, DataTraveler e USB.

## 6.0 Prestazioni dei dispositivi di storage Flash

Le prestazioni dei dispositivi di storage Flash dipendono dai seguenti tre fattori:

- I chip di memoria Flash utilizzati: generalmente, si realizza un compromesso tra l'elevata velocità con chip Flash SLC più costosi (Single-Level Cell) e la velocità standard unita a chip MLC (Multi-Level Cell) e TLC (Triple-Level Cell) dal costo più accessibile.
- Il controller del dispositivo di storage Flash: i moderni dispositivi di storage Flash dispongono di un controller di memoria Flash integrato. Questo speciale chip ha il compito di interfacciarsi con il dispositivo host e gestire tutte le operazioni di lettura e scrittura nei chip Flash del dispositivo di storage Flash. Se il controller host è in grado di supportare velocità di trasferimento dati altrettanto elevate, l'impiego di controller Flash ottimizzati può tradursi in un significativo risparmio di tempo durante la lettura e la scrittura dei dati nella memoria Flash.
- Il dispositivo host a cui il dispositivo di storage Flash è connesso: se il dispositivo host (computer, fotocamera digitale, smartphone, ecc.) è caratterizzato da limitate velocità di lettura e scrittura, l'impiego di dispositivi di storage Flash più veloci non potrà migliorare le prestazioni complessive. Ad esempio, se si collega un drive Flash USB 3.0 ad un computer che supporta unicamente le velocità dello standard USB 2.0, non sarà possibile trasferire i dati alla maggiore velocità dello standard USB 3.0. In più, è necessario configurare sia l'hardware che il software di un computer perché questo possa gestire velocità di trasferimento maggiori. Nel caso di un PC, per poter supportare i trasferimenti USB SuperSpeed, è necessario che la scheda di sistema abbia i connettori USB 3.0 SuperSpeed integrati e che il sistema operativo (es. Windows) abbia i driver USB 3.0 correttamente installati.

Per ulteriori dettagli relativi alle prestazioni USB, è possibile consultare l'Appendice A.

I produttori di memorie Flash forniscono un valore relativo alla velocità delle schede Flash. Tuttavia, in mancanza di standard di settore, il confronto fra diversi prodotti Flash può rivelarsi difficoltoso per i consumatori. Per ulteriori dettagli, consultare la pagina web [kingston.com/Flash/x-speed](http://kingston.com/Flash/x-speed).

Kingston collabora a stretto contatto con i leader mondiali nella produzione di semiconduttori e controller, per offrire ai propri clienti dispositivi Flash capaci di garantire sempre il miglior rapporto qualità/prezzo possibile. Ai clienti appassionati di tecnologia e agli utenti che necessitano di prestazioni di massimo livello, Kingston offre la linea Elite Pro/Ultimate di schede CompactFlash e SD UHS, i drive Flash USB 3.0 SuperSpeed DataTraveler e i drive SSD HyperX.

## 7.0 Linee di prodotti Flash di Kingston

Kingston offre diversi tipi di dispositivi di storage Flash:

- Drive Flash USB (DataTraveler®)
- Schede Secure Digital (SD, SDHC, SDXC, microSD, microSDHC, microSDXC)
- Schede CompactFlash®
- eMMC
- SSD

### 7.1 Drive Flash USB

Introdotti nel 2002, i drive Flash USB integrano alla perfezione un ampio spazio di storage, una straordinaria velocità di trasferimento dati e una flessibilità estrema, il tutto nel palmo di una mano. Previsti come alternativa ai floppy disk o ai CD, i drive USB in realtà offrono uno spazio di memoria di gran lunga più ampio di un floppy disk standard o di un disco CD-ROM. Questi drive rappresentano una soluzione semplicissima per download rapidi o il trasferimento di file da o verso un computer o altro dispositivo simile.

I drive Flash USB incorporano una memoria Flash NAND ed un controller in un contenitore chiuso. Questi drive sono compatibili con la grande maggioranza dei computer e dei dispositivi che adottano l'interfaccia USB (Universal Serial Bus), e quindi con pressoché tutti i PC, tablet, TV e lettori MP3.

