



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE EN LA
INFRAESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO CON DRR
EN LÍNEA, UN CASO PRÁCTICO EN UNA INSTITUCIÓN
FINANCIERA**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO EN COMPUTACIÓN

PRESENTA:

RAÚL ZURIEL ROMERO GÓMEZ

ASESOR:

DR. MARCELO ROMERO HUERTAS

TOLUCA, MÉXICO

ABRIL 2026

RESUMEN

En esta tesina se presenta un análisis de las perspectivas de la infraestructura de almacenamiento de datos en centros de datos modernos. Se abordan desde los conceptos fundamentales del almacenamiento, los tipos de datos que se gestionan en las organizaciones (bloque, archivo y objeto) y las distintas formas de medir la capacidad (cruda, usable y efectiva), hasta el desarrollo de arquitecturas SAN y NAS.

La información presentada busca explicar cómo el crecimiento acelerado de los volúmenes de datos, la existencia de múltiples copias de información, las ventanas de respaldo cada vez más restringidas y los requisitos regulatorios presionan a las infraestructuras de almacenamiento tradicionales. Por otra parte, se analizan los equipos de almacenamiento moderno donde se incorporan funciones de compresión, deduplicación y escalamiento vertical y horizontal, así como mecanismos de reducción de datos en línea que se reflejan en una relación de reducción de datos (*Data Reduction Ratio, DRR*), orientados a la optimización de capacidad, rendimiento y robustez en entornos empresariales y financieros.

Por consiguiente, se ha mostrado prometedora y en constante evolución la tecnología disponible para modernizar el almacenamiento de datos, su uso cotidiano en las organizaciones dependerá de la capacidad para realizar diagnósticos precisos de sus cargas de trabajo, definir prioridades entre capacidad, rendimiento y cumplimiento regulatorio.

En este documento se ofrece una visión integral sobre el funcionamiento de los distintos modelos de almacenamiento, los conceptos de capacidad y escalamiento y los mecanismos de resiliencia. A partir del análisis teórico y del caso práctico en el sector bancario, se plantean criterios y lineamientos que pueden apoyar a las organizaciones financieras en la toma de decisiones relacionadas con la modernización de su infraestructura de almacenamiento, equilibrando capacidad, rendimiento, resiliencia y cumplimiento regulatorio.

Finalmente, el alcance de esta tesina se centra a una investigación de carácter documental respaldada por el análisis de contenido de fuentes especializadas y por la adaptación de información proveniente de un caso real en una institución financiera, sin incluir pruebas de laboratorio ni mediciones exhaustivas de desempeño en ambientes productivos. No obstante, estas limitaciones, el trabajo aporta una base conceptual y práctica que puede servir como referencia para futuros proyectos de modernización de almacenamiento en organizaciones con requerimientos críticos, así como para estudios posteriores que profundicen en la evaluación cuantitativa de los beneficios asociados a la reducción de datos en línea y al aprovechamiento del DRR en centros de datos modernos.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	6
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE FIGURAS	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I. GENERALIDADES	12
1.1. ALMACENAMIENTO DE DATOS.....	12
1.2. TIPO DE DATO: BLOQUE, ARCHIVO, OBJETO.....	16
1.3. CAPACIDAD CRUDA, USABLE Y EFECTIVA	19
1.4. CAPACIDAD CRUDA TiBr	20
1.5. CAPACIDAD USABLE TiBu	21
1.6. CAPACIDAD EFECTIVA TiBe.....	22
1.7. ESCALABILIDAD	23
1.8. REDUCCIÓN DE DATOS	25
1.9. SÍNTESIS DEL CAPÍTULO	26
CAPÍTULO II. INFRAESTRUCTURA	27
2.1. ORIGEN	27
2.2. EQUIPO DE PROCESAMIENTO (SERVIDORES)	27
2.3. UNIDAD DE PROCESAMIENTO CENTRAL (CPU)	28
2.4. MEMORIA RAM	31
2.5. TARJETAS DE CONEXIÓN (NICs, HBA)	32
2.6. INTERCONEXIÓN (SWITCHES).....	33
2.7. SAN	34
2.8. LAN	36
2.9. ALMACENAMIENTO (STORAGE)	39
2.10. RESPALDOS DE DATOS	41
2.11. SÍNTESIS DEL CAPÍTULO	43
CAPÍTULO III. CASO PRÁCTICO	45
3.1. ANÁLISIS DE NECESIDADES	45
3.2. LEVANTAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL	48
3.3. REUNIONES INICIALES Y DEFINICIÓN DE ALCANCE	50
3.4. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICA A DETALLE.....	51
3.5. SESIONES CON EL ÁREA DE SEGURIDAD Y CUMPLIMIENTO	53
3.6. ANÁLISIS PRELIMINAR Y RETROALIMENTACIÓN CON EL BANCO	54
3.7. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	56

3.7.1. OPCIÓN A: SAN TRADICIONAL	59
ORIENTADA A UN ENTORNO BANCARIO	59
3.7.2. OPCIÓN B) NAS EMPRESARIAL	64
ALTERNATIVA COMPLEMENTARIA	64
3.8. SÍNTESIS DEL CAPÍTULO	71
CONCLUSIONES.....	73
GLOSARIO.....	75
REFERENCIAS.....	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Conversión de capacidades.	22
Tabla 2. Propósitos principales de una SAN y LAN	34
Tabla 3.Características principales switch SAN.	35
Tabla 4.Características principales Switch LAN.....	37
Tabla 5.Comparativa entre fundamentos de una SAN y NAS.	38
Tabla 6.Comparación de definiciones Storage.....	40
Tabla 7.Comparación de equipo PowerStore.....	41
Tabla 8.Diferencias entre respaldos de acuerdo con W. Jeff [40].	42
Tabla 9.Comparativa de mejora considerable sobre su infraestructura SAN.	64
Tabla 10.Comparativa de mejora considerable sobre su infraestructura NAS	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.Tipo de almacenamiento de bloque.	17
Figura 2.Tipo de almacenamiento de objeto.	18
Figura 3.Tipo de almacenamiento de archivo.....	19
Figura 4.Diferentes contextos según la necesidad.....	20
Figura 5.CPU en tarjeta madre.....	29
Figura 6.Servidor procesando información.....	30
Figura 7.Memoria RAM con DIMMs.	31
Figura 8.Actualización de RAM en Servidor.....	32
Figura 9.Imagen lateral de una HBA marca QLOGIC.	32
Figura 10.Imagen de lateral de una NIC marca Mellanox.	33
Figura 11.Vista frontal de un Switch Dell DS6620-B.	35
Figura 12.Topología clásica de Switches SAN.....	35
Figura 13.Switch Empresarial Dell Technologies S5248F.....	36
Figura 14.Relación de hardware en la infraestructura del modelo de red TCP/IP.....	39
Figura 15.Ejemplo del comportamiento del equipo por tiempo y rendimiento.	49
Figura 16.Ejemplo de demostración de diagrama de arquitectura actual.....	50
Figura 17.Ejemplo de base en por sitio próximos a renovación tecnológica.	53
Figura 18.Ejemplo de política de snapshots y retención.	55
Figura 19.Ejemplo de extracción de datos de ambiente actual.	55
Figura 20.Ejemplo de tipo y políticas de replicación entre sitios	55
Figura 21.Diagrama de flujo sobre el proceso de selección de infraestructura.	58
Figura 22.Ejemplo de Diagrama de solución e integradores.....	61
Figura 23.Ejemplo de diagrama con solución a punto NAS.	67

INTRODUCCIÓN

En los entornos actuales de tecnologías de la información, las organizaciones dependen cada vez más de un ecosistema de dispositivos y aplicaciones interconectados que generan y consumen grandes volúmenes de datos, desde operaciones financieras hasta servicios digitales empresariales y contenidos multimedia. En este contexto, la forma en que los datos se almacena, organiza y se pone a disposición de los usuarios se ha convertido en un elemento decisivo para la continuidad operativa.

Actualmente las empresas utilizan diferentes infraestructuras de almacenamiento, desde arreglos SAN y NAS hasta servicios de almacenamiento de objetos y soluciones híbridas, y aun así se enfrentan a problemas como la falta de capacidad, ventanas de respaldo que ya no se cumplen, costos crecientes y riesgos asociados a la pérdida o indisponibilidad de la información. Es importante buscar nuevas alternativas para la gestión y protección de los datos, siempre y cuando se consideren factibles para los usuarios y alineadas con las restricciones técnicas, operativas y regulatorias de cada organización.

El almacenamiento de datos ha evolucionado desde los medios locales y directos, también conocidos como almacenamiento clásico, tal es el caso de los discos internos y las bibliotecas de cintas, hasta los arreglos y equipos especializadas de la era moderna, como los sistemas SAN y NAS empresariales. A la vez que se responde a los requerimientos de escalabilidad masiva. En paralelo evolucionaron las tecnologías de análisis de datos, IoT e IA, creando nuevas cargas de trabajo que presionan los métodos actuales y plantean nuevos retos en la protección, organización y eficiencia del almacenamiento de la información.

Dichas tendencias tecnológicas, junto con el crecimiento constante de los volúmenes de datos, han impulsado también el desarrollo de mecanismos avanzados

como la reducción de datos (compresión y deduplicación), el escalamiento vertical y horizontal y las arquitecturas híbridas. Estos enfoques han desatado una nueva línea de investigación y adopción práctica en las empresas, donde se busca integrar los sistemas tradicionales con plataformas modernas que incorporan funcionalidades de *snapshots*, réplicas y monitoreo inteligente, con el propósito de optimizar la capacidad utilizada, mejorar la resiliencia y reducir los costos asociados al ciclo de vida del dato.

Esta tesina busca describir los tipos de soluciones de almacenamiento de datos incluyendo los esquemas clásicos, las arquitecturas modernas basadas en SAN, NAS y almacenamiento de objetos, así como las tecnologías de reducción de datos y los mecanismos de resiliencia, destacando los conceptos fundamentales y la descripción de cada una de estas alternativas, para posteriormente relacionarlos con un caso práctico en el sector bancario donde se analiza una propuesta de modernización de la infraestructura de almacenamiento.

A partir de este análisis, se busca no sólo describir las tecnologías disponibles, sino también proponer criterios y lineamientos basados en la relación de reducción de datos (DRR) y en las necesidades reales del banco, que sirvan como apoyo en la toma de decisiones sobre su plataforma de almacenamiento.

Objetivo general

Realizar un estudio del estado del arte sobre la infraestructura de almacenamiento de datos con técnicas de reducción de datos en línea, *Data Reduction Ratio*, (DRR) en centros de datos de vanguardia y analizar su aplicación en un caso práctico de una institución financiera, con el fin de proponer criterios y lineamientos que apoyen la toma de decisiones en la modernización de su plataforma de almacenamiento.

Alcances y limitaciones

La gestión del almacenamiento de la información es un tema relevante en los centros de datos, redes y operación de servicios críticos. Por su naturaleza, se

convierte en un punto crítico para procurar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos de cualquier organización, además de influir en el rendimiento, la continuidad del negocio y el cumplimiento regulatorio.

El alcance de este trabajo fue determinado con base en la literatura publicada, así como artículos web y hojas de datos públicas de los fabricantes, además de la información adaptada por experiencia de un caso real de entorno bancario. En este sentido, la tesina se estructura como un estudio de caso respaldado por una revisión documental y un análisis de contenido de fuentes especializadas en almacenamiento de datos y centros de datos modernos.

Organización del documento

El contenido de este trabajo de tesina está estructurado de la siguiente forma:

El Capítulo I describe los orígenes de los conceptos relacionados al tema de estudio, considerando el origen, el desarrollo y las tendencias del almacenamiento de datos en centros de datos y entornos empresariales, así como los conceptos de capacidad, escalamiento y reducción de datos.

El Capítulo II documenta los fundamentos y el estado actual de las infraestructuras de almacenamiento basadas en los servidores, arquitecturas SAN, NAS y el equipo de almacenamiento.

