

# Comparativa entre discos HDD y SSD

Ingeniería de Servidores

Universidad de Granada

## 1. Introducción

Nuestro proyecto se basa en la comparativa de rendimiento respecto a discos HDD y discos SSD a nivel de uso en servidores. Para nuestra comparativa hemos utilizado Benchmarks que analizan la parte de I/Os (Operaciones de entrada/salida) y la de latencia en un tipo concreto de servidor, además de información general sobre cada tipo de disco y de cómo se componen internamente, sus tipos de conexiones y arquitecturas. A partir de estos análisis en ambos tipos de discos, hemos sacado conclusiones propias sobre tiempos de latencia y tasa de I/Os para escritura, precios, capacidades, partes internas de los discos, velocidad de transferencia y potencia consumida.

### 2.1 Discos HDD (SATA)

Conexión Serial ATA, consiste en una comunicación en serie. Se utiliza una ruta de datos para transmitir los datos y otra ruta para transmitir las confirmaciones de recepción. Los datos transmitidos en dichas rutas se realizan en modo LVDS (Señal diferencial de alto voltaje) que consiste en transferir una señal a un hilo referente a los datos y a otro hilo lo referente a las confirmaciones de recepción. En la misma ruta por la que se transmiten los datos, también se transmiten los datos de control con una secuencia específica que la distingue de los demás datos. [11]

Conectores Serial ATA, es un cable redondeado que contiene 7 hilos con un conector de 8 mm en su extremo, los 7 hilos están compuestos por 3 para conexión a tierra y 4 para transmisión de datos.

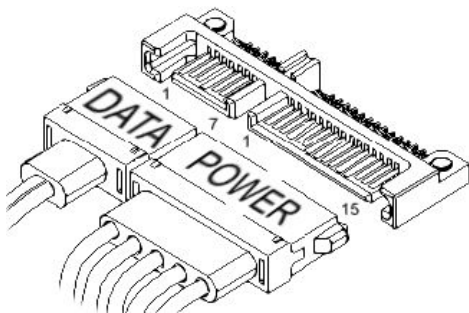


Figura 1. Conexión Serial ATA.

El conector de la fuente de alimentación se compone de 15 clavijas que alimentan al periférico con una potencia de 3,3 V, 5 V o 12 V. [1]

Existen tres versiones:

	SATA I	SATA II	SATA III
Frecuencia	1500 MHz	3000 MHz	6000 MHz
Velocidad real	<b>150 MB/s</b>	<b>300 MB/s</b>	<b>600 MB/s</b>

Figura 2. Tipos de conectores SATA y sus frecuencias.

## 2.2 Discos HDD - Datos Técnicos[3]

Vamos a analizar un benchmark realizado a los siguientes discos SATA:

- 4TB Seagate Barracuda XT
- 4TB Hitachi Deskstar 7K4000
- 4TB WD Caviar Black
- Seagate Desktop 4TB
- WD Black 4TB Desktop

Con las siguientes características comunes:

- Interfaz: SATA III
- Tamaño del buffer: 64MB
- Capacidad: 4TB
- Velocidad rotacional: 7200rpm

Las pruebas han sido realizadas en un servidor, Lenovo ThinkServer RD240, con las siguientes características:

- 2 x Intel Xeon X5650 (2.66GHz, 12MB Cache)
- Windows Server 2008 Standard Edition R2 SP1 64-Bit and CentOS 6.2 64-Bit
- Intel 5500+ ICH10R Chipset
- Memory - 8GB (2 x 4GB) 1333Mhz DDR3 Registered RDIMMs
- LSI 9211 SAS/SATA 6.0Gb/s HBA

Para la realización de estos benchmarks se ha trabajado con un sistema configurado para ejecutar 16 hebras y en cada una una cola de 16 procesos.