Kingston dispone di una gamma completa di drive DataTraveler ad alta velocità e di drive Flash USB ad altissima velocità. Alcuni modelli di drive della famiglia DataTraveler supportano anche le funzionalità di protezione mediante password e la crittografia hardware AES, per garantire una maggiore sicurezza. Per ulteriori dettagli, consultare la pagina web [kingston.com/Flash/dt\\_chart.asp](http://kingston.com/Flash/dt_chart.asp).

## 7.2 Schede CF (CompactFlash)

Le schede CF incorporano un controller ed hanno le dimensioni di una scatola di fiammiferi. All'interno di queste schede è presente un'interfaccia IDE (Integrated Device Electronics) simile a quella degli hard disk e delle schede per PC ATA. Kingston è membro della CompactFlash Association, che stabilisce le specifiche delle schede CF.

Oltre alle schede CompactFlash standard, l'offerta Kingston comprende anche la linea di schede ad elevate prestazioni Elite Pro e Ultimate.

Si tratta di schede che hanno dimostrato di essere fra le più veloci sul mercato. L'elevata velocità di trasferimento le rende ideali per l'impiego con i dispositivi più moderni, come ad esempio le fotocamere digitali ad altissima definizione, dal momento che possono garantire un più rapido salvataggio dell'immagine e un'immediata disponibilità per lo scatto successivo.

Le schede CompactFlash vengono fornite nel fattore di forma Type I:

INTERFACCIA	VOLTAGGIO	NUMERO PIN	DIMENSIONI (MM)
CompactFlash	3.3 e 5 Volt	50	36.4 x 42.8 x 3.3 (Type 1)

## 7.3 Schede Secure Digital (SD, SDHC, SDXC, microSD, microSDHC, microSDXC)

La tecnologia Secure Digital, introdotta nel lontano 2001, deriva dallo standard MMC - MultiMediaCard (consultare la Sezione 7.4).

Tuttavia questa tecnologia può vantare diversi importanti vantaggi rispetto allo standard MMC. Tra questi, va sicuramente ricordata la protezione con crittografia dei dati o della musica coperti da copyright. Gli standard delle schede Secure Digital sono definiti dalla SD Card Association, di cui Kingston è socio attivo.

Le schede SD sono leggermente più spesse rispetto alle originali schede MMC. Ciò significa che i dispositivi progettati per supportare le schede SD, sono in grado di accettare anche le schede MMC - a meno che il dispositivo host non sia strettamente limitato alle schede SD, per quanto riguarda le funzioni di gestione della protezione da copia delle schede SD. Ad ogni modo, i dispositivi progettati esclusivamente per le schede MMC non sono ovviamente in grado di supportare le più sottili schede SD.

Oltre alle schede SD standard, l'offerta Kingston include anche la linea Ultimate di schede SD ad elevate prestazioni, perfette per l'acquisizione di video ad alta definizione. Le schede SDHC (Secure Digital High Capacity) partono da 4GB, mentre le schede SDXC (Secure Digital Extended Capacity) partono da 64GB: entrambe le soluzioni offrono un maggior volume di memorizzazione dati e performance di registrazione ottimizzate per i formati di file FAT 32. Inoltre, le schede SDHC e SDXC di Kingston utilizzano "classi" di velocità, denominate Classe 4 e 10, oltre a velocità UHS di classe 1 e 3, che consentono di ottenere una velocità di trasferimento dati minima, capace di garantire prestazioni ottimali con i dispositivi SDHC e SDXC. Benché caratterizzate da dimensioni identiche alle comuni schede SD, le nuove schede SDHC e SDXC sono progettate in maniera differente e pertanto sono riconosciute soltanto dai dispositivi host SDHC e SDXC. Per verificare la compatibilità della scheda, assicurarsi che sulle schede e sui dispositivi host (come fotocamere, videocamere, ecc.) sia riportato il logo SDHC e SDXC.

Le schede microSD (SDC) rappresentano il fattore di forma compatto delle schede SD e vengono utilizzate negli smartphone e in altri dispositivi mobili simili. Le schede microSD sono grandi quanto una frazione delle comuni schede SD, ma se inserite all'interno dell'apposito adattatore, possono essere utilizzate anche negli alloggiamenti per

dispositivi SD standard (ad esempio, nei lettori di supporti Flash).

