

# Evaluación del Rendimiento de un Sistema RAID

Carlos Zapata Arango, Ferley José Silva Jiménez, Manuela Gutiérrez Cano

Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia

Email: osvaldo.zapata@udea.edu.co, ferley.silvaj@udea.edu.co, manuela.gutierrezzc@udea.edu.co

**Resumen**—Este proyecto propone implementar y evaluar un sistema RAID 1, utilizando discos duros disponibles, con el fin de comparar su rendimiento con el de un solo disco. Se busca comprender cómo la configuración RAID puede mejorar la eficiencia y la seguridad de los datos en entornos de almacenamiento.

**Index Terms**—RAID, rendimiento de almacenamiento, discos duros, benchmarking, sistemas operativos.

## I. INTRODUCCIÓN

En un mundo donde la cantidad de datos generados es cada vez mayor, optimizar el almacenamiento es crucial. Los sistemas RAID ofrecen soluciones para mejorar el rendimiento y la seguridad de los datos. Este proyecto analiza la eficiencia de un sistema RAID comparado con discos individuales. En el ámbito de la computación, a lo largo de toda su historia, los discos duros han sido unidades de almacenamiento de gran importancia para los computadores antiguos y modernos. Es por esta razón que es muy relevante para los sistemas de cómputo contar con buena capacidad de almacenamiento, con buenas técnicas en las que se disponen los discos de cualquier tipo para formar un disco más grande, más confiable y más veloz. Es allí donde cobra sentido el concepto de RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks), que es una técnica que usa múltiples discos en conjunto para construir un disco más rápido, más grande y más confiable. Es algo muy novedoso y útil poder juntar varios discos para formar uno solo y que tenga más utilidad.

## II. OBJETIVOS

### II-A. Objetivo Principal

Evaluar el rendimiento de un sistema RAID en comparación con un solo disco duro.

### II-B. Objetivos Específicos

- Configurar un sistema RAID con discos disponibles.
- Realizar pruebas de rendimiento utilizando herramientas de medición.
- Comparar los resultados obtenidos entre el sistema RAID y un solo disco.

## III. MARCO TEÓRICO

Para la elaboración del presente proyecto, es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos que son relevantes para entender correctamente los Sistemas RAID:

- RAID: Redundant Array of Inexpensive Disks por sus siglas en inglés, es una técnica para usar múltiples discos en concierto para construir un sistema de disco más rápido, más grande y más confiable, así como también su

construcción permite un mejor sistema de almacenamiento. Es un sistema de cómputo especializado que corre un software diseñado para operar RAID.

- RAID interno y externo: Un RAID interno consiste en múltiples discos, memoria volátil o no volátil, y uno o más procesadores para manejar el sistema. El RAID externo se parece a un disco: un grupo de bloques en los que se puede leer o escribir.
- Interfaz RAID: Cuando se recibe un requerimiento de I/O en un RAID, el RAID calcula a cuál disco acceder, el RAID emite uno o varios requerimientos de I/O a los discos físicos.
- Construcción de un Sistema RAID: Se construye a menudo como una caja de hardware separada, con una conexión estándar (SCSI O SATA) a el host. Internamente puede tener: un microcontrolador en el que corre un firmware para dirigir el RAID, una memoria volátil como DRAM, una memoria no volátil que consiste en una estructura segura.
- Modelo de Fallas: Los RAID son diseñados para detectar y recuperarse de cierto tipo de fallas. Existe un modelo de fallas llamado fail-stop, el que consiste en que un disco puede estar en uno de dos estados: en operación o en fallo. En este modelo el controlador de RAID puede determinar cuándo un disco ha fallado.
- Evaluación de un RAID: Se puede evaluar con las características de los discos como: capacidad, confiabilidad y rendimiento o desempeño. Cada característica a evaluar usa varios parámetros, a saber: el número de bloques, el número de discos, y la carga de trabajo (workload).
- Diseños RAID: Existen tres diseños RAID que son: RAID nivel 0 o RAID 0, RAID nivel 1 o RAID 1, RAID nivel 4/5.
- RAID 0 o striping: Distribuye los bloques en los discos usando round-robin. Es este diseño no hay redundancia, y además tiene excelente desempeño y capacidad.
- Chunk Size: Es el tamaño de chunk. Este afecta el desempeño del arreglo, dependiendo si es pequeño o grande. Un tamaño de chunk pequeño incrementa el paralelismo, e incrementa el tiempo de posicionamiento para acceder a los bloques y un tamaño de chunk grande reduce el paralelismo y reduce el tiempo de posicionamiento.
- Acceso secuencial y aleatorio: Con acceso secuencial un disco opera en su modo más eficiente, dedicando poco tiempo a buscar y mayor parte del tiempo a transferir datos y el acceso aleatorio usa la mayor cantidad de tiempo en la búsqueda y poco tiempo en transferir datos.