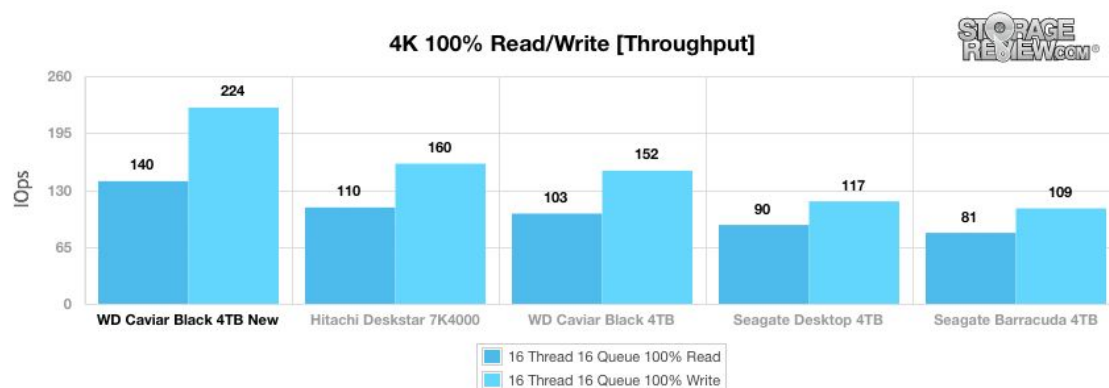
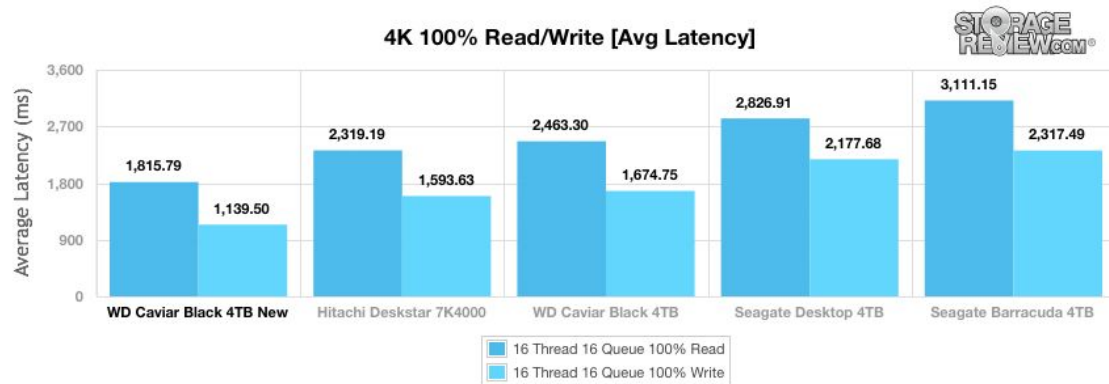


Figura 3. Benchmark sobre IOPS en varios discos HDDs.

En esta gráfica podemos ver cuantas IOPS(Operaciones de entrada/salida por segundo)[4] realiza cada disco disco duro cuando se leen y escriben 4K de bloques de datos en disco. Este dato es sumamente importante en un servidor, ya que cuanto más alto sea este valor más

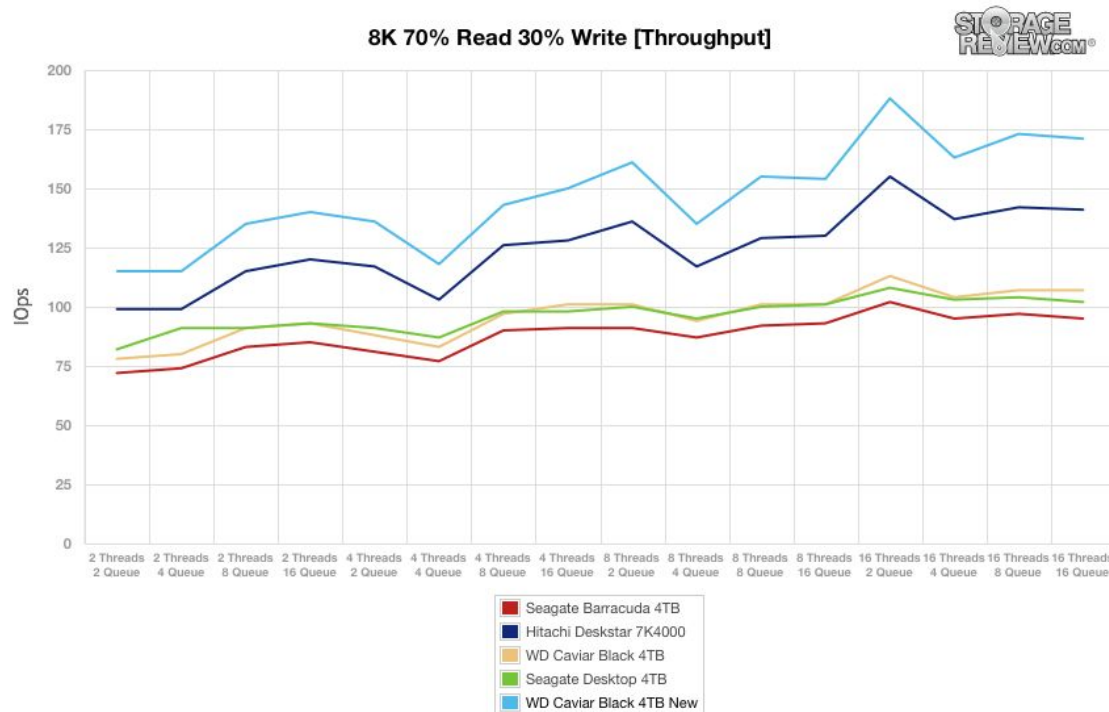
velocidad nos prestará, sobre todo si se trabaja con muchos archivos de pequeño y mediano tamaño y bases de datos.