Le schede microSDHC offrono una quantità di storage superiore, che consente di memorizzare più video, immagini, giochi e qualunque altro contenuto digitale utilizzato nella moderna tecnologia mobile digitale. Inoltre, le schede microSDHC di Kingston utilizzano "classi" di velocità, denominate Classe 4 e 10, oltre a velocità UHS di classe 1 e 3, che consentono di ottenere una velocità di trasferimento dati minima, capace di garantire prestazioni ottimali con i dispositivi microSDHC. Le schede microSDHC consentono agli utenti di massimizzare lo storage dei rivoluzionari dispositivi mobili moderni.

INTERFACCIA	VOLTAGGIO	NUMERO PIN	DIMENSIONI (MM)
Secure Digital/SDHC/SDXC (non UHS e UHS-I)	2.7 – 3.3 Volt	9	32 x 24 x 2.1
Secure Digital/SDHC/SDXC (UHS-II)	2.7 – 3.3 Volt	17	32 x 24 x 2.1
microSD / microSDHC microSDXC	2.7 – 3.3 Volt	8	15 x 11 x 1

#### 7.4 Formato eMMC (Embedded MultiMediaCard)

Le schede eMMC di Kingston sono un tipo di drive flash integrato (EFD - Embedded Flash Drive), ottimizzato per gli apparecchi portatili e i dispositivi elettronici di tipo consumer. Si tratta di un dispositivo ibrido che combina un controller Flash ed una memoria Flash NAND con un'interfaccia standard di settore eMMC.

Le schede eMMC di Kingston offrono fino a 64 GB di memoria Flash NAND per applicazioni di storage. Il controller intelligente eMMC gestisce il protocollo di interfaccia, il recupero dei dati di storage, gli algoritmi ECC (Error Correction Code), la diagnostica di gestione dei malfunzionamenti, il consumo energetico, il controllo del clock e numerosi altri processi e funzioni. Il drive Flash eMMC trova il suo impiego ideale nelle applicazioni di tipo multimediale, quali musica, foto, video, TV, GPS, giochi, email, ecc. L'architettura eMMC si mostra al processore host esattamente come un comune hard disk, consentendo quindi di eseguire operazioni di lettura e scrittura al pari di come farebbe un disco fisso standard, basato su settori. In più, il controller eMMC di Kingston utilizza funzioni di mappatura virtuale, livellamento dell'usura dinamico e statico e gestione automatica dei blocchi, al fine di assicurare la massima affidabilità dei dati e il prolungamento della vita utile della memoria.

INTERFACCIA	NUMERO PIN	DIMENSIONI (MM)
eMMC	153 BGA	11.5 x 13 x 1.0
eMMC	153 BGA	11.5 x 13 x 1.2
eMMC	169 BGA	12 x 16 x 1.0
eMMC	169 BGA	12 x 16 x 1.2
eMMC	169 BGA	12 x 16 x 1.4

#### 7.5 Drive a stato solido (SSD - Solid-State Drive)

Un drive a stato solido (o anche SSD) è un dispositivo di storage per dati, che utilizza una memoria a stato solido per archiviare dati a cui verrà dato accesso in modo analogo a quello di un tradizionale HDD (Hard Disk Drive). Dal 2007, la maggior parte degli SSD utilizza memorie Flash non volatili di tipo NAND per acquisire e conservare dati, senza parti in movimento. In confronto agli HDD, i drive SSD temono meno gli urti, sono silenziosi, hanno tempi di accesso e di latenza inferiori e vantano prestazioni nettamente superiori. I drive SSD utilizzano la stessa interfaccia ed hanno lo stesso fattore di forma di un HDD tradizionale, il che li rende più facilmente integrabili all'interno delle piattaforme di computer già esistenti.

Kingston offre un'ampia gamma di drive a stato solido studiata per soddisfare a pieno le esigenze di professionisti, consumatori, integratori di sistema e appassionati di informatica. I drive SSD di livello aziendale prodotti da Kingston sono tra i più veloci del settore e sono coperti da una garanzia più estesa. I drive SSD prodotti da Kingston per i segmenti consumer ed OEM offrono un buon compromesso tra prezzo e prestazioni, mentre gli appassionati di informatica possono godersi le prestazioni e lo stile fuori dal comune dei drive SSD HyperX di Kingston.