El Capítulo III muestra el caso práctico de una institución bancaria, donde se analizan sus necesidades de crecimiento y resiliencia, y se proponen alternativas de arquitectura de almacenamiento que integran las tecnologías revisadas en los capítulos previos.

Finalmente, se presenta una sección de conclusiones donde se describen los hallazgos principales de este trabajo y se discuten las perspectivas futuras para la modernización del almacenamiento de datos en organizaciones con requisitos críticos.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

Este capítulo presenta los fundamentos del almacenamiento de los datos, desde los soportes tradicionales hasta las tecnologías modernas, abarcando los diferentes tipos de datos (bloque, archivo y objeto), la distinción entre diferentes nomenclaturas de las capacidades y como entenderlas, el concepto de tamaño de bloque y su escalabilidad, así como los principales tipos de soluciones (SAN, NAS y almacenamiento de objetos) y los mecanismos de resiliencia de la información, incluyendo *snapshots* y réplicas que se utilizan en la actualidad.

1.1. ALMACENAMIENTO DE DATOS

El almacenamiento de la información es un desafío constante en el ámbito de los centros de datos. El almacenamiento de datos según Bhat [41], se refiere al proceso de guardar información digital en sistemas físicos o basados en la nube. Dispositivos como discos duros, *SSD* y servidores almacenan datos utilizando métodos magnéticos, electrónicos u ópticos. Los servicios en la nube ofrecen almacenamiento remoto, permitiendo a los usuarios acceder a los datos a través de Internet.

A continuación, se presentan algunas ventajas del almacenamiento de datos que destacan el impacto de una solución adecuada en una organización:

- **Conservación segura de los datos**
- **Disponibilidad y sostenibilidad de los datos**
- **Protección contra desastres**
- **Recuperación de datos más rápida y ágil**
- **Precios asequibles y opciones de capacidad flexibles**
- **Protección completa para archivos protegidos con contraseña.**

Numerosos sistemas de almacenamiento de datos ofrecen seguridad de la información fiable. La memoria del ordenador y el almacenamiento local pueden no ser suficientes para conservar datos confidenciales. El almacenamiento de datos no volátil es la mejor opción de seguridad, ya que no requiere energía constante para guardar y conservar los datos.

Vidhya [24] define al almacenamiento de la siguiente forma: consiste en almacenar información y hacerla tan disponible como sea posible mediante tecnología diseñada especialmente para ese propósito. Constituye un método sencillo de guardar datos en forma digital en dispositivos informáticos, y mantener los datos disponibles hace que muchos procesos digitales sean más efectivos.

Las tecnologías innovadoras en el análisis de datos, el Internet de las cosas y la Inteligencia Artificial producen y utilizan enormes cantidades de datos. Por lo tanto, el almacenamiento de datos desempeña un papel importante en el crecimiento de cualquier organización, más que nunca. Vidhya [24] enlista como los principales beneficios, los siguientes:

- Es sencillo recopilar grandes cantidades de registros durante más tiempo usando almacenamiento electrónico de datos.
- Crear duplicados de los datos almacenados facilita respaldarlos, permitiendo que la pérdida o corrupción de archivos sea recuperable de manera más rápida y sencilla.
- Con las tecnologías y capacidades de seguridad de vanguardia actuales, existen muchas técnicas para almacenar y proteger digitalmente datos particularmente sensibles.
- Los datos digitales pueden clasificarse y organizarse más fácilmente, y el proceso puede accederse usando una computadora de escritorio o un dispositivo conectado similar.
- El almacenamiento digital de datos es más rápido que producir archivos que deben guardarse en archivadores mediante impresiones físicas.

Del mismo modo, las organizaciones pueden colocar sus datos en cualquier lugar, con la capacidad de escalar hacia arriba o hacia abajo según sea necesario; en este sentido Bhat [41] enuncia también algunos beneficios adicionales como los siguientes:

- **Gestión automatizada**
- **Rentabilidad**
- **Conexión de varias fuentes de datos**
- **Infraestructura de almacenamiento sólida**

El almacenamiento *flash* y los chips dentro de las unidades *SSD* se están desarrollando como alternativas de almacenamiento fiables.

Por su parte, Vidhya [24] propone una clasificación datos digitales y organizarse con más facilidad, y el proceso puede realizarse utilizando un ordenador de escritorio o un dispositivo conectado similar.

Autores como Bath [41], enlista las siguientes bondades de la eficiencia de datos:

- **Conservación de datos a largo plazo:** almacenamiento digital de datos facilita agrupar grandes cantidades de información durante largos periodos.
- **Acceso más sencillo:** En lugar de ir físicamente a una sala llena de archivos, todo el mundo puede recuperar inmediatamente la información que necesita desde sus ordenadores de escritorio.
- **Recuperación de datos más eficiente:** Debido a que los datos almacenados pueden respaldarse rápidamente creando copias, es más rápida y sencilla si se pierde o daña un archivo.
- **Reducción de la huella física y mayor escalabilidad:** Los archivos físicos, que ocupan mucho espacio con el tiempo, dejan de ser necesarios, y aumentar la capacidad digital es sencillo.

- ***Posiblemente mayor:*** Con las herramientas y funciones de seguridad avanzadas actuales, existen muchas más opciones para salvaguardar y proteger datos especialmente sensibles de forma digital.
- ***Fácil colaboración:*** Los datos almacenados de forma centralizada son accesibles para todos los usuarios autorizados y pueden visualizarse y compartirse entre equipos mientras colaboran.
- ***Gestión documental:*** Los datos pueden clasificarse y organizarse más fácilmente de forma digital, y esto puede hacerse desde el escritorio de un ordenador u otro dispositivo conectado.
- ***Productividad y eficiencia del flujo de trabajo:*** Se necesita menos tiempo para guardar material digitalmente que para imprimir páginas físicas y crear archivos que deban almacenarse en archivadores.

De acuerdo con el campo del almacenamiento y la gestión de datos está en constante desarrollo. Los desarrollos más recientes en almacenamiento en red pueden proporcionar soluciones integrales y con visión de futuro para empresas que necesitan almacenar un volumen masivo de datos sensibles.

El concepto de sistema de almacenamiento permite a usuarios y administradores realizar operaciones como copias de seguridad, archivado y recuperación de forma más eficiente y en menos tiempo.

Dancuk [3] menciona al almacenamiento de datos como el proceso de usar dispositivos informáticos para guardar información digital. Almacenar datos ayuda a realizar numerosas tareas digitales de manera eficiente, donde las computadoras aprovechan diferentes tipos de memoria según cómo el sistema use los datos. Por ejemplo, los dispositivos dependen de la *RAM* para el almacenamiento y la recuperación instantánea de datos, mientras que la *ROM* ayuda a almacenar datos a largo plazo.

Por su parte, Dancuk [3] encuentra desafíos que acompañan al almacenamiento de datos a nivel empresarial son:

- **Grandes volúmenes de datos:** Los proyectos de *big data*, *IoT*, *AI* y aprendizaje automático requieren soluciones de almacenamiento de gran magnitud para guardar enormes cantidades de datos.
- **Seguridad:** Las empresas necesitan una solución de almacenamiento segura con protección adicional contra pérdida de datos y fraude.
- **Integridad de datos:** Estrategias de respaldo complejas con dispositivos de almacenamiento confiables ayudan a garantizar la integridad de los datos.

CDW Expert [11] conceptualiza la protección de las fallas tecnológicos en el almacenamiento de datos como de suma importancia para tus usuarios y de tu empresa, así como el archivo histórico de documentos con soluciones de almacenamiento, es una parte vital de la gestión de un negocio; también ayudará a garantizar que tus archivos puedan recuperarse si ocurre una pérdida importante. La fiabilidad, el costo del sistema de almacenamiento y las ofertas de seguridad son las consideraciones principales para tener en cuenta de almacenamiento de datos, gestión del rendimiento y recuperación ante desastres.

1.2. TIPO DE DATO: BLOQUE, ARCHIVO, OBJETO

En cualquier proyecto que se genera con infraestructura moderna, no solo se contempla hablar de “almacenamiento” de forma genérica, es clave entender con qué tipo de dato vamos a trabajar y almacenar en nuestra infraestructura. El almacenamiento en bloque está pensado para bases de datos y cargas que suelen ser muy transaccionales, donde es primordial hacer diseño sobre la latencia y robustez. El almacenamiento por archivos se adapta mejor ante el trabajo colaborativo del día a día: compartir documentos, contenido multimedia, entre otros. Y cuando se habla del almacenamiento de objetos se nota que toma un papel esencial con el manejo de grandes volúmenes de datos no estructurados, *backups* masivos y analítica / *AI* en la nube o en su sitio, gracias a su escalabilidad.

La elegibilidad según comenta Contabo en *Block Storage vs Object Storage vs File Storage: A Buyer's Guide* [27] puede ser un poco difícil comparar proveedores de almacenamiento: todos ofrecen las mismas funciones y parecen tener precios similares a primera vista.

Mientras Qumulo [1] en su artículo se menciona la prevención de, antes de poder comparar de manera efectiva las soluciones de almacenamiento a nivel empresarial, es importante conocer los diferentes tipos de datos que tu empresa almacena, así como entender cómo las soluciones de almacenamiento en bloques, **ver Figura 1**, almacenamiento de objetos, **observar Figura 2** y almacenamiento de archivos, **visualizar Figura 3**, difieren en su enfoque para la gestión de datos. El almacenamiento en bloques, el almacenamiento de objetos y el almacenamiento de archivos son las tres arquitecturas principales utilizadas para construir soluciones personalizadas de almacenamiento de datos que determinan cómo los datos son procesados, almacenados, organizados y recuperados. Cada tipo de almacenamiento tiene capacidades y limitaciones únicas, lo que significa que los sistemas de almacenamiento de datos empresariales no son soluciones “de talla única.

El autor Qumulo [1] define el almacenamiento en bloques es cuando una categoría de almacenamiento de datos se guarda en grandes volúmenes conocidos como bloques. En la **Figura 1** observamos los cubos ilustrados como bloques organizados de misma manera y con un mismo formato.

BLOCK STORAGE



Figura 1. Tipo de almacenamiento de bloque.

Mientras la definición para el almacenamiento de bloque por Contabo [27] es la siguiente: almacenamiento de bloque, guarda los datos como fragmentos pequeños sin procesar de manera lineal (es decir, en un bloque). Estos bloques también tienen un tamaño fijo, lo que hace que sea fácil y rápido acceder a esos datos. No existe estructura / jerarquía / sistema de archivos en el almacenamiento en bloques (es decir, tienen que organizar los datos sin procesar).

Para Qumulo [1] denomina al almacenamiento de objetos es una arquitectura de almacenamiento de datos informáticos que gestiona los datos como objetos. Los íconos: documentos, imágenes, audio / video, de la siguiente **Figura 2**, representan que cualquier tipo de archivo puede almacenarse en almacenamiento de objetos, sin importar su formato.

OBJECT STORAGE



Figura 2. Tipo de almacenamiento de objeto.

Contabo [27] menciona acerca del almacenamiento de objetos como, una arquitectura de almacenamiento de datos (generalmente en la nube) que puede contener enormes cantidades de datos no estructurados (correos electrónicos, páginas web y archivos de audio y video). Los datos se almacenan como objetos o unidades distintas en el almacenamiento de objetos. Cada uno de estos objetos contiene distintas cantidades de metadatos y un identificador único, también conocido como “clave”. Por poner un ejemplo, Spotify utiliza almacenamiento de objetos para contener millones de archivos de música y desplegarlos para transmisión instantánea. El almacenamiento de objetos tiene una estructura / jerarquía “plana”. Los datos se organizan en contenedores llamados “cubetas”.