**Figura 4. Benchmark sobre latencia en varios discos HDD.**

La latencia es el tiempo que se tarda en llegar al sector del disco duro en el cual deseamos leer o escribir, como vemos en la gráfica anterior el primer disco, tiene una latencia media más baja que los demás, sobre todo para la escritura, este dato es sumamente importante a tener en cuenta si quisiéramos trabajar en un servidor que esté realizando constantes copias de seguridad.

Vamos ahora a analizar el rendimiento de estos discos con una transferencia de 8K bloques de datos y una carga de 70% lectura y 30% escritura, que suele ser el reparto de trabajo más común sobre un disco duro.



**Figura 5. Benchmark sobre IOPS en función del número de procesos y hebras.**

En esta gráfica podemos ver las IOPS que realiza cada disco, con diferentes configuraciones de hebras y procesos, siendo 16 hebras y 2 procesos de cola, la configuración con la que más IOPS se realizan, no se produce tanto efecto embudo como en la mayoría de ejecuciones y el disco duro trabaja en su mejor estado de rendimiento.

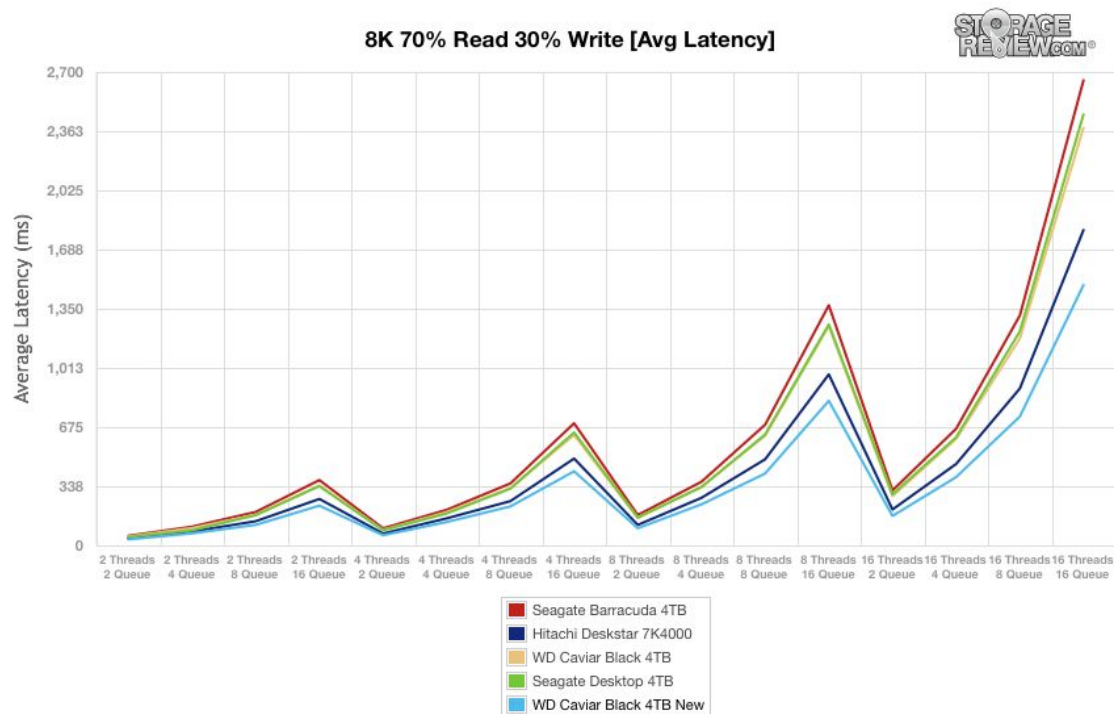


Figura 6. Benchmark sobre latencia en función del número de procesos y hebras.

Si hablamos del tema de latencia, es muy importante que nuestro sistema no cree situaciones embudo, por ejemplo 8 hebras y 16 procesos en la cola de cada hebra, es mejor para el acceso a disco tener 16 hebras y 8 procesos en cola.

### 3.1 Discos SSD

Las siglas SSD provienen de ("Solid State Drive"), este tipo de discos carecen de ejes internos giratorios, cabezas y platos, por lo que no tienen nada que ver con los discos duros.