- RAID 1 o mirroring: Se crea más de una copia de cada disco (en discos separados), con esto se toleran las fallas de discos. Existen diversas maneras de ubicar las copias de los bloques en los discos. Si se hace una lectura es indiferente de cuál copia se lea, en cambio si se hace una escritura se debe actualizar la cantidad de copias que haya de un mismo disco para garantizar la confiabilidad.

#### IV. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó una metodología como la descrita a continuación:

- Se construyó el montaje del proyecto con el uso de los materiales antes descritos. Se conectaron dos discos duros con cables SATA para hacer el montaje de RAID 1 en el computador siguiendo los pasos antes mencionados y descritos.
- Una vez construido y armado el montaje del RAID 1, se procede a evaluar el rendimiento usando la herramienta CrystalDiskMark, con distintos valores de parámetros para el acceso secuencial y el acceso aleatorio, es decir, configurando los parámetros de colas y de hilos que utiliza el RAID 1 para observar los resultados de la evaluación, así como también el número de veces que se realiza el examen, el tamaño de bloque, y el tamaño del archivo para realizar la correspondiente evaluación.

##### IV-A. Hardware Utilizado

Discos duros, computadoras viejas, cables SATA.

##### IV-B. Software Utilizado

Sistema operativo Windows, y el software CrystalDiskMark.

##### IV-C. Procedimiento

1. Seleccionar y configurar el hardware.
2. Instalar el sistema operativo.
3. Configurar el sistema RAID y un disco único.
4. Realizar pruebas de rendimiento.
5. Analizar y documentar los resultados.

#### V. IMPLEMENTACIÓN

##### V-A. Creación de RAID 1

Para crear un RAID 1 en Windows por consola, es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Materiales necesarios:
  - Dos discos duros físicos.
  - Acceso administrativo a la máquina.
2. Abrir la consola de comandos como administrador: Presionar Win + x y seleccionar 'Símbolo del sistema' en modo Administrador o 'Windows PowerShell' en el mismo modo.
3. Iniciar diskpart: En la consola, escribir el siguiente comando y presionar Enter: diskpart.
4. Listar los discos: Para ver todos los discos conectados a la máquina, se debe escribir lo siguiente: list disk. Con este comando se muestra una lista de los discos disponibles en el sistema.



Figura 1. Discos duros conectados mediante cables SATA-USB para la configuración del sistema.

```
DISKPART> list disk
```

Núm Disco	Estado	Tamaño	Disp	Din	Gpt
Disco 0	En línea	223 GB	1024 KB		*
Disco 1	En línea	74 GB	9 MB		
Disco 2	En línea	698 GB	1024 KB		*

Figura 2. Listado de discos conectados a través de DiskPart, mostrando dos discos en línea. El primer disco tiene un tamaño de 223 GB y el segundo disco tiene un tamaño de 73 GB.

##### 5. Seleccionar los discos:

- Seleccionar el primer disco con el siguiente comando: select disk 0, acá se selecciona el disco con el cual se hace referencia.
- Luego se selecciona el disco, disk 1 con el siguiente comando: select disk 1, o el disco al cual se hace referencia.

##### 6. Inicializar los discos:

- Para inicializar el primer disco en modo MBR, escribir el comando: clean y luego convert mbr.
- Repetir este proceso para el segundo disco, seleccionando primero el disco y luego inicializándolo con los mismos comandos.

##### 7. Crear el volumen reflejado:

- Seleccionar el primer disco, el disco 0: Disk 0, para crear el volumen con el comando: select disk 0.
- Crear un volumen simple (en este caso, se usa el 100 % del espacio del disco seleccionado), con el siguiente comando: create volume simple size = 100 %.

##### 8. Seleccionar el volumen creado: Seleccionar el volumen recién creado (por lo general será el Volumen 1), con el comando: select volume 1.