De acuerdo con Qumulo [1], el almacenamiento de archivos es una metodología de almacenamiento jerárquica utilizada para organizar y almacenar datos en un disco duro de computadora o en un dispositivo de almacenamiento conectado a la red (NAS). Los íconos de carpetas de la **Figura 3** representan la estructura jerárquica del almacenamiento por archivos, donde los datos se organizan en directorios y subdirectorios siguiendo rutas definidas.

FILE STORAGE



Figura 3. Tipo de almacenamiento de archivo.

Como se muestra en el ejemplo de la **Figura 3**, Contabo [27] hace la relación del almacenamiento de archivos y su definición como la forma original y más ubicua de almacenar datos. Muy probablemente has visto el almacenamiento de archivos en acción ya sea en un computador fijo o en uno móvil.

Como su nombre lo indica, almacenas datos (y sus metadatos correspondientes, como permisos de acceso y atributos) en una estructura jerárquica en un sistema de almacenamiento de archivos. Esta estructura permite crear directorios, carpetas y subcarpetas para organizar tus datos.

1.3. CAPACIDAD CRUDA, USABLE Y EFECTIVA

En esta sección se describe como identificar la nomenclatura de la capacidad cruda, usable y la efectiva.

Existen algunas preguntas primordiales acerca del atributo más importante cuando se considera adquirir un nuevo almacenamiento, para el autor Flashdba [10] las considera importante:

- *¿Más crítico que el rendimiento?*
- *¿Más interesante que los requisitos de energía y enfriamiento?*
- *¿Más importante que el precio?*

Ya sea un arreglo totalmente *flash* de clase empresarial, una nueva unidad para tu laptop o simplemente una memoria USB, la primera pregunta que suele venir a la mente es: ¿qué tan grande es? Al tomar esto en cuenta, las flechas de la **Figura 4** ilustran los diferentes tipos de capacidad en sistemas de almacenamiento: cruda, usable y efectiva, cada una representando un nivel distinto de aprovechamiento del espacio según las configuraciones y necesidades del sistema.

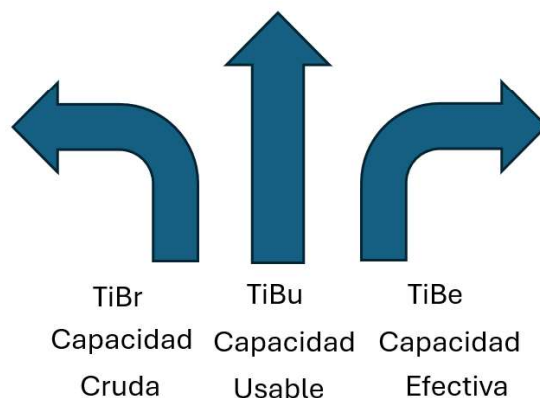


Figura 4. Diferentes contextos según la necesidad.

1.4. CAPACIDAD CRUDA TiBr

Existe cierta confusión cuando se habla en con respecto a cuánto espacio está realmente disponible en tu sistema es si estás hablando en términos de capacidad bruta o utilizable. Así que se intentará brindar un poco de claridad sobre cómo usar

estos términos cuando se busca añadir capacidad a tu infraestructura de almacenamiento o revisar cuánta capacidad queda.

Hace mención el autor [4] en un ejemplo donde una organización que busca añadir capacidad a su infraestructura de almacenamiento y desglosa en cómo puede desarrollarse. Se supone que un miembro de tu equipo de TI compra 100 discos de 600GB para 60TB de almacenamiento, pero no sabía que esos 60TB eran de capacidad bruta y no utilizable. Lo que puede suceder es que las unidades de negocio comiencen a intentar reclamar cantidades de almacenamiento para sus proyectos basándose en este número, y antes de que te des cuenta, varias unidades de negocio reclaman los 60TB. Sin embargo, realmente nunca tuviste 60TB con los que trabajar.

Por otro lado, el autor Akins [17] en su artículo (*“Understanding Storage Capacity”*) describe a la capacidad cruda como, la capacidad total del medio de almacenamiento en el sistema. Por ejemplo, si el sistema contiene 20 unidades de 5TB cada una, la capacidad bruta es de 100TB. Los proveedores a veces fijan el precio de sus sistemas por error basándose en la capacidad bruta, pero los usuarios deberían enfocarse en la capacidad utilizable, ya que la capacidad utilizable puede ser significativamente menor que la capacidad bruta. Por eso la capacidad bruta generalmente se informa en terabytes decimales.

1.5. CAPACIDAD USABLE TiBu

Mientras muchos proveedores publican ratios de compresión el autor ASG [22], señala como de suma importancia recordar que en efecto son solo estimaciones hasta que el proveedor realmente tenga la oportunidad de revisar tu entorno de almacenamiento. Esto se debe a que ciertos tipos de cargas de trabajo son más propicias para la compresión de datos que otras. Por ejemplo, los entornos de bases de datos son muy propicios para la deduplicación de datos, así que si cargas de trabajo de bases de datos son principalmente lo que estás ejecutando, esperarías un ratio de compresión alto.

Qumulo [12] en su artículo (Eficiencia de almacenamiento) identifica a la capacidad usable como exactamente eso: esta es la capacidad que puede utilizar para almacenar archivos. Los proveedores de almacenamiento tradicionales están profundamente arraigados, como resultado de diferencias fundamentales en sus enfoques de protección de datos, almacenamiento de archivos pequeños y operaciones de reconstrucción. Señala adicionalmente el equipo que se puede reportar la capacidad utilizable como todo lo que queda después de permitir el borrado de bits de paridad de codificación, no asuma que realmente puede usar todo este espacio. Resulta que los sistemas de almacenamiento de escalamiento heredados no hacen un buen trabajo cuando se trata de archivos pequeños.

1.6. CAPACIDAD EFECTIVA TiBe

El autor Rickson de la página (Pure Storage) [7] define a la capacidad efectiva como el espacio total que un arreglo les entregará mientras está funcionando. En el mundo del almacenamiento *flash*, la mayoría de los arreglos trabajan hacia atrás desde ese número de capacidad efectiva para determinar finalmente cuánto almacenamiento *flash* real (o bruta) se necesita para entregarla. La fórmula básica es esta: capacidad bruta, menos la sobrecarga del sistema (espacio requerido para el software del sistema que ofrece características avanzadas de almacenamiento, sobrecarga de RAID, etc.), igual a almacenamiento utilizable. Esa cantidad de almacenamiento utilizable se multiplica por una proporción de reducción de datos para entregar la capacidad efectiva total.

Ejemplifica de una manera muy sencilla el autor Rickson [7] los términos que se defiende para llegar desde la capacidad cruda hasta efectiva, en su ejemplo, para un proveedor heredado. Puede verse así ejemplificando la conversión de capacidades en la **Tabla 1**.

Capacidad Cruda	Capacidad para el sistema	Capacidad Usable	DRR	Capacidad Efectiva
150 TiBr	50 TB	100TiBu	2:1	200TiBe

Tabla 1. Conversión de capacidades.

Por su parte el autor Krekoulas [2] en su artículo hace referencia a la distinción de los fabricantes, donde la mayoría de los proveedores de almacenamiento modernos (y algunos no tan modernos) afirman un Data Reduction Ratio similar para sus dispositivos. Números como 3:1 parecen ser comunes hoy en día. Lo cual, para cualquiera con un mínimo de sentido común, simplemente significa “puedo almacenar cinco veces más cosas en el mismo espacio”. Lamentablemente, el mismo ratio de 5:1 no significa el mismo resultado final para todos los proveedores.

Ahora bien, obviamente si se aumentara ese ratio de reducción de datos, terminaríamos con más capacidad efectiva. Rickson [7] señala cercano a tener un DRR 3:1, obtendríamos 300TB efectivos, pero más importante aún, dado que realmente no se necesita la capacidad adicional ahora, se puede reducir la cantidad de *flash* bruta necesaria en un 33% a 100TB (de 150TB), disminuyendo así nuestros costos de adquisición, mientras aún se entregan los 200TB que se necesitan.

1.7. ESCALABILIDAD

Para hacer una distinción entre el escalamiento horizontal y el escalamiento vertical, Toor [13] sugiere un punto central en donde la capacidad de almacenamiento es el punto de referencia principal para evaluar dispositivos de almacenamiento, seguida de cerca por la facilidad de expansión de capacidad. La urgencia de escalar es una preocupación crítica para los administradores de almacenamiento, lo que a menudo requiere elegir entre agregar hardware a un sistema existente o diseñar una solución más compleja, como un nuevo centro de datos.

En una arquitectura de almacenamiento de datos, Pure en su portal educacional [15] señala el crecimiento vertical donde, se agregan unidades de almacenamiento para aumentar la capacidad y el rendimiento. Las unidades son administradas por dos controladores. Cuando se agota la capacidad de almacenamiento, se agrega otro estante de unidades a la arquitectura.

Para un crecimiento de capacidad únicamente tradicional. Normalmente implica un par central de controladores supervisando múltiples bandejas de discos. La expansión es lineal y limitada; cuando se agota el espacio, se integran bandejas adicionales de discos. La limitación de este modelo radica en la escalabilidad finita de los propios controladores de almacenamiento señala Toor [13].

Una arquitectura escalamiento horizontal, define la utilización Pure [15] en su portal educacional como almacenamiento definido por software (SDS) para separar el hardware de almacenamiento del software de almacenamiento, permitiendo que el software actúe como los controladores. Esta es la razón por la cual el almacenamiento escalamiento horizontal se considera almacenamiento conectado a una red de clusterización.

Los sistemas que trabajan en clúster de escalamiento horizontal implican nodos de software que trabajan juntos. Los nodos pueden añadirse o eliminarse, permitiendo que elementos como el ancho de banda, el cómputo y el rendimiento aumenten o disminuyan según sea necesario. Para actualizar un sistema escalamiento horizontal, se deben crear nuevos clústeres.

En un sistema escalamiento horizontal, Paul [19] menciona como se puede agregar y configurar nuevo hardware según surja la necesidad. Cuando un sistema de escalamiento horizontal alcanza su límite de almacenamiento, se puede añadir otro arreglo para expandir la capacidad del sistema. El almacenamiento de escalamiento horizontal puede aprovechar el almacenamiento adicional agregado entre arreglos y usar los dispositivos añadidos para aumentar la capacidad de almacenamiento en la red, añadiendo rendimiento y abordando la necesidad de almacenamiento adicional.

1.8. REDUCCIÓN DE DATOS

Al aprovechar técnicas avanzadas de reducción de datos respaldadas por la mejor garantía de reducción de datos de la industria, el autor Henderson [5] en el artículo escrito para Dell Technologies menciona un producto estrella en la compañía como Dell PowerStore que permite a las empresas ahorrar dinero y almacenar más datos en menos espacio. Se explora cómo PowerStore reduce permanentemente los costos de almacenamiento y equipa completamente para un futuro impulsado por IA. La arquitectura de próxima generación de PowerStore utiliza tecnología avanzada de reducción de datos, ofreciendo varios beneficios que las cabinas heredadas y competitivas no pueden igualar. A diferencia de las soluciones heredadas tradicionales, PowerStore combina software sofisticado con hardware de última generación para mejorar la eficiencia.

Dentro de páginas de renombre con evaluación continua a equipos de almacenamiento y pruebas encontramos a P. Technologies [14] para un enfoque más efectivo es adoptar soluciones de almacenamiento con tecnologías avanzadas de reducción de datos. Altos ratios de reducción de datos maximizan la capacidad de almacenamiento, minimizando la necesidad de hardware adicional y reduciendo CAPEX y OPEX. Esta estrategia optimiza la infraestructura existente, evita costos innecesarios de licenciamiento y gestionando eficientemente el crecimiento de datos sin expansión continua de hardware.

También hace mención el artículo [14] sobre el gigante de la industria, Dell Technologies el cual se propuso desarrollar las mejores capacidades de reducción de datos en la industria. La reducción de datos de PowerStore está siempre activa en toda la cabina, lo que significa que los administradores no necesitan activarla o gestionarla por carga de trabajo. Dell tiene tanta confianza en sus capacidades de reducción de datos que garantiza que los clientes que compren cualquier modelo nuevo de Dell PowerStore experimentarán un *ratio* de reducción de datos de 5:1 en datos reducibles.