Los discos de estado sólido son dispositivos basados en chips de memoria Flash (similares a las memorias USBs), también existe otra tecnología alternativa pero menos conocida que utiliza memoria DRAM alimentada por baterías. Internamente se compone en su totalidad de piezas electrónicas, por lo que no posee partes mecánicas en movimiento, esto nos da la ventaja de reducir el tiempo de búsqueda y latencia.

Referente a la arquitectura podemos distinguir SSDs de dos tipos:

-Basados en NAND Flash, este tipo de SSD son más lentos que las DRAM, pero en cambio poseen la ventaja de que no necesitan de una batería o fuente de alimentación para no perder los datos. Este tipo de arquitectura viene en múltiples versiones desde 3.5", 2.5", 1.8" o como tarjeta de expansión. [9]

Partes de las que se componen un SSD basado en NAND Flash:

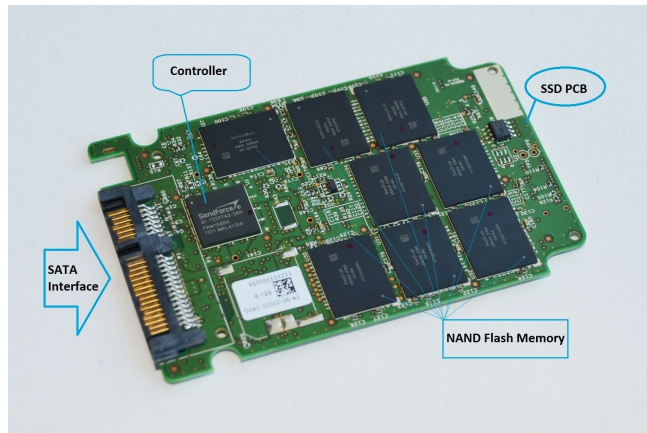
-Interfaz SATA

Conector SATA de 15 terminales: provee de alimentación del SSD.

Conector SATA de 7 terminales: permite la transmisión de datos entre el dispositivo y la tarjeta principal ("Motherboard").

-Controladora, consiste en un procesador electrónico que se encarga de la administración y gestión de las celdas o módulos NAND con los conectores I/O.

-Módulos de memoria NAND Flash.



**Figura 7. Disco SSD internamente.**

Este tipo de arquitectura posee tres tipos de tecnologías en función de la composición de sus celdas.

- *Celda de nivel individual (SLC)*, este proceso tiene la ventaja de que los chips son considerablemente más rápidos que los de la tecnología opuesta (MLC) lo que a transferencias se refieren, mayor longevidad, menor consumo, un menor tiempo de acceso a los datos. En cambio (MLC) puede almacenar dos bit y (SLC) solamente uno.

