



# Dispositivos de almacenamiento

HDD, SSD y nuevas tecnologías

Gerstner Juan Ignacio, Pascal Axel  
09/12/2017





## Índice

---

<b>Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>Discos rígidos mecánicos (HDD) .....</b>	<b>4</b>
<b>Unidad de estado sólido (SSD).....</b>	<b>7</b>
<b>Ventajas y desventajas.....</b>	<b>9</b>
<b>Benchmarking.....</b>	<b>11</b>
<b>Puertos SATA, PCI-Express, M.2 .....</b>	<b>13</b>
<b>Nuevas tecnologías: Optane.....</b>	<b>15</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>20</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>21</b>

## Introducción

Los dispositivos de almacenamiento representan un componente fundamental en la computación tanto hogareña como profesional debido a que permiten, de diversas maneras, guardar información relevante al usuario de forma no volátil.

Básicamente, una unidad de almacenamiento es un dispositivo capaz de leer y escribir información con el propósito de almacenarla permanentemente. En la actualidad contamos con muchas clases y categorías de unidades de almacenamiento, pudiendo encontrar en el mercado una amplia variedad de dispositivos internos o externos capaces de almacenar una cantidad de datos impensada en el pasado.

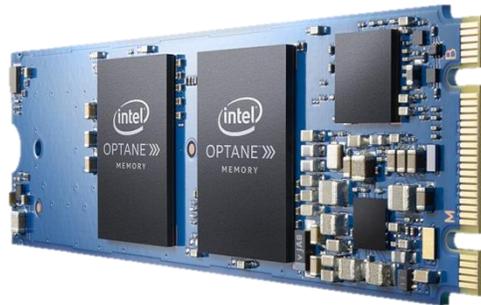
Los diferentes tipos de dispositivos de almacenamiento se definen a partir de la manera en la que manipulan la información. Actualmente son tres: Medios ópticos (CD, DVD, Blu-Ray), medios magnéticos (Discos rígidos, cintas magnéticas, diskettes) y por ultimo medios eléctricos (Discos SSD, pendrives, tarjetas de memoria, etc.)

En el presente trabajo analizaremos las características generales de los HDD y los SSD con propósito de una posterior comparación en relación al uso hogareño de la computadora. No entraremos en detalle en métodos de almacenamiento masivo (como servidores), o en cuestiones electrónicas específicas y de bajo nivel. Luego introduciremos el Optane de Intel, una tecnología en surgimiento que promete complementar de manera fiable a estos dispositivos y porque no superarlos en algún futuro.



SSD SATA y M.2

HDD



Intel Optane

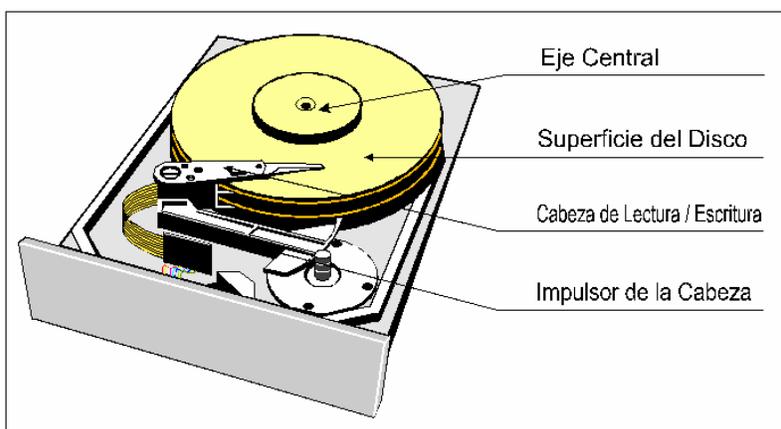
## Disco rígido magnético (HDD)