I chip di memoria Flash utilizzati nei drive SSD: I drive SSD utilizzano fondamentalmente due tipi di memorie Flash: MLC (Multi-Level Cell) e SLC (Single-Level Cell), due tecnologie dotate ciascuna di caratteristiche di durata e prestazioni proprie. L'elevato costo delle memorie Flash SLC ha fatto sì che le memorie MLC si vadano sempre più affermando come il tipo di memoria Flash più frequentemente integrato nei PC notebook e desktop di tipo client. I drive SSD progettati per sistemi server invece utilizzeranno un nuovo processo di memoria Flash denominato memoria eMLC (Enterprise MLC), capace di garantire una durata più estesa ed una maggiore compatibilità con i carichi di lavoro tipici delle soluzioni server di elevato profilo.

Durata dei drive SSD: con questo termine ci si riferisce all'aspettativa di vita operativa di un drive SSD sottoposto ad un dato carico di lavoro in scrittura. Per classificare questo dato si utilizza generalmente il valore TBW (Total Byte Written), ovvero il numero totale di byte scritti nel drive. In altre parole, si tratta del numero complessivo di dati che ci si aspetta di poter scrivere nel drive durante tutto il corso della sua vita operativa. La durata di una memoria Flash viene ridotta principalmente a causa della riduzione della piastrina nel chip NAND, oltre che da un fenomeno denominato WAF, acronimo di "Write Amplification Factor", ovvero fattore di amplificazione in scrittura. Il WAF è dato dalla differenza tra i dati che il dispositivo host comanda di scrivere e i dati effettivamente scritti nella memoria NAND durante l'operazione di scrittura. I dispositivi di memoria Flash come i drive SSD scrivono in blocchi. L'operazione di scrittura dei dati in un blocco che già contiene altri dati presuppone che i dati presenti nel blocco vengano prima spostati e combinati con i dati da scrivere: solo dopo è possibile scriverli all'interno della memoria Flash. Ad esempio, se il dispositivo host invia 2 GB di dati da scrivere nella memoria SSD, la quantità di dati effettivamente scritta nella memoria Flash potrebbe anche essere di 4 GB. In un caso come questo, il WAF sarebbe pari a 2. In funzione del controller SSD e del tipo di dati che vengono scritti (casuali o sequenziali), il WAF può variare da valori contenuti come 0,5 fino a valori elevati come 20 o 30.

Controller di storage SSD: i drive SSD utilizzano sofisticati controller Flash per le comunicazioni tra il controller dell'host Serial ATA e i chip Flash presenti nel drive SSD. Questo speciale chip ha il compito di gestire tutte le operazioni di lettura e scrittura nella memoria Flash del drive SSD. Il controller SSD ha inoltre il compito di gestire altre importanti funzionalità, quali il livellamento dell'usura e la garbage collection, che consentono di prolungare la vita operativa del drive e preservare livelli di prestazioni uniformi lungo tutto l'arco di vita del drive.

Interfaccia host SATA (Serial ATA): tutti i drive SSD prodotti da Kingston supportano la connessione con l'interfaccia host SATA, il che consente ai drive SSD di Kingston di poter essere installati nella maggior parte dei computer notebook, desktop e server prodotti negli ultimi anni, non solo quindi i più recenti. I drive SSD di Kingston sono compatibili con i controller host che adottano l'interfaccia SATA, sia nella versione SATA 2 da 3Gbps, che nella versione SATA 3 da 6 Gbps. La maggior parte dei controller host SATA supportano la retro-compatibilità, tuttavia se un controller SATA è limitato ad una specifica velocità di lettura/scrittura, l'utilizzo di un drive SSD non potrà determinare un aumento nella velocità di trasferimento dati. Ad esempio, se si collega un drive SSD di tipo SATA 3 ad un controller host di tipo SATA 2, il trasferimento dati non potrà superare la velocità imposta dalla versione del controller host.