Esta tecnología se caracteriza por su elevado coste y su capacidad de almacenamiento mucho más reducida que otras tecnologías, pero se distingue por su velocidad de escritura, lo que le hace un componente ideal para la realización de copias de seguridad de la forma más rápida y fiable.

- *Celda de nivel múltiple (MLC)*, las ventajas referente a SLC es la capacidad como anteriormente hemos comentado, en este tipo de celdas se almacenan dos bit en cada una de ellas, cada bit tiene dos estados pues se consigue cuatro estados, por tanto esto hace reducir las operaciones de lectura y escritura a disco, también posee un menor coste de fabricación.

Esta tecnología, es más barata y presenta una velocidad de escritura menor que la tecnología SLC, sin embargo nos permite multiplicar por 4 las capacidades de almacenamiento con respecto a SLC y dispone de una velocidad de lectura mucho mayor. Esta tecnología sería la ideal para el almacenamiento de datos de lectura en un servidor.

- *Triple bit por celda (TLC)*, como en el caso anterior hablábamos de que se poseían dos bit por celda, en este caso tenemos tres, por tanto nueve estados. Este tipo de celdas cuentan con velocidades de transferencia menores, mayores tasas de error y menor resistencia. Las ventajas son que físicamente son más pequeñas por tanto requiere menos energía para funcionar y son más baratas de producir.  
Esta tecnología se utiliza sobre todo en memorias de gama baja, donde la velocidad y la fiabilidad no son importantes.

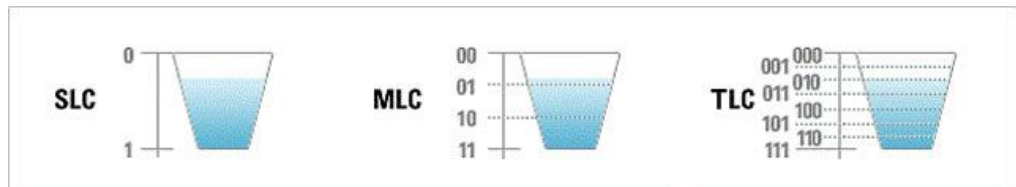


Figura 8. Tipos de tecnologías en función de la composición de sus celdas.

-Basados en DRAM, los SSD basados en este tipo de almacenamiento disponen de una velocidad de acceso a los datos en torno a 10  $\mu$ s. Suelen ser utilizados para acelerar aplicaciones específicas, incorporan una batería o un adaptador de corriente continua, y por tanto es protegido mediante un sistema de copia de seguridad ante desconexiones abruptas que al restablecerse la alimentación, la información vuelve a volcarse a la memoria no volátil.

Este tipo de sistema es mucho más caro que el sistema basado en NAND.

Las unidades de disco SSD utilizan una interfaz de conexión SATA entre la placa base del ordenador y dicho disco, que ofrece una excelente estabilidad a la hora de transferir información, a unos 300 MB/s. [6] [10] [14]

### 3.2 Discos SSD - Datos Técnicos[2]

Vamos a analizar un benchmark realizado a los siguientes discos SSD:

- Samsung SSD 850 PRO (1TB, Samsung 32 layer 3D V-NAND)
- Samsung SSD 840 EVO (1TB, 19nm Samsung TLC NAND)
- Corsair Neutron XT (960GB, Toshiba A19 MLC NAND)
- Micron M600 (1TB, 16nm NAND)
- SanDisk Extreme Pro (960GB, SanDisk 1Ynm, eX2 ABL MLC Flash)

Con las siguientes características comunes:

- Interfaz: SATA III
- DRAM caché: 1GB
- Capacidad: 1TB

Las pruebas han sido realizadas en un servidor, HP Z620, [12] con las siguientes características:

- 2 x Intel Xeon E5-2637 v2 4C 3.5GHz
- Windows 8.1 Pro 64
- 8 x 8GB 1866MHz RDIMM