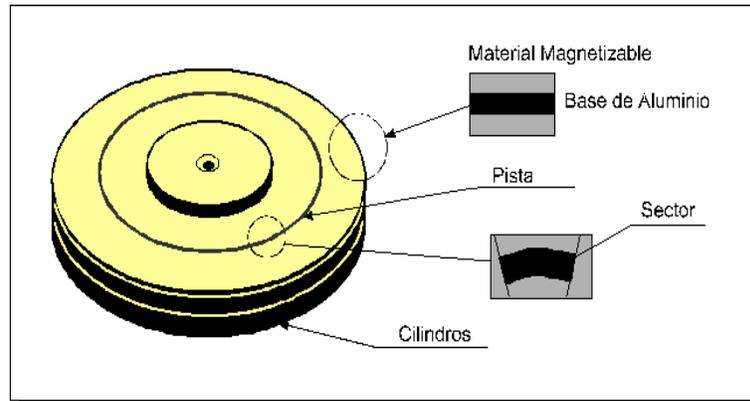
Comenzaremos hablando de su estructura, los discos rígidos están compuestos por discos magnéticos superpuestos uno encima de otro, los cuales están divididos en pistas y sectores. Cada disco dispone de dos cabezales de lectura/escritura los cuales trabajan en la cara superior e inferior del disco.

Mediante un brazo de lectura/escritura están unidos a los demás cabezales, de modo que un cambio de pista se realiza simultáneamente en todos los discos. Es por esto que se han de recorrer todos los cabezales uno tras de otro al guardar datos en el disco rígido, en vez de cambiar de pista a pista, hasta que la pista correspondiente este completamente llena.

Los cambios de cabezal son mucho más rápidos que los cambios de pista, ya que no requieren un movimiento mecánico.

Para poder hablar de movimiento de cabezal a cabezal, se introduce el término cilindro. Un cilindro es lo que comprende todas las pistas que tienen el mismo número de pista, pero que se encuentran en diferentes discos.





Si nos preguntamos cómo es que se almacena la información en un disco rígido seguramente se nos venga a la mente la idea de la representación de una codificación binaria, la cual se ha de olvidar, ya que no se pueden guardar unos y ceros con ayuda de partículas magnetizables. No es posible ya que, al querer representar los dos estados, <<magnetizado>> y <<no magnetizado>> para los valores 0 y 1, el cabezal de lectura del disco rígido no podría distinguir las diferentes partículas magnéticas de esta secuencia. Aun si el cabezal conociera la <<longitud>> de una partícula magnética para crear una especie de pulso de reloj que represente a cada bit, esto no serviría ya que, entre otros factores, la velocidad de rotación del disco rígido no es lo suficientemente constante para permitirlo. Además, se debe de tener en cuenta que nunca se puede magnetizar una única partícula magnética, sino siempre todo un grupo, cuyo número no siempre es constante.

Lo que realiza el disco en realidad es grabar los llamados “cambios de flujo” transiciones cortas entre partículas magnetizadas y no magnetizadas. Estas crean en el cabezal de lectura un impulso eléctrico el cual es conducido a la electrónica del disco y de allí sirve para la decodificación de informaciones guardadas en forma de unos y ceros.

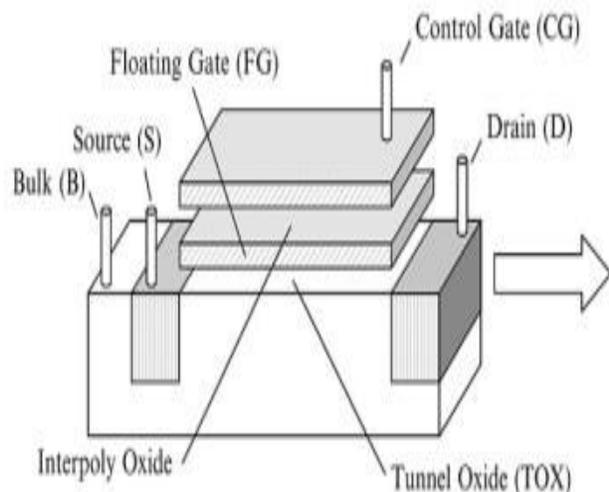


La cantidad de cambios de flujo que se pueden grabar en un disco rígido por milímetro cuadrado es limitada. Esta cantidad dependen de la estructura del material magnetizable, de la altura de vuelo del cabezal de lectura/escritura y de su sensibilidad.