INTERFACCIA	Velocità	VOLTAGGIO	NUMERO PIN	DIMENSIONI (MM)
SATA Rev. 2	3 Gbps	5 Volt	22 Pin SATA	69.85 x 100 x 9.5
SATA Rev. 3	6 Gbps	5 Volt	22 Pin SATA	69.85 x 100 x 9.5

## 7.6 Drive SSD mSATA (MO-300), Half-Slim (MO-297) e M.2

Kingston propone agli integratori di sistema e agli OEM drive SSD dal fattore di forma particolarmente compatti, quali i drive mSATA e i drive Half-Slim SATA, ideali per applicazioni di tipo commerciale.

**MO-300** – I drive “mSATA” o Mini-SATA furono introdotti dalla “Serial ATA International Organization” nel lontano settembre 2009. Questi drive vengono tipicamente impiegati nei notebook, negli ultrabook e in altri dispositivi che richiedono un drive a stato solido di dimensioni ridotte. Il connettore ha l’aspetto di un’interfaccia per mini scheda PCI Express con cui è elettricamente compatibile, tuttavia il segnale dati deve essere diretto al controller host SATA, invece che al controller host PCI-express. Va detto che non tutte le connessioni mini PCIe supportano l’interfaccia SATA, per cui è necessario rivolgersi al proprio fornitore di sistemi per richiedere maggiori informazioni.

**MO-297** – il drive a stato solido “Slim SATA” si caratterizza per il suo particolare fattore di forma: questo drive è capace di offrire prestazioni elevate in un fattore di forma standard senza case – che si riduce a meno della metà di un drive SSD da 2,5”. I drive Slim SATA utilizzano un comune drive SATA e una connessione di alimentazione identica a quella dei drive SSD da 2,5” - il che li rende compatibili con una vasta gamma di sistemi host. Questi drive adottano il fattore di forma standard di settore JEDEC (MO-297) e offrono 4 posizioni di installazione per assicurare il drive al sistema.

**M.2** – I nuovi drive M.2 rappresentano la nuova generazione del formato di storage, appositamente progettata per le soluzioni ultra compatte su base SATA. Questi drive sono sviluppati da PCI-SIG e sono stati progettati a partire dai drive MO-300 - di cui costituiscono un’evoluzione - utilizzando il fattore di forma ed il connettore delle mini schede PCI Express, il che permette di creare moduli più lunghi e di ospitare componenti su entrambi i lati. I moduli M.2 sono di forma rettangolare, con lunghezze e spessori diverse; tuttavia, i moduli M.2 disponibili in commercio hanno una larghezza di 22 mm ed una lunghezza che può variare tra 30, 42, 60, 80 e 110 mm. Va detto che non tutte le connessioni mini PCIe supportano l’interfaccia SATA, per cui è necessario rivolgersi al proprio fornitore di sistemi per richiedere maggiori informazioni.

FATTORE DI FORMA	INTERFACCIA	VOLTAGGIO	NUMERO PIN	DIMENSIONI (MM)
MO-300	SATA	3.3 Volt	Mini scheda PCIe 52 Pin	50.8 x 30
MO-297	SATA	5 Volt	22 Pin SATA	54 x 39
M.2	PCI Express	3.3 Volt	M.2 PCIe 75 Pin	22 x 30, 42, 60, 80, 110

Kingston collabora a stretto contatto con i leader mondiali nella produzione di semiconduttori e controller, per offrire ai propri clienti drive SSD capaci di garantire sempre il miglior rapporto qualità/prezzo possibile.

## 8.0 Lettori di supporti Flash Kingston

I lettori di supporti Flash consentono di utilizzare i dispositivi di storage Flash come archivi portatili per computer, oltre che come strumenti per il trasferimento di immagini, brani audio o altri dati simili, senza la necessità di avere con se il dispositivo host originale (es. la fotocamera o il lettore MP3) e senza che il trasferimento influisca sulle batterie del dispositivo host.