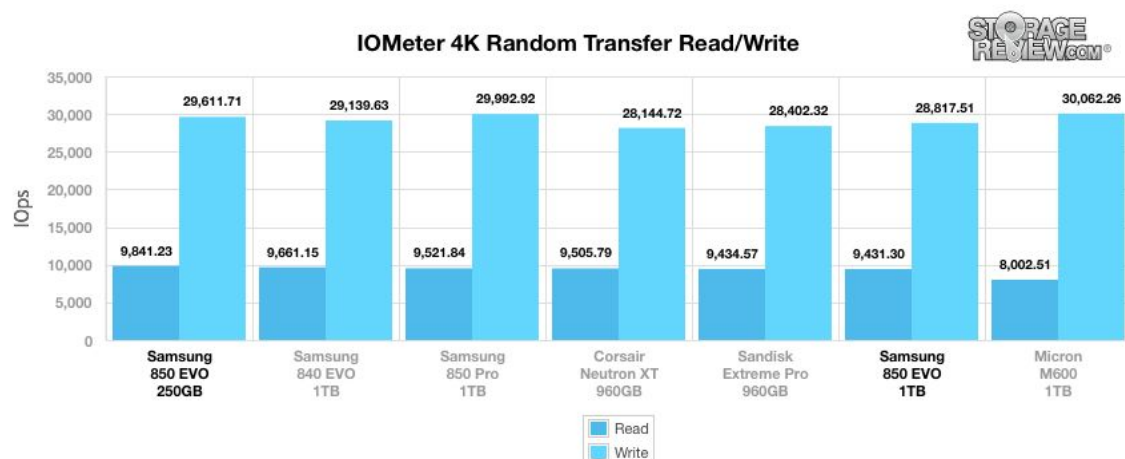


Figura 9. Benchmark sobre IOps en varios discos SSD con posiciones de memoria aleatorias.

En el apartado de IOPS podemos destacar que los discos ssd presentan un valor aproximado a 30.000 IOPS, para la escritura en disco en modo aleatorio [5], que significa que se acceden a posiciones de memoria aleatorias del disco, lo cual es más lento que acceder a direcciones de memoria consecutivas.