## Unidad de estado sólido (SSD)

Las unidades de estado sólido (SSD) son dispositivos de almacenamiento de datos que utilizan tecnología de memoria flash estática en lugar de discos magnéticos giratorios o soportes ópticos. Las unidades SSD son compatibles con las interfaces de disco duro tradicionales, como SATA o SAS, y tienen un formato de disco duro familiar, como 3,5; 2,5 o 1,8 pulgadas. Estos mismos utilizan la tecnología SSS o Almacenamiento de estado sólido (del inglés “Solid State Storage”) es un método de almacenamiento de datos creado mediante dispositivos de circuitos integrados para almacenar datos en lugar de utilizar soportes ópticos o magnéticos móviles. El almacenamiento SSS suele ser no volátil y puede tomar varias formas, como una unidad de estado sólido, una tarjeta de estado sólido o un módulo de estado sólido. Además, SSS incluye opciones

de interfaz PATA (anterior), SATA, SAS, canal de fibra o PCIe. Aunque técnicamente no son discos a veces se traduce erróneamente en español la 'D' de SSD como disk cuando en realidad representa la palabra drive, que podría traducirse como unidad o dispositivo. Por otro lado, aunque no son discos, son categorizados como discos duros, ya que son los sustitutos naturales de los discos duros y adquirieron automáticamente la misma denominación por muy errónea que sea. La arquitectura interna de los SSD está compuesta por compuertas NOR o NAND (dependiendo del propósito) que a su vez están compuestas por transistores MOSFET de





compuerta flotante (FGMOSFET). El principio de funcionamiento de estos componentes es muy extenso y trataremos de resumirlo lo suficiente para que sea posible su entendimiento a pesar de ser un enfoque sumamente reduccionista. El transistor posee una capa adicional llamada compuerta flotante que opera como un capacitor (almacena carga) y a su vez controla el nivel de voltaje de la compuerta de control. Que la compuerta sea flotante implica que este desconectada tanto del voltaje de suministro como del sumidero de corriente mejor conocido como tierra. Esto hace que pueda almacenar la carga retenida por un tiempo prácticamente indefinido sin necesidad de una conexión a la red eléctrica. Una celda NAND con carga retenida en su compuerta flotante almacenara un '1 lógico', mientras que una sin carga un '0 lógico' El tiempo de retención es más o menos unos diez años.

## Ventajas y Desventajas

### **Ventajas del SSD**

1. Tiempo de inicio del sistema operativo reducido significativamente.
2. Se acelera el inicio de programas pesados que requieran mayor uso de disco para funcionar.
3. Se minimizan los lapsos de apertura de archivos, notándose aquellos de gran tamaño, como pueden ser los archivos multimedia.
4. Su resistencia a caídas y mojaduras es mayor gracias a que no utiliza mecanismos físicos.
5. Pueden revivir ordenadores viejos aumentando su tiempo de respuesta.

### **Desventajas de los SSD**

1. Cuando borramos la información se borra en serio, a diferencia de los HDD. Esto puede considerarse una desventaja o no, depende desde adonde se lo analice.
2. La relación costo/capacidad es muy alta para la mayoría de los modelos
3. Si el dispositivo se daña no es posible la recuperación de la información
4. La información en el dispositivo sin corriente dura menos que un HDD.