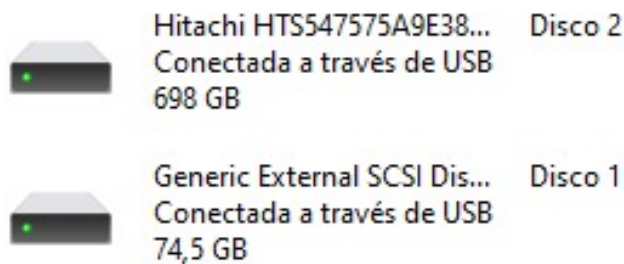


Figura 3. Visualización de los discos conectados por USB: un disco Hitachi de 698 GB y un disco genérico de 74.5 GB.

9. Reflejar el volumen en el segundo disco: Para reflejar el volumen en el segundo disco, en este caso Disk 1, o al que se hace referencia, se escribe el comando: add disk = 1.
10. Formatear el volumen: Se formatea el volumen con el sistema de archivos NTFS y se asigna una etiqueta, por ejemplo RAID1, usando el comando: format fs = ntfs label = 'RAID1' quick.
11. Asignar una letra de unidad: Se asigna una letra de unidad, por ejemplo R, al volumen con el comando siguiente: assign letter = R.
12. Salir de diskpart: Escribir exit para salir de diskpart.
13. Verificar el RAID: Abrir el **Administrador de Discos** para verificar el el RAID 1 se haya creado correctamente y que ambos discos estén reflejados.

```
DISKPART> list disk

Núm Disco Estado      Tamaño  Disp   Din  Gpt
-----
Disco 0    En línea      223 GB  1024 KB *
Disco 3    En línea       73 GB   0 B   *
```

Figura 4. Listado de discos conectados a través de DiskPart, mostrando dos discos en línea.

## VI. EXPERIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### VI-A. Protocolo de Experimentación

En esta sección se describen los pasos y herramientas utilizadas para evaluar el rendimiento de los discos duros y configuraciones RAID.

### VI-B. Parámetros de Evaluación

Se evaluaron los siguientes parámetros:

- **Rendimiento:** Velocidad de lectura/escritura.

### VI-C. Herramientas de Benchmarking

Se utilizaron las siguientes herramientas para evaluar el rendimiento:

- **CrystalDiskMark:** Una herramienta popular para medir el rendimiento de discos duros y unidades SSD.

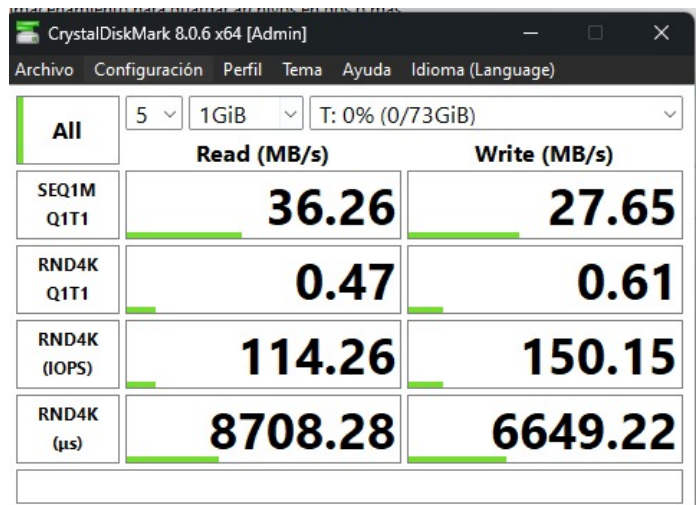


Figura 5. Resultados de la prueba de rendimiento con CrystalDiskMark 8.0.6 x64. Se muestran las velocidades de lectura y escritura para diferentes configuraciones, incluyendo SEQ1M Q1T1, RND4K Q1T1, RND4K Q32T16, y RND4K Q8T8.