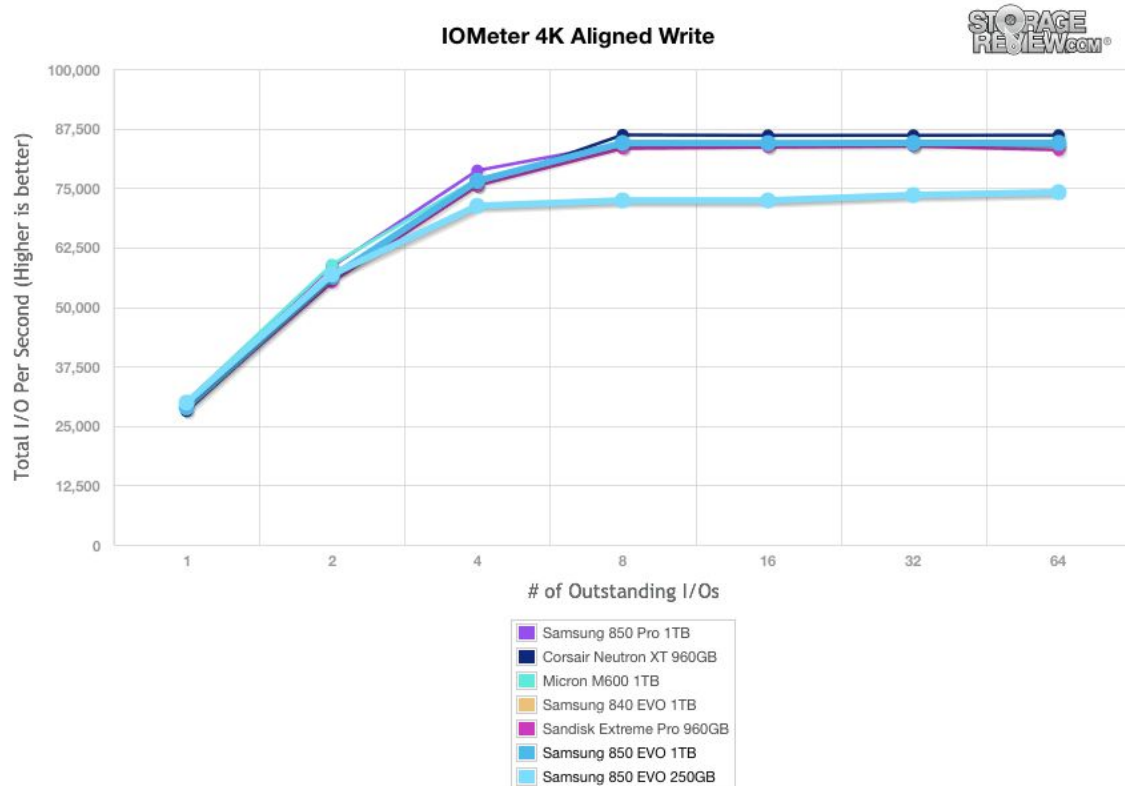


Figura 10. Benchmark sobre IOPS en varios discos SSD con posiciones de memoria consecutivas.

Para direcciones de memoria consecutivas se llega a un máximo de 87.500 de IOPS, con esto deducimos que la velocidad de transferencia de archivos de gran tamaño es 3 veces mayor que la velocidad de transferencia de múltiples archivos de pequeño o mediano tamaño.

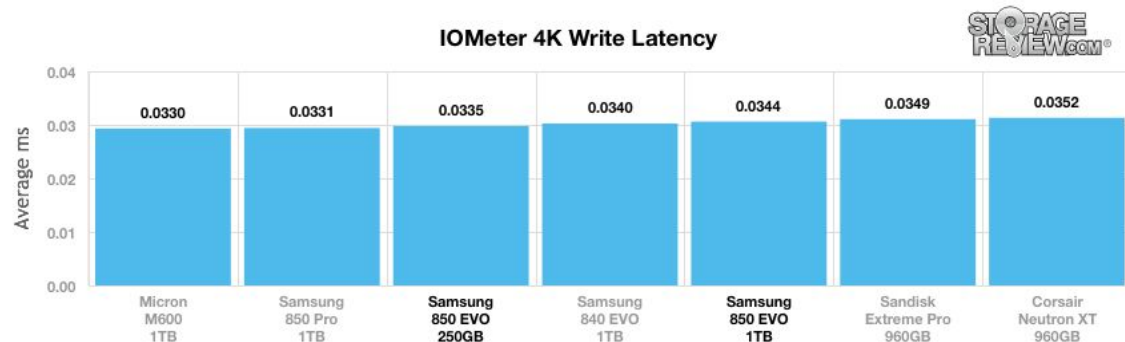


Figura 11. Benchmark sobre latencia en varios discos SSD.

Al estar basados en tecnología NAND-Flash la velocidad de latencia, es tan pequeña que apenas es apreciable si no trabajamos con servidores de alto rendimiento a plena carga, ya que como podemos ver la diferencia de tiempos es mínima. Si podemos notar que los dos discos más lentos son los que usan la tecnología MLC, que como comentamos antes es la que dispone de un tiempo de escritura más lento.

## 4. Comparativa SSD vs SATA

Vamos a realizar una comparativa entre discos SSD y SATA para evaluar distintos casos de uso, usaremos los mejores datos obtenidos en los benchmarks anteriores para comparar el mejor disco SATA con el mejor disco SSD. [7] [8] [13]

### **Tiempos de latencia para escritura:**

SATA - 1139.5ms / SSD - 0.033ms

La diferencia de más de un 1 segundo de acceso a la dirección de memoria cada vez que se quiera leer un dato, hace que los discos SSD sean la opción a elegir si deseamos velocidad.

### **Tasa de IOPS para escritura:**

SATA - 224 / SSD - 29611.71

La diferencia de este dato es abismal, es 180 veces mayor, otro punto más para los discos SSD en el apartado de velocidad.

Vamos a analizar otros puntos no menos, importantes a la hora de elegir un disco duro para nuestro servidor.

**Precio:** actualmente los discos SSD son más costosos de fabricar y son la última tecnología en el mercado por eso siempre serán más caros que los discos SATA, los precios pueden rondar los 10 céntimos por GB en discos SSD y 5 céntimos por GB en discos SATA. Algo a tener muy en cuenta si vamos a construir un servidor con grandes cantidades de datos.

**Capacidad:** SATA actualmente multiplica por 4 la capacidad de los discos SSD, que también valoraremos junto con el precio para un gran servidor de datos.