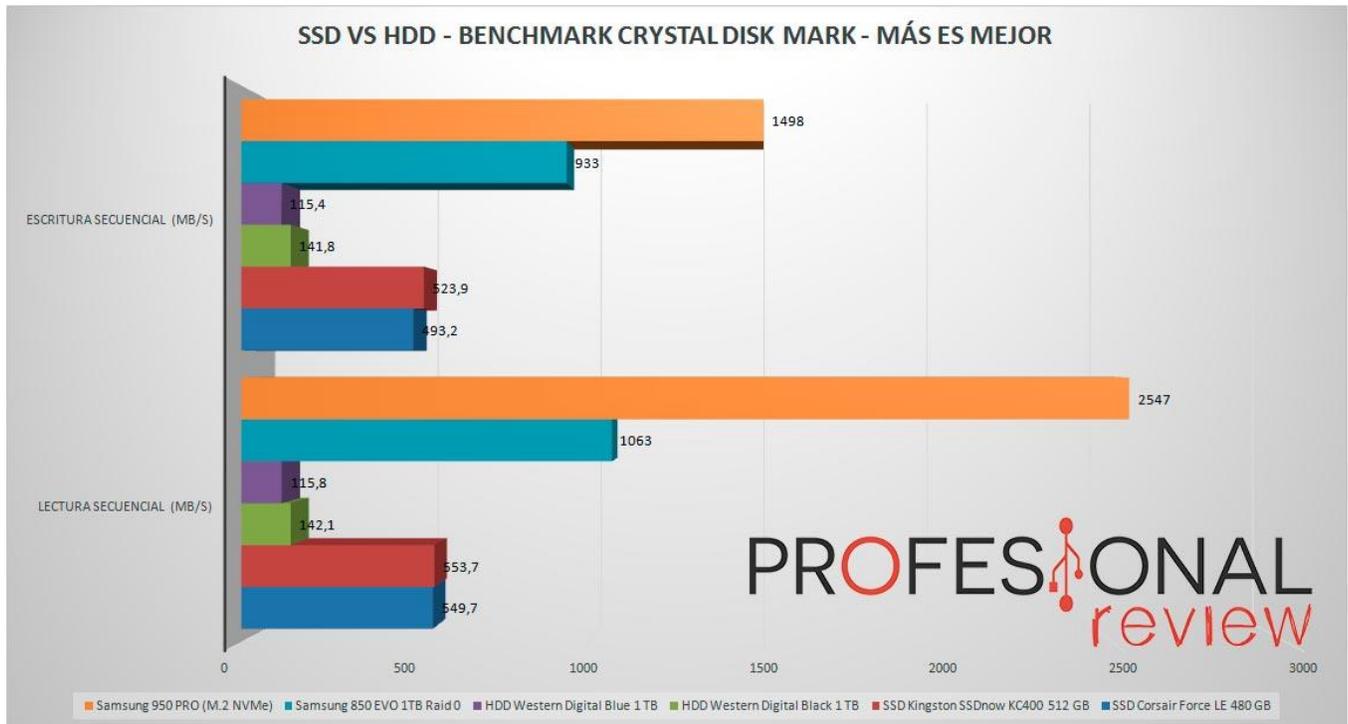
### **Ventajas de los HDD**

1. Múltiple posibilidad de almacenamiento, más versatilidad de opciones que SSD
2. Muy bajo costo

### **Desventajas de los HDD**

1. Baja velocidad de acceso tanto en lectura como en escritura de datos
2. Las unidades son ruidosas y ocupan un gran espacio en el ordenador
3. Los HDD son mucho más frágiles que los SSD