I lettori di supporti Flash permettono di trasferire dati ad una velocità maggiore di quanto un dispositivo host sia capace di supportare; ad esempio un lettore USB si dimostra molto più veloce di un dispositivo host (es. una fotocamera) che utilizza un’interfaccia seriale. E se il dispositivo non dovesse supportare i trasferimenti ad alta velocità, la maggiore velocità di lettura del lettore ridurrà in ogni caso i tempi di trasferimento dei dati.

Kingston offre lettori di supporti Flash per collegare comodamente i dispositivi di storage Flash ai computer o ai notebook.

Kingston consiglia la flessibilità e la comodità di Media Reader, un lettore singolo che supporta diversi formati di schede Flash e può essere collegato a qualsiasi computer dotato di una porta USB 2.0 Hi-Speed o USB 3.0. Kingston

offre inoltre la versione USB 3.0 del Media Reader, che consente di trasferire dati ad una velocità 10 volte superiore rispetto alla versione USB 2.0. Infine, nell'offerta Kingston sono compresi anche i comodissimi lettori portatili – MobileLite G4 e i lettori di schede microSD/SDHC - per il trasferimento di dati ad alte prestazioni verso sistemi che supportano lo standard USB 2.0 Hi-Speed e USB 3.0 SuperSpeed.

## 9.0 Informazioni sulla compatibilità elettromagnetica per l'utente

### 9.1 CERTIFICAZIONE FCC (FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION):

Questo dispositivo è conforme alla Sezione 15 delle norme FCC. Il funzionamento è soggetto alle due condizioni che seguono: (1) il dispositivo non può provocare interferenze dannose e (2) il dispositivo deve accettare qualsiasi interferenza ricevuta, incluse interferenze che potrebbero causare malfunzionamenti.

Questa apparecchiatura è stata collaudata e trovata conforme ai limiti previsti per i dispositivi digitali di classe B, come descritto nella sezione 15 della normativa FCC. Tali limiti vengono stabiliti per offrire una protezione ragionevole contro interferenze dannose in installazioni residenziali. La presente apparecchiatura genera, usa e può emettere energia a frequenza radio e, se non installata e utilizzata secondo le istruzioni, può essere causa di interferenze dannose nelle comunicazioni radio. Tuttavia, non è possibile garantire che l'interferenza non possa verificarsi in determinate installazioni. Se questa apparecchiatura causa interferenze dannose nella ricezione televisiva o radio, il che può essere facilmente verificato accendendo e spegnendo l'apparecchiatura stessa, è consigliabile tentare di eliminare l'interferenza adottando una o più delle seguenti misure:

- Orientare nuovamente o riposizionare l'antenna ricevente;
- Aumentare la distanza tra l'apparecchiatura e il ricevitore;
- Collegare l'apparecchiatura a una presa facente parte di un circuito diverso da quello a cui è collegato il ricevitore;
- Consultare il rivenditore o un tecnico radio/TV esperto per assistenza.

\*\*\* L'utente è a conoscenza del fatto che eventuali alterazioni o modifiche non espressamente approvate dal soggetto responsabile per la conformità potrebbero comportare la perdita della facoltà di utilizzo dell'apparecchiatura.

### 9.2 CERTIFICAZIONE IC (INDUSTRY CANADA):

Questo apparecchio digitale di Classe [B] è conforme al Canadian ICES-003. Cet appareil numérique de la classe [B] est conforme à la norme NUM-003 du Canada.

## 10.0 Ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni sui prodotti Kingston, è possibile visitare la pagina web : [kingston.com/Flash](http://kingston.com/Flash).

### Appendice: Prestazioni USB

Lo standard USB (Universal Serial Bus) si sta sempre più affermando come l'interfaccia preferita per la connessione dei lettori di schede Flash ai computer.

La specifica più recente è l'USB 3.0. La specifica precedente era USB 2.0. La specifica USB 3.0 include le velocità della specifica USB 2.0, per assicurare la retro-compatibilità. A sua volta, la specifica USB 2.0 è retro-compatibile verso la specifica USB 1.1; tuttavia, un dispositivo USB 3.0 non potrà funzionare se inserito in una porta USB 1.1.

Per comprendere gli elementi in grado di avere effetto sulle prestazioni di un dispositivo di storage Flash, è necessario considerare i diversi fattori che vengono riportati nella tabella seguente.