1.9. SÍNTESIS DEL CAPÍTULO

En este capítulo se han presentado los fundamentos del almacenamiento de datos, abarcando principalmente por almacenamiento local hasta las tecnologías modernas. Se describieron los distintos tipos de datos que pueden almacenarse (en bloque, por archivos y como objetos), así como las principales soluciones de infraestructura, entre ellas SAN, NAS y almacenamiento de objetos, destacando su papel en el manejo de grandes volúmenes de información. De igual forma, su relación con la escalabilidad, además de los mecanismos de resiliencia actualmente utilizados, como los *snapshots* y las réplicas, que permiten proteger la información ante fallos o desastres.

Asimismo, se explican las ventajas que ofrecen las soluciones modernas de almacenamiento para las organizaciones, destacando la conservación segura de los datos, su disponibilidad y sostenibilidad, la recuperación ágil ante incidentes, la reducción de la huella física mediante el paso del papel a lo digital y la posibilidad de clasificar, organizar y acceder a la información desde diferentes dispositivos. A partir de las aportaciones de diversos autores, se resalta cómo el uso de tecnologías como el almacenamiento electrónico, el almacenamiento no volátil y las plataformas de crecimiento en almacenamiento vertical y horizontal potencian su despliegue según las necesidades del negocio y mejorar la productividad, la colaboración y la gestión documental.

Finalmente, se introduce la distinción entre capacidad cruda, utilizable y efectiva, aclarando que no todo el espacio físico instalado está disponible para almacenar archivos, ya que intervienen factores como la protección de datos, la sobrecarga del sistema y las técnicas de reducción (compresión y deduplicación).

CAPÍTULO II. INFRAESTRUCTURA

En este capítulo, se explorarán los fundamentos de la infraestructura de tres capas de TI en un centro de datos, desde los servidores y su papel en el procesamiento de la información, hasta la interconexión mediante switches SAN o LAN, así como su plataforma de protección y almacenamiento de datos que garantizan la disponibilidad y confidencialidad de la información.

2.1. ORIGEN

Los equipos de cómputo cuentan con capacidades que le permiten la realización de múltiples operaciones en pocos segundos, lo que logra con mayor facilidad infringir la seguridad de la información [6] [20].

El almacenamiento por niveles puede mejorar el rendimiento de las aplicaciones al liberar el almacenamiento primario y trasladar los datos secundarios a un nivel de menor costo. Siendo para D. Raffo [9] la contemplación de un almacenamiento multinivel para su uso en sus computadoras mainframe. Cuando se concibió por primera vez el almacenamiento por niveles, los datos de producción primarios se colocaban manualmente en distintas configuraciones de unidades de disco duro Serial Attached SCSI (SAS) y Serial Advanced Technology Attachment (SATA).

2.2. EQUIPO DE PROCESAMIENTO (SERVIDORES)

Para entender el principio del equipo encargado del procesamiento (servidor), Dell Technologies [21] en su portal de integración, plataformas y servicios lo define como, una computadora más potente que una computadora de escritorio promedio. Proporciona un lugar centralizado para almacenar y organizar documentos importantes con una infraestructura segura que admite una gama completa de cargas de trabajo y objetivos modernos.

Sin embargo, la página web del portal Paessler [8] ve de otra manera a los servidores fuera del cuadro de los sitios en centros de datos mencionando que, en teoría, siempre que las computadoras comparten recursos con máquinas cliente se consideran servidores. Hay muchos tipos de servidores, incluidos los servidores web, servidores de correo y servidores virtuales.

J. Montecarlo [18] explica el concepto de servidor con un ejemplo de la vida cotidiana, el papel de un servidor es similar al de un bibliotecario en una vasta biblioteca digital. Organiza y almacena información, asegurando que sea accesible, confiable y segura para cualquiera que la busque. Las secciones a continuación tienen como objetivo responder la pregunta “¿Qué es un servidor?” Los servidores son los caballos de batalla digitales que impulsan gran parte de nuestro mundo moderno. Para comprender su importancia, es esencial entender la amplia variedad de tareas que pueden realizar

No obstante, la definición del servidor ha tenido una evolución con el paso de los años, hoy en día, un servidor puede no ser más que software ejecutándose en uno o más dispositivos de cómputo físicos. Dichos servidores suelen denominarse servidores virtuales. Originalmente, los servidores virtuales se utilizaban para aumentar la cantidad de funciones de servidor que un solo servidor físico podía realizar [8], [21].

2.3. UNIDAD DE PROCESAMIENTO CENTRAL (CPU)

Comenzar con la definición de lo que gestiona solicitudes y creación de VM en entornos empresariales, así como demandas de procesamiento inmediato, Enciclopedia Britannica [25] lo menciona como un tipo de dispositivo electrónico miniatura que contiene la circuitería aritmética, lógica y de control necesaria para realizar las funciones de la unidad central de procesamiento de una computadora digital. En efecto, este tipo de circuito integrado puede interpretar y ejecutar instrucciones de programa, así como manejar operaciones aritméticas, se ilustra una tarjeta madre con el uso de posicionador de CPU, *véase la Figura 5.*

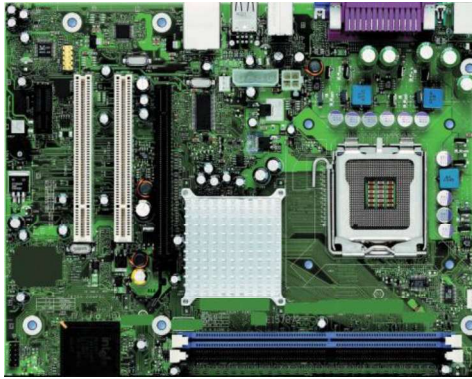


Figura 5. CPU en tarjeta madre.

De acuerdo con los principios de la década de 1970, la introducción de la integración a gran escala (LSI), que hizo posible empaquetar miles de transistores, diodos y resistores en un chip de silicio de menos de 0.2 pulgadas (5 mm) cuadrados, condujo al desarrollo del microprocesador. El primer microprocesador fue el Intel 4004, que se introdujo en 1971. Durante principios de la década de 1980, la integración a muy gran escala (VLSI) aumentó enormemente la densidad de circuitos de los microprocesadores. En la década de 2010, un solo circuito contiene miles de millones de componentes electrónicos en un chip idéntico en tamaño al circuito pequeño [25], [31].

A continuación, se indican los pasos básicos de un ciclo de instrucción:

- **Búsqueda de instrucciones:** La CPU obtiene instrucciones de la memoria. Las instrucciones son códigos binarios que representan tareas u operaciones específicas para la CPU. La unidad de control interpreta la instrucción y determina la operación que se debe efectuar. También identifica los componentes específicos de la CPU que se necesitan para la tarea.
- **Procesamiento de instrucciones:** La CPU lleva a cabo la operación especificada en los datos obtenidos. Realiza cálculos matemáticos, comparaciones lógicas, manipulación de datos o transferencia de datos entre los registros o las ubicaciones de memoria.

- **Almacenamiento de resultados:** Después de ejecutar las instrucciones, es posible que la CPU deba almacenar los resultados en la memoria o actualizar los registros específicos con los nuevos datos. El contador de programas (PC) se actualiza para señalar la dirección de la siguiente instrucción que se va a obtener. La CPU repite el ciclo y busca, decodifica y ejecuta las instrucciones en orden.

La producción de microprocesadores económicos permitió a los ingenieros de computadoras desarrollar microcomputadoras. Dichos sistemas de computadora son pequeños, pero tienen suficiente poder de cómputo para realizar muchas tareas empresariales, industriales y científicas. Donde nos coloca un ejemplo la enciclopedia [25] siendo un microprocesador que también permitió el desarrollo de los llamados terminales inteligentes, tales como cajeros automáticos y terminales de punto de venta empleados en las tiendas minoristas.

Con el propósito de ilustrar de manera conceptual el proceso mediante el cual un servidor procesa la información, el cuadro sinóptico presentado en la **Figura 6** se basa en el modelo de arquitectura Harvard. En este esquema, las instrucciones y los datos son gestionados a través de rutas independientes, lo que permite representar de forma clara la manera en que el procesador accede de manera separada a la memoria de instrucciones y a la memoria de datos. Esta representación contribuye a una mejor comprensión del funcionamiento interno del sistema.

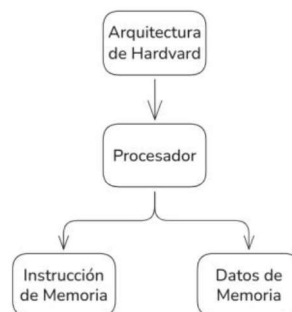


Figura 6. Servidor procesando información.

2.4. MEMORIA RAM

La memoria RAM de servidor, o Memoria de Acceso Aleatorio, es un tipo de memoria volátil que se utiliza para almacenar datos e instrucciones que están siendo usados actualmente por la CPU. Es mucho más rápida que los dispositivos de almacenamiento tradicionales como discos duros o unidades de estado sólido, por lo que permite que la CPU acceda a los datos e instrucciones mucho más rápidamente. Esto es esencial para los servidores que necesitan procesar grandes cantidades de datos o ejecutar múltiples aplicaciones al mismo tiempo, conecta DIMMs de memoria internos [23], **véase la Figura 7.**

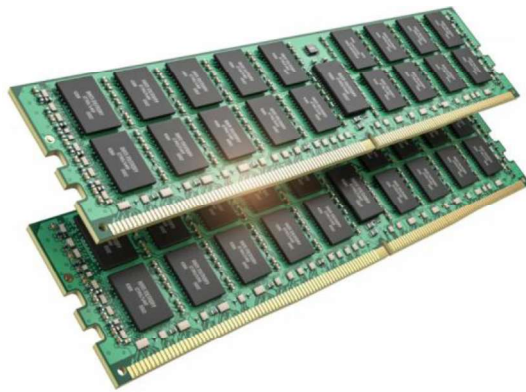


Figura 7. Memoria RAM con DIMMs.

Para el autor K. Host [16] Antes de entrar en lo que es la RAM de servidor, necesitamos entender qué significa RAM. RAM significa Memoria de Acceso Aleatorio, y su función principal implica procesar datos desde unidades de estado sólido o discos duros hacia la CPU y nos brinda un ejemplo del tiempo en cuando la RAM se desconecta, no retiene datos. Imagina que la unidad de estado sólido o el disco duro es como el cerebro, y la RAM es como un conjunto de neuronas clasificando y organizando pensamientos.

La razón por la que se utiliza la RAM para clasificar datos sobre otras formas de memoria es que, aunque la RAM carece de la capacidad de retener datos, lo compensa con la velocidad a la que lee y escribe esos datos, la cual procesa datos desde discos

duros (SSD) hacia la CPU, siendo cautelosos con su remplazo [28] [16], **como se muestra en la Figura 8.**

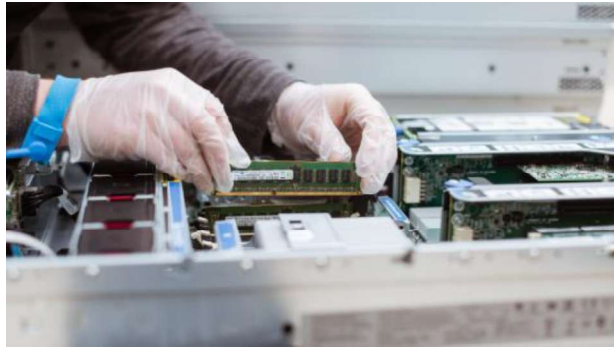


Figura 8. Actualización de RAM en Servidor.