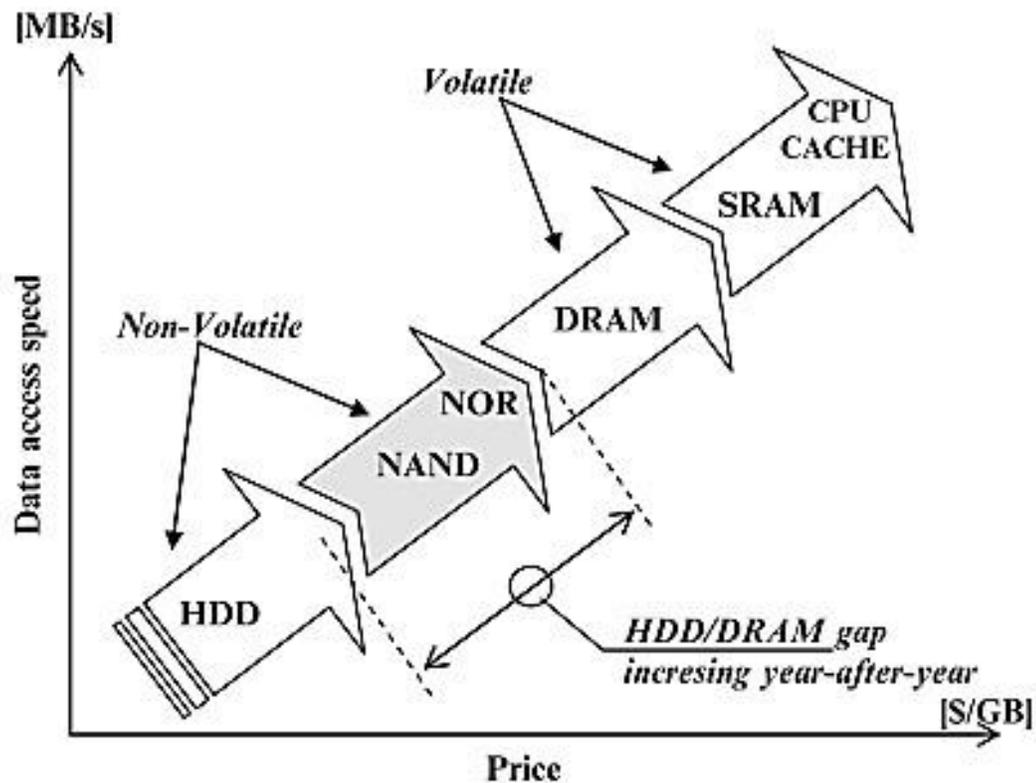
## Benchmark



En la imagen anterior se puede observar un benchmark comparativo de distintos modelos de HDD y SSD. En el eje vertical dos variables: Escritura secuencial (en MB/S) y lectura secuencial (también en MB/S). Nótese que la escritura en SSD es generalmente más lenta que la lectura, esto se debe a la estructura interna de NAND que conforma al disco de estado sólido (en HDD las variaciones son mínimas). Se puede observar una marcada mejoría en ambas variables por parte de los SSD, incluso en modelos más antiguos en el mercado de esta tecnología como son el Kingston SSDnow KC400 y el Corsair Force LE. Esto se debe a que el sistema de acceso a los datos en SSD no requiere un mecanismo físico (como la aguja en el HDD) y por lo tanto solo depende del tiempo de transmisión y de propagación de las compuertas. En el caso del Samsung 950 PRO observamos la diferencia abismal incluso con otros SSD (2,5 veces más rápido) y esto se debe a la

utilización de un revolucionario puerto denominado M.2 del cual se hablará con más detalle en la siguiente sección.

Lo mencionado en estos párrafos se puede explicar mejor desde la siguiente imagen, un gráfico en el que se evalúa la velocidad vs el precio de las diferentes tecnologías de almacenamiento (Tomada del libro “Inside Solid State Drives”).



## Puertos SATA, PCI-Express, M.2

Antes de la introducción del conector SATA, los discos rígidos utilizaban un conector llamado IDE, los cuales fueron sustituidos por los SATA gracias a que estos brindaban un tamaño mucho menor, ganando espacio y orden en el gabinete y además ofrecían soporte para velocidades mucho mayores.

Con la evolución de las unidades SSD el conector SATA, por ahora el estándar en lo que se refiere a puertos para periféricos de almacenamiento, ya están quedando cortos en lo referente a velocidad de transferencia, ya que los mismos presentan una máxima de unos 600 MB/s. Un ejemplo de esto es los SSD que cuentan con memoria DRAM, los cuales se conectan al puerto PCI-Express de la computadora.

Siendo el hecho de que un módulo de memoria RAM alcanza velocidades de 18GB/s en la actualidad, es decir, 30 veces superiores a las que puede alcanzar un SSD conectado por un conector SATA. Un puerto PCI-Express 3.0 X4 (es decir, de cuatro líneas) alcanza velocidades de transferencia de 4 GB/s (1 GB/s por línea). Sigue sin alcanzar a los módulos de memoria RAM, pero es casi 7 veces más rápido que el típico conector SATA.

Los avances sucedidos han logrado reducir el tamaño de los dispositivos mientras que la capacidad de los mismos aumenta. Esto se expresa en la última evolución en almacenamiento de alta capacidad: Las unidades M.2.

M.2 es una interfaz que nos permite conectar dispositivos que suelen ser de tamaño reducido, como pueden ser unidades SSD, antenas WiFi o Bluetooth. Esta interfaz utiliza las líneas de los PCI Express 3.0 X4 de la motherboard.

Los más beneficiados de esta tecnología son las computadoras portátiles ya que esta tecnología permite ahorrar más espacio que un SSD de 2,5 pulgadas y, además, son generalmente más rápidas.

Otra ventaja de la interfaz M.2 es la ausencia del conector extra para la alimentación presente en las unidades SATA, ya que los puertos PCI permiten transferir electricidad a los dispositivos conectados a ellos.