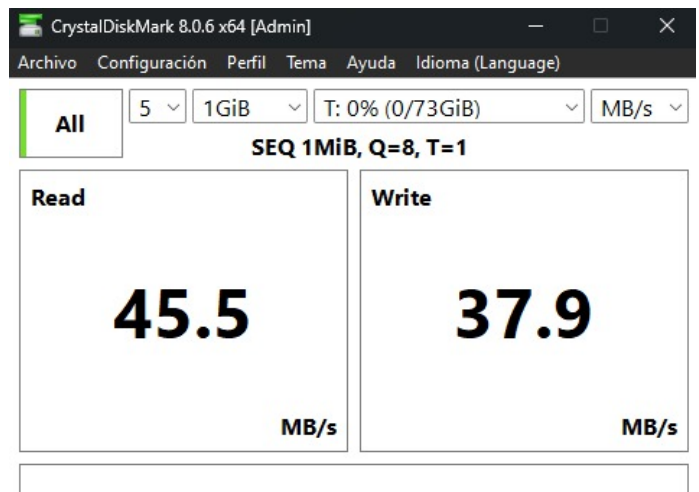


Figura 6. Resultados de la prueba de rendimiento con CrystalDiskMark 8.0.6 x64. Se muestran las velocidades de lectura y escritura para la configuración SEQ1M Q8T1.

### VI-D. Resultados y Análisis

Los resultados de las pruebas de rendimiento se muestran en las figuras 5, 6, y 7. A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados:

**VI-D1. Prueba con RAID:** En la figura 5, se observan las velocidades de lectura y escritura para diferentes configuraciones de RAID. Las configuraciones evaluadas incluyen:

- **SEQ1M Q1T1:** Lectura de 36.26 MB/s y escritura de 27.65 MB/s.
- **RND4K Q1T1:** Lectura de 0.47 MB/s y escritura de 0.61 MB/s.
- **RND4K Q32T16:** Lectura de 114.26 MB/s y escritura de 150.15 MB/s.

CrystalDiskMark 8.0.6 x64 [Admin]			
Archivo Configuración Perfil Tema Ayuda Idioma (Language)			
All	5	1GiB	C: 48% (107/223GiB)
	Read (MB/s)		Write (MB/s)
SEQ1M Q1T1	432.90		30.56
RND4K Q1T1	20.59		29.49
RND4K (IOPS)	5026.86		7198.73
RND4K (μs)	197.78		138.12

Figura 7. Resultados de la prueba de rendimiento con CrystalDiskMark 8.0.6 x64 utilizando un solo disco. Se muestran las velocidades de lectura y escritura para diferentes configuraciones, incluyendo SEQ1M Q1T1, RND4K Q1T1, y RND4K Q32T16. Las velocidades de lectura y escritura para SEQ1M Q1T1 son 432.90 MB/s y 30.56 MB/s respectivamente, mientras que para RND4K Q1T1 son 20.59 MB/s y 29.49 MB/s respectivamente.

- **RND4K Q8T8:** Lectura de 8708.28 IOPS y escritura de 6649.22 IOPS.

VI-D2. *Prueba con un Solo Disco:* En la figura 7, se observan las velocidades de lectura y escritura para un solo disco. Las configuraciones evaluadas incluyen:

- **SEQ1M Q1T1:** Lectura de 432.90 MB/s y escritura de 30.56 MB/s.
- **RND4K Q1T1:** Lectura de 20.59 MB/s y escritura de 29.49 MB/s.
- **RND4K Q32T16:** Lectura de 5026.86 IOPS y escritura de 7198.73 IOPS.

VI-D3. *Comparación de Resultados:* Al comparar los resultados, se observa que el rendimiento de lectura en configuraciones RAID es significativamente menor en comparación con un solo disco, especialmente en configuraciones de lectura secuencial (SEQ1M Q1T1). Sin embargo, en configuraciones de lectura/escritura aleatoria (RND4K Q32T16), el rendimiento de escritura en RAID es superior al de un solo disco.

#### VI-E. Análisis Estadístico

VI-E1. *Diagrama de Barras:* En el gráfico de barras (Figura 8), se comparan las velocidades promedio de lectura y escritura para las configuraciones de Disco Normal y RAID 1.

Para la velocidad promedio de lectura, RAID 1 muestra un rendimiento significativamente superior al Disco Normal, lo que lo hace una mejor opción para operaciones de lectura intensiva. Esto sugiere que el uso de RAID 1 puede mejorar la eficiencia en escenarios donde la lectura es prioritaria.