2.5. TARJETAS DE CONEXIÓN (NICs, HBA)

La conectividad dentro de un servidor es una parte fundamental para la conexión y velocidad, las tarjetas de conexión HBA (Host Bus Adapter) según Edward [29], son una tarjeta o adaptador de circuito integrado que proporciona la conexión física y el procesamiento de entrada/salida (I/O) entre un servidor y un dispositivo de almacenamiento. El uso de tarjetas HBA puede reducir en gran medida la carga del almacenamiento de datos y de la recuperación de datos por parte del microprocesador del host, **representada en la Figura 9.**



Figura 9. Imagen lateral de una HBA marca QLOGIC.

Una tarjeta NIC (Network Interface Card) cumple una posición vital como componente de hardware, normalmente una tarjeta o chip, que se instala en un equipo para que pueda conectarse a una red. La NIC contiene la circuitería de capa física necesaria para comunicarse con estándares de capa de enlace de datos como Ethernet, y es capaz de preparar, transmitir y controlar el flujo de datos en la red LAN. También conocida como adaptador de red o adaptador LAN, es un componente de hardware que permite que una computadora o dispositivo de red se conecte a una red y se comunice con otros dispositivos. La NIC actúa como un intermediario, convirtiendo los datos del bus interno de la computadora a un formato adecuado para su transmisión a través del medio de red, y viceversa [30], [33], **como se muestra visualmente en la Figura 10.**



Figura 10. Imagen de lateral de una NIC marca Mellanox.

La conectividad dentro de un servidor es una parte fundamental para la conexión y velocidad, las tarjetas de conexión HBA (Host Bus Adapter) según Edward [29], son una tarjeta o adaptador de circuito integrado que proporciona la conexión física y el procesamiento de entrada.

2.6. INTERCONEXIÓN (SWITCHES)

En la actualidad, muchas empresas comienzan a construir sus propios sistemas de red de almacenamiento, tomando protagonismo en sus centros de datos, por eso para Sheldon [34], es necesaria la Red de Área Local (LAN) y la Red de Área de Almacenamiento (SAN) para satisfacer las demandas permanentes de rendimiento en

el almacenamiento de datos. Aunque el switch LAN y el switch SAN ambos proporcionan un camino de comunicación de datos, se pueden identificar muchas diferencias al comparar un switch LAN vs un switch SAN que se describe en los siguientes dos capítulos. Se muestra la siguiente comparativa como diferencia entre sus aspectos y utilidades **ver Tabla 2**.

Aspecto	Switch SAN (Storage Area Network)	Switch LAN (Local Area Network)
Propósito principal	Red dedicada de almacenamiento para conectar servidores con cabinas y transportar tráfico crítico de datos.	Red de datos general para usuarios, servidores, impresoras, IoT y tráfico de aplicaciones.
Tipo de tráfico	Tráfico de bloques de almacenamiento (I/O de disco), extremadamente sensible a latencia y pérdida.	Tráfico IP general: datos de usuario, tráfico de servicios, tráfico de clústeres y replicación.
Protocolos típicos	Fibre Channel (FC), FCoE, iSCSI sobre Ethernet; fabric diseñado específicamente para SAN.	Ethernet/IP (IEEE 802.3), VLANs y protocolos de red comunes.
Dispositivos que conectan	Servidores (HBAs/CNAs) hacia cabinas de almacenamiento.	Servidores hacia switches de agregación/core y dispositivos de almacenamiento.
Características clave	Alta fiabilidad, baja latencia, tráfico lossless, rutas deterministas.	Alta capacidad de conmutación, flexibilidad de topologías, soporte para múltiples tipos de tráfico.

Tabla 2. Propósitos principales de una SAN y LAN

2.7. SAN

Una SAN es una red o subred dedicada de alta velocidad que interconecta y presenta grupos compartidos de dispositivos de almacenamiento a múltiples servidores, para el Switch de red de área de almacenamiento (SAN) es un dispositivo especializado diseñado para establecer conexiones entre servidores y grupos de almacenamiento compartido con el único propósito de facilitar la transferencia de datos relacionados con el almacenamiento. Permiten la creación de redes de almacenamiento de alta velocidad a gran escala que conectan numerosos servidores y acceden a grandes cantidades de datos, a menudo del orden de los petabytes en el orden del tráfico y su topología [29], [36] **Figura 11 y Figura 12**.



Figura 11. Vista frontal de un Switch Dell DS6620-B.

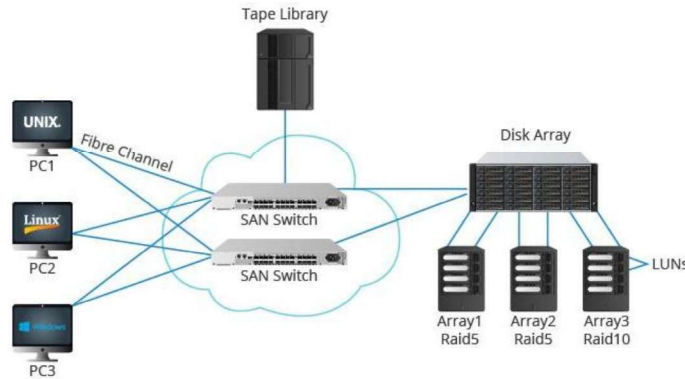


Figura 12. Topología clásica de Switches SAN.

En un ejemplo preciso de cómo trabajan los Switches SAN y que protocolos comúnmente enlazan entre los distintos equipos y para un mejor entendimiento, se colocó una tabla con las características principales **ver Tabla 3.**

Elemento	Switch SAN
Rol en almacenamiento	Proporciona una red dedicada para transportar tráfico Fibre Channel entre servidores (hosts/HBAs) y cabinas de almacenamiento. Garantiza baja latencia y alta disponibilidad.
Velocidades típicas	16Gb FC, 32Gb FC, 64Gb FC. En ambientes legacy existen 8Gb FC.
Clustering (cómo trabaja)	Se implementan dos switches SAN en fabric A y fabric B. Cada host y cada controlador del almacenamiento se conecta a ambos para alta disponibilidad.
Replicación	Puede transportar replicación FC nativa cuando la cabina lo soporta, o replicación IP si el sistema usa gateways. En SAN puro: replicación por Fibre Channel.
Protocolos soportados	Fibre Channel (FC), Zoning.
Topología típica	Arquitectura dual-fabric: dos switches independientes que nunca se interconectan; cada uno maneja la mitad de los paths.
Ventaja principal	Aislamiento total del tráfico de almacenamiento, ultra baja latencia, resistencia a fallos por caminos redundantes y diseño determinístico.

Tabla 3. Características principales switch SAN.

2.8. LAN

Una LAN es un grupo de computadoras y dispositivos periféricos que comparten una línea de comunicaciones común o un enlace inalámbrico hacia un servidor dentro de una zona geográfica específica. T. Dell [37] hace referencia a uno de sus equipos como maneja y gestiona el tráfico LAN haciendo ver a las soluciones de centros de datos de próxima generación, de múltiples racks, requieren rendimiento, escala y capacidad para impulsar cargas de trabajo nuevas y exigentes. Una arquitectura de red LAN *back-end* tipo *leaf-spine* admite estas necesidades y facilita implementaciones más grandes. La solución en este documento describe una arquitectura de red *back-end leaf-spine* con switches Ethernet de Dell y un clúster PowerStore que puede escalar hasta 252 nodos, los Switches que utilizan para este enrutamiento y generación del clúster son los siguientes dispositivos **ver Figura 13**.



Figura 13. Switch Empresarial Dell Technologies S5248F.

Los Switches LAN desempeñan un papel fundamental en la mejora de la eficiencia general de las redes de área local, a la vez que resuelven eficazmente los desafíos existentes de ancho de banda, por eso se genera la siguiente tabla ejemplificando los conceptos, **ver Tabla 4**.

Elemento	Switch LAN
Rol en almacenamiento	Conecta nodos de almacenamiento entre sí y con la red; transporta tráfico de clúster, replicación y datos.
Velocidades típicas	10GbE / 25GbE para nodos; 40/100GbE para uplinks.
Clustering (cómo trabaja)	Dos switches LAN en VLT/MLAG para activo-activo; tráfico interno circula por Ethernet.
Replicación	Tráfico sync/async por Ethernet sobre TCP/IP; puede ir en VLAN dedicada.
Protocolos soportados	Ethernet, TCP/IP, VLANs, Jumbo Frames, LACP, VLT/MLAG.
Topología típica	2 switches LAN en VLT o arquitectura leaf-spine.
Ventaja principal	Alta escalabilidad, resiliencia y operación activa-activa para almacenamiento.

Tabla 4. Características principales Switch LAN.

Con el fin de complementar la descripción individual de cada arquitectura y facilitar la identificación de sus diferencias prácticas, se presenta a continuación un cuadro comparativo que resume las características más relevantes entre SAN y NAS.

Esta comparación se elaboró exclusivamente con la información expuesta en el capítulo correspondiente, permitiendo visualizar de forma clara cómo cada tecnología responde a distintos tipos de datos, cargas de trabajo y necesidades operativas dentro del entorno analizado, **se visualiza en la Tabla 5.**

Criterio	SAN (Storage Area Network)	NAS (Network Attached Storage)
Tipo de dato principal	Datos en bloques, orientados a aplicaciones transaccionales y bases de datos.	Datos en archivos, orientados a documentos, historiales, repositorios y contenido no estructurado.
Protocolos utilizados	Principalmente Fibre Channel (FC) o equivalentes; red independiente especializada en almacenamiento.	NFS o SMB, sobre Ethernet y redes LAN tradicionales.
Arquitectura de interconexión	Conectividad mediante HBAs, switches SAN dedicados y múltiples caminos activos-activos.	Conectividad mediante NICs, VLANs y switches Ethernet empresariales.
Latencia y rendimiento	Muy baja latencia y alto rendimiento para cargas críticas (transacciones bancarias, bases de datos).	Rendimiento adecuado para acceso a archivos, lectura/escritura compartida, repositorios documentales.
Disponibilidad y resiliencia	Controladoras duales activo-activo, failover transparente, caminos redundantes FC, alta estabilidad.	Controladoras redundantes, failover en servicios de archivo, enlaces Ethernet múltiples pero menos especializados.

Tabla 5. Comparativa entre fundamentos de una SAN y NAS.

En la arquitectura propuesta, el modelo TCP/IP funciona como la base que permite la comunicación entre los distintos componentes físicos del centro de datos, sin necesidad de profundizar en los detalles técnicos del modelo. Las aplicaciones que ejecutan procesos de reducción de datos, como los servicios de archivos NFS o SMB, utilizan las capas superiores de TCP/IP para enviar y recibir información entre servidores y equipos de almacenamiento. Mientras tanto, las capas inferiores del modelo se materializan en el hardware, como los switches Ethernet y las interfaces de red, que permiten que los datos viajen físicamente a través de la red LAN. De forma simplificada, el modelo TCP/IP habilita la conexión entre servidor, red y

almacenamiento para que las funciones de reducción de datos operen correctamente, **se representa en la Figura 14.**

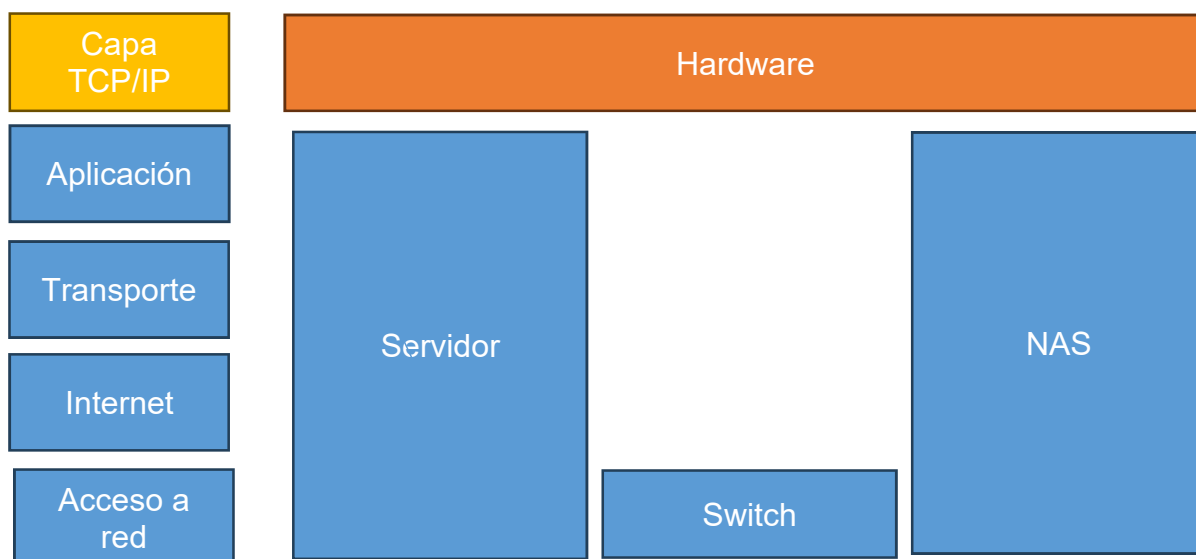


Figura 14. Relación de hardware en la infraestructura del modelo de red TCP/IP.