En el nombre de los dispositivos M.2, como los SSD, puede encontrarse un número de cuatro cifras, del cual las dos primeras cifras referencian a los milímetros de ancho y los dos siguientes representan los milímetros de longitud del mismo. El valor más relevante es la longitud ya que puede darse el caso de que no quepa en nuestro equipo.



## Nuevas tecnologías: Intel Optane

Intel Optane es el nombre comercial que reciben las memorias de tipo no volátil basadas en tecnología 3D Xpoint, tecnología que supone sustituir a la NAND que se usa actualmente en las unidades SSD. Pudiendo ser que estemos hablando de una opción de futuro incluso para la RAM del equipo. Su desarrollador es Intel.

Su objetivo es el de acompañar al almacenamiento ya presente en el sistema y conseguir una menor latencia y una mayor velocidad.

La memoria Intel Optane consigue una velocidad de lectura aleatoria superior a la de las NAND básicos. Pero en lo que concierne a latencias es aún mejor su rendimiento. Estas ventajas vienen acompañadas de una carencia en el proceso de escritura, donde queda por debajo de un SSD.

	16 GB	32 GB
TIPO	M.2 NVMe 1.1	M.2 NVMe 1.1
INTERFAZ	PCIe 3.0 x2	PCIe 3.0 x2
LECTURA SECUENCIAL	900 MB/s	1350 MB/s
ESCRITURA SECUENCIAL	145 MB/s	290 MB/s
LECTURA ALEATORIA	190k IOPS	240k IOPS
ESCRITURA ALEATORIA	35k IOPS	65k IOPS
LATENCIA LECTURA	7 $\mu$ s	9 $\mu$ s
LATENCIA ESCRITURA	18 $\mu$ s	30 $\mu$ s
CONSUMO	3,5 W	3,5 W
REPOSO	1 W	1 W
DURABILIDAD	182.5 TB	182.5 TB

Sus capacidades aún son bastante reducidas, como observamos en el gráfico anterior, contamos con memorias de 16 y 32 GB por ahora, las cuales se deberán utilizar en combinación con otra unidad de almacenamiento principal. Aunque podemos hacerlo tanto con un SSD como con discos HDD, su impacto será mayor en la utilización de estos últimos para así compensar su decadente velocidad con respecto a los SSD.

La teoría nos indica que podríamos mejorar la velocidad general de nuestro sistema al actuar el Intel Optane como una especie de “memoria caché” intermedia entre la RAM y el dispositivo de almacenamiento.

Antes de adquirir esta tecnología, sería prudente tener en cuenta los siguientes recaudos. Lo primero es que esta tecnología necesita de un equipo bastante concreto. No todos los chipsets lo soportan, deberán ser chipset de Intel de la serie 200 o posteriores, necesitamos un slot M.2 y solo funcionará con procesadores de arquitectura Kaby Lake, en adelante.

Además, necesitamos controladores específicos y configurar las memorias. Ahí es donde podremos activar o no el uso de los Intel Optane.

Uno de los inconvenientes más grandes para adquirir esta tecnología es su precio, el cual en su modelo de 16Gb equivale a un disco SSD de 120GB haciendo que nos replanteemos el adquirirlas.

Los ámbitos de consumo donde cobra sentido el adquirir Intel Optane no son muchos. El más común sería aquel en el que contamos con un disco mecánico con mucha capacidad, el cual queremos conservar por su excelente relación precio/GB, pero sin tener que perder la fluidez del sistema, de la carga de programas e incluso de juegos.

Al instalar la memoria Intel Optane, su capacidad se sumará y solo se nos mostrará la unidad de disco principal. A partir de este punto solo el sistema operativo será el que se encargue de gestionar esta “caché virtual extra”.