<p><b>Tecnologia dei chip di memoria Flash</b></p> <p>Confronto tra SLC (Single-Level Cell) e MLC (Multi-Level Cell) / TLC (Triple-Level Cell)</p>	<p>In generale, i dispositivi di storage Flash prodotti con tecnologia FLASH NAND MLC (Multi-Level Cell) sono in grado di offrire prestazioni più elevate rispetto alla tecnologia Flash NAND standard TLC (Triple-Level Cell), alle schede Flash NAND o alle unità DataTraveler.</p> <p>Le schede Flash standard, come i drive USB DataTraveler, offrono il miglior rapporto prestazioni/prezzo in relazione alle esigenze della maggior parte degli utenti di fotocamere digitali, tablet, smartphone ed altri dispositivi elettronici.</p> <p>Le schede UHS, come i drive Flash DataTraveler USB 3.0 SuperSpeed, si caratterizzano per i tempi di lettura e scrittura minori, il che li rende ideali per utenti avanzati, professionisti della fotografia e appassionati di informatica.</p> <p>Ovviamente, per poter beneficiare a pieno delle velocissime prestazioni offerte dalle schede o dai drive Flash, è necessario disporre di dispositivi ad alta velocità compatibili e di computer configurati correttamente. Alcune fotocamere digitali richiedono schede Flash ad elevate prestazioni per poter funzionare correttamente.</p>
<p><b>Dispositivi host di tipo consumer</b></p> <p>Fotocamere digitali, smartphone, PDA, tablet, PC e dispositivi analoghi</p>	<p>I controller integrati nei dispositivi di tipo consumer che si interfacciano con le schede Flash o i drive Flash USB presentano spesso limiti all'ampiezza di banda. Per ottenere le relative specifiche, è opportuno consultare il manuale utente o rivolgersi direttamente al produttore del dispositivo.</p> <p>A parità di altri fattori, il livello di prestazioni raggiungibile dipenderà dal livello minimo di trasferimento dati supportato dal controller host, dalla scheda Flash dal drive Flash USB.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connessione delle schede Flash ai computer attraverso i lettori Media Reader, MobileLite e microSD di Kingston</li> <li>• Connessione diretta dei drive Flash USB ad uno slot USB del computer</li> </ul>	<p>La specifica USB 2.0 include anche la precedente specifica USB 1.1, per assicurarne la retro-compatibilità. La specifica USB più recente è l'USB 3.0, che include le velocità della specifica USB 2.0 così da assicurarne la retro-compatibilità, tuttavia i dispositivi USB 3.0 non potranno funzionare se inseriti in una porta USB 1.1.</p> <p>I drive Flash USB e i dispositivi in grado di leggere/scrivere su supporti digitali devono presentare i seguenti loghi, dai quali è possibile desumere i relativi livelli di prestazioni:</p> <p> Logo USB: velocità massima di trasferimento dati di 12 megabit al secondo (12Mb/s o 1,5MB/s). Questo standard viene anche definito Original USB o USB 1.1 ed è compatibile con lo standard USB 2.0 Full-Speed, ma la velocità resta di 12Mb/s (o 1,5MB/s).</p> <p> Logo USB HI-Speed: velocità massima di trasferimento dati di 480 megabit al secondo (480Mb/s o 60MB/s). Questo standard viene anche definito USB 2.0 Hi-Speed; è 40 volte più veloce dello standard USB, con cui è (retro) compatibile attraverso la modalità USB 2.0 Full-Speed che ha una velocità massima di trasferimento dati di 12Mb/s (o 1,5MB/s)</p> <p> Logo USB SuperSpeed USB: velocità massima di trasferimento dati di 5 Gigabit al secondo (5Gbps/s o 625MB/s). Questo standard è 10 volte più veloce dello standard USB 2.0, con cui è (retro)compatibile alla velocità di 480Mb/s.</p> <p>Si noti che i dispositivi USB 3.0 non funzionano se collegati ad una porta USB 1.1.</p>

Nota: Parte della capacità totale riportata viene in realtà utilizzata per le funzioni di formattazione e per altre funzioni, e pertanto tale spazio non è disponibile per la memorizzazione dei dati.