2.9. ALMACENAMIENTO (STORAGE)

Desde hace varias décadas, la informática ha ido evolucionando a un ritmo acelerado, y con ella, la forma en que las empresas gestionan su información. Para T. Dell [39] en este contexto, el almacenamiento de datos se ha convertido en un aspecto clave en la operación de cualquier compañía que haga uso de tecnologías informáticas.

El almacenamiento de datos según cuenta Pure Storage [45] como uno de los principales competidores, es el proceso de almacenar y conservar la información digital para su posterior recuperación y uso. Permite que los ordenadores y otros dispositivos conserven y accedan a los datos de una manera estructurada, lo que facilita una gestión y un procesamiento de los datos perfectos. Actualmente los datos son uno de los bienes más preciados en una empresa, información a la que más importancia le

deben dar y que con especial atención y cuidado deben almacenar, comparte In I. Soluciones [26]. Con las definiciones de los previos autores se generó una tabla comparativa para encontrar sus diferentes puntos de vista, **véase la Tabla 6.**

Autor	Definición de almacenamiento de datos	Propósito principal	Relación con toma de decisiones	Seguridad
MDC	Capacidad de acoger información de manera permanente en un dispositivo.	Guardar información de forma permanente para consulta y transferencia.	El procesamiento de datos facilita mejores decisiones; los datos tienen alto valor.	Recalca seguridad, integridad y disponibilidad
IBM	Proceso de almacenar y conservar información digital para su recuperación y uso.	Garantizar accesibilidad, estructura y protección de los datos.	Un buen almacenamiento permite gestión eficiente y criterios para elegir soluciones	Incluye prácticas como cifrado y control de acceso.
Hivenet	Almacenar y organizar como un pilar esencial para la empresa, hoy mayormente ligado a la nube.	Permitir acceso a la información desde cualquier lugar sin comprometer seguridad	Los datos apoyan decisiones comerciales y creación de servicios.	Enfatiza ciberseguridad y protección de confidencialidad

Tabla 6. Comparación de definiciones Storage.

Para ejemplificar los casos de uso y poder visualizar el crecimiento y mejora en datos cuantitativos presentan con el crecimiento del banco BBVA, la periodista Laura del Rio [38] en su artículo comenta que de 3 a 4 años han crecido alrededor de un 35 % en datos y usuarios y que eso les obligó a revisar su arquitectura y estrategia de almacenamiento para poder escalar la definición de lo que gestiona solicitudes y creación de Máquinas Virtuales en entornos empresariales, así como demandas de procesamiento inmediato. Directivos del Ayuntamiento de Madrid, FCC y Ford España explican cómo la estrategia de almacenamiento (incluyendo qué se queda en su sitio interno de centro de datos y qué va a la nube) impacta directamente en costes, rendimiento, gestión del dato y éxito del negocio [38], [45].

Las empresas de hoy se enfrentan a una incertidumbre sin precedentes para B. Henderson [44] mientras intentan gestionar desafíos familiares: el crecimiento exponencial de los datos y el aumento de las ciberamenazas, además de mantener

expectativas de cero tiempo de inactividad bajo una presión implacable por hacer más con menos. En este y otro tipo de problemáticas se selecciona al líder de la industria PowerStore, proporcionando una plataforma preparada para el futuro que convierte los datos en una ventaja estratégica.

Hoy anunciamos más formas en que PowerStore aborda de frente los desafíos de TI con innovaciones en densidad de almacenamiento, ciberseguridad y simplicidad operativa, dándote las herramientas para tomar el control en un mundo impredecible visualizaremos algunas de las características del equipo en la **Tabla 7**.

Característica	Dell PowerStore	Competencia
Arquitectura	End-to-end NVMe con controladores activo/activo.	NVMe o híbrido; activo/pasivo en algunos modelos.
Eficiencia DRR	5:1 data reduction promedio.	3:1 dependiendo del proveedor.
Disponibilidad	Diseñado para 99.9999% de uptime.	Entre 99.99% y 99.999% según arquitectura.
Escalabilidad	Hasta >23 PBe por clúster.	Escalabilidad variable, típicamente menor o dependiente del modelo.
Actualizaciones	No disruptivas en HW y SW.	Puede requerir ventanas en actualizaciones mayores.

Tabla 7. Comparación de equipo PowerStore.

2.10. RESPALDOS DE DATOS

Los respaldos de datos son importantes el autor Weeks Jeff [40] nota como el extravío de archivos importantes puede tener un impacto catastrófico; los respaldos

pueden protegerte de esto. Mientras más frecuentes sean los respaldos de datos, menos probable será que sufras una pérdida devastadora. Por lo mismo, en su artículo comenta los tres primarios tipos de respaldos, **como se muestra en la Tabla 8**.

Tipo de respaldo	Qué es	Ventajas	Desventajas
Respaldo completo (Full Backup)	Copia todos los datos cada vez que se ejecuta.	Máxima protección; recuperación rápida y simple.	Tarda más tiempo y requiere más espacio.
Respaldo incremental (Incremental Backup)	Copia solo los datos que cambiaron desde el último respaldo (full o incremental).	Muy rápido y eficiente en espacio.	Restaurar es más lento: requiere reconstruir cadena de respaldos.
Respaldo diferencial (Differential Backup)	Copia todo lo que cambió desde el último respaldo completo.	Restauración más sencilla que incremental.	Ocupa más espacio con el tiempo hasta el siguiente respaldo full.

Tabla 8. Diferencias entre respaldos de acuerdo con W. Jeff [40].

Las copias de seguridad de datos representan una piedra angular de la gestión sólida de datos y la resiliencia digital. En el panorama actual impulsado por los datos, donde la información es tanto un activo crítico como una posible responsabilidad, implementar una estrategia integral de copias de seguridad ya no es opcional; es un requisito fundamental para garantizar la continuidad del negocio, mitigar riesgos y mantener la integridad de los datos. Las posibles repercusiones de la pérdida de datos que abarcan repercusiones financieras, daños a la reputación, sanciones regulatorias y la interrupción operativa requieren un enfoque proactivo y bien diseñado para las copias de seguridad, mencionan T. CLRN [35].

Para comprender de una mejor forma de donde provienen las causas comunes de la pérdida de datos, recomiendan los siguientes autores [40], [35], [39], **véase la Tabla 9**.

Causa	Descripción
Error humano	Es una de las mayores causas de pérdida de datos, frecuentemente ocasionada por eliminar, formatear o sobrescribir archivos accidentalmente.
Falla de hardware	No respaldar tu información puede derivar en pérdidas debido a unidades de almacenamiento defectuosas, fallas de energía o fallas en el hardware.
Problemas de software	Tus datos pueden perderse, corromperse o volverse inaccesibles debido a problemas relacionados con software, como un sistema de archivos corrupto o errores como la pantalla azul de la muerte (Blue Screen of Death).
Ataques de malware	El ransomware, los virus y otros tipos de software malicioso pueden corromper, robar o bloquear el acceso a tus datos.
Daño físico	Cualquier daño físico al medio de almacenamiento debido a temperatura excesiva, humedad, polvo u otro tipo de mal manejo puede resultar en pérdida de datos.

Tabla 9. Tipos comunes a causas de pérdidas de datos.

2.11. SÍNTESIS DEL CAPÍTULO

En este capítulo, se ha proporcionado una breve descripción de información: desde la función de los servidores en el procesamiento de la información y sus componentes internos, como el CPU y la memoria RAM, hasta la forma en que se comunican con los sistemas de almacenamiento mediante tarjetas HBA y NIC dentro de un centro de datos, garantizando en conjunto la disponibilidad y confidencialidad de los datos.

Así mismo, se explicaron los procesos que siguen las redes de área de almacenamiento (SAN) y las redes de área local (LAN) para interconectar servidores y cabinas de almacenamiento, destacando el papel de los switches especializados y las arquitecturas tipo doble malla en la gestión del tráfico. Para comprender su evolución, se revisaron los avances en integración de circuitos, el surgimiento de

servidores virtuales y la importancia del almacenamiento por niveles, así como la necesidad de soluciones modernas en almacenamiento como el ejemplo del producto estrella de Dell Technologies (PowerStore) así como de estrategias de respaldo que reduzcan el impacto de la pérdida de datos.

La información proporcionada en este capítulo ha permitido comprender la evolución de la infraestructura dentro de un centro de datos y su papel en la gestión segura y eficiente de la información. Se analizaron los componentes básicos de cómputo, memoria, red y almacenamiento, así como los riesgos asociados al crecimiento de los datos y a las posibles pérdidas de información. En el siguiente capítulo, se ejemplifica un caso práctico donde marca las pautas del proyecto bancario y se contemplan buenas prácticas para su desarrollo y contemplación de varias etapas hasta la entrega de ambas opciones para una solución final.

CAPÍTULO III. CASO PRÁCTICO

En este capítulo se analiza el caso práctico de un banco de cobertura internacional que, ante el crecimiento acelerado de sus datos y las limitaciones próximas de su infraestructura actual, requiere modernizar su almacenamiento mediante técnicas de reducción de datos (compresión y deduplicación), control de crecimiento y se plantea una nueva arquitectura adicional NAS a la opción principal SAN donde se garantiza el rendimiento, disponibilidad y cumplimiento regulatorio.

3.1. ANÁLISIS DE NECESIDADES

En este caso se presenta la situación de un banco de cobertura internacional con presencia en todos los estados del país, cuya operación principal está enfocada en la atención a clientes de su banca, banca empresarial y servicios digitales mediante su aplicativo. Durante los últimos años, el banco incorporó diversos sistemas de información, como su 'core' bancario, hasta plataformas de banca por Internet y banca móvil, pasando por sistemas de análisis, cumplimiento normativo, monitoreo de transacciones y varias aplicaciones que han surgido para cubrir las necesidades específicas que giran con base en el negocio.

Como resultado de la proyección en el crecimiento a futuro, no solamente se ha dado al alza el número de clientes y productos que se ofrecen dentro de la institución, sino que también ha generado un aumento en la cantidad de datos que se están almacenando día con día.

Los tipos de información que maneja el banco más importante, se cuenta con:
Registros de transacciones financieras que hacen los usuarios:

- **Depósitos**
- **Pagos**

- **Retiros**
- **Transferencias entre cuentas**
- **Créditos**
- **Cargos domiciliados**
- **Etc.**

También se notan los históricos de movimientos que se han realizado por los clientes, ya que, se deben conservar por varios años debido a alguna obligación legal o de auditoría interna y externa, así como las aclaraciones y disputas futuras en el sector financiero. Imágenes que son relacionadas a documentos oficiales de identificación, comprobantes digitales de pagos realizados y contratos de clientes escaneados a lo cual se le denomina un expediente electrónico para cada usuario correspondiente. Registros de eventos denominados (logs) generados por las aplicaciones y su uso en ellas, herramientas de monitoreo y sistemas de seguridad que utilizan como utilidad necesaria en análisis forense y seguimiento de incidentes conflictivos.