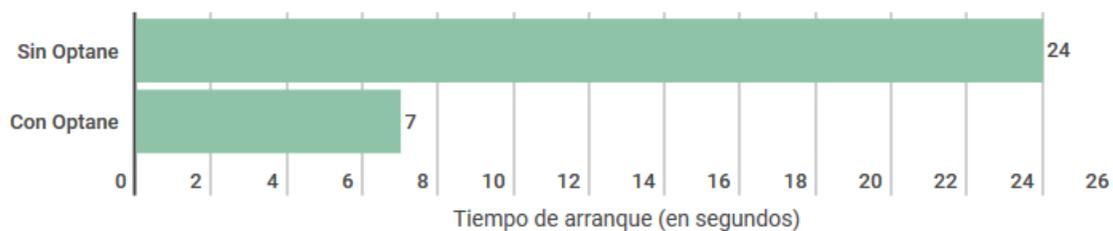
Para el análisis de estas memorias se recurrió a la toma de información de un Benchmarking realizado por el equipo de Xataka.

El equipo utilizado está compuesto por:

- Motherboard: ASUS Maximus IX Hero.
- Procesador: Intel Core I5-7500 3,4 GHz.
- Dispositivo de almacenamiento: HDD Seagate 1TB a 7200 rpm.
- Memoria principal: RAM DDR4 a 2126MHz.
- GPU: Integrada del procesador Intel Core i5
- Sistema operativo: Windows 10 Home x64bits.

Lo primero que se analizó fue el tiempo de arranque, tanto del sistema operativo como de algunas aplicaciones.

Se probó el equipo base sin la memoria Optane activada, midiendo el tiempo que tarda el sistema en mostrar el escritorio tras pulsar el botón de encendido. Luego se realizó la misma prueba, pero esta vez con Intel Optane activado.



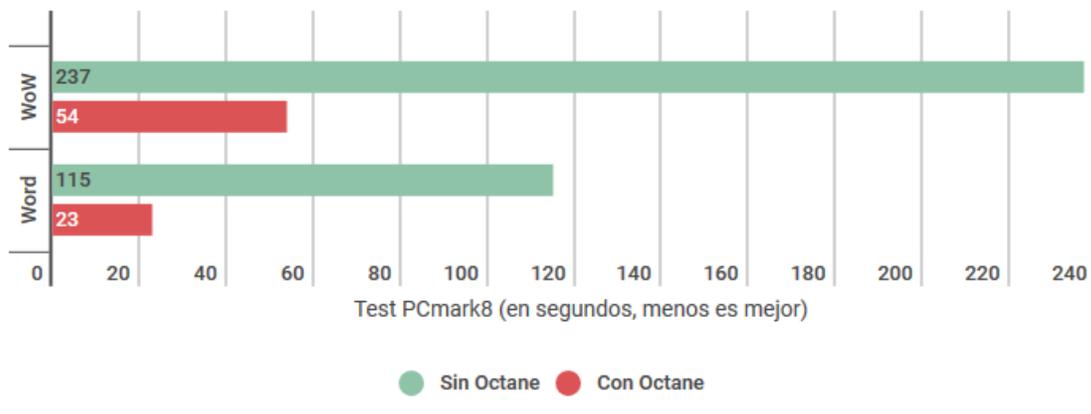
Se pudo notar en lo que respecta al arranque del equipo, que las memorias Intel Optane agilizan de manera sustancial el equipo, siendo que aun contamos con una unidad mecánica.

Luego el anterior análisis se prosiguió a realizar un benchmark de rendimiento con PCMark8, concretamente con una prueba que evalúa el rendimiento de la unidad de almacenamiento.

Sin Optane, la puntuación es de 2943, mientras que con Optane se mejora en más del 75% llegando a 5134 luego de varias pasadas del test. Esto nos indica que al tener Optane activado, el rendimiento es bastante idéntico a lo obtenido por diferentes unidades SSD.