**Partes móviles:** este tema no es para nada trivial, ignoraremos la parte del ruido que producen las partes móviles, ya que los servidores suelen estar en habitaciones aparte e incluso insonorizadas. Lo más importante de este apartado es que las partes móviles producen calor, si hablamos de un disco duro, es inapreciable, pero si tenemos 200 discos en una habitación la temperatura será bastante elevada y tendremos que gastar dinero en refrigeración constante.

**Velocidad de transferencia:** en un disco SSD es normalmente de 200MB/s, mientras que en un disco SATA puede llegar a máximos de 120MB/s. Esto es muy útil para hacer cambios de discos RAID en caliente, ya que la copia de contenido al nuevo disco se hará en la mitad de tiempo.

**Potencia consumida:** un disco SSD puede llegar a consumir 3W y un SATA 7W. Volvamos al caso de que tenemos un data center de 200 discos. Si todos fueran SSD el gasto sería de 0,6kW/h. Sin embargo si esos discos fueran SATA el gasto es de 1,4kW/h. Suponiendo que el precio del kW/h es de 0,18€, tener 200 discos SSD conectados todo el año supondría un gasto de 946,08€ y si fueran SATA el gasto sería de 2207,52€. El ahorro conseguido en energía es considerable.

## 5. Conclusiones



Después de todo lo visto y analizado anteriormente, para un ordenador personal o un servidor pequeño o de poca carga de trabajo, usar discos SATA por el momento puede ser la mejor opción, ya que ahorraríamos dinero, y la diferencia de rendimiento no sería muy apreciable por el usuario.

Sin embargo, si deseamos un servidor con una cantidad considerable de espacio y ofrecer un rendimiento más que aceptable, la mejor opción sería usar discos SSD, a priori la inversión sería más alta ya que necesitaríamos más cantidad de dispositivos, pero el ahorro energético tanto de alimentación de los dispositivos como de refrigeración de la zona donde estén ubicados puede llegar a ser muy importante. Y ofreceríamos una calidad de servicio mayor que usando discos SATA.

## **Referencias**

- [1] [https://es.wikipedia.org/wiki/Serial\\_ATA](https://es.wikipedia.org/wiki/Serial_ATA)
- [2] [http://www.storagereview.com/samsung\\_ssd\\_850\\_evo\\_ssd\\_review](http://www.storagereview.com/samsung_ssd_850_evo_ssd_review)
- [3] [http://www.storagereview.com/wd\\_black\\_4tb\\_desktop\\_hard\\_drive\\_review\\_wd4003fzex](http://www.storagereview.com/wd_black_4tb_desktop_hard_drive_review_wd4003fzex)
- [4] <https://es.wikipedia.org/wiki/IOPS>
- [5] <http://www.userbenchmark.com/Faq/What-is-4K-random-write-speed/29>
- [6] [http://www.informaticamoderna.com/Unidades\\_SSD.htm#par](http://www.informaticamoderna.com/Unidades_SSD.htm#par)
- [7] <http://mundo.pccomponentes.com/comparativa-discos-ssd/>
- [8] <http://computernewage.com/2014/09/14/todo-sobre-los-discos-ssd-conoce-sus-ventajas-y-desventajas/>
- [9] [http://www.informaticamoderna.com/Unidades\\_SSD.htm](http://www.informaticamoderna.com/Unidades_SSD.htm)
- [10] [http://www.pcactual.com/articulo/laboratorio/especiales/7423/discos\\_ssd\\_informacion\\_los\\_discos\\_mas\\_solidos.html](http://www.pcactual.com/articulo/laboratorio/especiales/7423/discos_ssd_informacion_los_discos_mas_solidos.html)
- [11] [https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad\\_de\\_disco\\_duro](https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_de_disco_duro)
- [12] [http://www.storagereview.com/hp\\_z620\\_workstation\\_review](http://www.storagereview.com/hp_z620_workstation_review)
- [13] [http://www.storagereview.com/ssd\\_vs\\_hdd](http://www.storagereview.com/ssd_vs_hdd)
- [14] [https://en.wikipedia.org/wiki/Flash\\_memory\\_controller](https://en.wikipedia.org/wiki/Flash_memory_controller)