En este caso práctico, el banco tiene una necesidad puntual: el equipo de almacenamiento se encuentra muy cerca de su límite en capacidad, simultáneamente, el costo de seguir creciendo únicamente mediante la compra de nuevos discos para ser integrados a la solución actual comienza a ser difícil para justificar en la dirección financiera de la empresa ya que, solo contamos con un crecimiento escalable en dirección de capacidad y no de rendimiento.

Se obtienen los primeros acercamientos en llamadas de seguimiento de negocio con el área de TI nos comenta, que: El crecimiento que se tiene según los históricos de tres años para la fecha actual menciona un volumen de datos entre el 25% y el 30%. Por otro lado, se cuenta con múltiples copias de la misma información determinados “*snapshots*” ‘fotos en el tiempo’ (entornos de desarrollo, pruebas, respaldo histórico, etc.), muchas de ellas sin un control claro de control en aspectos de volumen y depuración.

Los tiempos que se gestionan con la ejecución de los respaldos, en especial, de algunas restauraciones críticas en el tiempo, ya no alcanzan las ventanas de servicio definidas y la baja de aplicativos críticos para el negocio, lo que se traduce en riesgo operativo para la empresa.

Considerando estos elementos, las necesidades del banco primordiales se puede después del análisis, resumirlas en tres necesidades principales:

- **Reducción de la capacidad:** El almacenamiento con el que cuentan actualmente, se liberará de espacio, mediante medidas de supervisión a nivel aplicativo y de dato, llevando a un proceso de retraso en medida de lo posible, nuevas inversiones y nuevos proyectos que se tengan en mente, pero sin llegar a afectar el rendimiento ni la disponibilidad de los sistemas de misión crítica para el banco.
- **Control del crecimiento desmedido:** Gestión del crecimiento desmedido del almacenamiento en el futuro cercano, apoyándose en técnicas de reducción de datos en línea, como la compresión y la deduplicación, para evitar que el espacio físico requerido aumente en el mismo ritmo que reportan los datos lógicos se van generando y logran almacenarse. De esta manera, se puede lograr aprovechar de forma mucho más eficiente cada equipo de almacenamiento o disco de capacidad adquirido, optimizando el uso de la infraestructura con la que se cuenta actualmente, así podremos retrasar la necesidad de una nueva inversión en hardware y se contribuye al mismo tiempo en reducir costos operativos y de mantenimiento asociados a la gestión del equipo de almacenamiento.
- **Requisitos regulatorios y de la auditoría:** Cumplimiento de los requisitos propios para garantizar que la información va a estar disponible en los diferentes plazos establecidos por la normativa que se establezca, pero tratando de hacerlo de una forma más eficiente en

términos de espacio, energía eléctrica y uso de racks en el centro de datos.

Una vez que el área de TI revisa y le presenta esta situación a su dirección correspondiente, se toma en conjunto la decisión de evaluar las alternativas tecnológicas que incluyan un almacenamiento que sea moderno y que cumpla con la reducción de datos en línea. En ese momento, desde el rol de ingeniero en preventiva denominado “iSA” *‘inside Solution Architect’*, con la responsabilidad de entender el detalle de su entorno actual y de proponer una arquitectura con base en sus mejores prácticas de solución y que esté alineada tanto a las necesidades técnicas como con las restricciones que se tengan del negocio.

3.2. LEVANTAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL

En este apartado, se describe de manera detallada cómo se lleva a cabo el levantamiento de información para el proyecto del banco en donde realizan las actividades típicas de un preventiva para la infraestructura. El objetivo que se traza como principal es analizar el uso real del almacenamiento, el tipo de datos que maneja la organización y con los que se trabajan a diario y los procesos operativos que se ejecutan, de modo que la propuesta final no será únicamente gráfica, sino en información concreta y verificable del banco, así como su análisis, monitoreo y uso de la infraestructura en tiempo real.

Se llevan a cabo llamadas planificadas en tiempos paulatinos con el personal de TI (administradores de almacenamiento, responsables de bases de datos, equipos de aplicaciones en desarrollo y quien corresponda), con la revisión de la documentación si es que existe y se tiene actualizada de diagramas de arquitectura con sus conexiones y velocidades, inventarios de equipos con sus tags de reconocimiento o números de serie, políticas de respaldo dependiendo la máquina virtual así como su punto de recuperación en el tiempo, entre otros.

Complementariamente se analizan métricas históricas de uso en IOPS (Input/Output Operations Per Second) provenientes de las plataformas de monitoreo que utilizamos para saber el estado actual del equipo y de los propios arreglos de servidores y del almacenamiento correspondiente, incluyendo capacidad utilizada con la que se asignó ya a algún volumen y la capacidad disponible con la que se cuenta aun, tasas de crecimiento, etc. **ver Figura 15.**

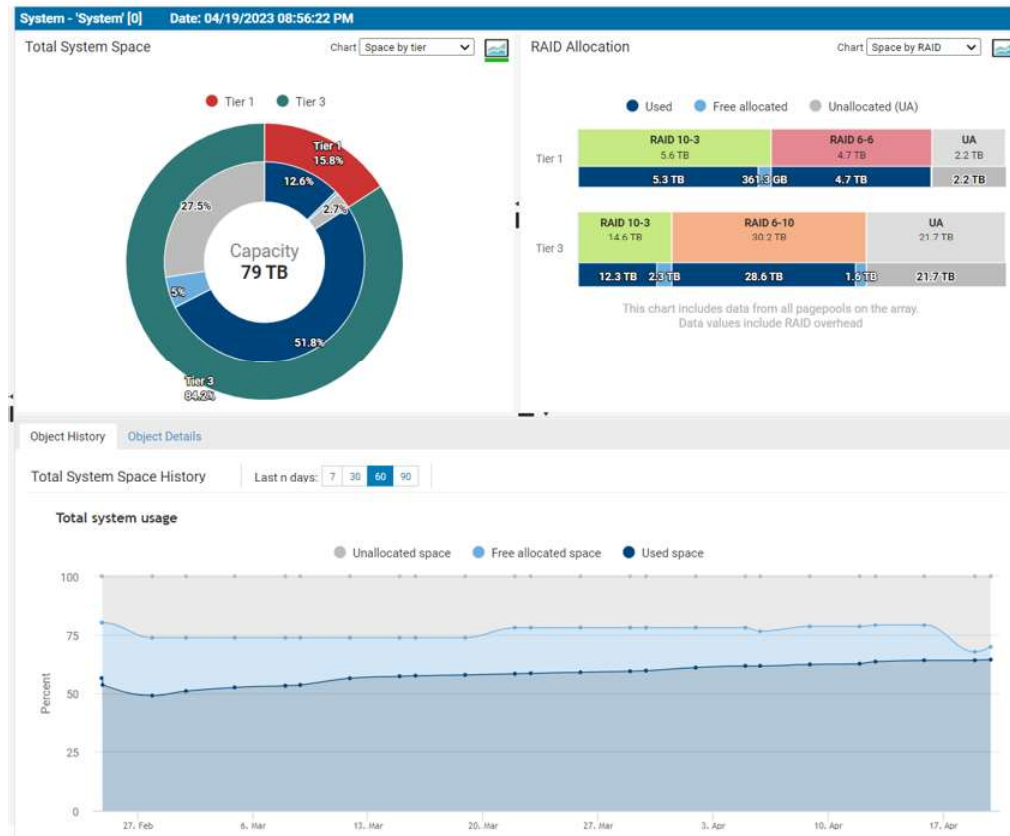


Figura 15. Ejemplo del comportamiento del equipo por tiempo y rendimiento.

Adicionalmente, se realiza un diagrama de conexión según sea el entorno que se trabajara en la actualización, crecimiento o adaptación a nuevos dispositivos integrados en la solución, identificando así los componentes con los que se trabajaran, así como su fecha de vencimiento de soporte y los principales sistemas que consumen almacenamiento y los acuerdos de servicio SLAs vigentes. Esta actividad permite contar con una vista integral de la infraestructura actual y de sus dependencias, lo cual

sirve como una base sólida para dimensionar la solución propuesta y alinear las recomendaciones técnicas con las necesidades del banco **véase Figura 16.**

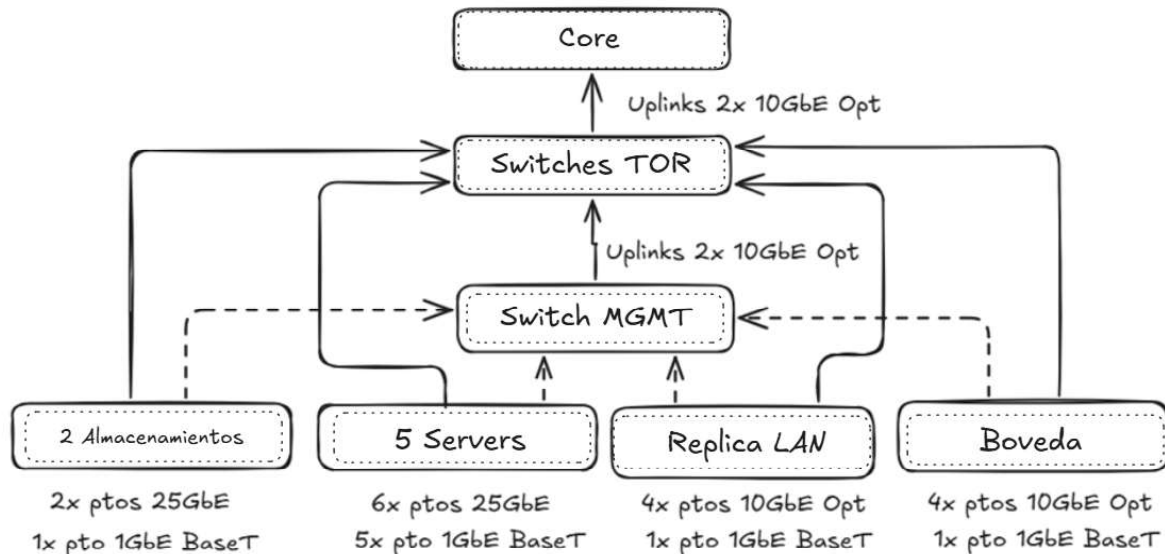


Figura 16. Ejemplo de demostración de diagrama de arquitectura actual.

3.3. REUNIONES INICIALES Y DEFINICIÓN DE ALCANCE

Como primer paso consiste en llevar a cabo una reunión de inicio con el equipo de 'core' encargada en la tecnología del banco. En esa reunión se encuentran el gerente y mánager de infraestructura, personal que es encargada de la administración y monitoreo de almacenamiento, responsables de la supervisión de los servidores, así como representantes del área de riesgos tecnológicos y desarrollo de aplicativos.

Durante esa sesión se logran revisar varios puntos relevantes para el proyecto los cuales fueron los siguientes:

- **Alcance del proyecto:** Se definen qué equipos de almacenamiento así como sus repositorios externos, qué data centers y qué aplicativos formarían parte del análisis, y cuáles quedarían fuera por cuestiones de contratos vigentes o por estar próximas a salir de operación, de este manera el estudio se centra en las plataformas que realmente

condicionan la capacidad de uso crítico, evitando hacer uso del esfuerzo en tecnologías que están próximas a salir de operación o cuya permanencia no está garantizada.

- **Perspectiva clara:** Una vez se revisa el panorama con base en los objetivos a los que el banco quería lograr, tanto desde un punto de vista técnico (mejor desempeño, reducción de tiempos de respaldo) como desde el negocio (reducción de costos, cumplimiento de auditorías, continuidad del servicio).
- **Plan de trabajo:** Se acuerda un modelo de trabajo con fechas tentativas en calendarios y llamadas programadas para la entrega de información técnica, su revisión de los resultados preliminares y la presentación de la propuesta de arquitectura ya elaborada.