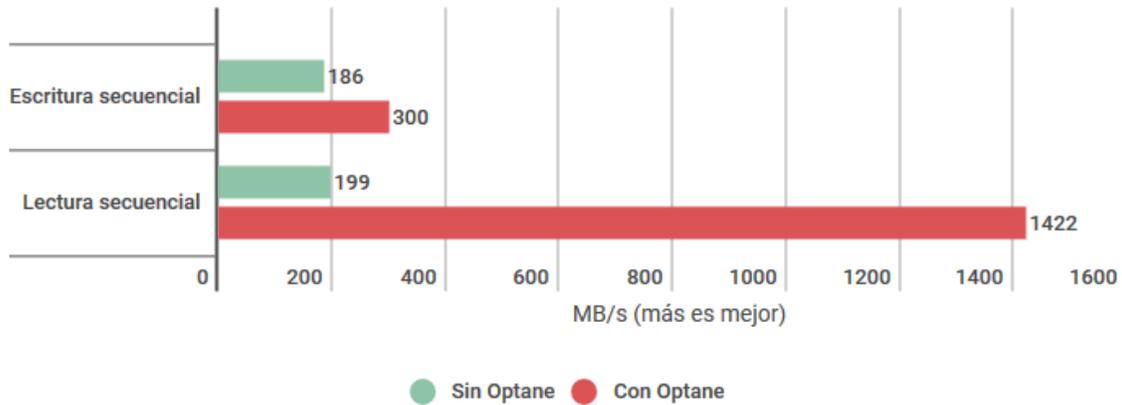
En lo que respecta al ancho de banda, en el mismo test PCMark8, se pasó de 14MB/s a más de 500MB/s.

Para profundizar en las posibilidades de Intel Optane también se utilizó PCMark8 para realizar pruebas con aplicaciones, en este caso el juego Word of Warcraft y la aplicación Microsoft Office Word. Elegidas por ser del perfil de equipo en el que utilizaríamos esta tecnología. Los resultados fueron:



Ahora pasamos responder una pregunta bastante importante ¿Cómo han sido los tiempos de lectura y escritura antes y después de Intel Optane?

Para responder se utilizó la aplicación ATTO.



Centrándose en la lectura y escritura secuencial, las cifras nos muestran una importante mejoría tanto en velocidad de escritura como en lectura. Se utilizaron archivos pequeños donde Intel Optane nos puede ofrecer lo mejor de su desempeño.

Como una breve opinión de esta tecnología podemos decir que hoy día por su precio no podemos pensar en Intel Optane como un dispositivo de almacenamiento principal, pero podemos decir que hay situaciones en las que cumple lo que promete.

## Conclusión

Las diferencias entre los dispositivos más comunes de almacenamiento no deben ser tomadas como un pilar para la elección de una opción definitiva, sino como una caracterización de la versatilidad propia del almacenamiento electrónico, que nos permite como usuarios elegir el mejor dispositivo acorde a nuestros requerimientos. Para una PC de uso ofimático, con aplicaciones básicas y sin altas necesidades gráficas, el HDD sigue siendo la mejor opción, más que nada por cuestiones de costo, aunque también por sus mayores especificaciones en términos de datos almacenados. En cambio, si requerimos un ordenador de respuesta rápida ya sea, por ejemplo, para trabajo con interfaz gráfica o manejo de bases de datos, un SSD se presenta como la elección más sabia. Además, las nuevas tecnologías como Optane proveen un medio de interacción sumamente veloz entre la memoria RAM y el dispositivo de almacenamiento, lo cual lo convierte en un agregado perfecto a una computadora que posea ya un almacenamiento lento pero que tenga mucha información almacenada. Tengamos en cuenta que, al fin y al cabo, la última palabra la tiene siempre nuestro bolsillo.

## Bibliografía

---

- <https://www.xataka.com/basics/hdd-vs-ssd>
- <https://www.informatica-hoy.com.ar/aprender-informatica/Dispositivos-de-almacenamiento.php>
- <https://www.digitaltrends.com/computing/solid-state-drives-vs-hard-disk-drives/>
- <https://tallerinformatica.wordpress.com/dispositivos-de-almacenamiento/>
- “Dispositivos de almacenamiento” - Cátedra de Arquitectura de la computadora – FCyT UADER
- FAQ's de SEAGATE
- Inside Solid State Drives (SSDs), Micheloni, 2013
- <https://blogthinkbig.com/hdd-versus-ssd>
- <http://latam.pcmag.com/dispositivos-almacen-reviews-comparativos/123/feature/ssd-vs-hdd-cual-es-la-diferencia>
- <https://www.profesionalreview.com/2016/03/20/ssd-vs-hdd/>
- <http://omicrono.elespanol.com/2017/05/opinion-discos-ssd-ventajas-desventajas/>
- <https://www.adslzone.net/2016/10/14/formato-m-2-utilizan-los-ssd/>
- <https://www.xataka.com/analisis/intel-optane-analisis-la-alternativa-al-ssd-que-quiere-ser-mas>