En cuanto a la velocidad promedio de escritura, el Disco Normal tiene un rendimiento ligeramente mejor que RAID 1, aunque la diferencia no es muy pronunciada. Esto implica que el RAID 1 no necesariamente mejora el rendimiento en

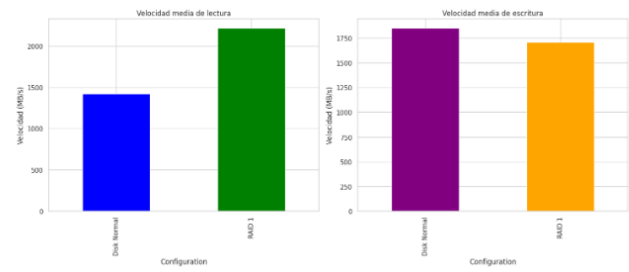


Figura 8. Comparación de las velocidades promedio de lectura y escritura para las configuraciones de Disco Normal y RAID 1.

escritura y puede ser menos eficiente que un disco normal en estas operaciones.

El RAID 1 es altamente beneficioso para tareas de lectura, mientras que el Disco Normal es una alternativa adecuada para tareas de escritura, especialmente si la redundancia no es una prioridad.

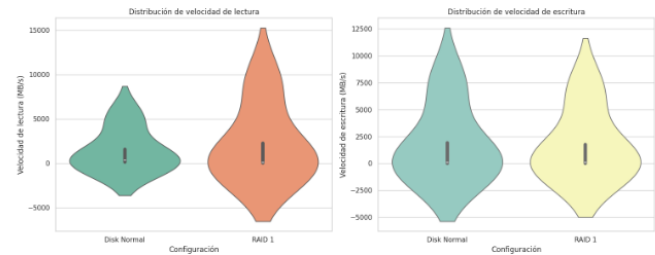


Figura 9. Distribución de las velocidades de lectura y escritura para las configuraciones "Disk Normal" y RAID 1".

VI-E2. *Diagrama de Violín:* Los gráficos de violín (Figura 9) nos ofrecen una visión clara y concisa de la distribución de las velocidades de lectura y escritura para las configuraciones "Disk Normal" y RAID 1".

Observamos que, en general, la configuración RAID 1 muestra un rendimiento superior tanto en lectura como en escritura. Los violines correspondientes a RAID 1 son más estrechos y se encuentran desplazados hacia la derecha, indicando velocidades más altas y menos variabilidad en los resultados. Esto sugiere que RAID 1 proporciona una mayor consistencia y rapidez en el acceso a los datos, lo cual es beneficioso para diversas aplicaciones.

Sin embargo, es importante notar la presencia de valores atípicos negativos en la velocidad de escritura, lo que podría indicar errores o limitaciones en el proceso de medición. Estos valores deberían ser investigados a fondo para determinar su causa y descartar cualquier problema subyacente.

Los resultados sugieren que RAID 1 es una opción más adecuada cuando se requiere un alto rendimiento y una baja latencia en las operaciones de lectura y escritura.

## VII. CONCLUSIONES

Los resultados indican que la configuración RAID ofrece un mejor rendimiento en términos de escritura aleatoria, lo cual es beneficioso para aplicaciones que requieren alta velocidad de escritura. Sin embargo, para aplicaciones que requieren alta velocidad de lectura secuencial, un solo disco puede ser más adecuado.

Además, RAID 1 proporciona redundancia de datos, lo que aumenta la seguridad y la capacidad de recuperación ante fallos. Esta característica es crucial en entornos donde la pérdida de datos no es una opción.

RAID 1 es una excelente opción para aplicaciones que requieren alta disponibilidad y redundancia, mientras que un solo disco puede ser más eficiente en términos de costo y rendimiento para aplicaciones específicas.

## REFERENCIAS

- [1] B. TI, "Evaluación de sistemas raid para nas," n.d., recuperado de. [Online]. Available: <https://www.byteti.com/evaluacion-sistemas-raid-nas>
- [2] Intel, "Definición de volúmenes raid para la tecnología intel®," n.d., recuperado de. [Online]. Available: <https://www.intel.la/content/www/xl/es/support/articles/000005867/technologies.html>
- [3] Tecnozero, "Tipos de raid: ¿cuál elegir?" n.d., recuperado de. [Online]. Available: <https://www.tecnozero.com/servidor/tipos-de-raid-cual-elegir/>
- [4] D. Recovery, "Sistema raid 0: rendimiento y eficacia," n.d., recuperado de. [Online]. Available: <https://www.digitalrecovery.com/sistema-raid-0-rendimiento-y-eficacia>
- [5] MercadoIT, "Raid 0 vs. raid 1: ¿cuál elegir?" diciembre 18 2018, recuperado de. [Online]. Available: <https://www.mercadoit.com/blog/analisis-opinion-it/tipos-raid-y-sus-caracteristicas/>