En esta etapa, se interpreta un papel que mayormente es de facilitador y traductor: llevó lo que el banco quiere en términos generales (“el equipo ya está lleno”, “los respaldos ya no caben cuando se ejecutan”) a preguntas técnicas específicas sobre capacidad, tipos de datos, políticas de retención, perfiles de ENTRADA / SALIDA.

3.4. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICA A DETALLE

Mas adelante, se inicia con una fase de levantamiento técnico que suele ser más detallado, para ello se utiliza un ejecutable dedicado a la recolección de datos y se solicitaron accesos al encargo de la gestión del equipo con permisos de solo lectura a las consolas de administración de las plataformas de cómputo y de almacenamiento.

Las actividades de investigación que se realizaron en esta parte para análisis del trabajo fueron las siguientes los siguientes:

- **Inventario de los equipos de cómputo.**
- **Inventario de Switches LAN (Top of the Rack).**

- **Inventario de los equipos de almacenamiento.**
- **Fechas de término de soporte de los equipos.**
- **Números de serie de los equipos.**
- **Tipo de criticidad en el soporte.**
- **Tipo de conectividad en los equipos.**
- **Velocidad de conexión entre equipos.**
- **Protocolo de conectividad.**
- **Medio de conectividad.**
- **Registro de capacidad (Cruda, Usable, Efectiva).**
- **Listado de volúmenes, LUNs.**
- **Política de respaldo y retención según el volumen.**
- **Métricas sobre lecturas y escrituras promedio.**
- **Picos de IOPS.**
- **Tipo de datos y su potencial reducción.**
- **Aplicativos críticos ya que deben restaurarse en primer lugar y en qué tiempo máximo, para entender las prioridades en términos de RTO y RPO.**

Mientras se realiza este levantamiento, no solo se rellena una tabla con datos fríos sin relación, sino que se comienza a tener un panorama más amplio y así la capacidad de observar ciertos patrones. Por ejemplo, revisando los entornos de desarrollo pruebas y aplicativos detectados que existían varias copias completas de bases de datos productivas, algunas ya con varios meses de antigüedad, que seguían ocupando espacio, aunque ya no eran utilizadas con una frecuencia mínima por no decir nula. Este tipo de coincidencias permitieron observar que había una gran cantidad de información la cual era redundante y ocupaba bastante espacio dentro del equipo y lo cual es un indicador de que la deduplicación podría aportar beneficios en estos casos sobre todo en esos entornos de utilidad, la azucarera solo es un ejemplo ilustrativo para mostrar cómo las ubicaciones remotas pueden influir en decisiones de soporte, arquitectura o continuidad, **como se muestra en la Figura 17.**

				Vencimiento							
Sitio	Service Tag	Serial Number	Equipo	Modelo	Día2	Mes2	Año2	po Actu	Name	Procesador 1	Procesador 2
Emiliano Zapata	XXXXX	XXXXX	Servidor 1	R740	15	Junio	2026	MC4h	iDRAC-CAEZVM01	Intel Xeon Silver 4208 2.1G	Intel Xeon Silver 4208 2.1G
Casasano	XXXXX	XXXXX	Servidor 7	R740	10	Octubre	2026	MC4h	iDRAC-CCVM01	Intel Xeon Silver 4208 2.1G	Intel Xeon Silver 4208 2.1G
El Potrero	XXXXX	XXXXX	Servidor 8	R750	1	Marzo	2029	NBD	iDRAC-CCVM02	Intel Xeon Silver 4309Y 2.8G	Intel Xeon Silver 4309Y 2.8G
La Providencia	XXXXX	XXXXX	Almacenamiento 1	PS 500T	10	Octubre	2026	MC4h	SW-VLT02-CC	-	-
San Miguelito	XXXXX	XXXXX	Almacenamiento 2	PS 3200T	10	Octubre	2026	MC4h	SW-VLT01-CC	-	-
Queseria	XXXXX	XXXXX	PowerSwitch 1	S5224F	19	Febrero	2026	NBD	SW-ISCSI02-CC	-	-
Constancia	XXXXX	XXXXX	PowerSwitch 2	S5212F	10	Octubre	2026	MC4h	SW-ISCSI01-CC	-	-
San Francisco Ameca	XXXXX	XXXXX	Switch LAN	S3248T	1	Abril	2025	NBD	iDRAC-CEPVM01	-	-

Figura 17. Ejemplo de base en por sitio próximos a renovación tecnológica.

3.5. SESIONES CON EL ÁREA DE SEGURIDAD Y CUMPLIMIENTO

El banco opera en un entorno altamente regulado con estándares privados y es importante considerar los requerimientos de seguridad y cumplimiento desde el diseño que se contempla en la solución, debido a esto es importante hacer las preguntas correctas con las personas en cargos específicas como:

- **Responsable de seguridad de la información:** En la sesión hizo el comentario de las políticas vigentes de cifrado de datos, segmentación por importancia de las LUNs, zonas permitidas de confianza y las restricciones para mover o consolidar determinados conjuntos o volúmenes de información.
- **Personal de auditorías:** Argumentaron los tiempos de retención obligatoria y las condiciones bajo las cuales se deben entregar los datos a los órganos reguladores o auditores externos según sean solicitados.

Estas conversaciones con personas claves son de suma importancia para entender que no todo lo que en teoría y en otros casos con diversos clientes, se podría deduplicar o comprimir, se puede hacer en la práctica y con este cliente en particular. En diversos casos ya sea por decisión del banco o no, ciertos conjuntos de datos no debían compartir bloques entre diferentes entornos, o bien, debían residir en infraestructuras separadas por su seguridad. Como preventa, es importante la relevancia de las restricciones directamente desde el diseño, y así se evita proponer

configuraciones que se tuvieran que descartar por incumplir una política de seguridad o cumplimiento.

3.6. ANÁLISIS PRELIMINAR Y RETROALIMENTACIÓN CON EL BANCO

Con la información que fue recopilada, se elabora un análisis previo en donde se presentó en una segunda reunión de alineación con el banco. Esta sesión fue relevante ya que, se compartieron los siguientes puntos:

- ❖ **Gráficas de uso medido:** Para tener una base en los históricos de capacidad y proyecciones de crecimiento para los siguientes años en los que se considera sea la renovación del servicio y tipo de soporte, considerando distintos escenarios (con y sin reducción de datos en línea.
- ❖ **Clasificación de datos:** Según sea el aplicativo y tipo: (transaccional, documental, logs, respaldos, pruebas, etc.) y se reporta su potencial estimado de reducción para cada uno, así logramos sacar la media de consumo y DRR correspondiente según el análisis.
- ❖ **Identificación de volúmenes:** Los que sean creados con mayor consumo y redundancia en solicitud de archivos, por ejemplo, ciertos volúmenes de pruebas que son realizadas o backups que llegan a concentrar gran parte del espacio utilizado y siendo así pudimos aplicar técnicas de reducción de datos.

El propósito de esta reunión no solamente muestra todavía una solución o varias como final, sino confirmar con el banco que la lectura de su entorno, así como sus conexiones en el ambiente actual era correcta y que las conclusiones preliminares hacían sentido con su experiencia diaria. **Revisar Figura 18, Figura 19 y Figura 20** para obtener las salidas dependiendo de las políticas del entorno en las que se

encuentran

los

ambientes.

Snapshot Schedules											
Name	Default	Modified	Access Type	Type	Days of Month	Days of Week	Interval	Hours	Minute	Auto Delete	Retention (Hours)
CEM_DEFAULT_SCHEDULE_DEFAULT_PROTECTION	Yes		Checkpoint	DAY_AT_HH MM			1	8	0	No	48
CEM_DEFAULT_SCHEDULE_MORE_PROTECTION	Yes		Checkpoint	DAY_AT_HH MM			1	8	0	No	168
CEM_DEFAULT_SCHEDULE_LESS_PROTECTION	Yes		Checkpoint	DAY_AT_HH MM			1	8	0	No	24
Daily_1Week	No		Checkpoint	SELDAYS_AT_HHMM		Tuesday,Wednesday, Thursday, Friday, Saturday, Sunday, Monday	1	3	30	No	168

Figura 18. Ejemplo de política de snapshots y retención.

Summary

Summary

System Name	Storage
Model	XXXXXX
Serial Number	APMXXXXXX
Software Version	5.3.1.8
Platform Type	Oberon_DualSP
SPs	2
Memory (GB)	256
Backend Ports	4
FC Ports	12
iSCSI Ports	6
Storage Pools	1
LUNs	40
Datastores	40
NAS Servers	0
File Systems	0
Shares	0
Config Capture Date & Time	16-Jul-2025 20:27:03

Figura 19. Ejemplo de extracción de datos de ambiente actual.

Replication Connections									
Name	Model	Management IP Address	Remote System Name	User Name	Connection Type	Local SPA Interface	Local SPB Interface	Remote SPA Interface	Remote SPB Interface
MXQ2UNITY01	Unity 550F	10.31.34.15	MXQ2UNITY01	admin	Async	128.221.255.12	128.221.255.13	128.221.255.12	128.221.255.13

Figura 20. Ejemplo de tipo y políticas de replicación entre sitios

Durante la conversación se ajustan algunos supuestos que se tienen en consideración para la implementación futura y de diseño, se aclararan ciertos detalles

operativos y se definen prioridades más claras sobre el espacio con el que se cuenta dentro del sitio y los racks con los que cuenta el cliente con sus unidades disponibles para instalar los nuevos equipos de la arquitectura que será propuesta.

Cuando se establece este tipo de actividades desde el rol de preventa, esta etapa resulta fundamental por los siguientes puntos:

- a. Apoya en la alineación de los objetivos técnicos con las expectativas del negocio antes de pasar al diseño final y tener la misma vista del panorama arquitectónico.
- b. Justificar más adelante, por qué se propone cierto tipo de capacidad y modelo de arreglo de almacenamiento, con compresión y deduplicación siempre activas o sea configurables según el tipo de dato.
- c. Dejar claro que la propuesta desde el diseño no solo se basa únicamente en recomendaciones que sean genéricas, sino en el cumplimiento del análisis específico por cargas de la infraestructura y los datos del propio banco

Una vez concluido el levantamiento de información del cliente y validado con su personal correspondiente, se cuenta con los elementos necesarios para plantear una arquitectura de almacenamiento que aproveche la reducción de datos en línea de manera adecuada, revisando los modelos con los que se cuentan en los productos y cómo podemos alinearlos a sus necesidades, atendiendo la problemática de crecimiento de información sin descuidar el rendimiento, la disponibilidad y resiliencia de datos

3.7. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Una vez que se tiene claro el panorama de crecimiento de información a futuro, las limitaciones con las que cuenta la infraestructura actual y las necesidades tanto técnicas como de negocio, como siguiente paso natural se tuvo que contemplar las alternativas de solución que con base en la experiencia y nuevos equipos con los que se cuentan, se podría solucionar el problema del almacenamiento de los datos,

tomando en cuenta en todo momento que se trata de una institución financiera con requisitos de alta disponibilidad, consistencia de datos y cumplimiento regulatorio.

Con este contexto, se plantean dos caminos principales, aunque ambos parten de la idea de que se actualice el almacenamiento, se aborda desde diferentes ángulos ligeramente distintos:

- A) Solución de plataforma basada en una SAN tradicional de tres capas (Computo, Conectividad y Almacenamiento) pensada para entornos bancarios, con arquitectura más conservadora pero muy estable y con un rendimiento alto para las demandas de alta disponibilidad y tráfico alto de datos transaccionales.
- B) Solución con una plataforma de almacenamiento NAS moderna para el crecimiento de información no estructurada tomando en cuenta la relación del banco con documentación de históricos, contratos firmados con clientes y ambientes con menos estructuración de datos.

Como el objetivo principal de esta sección no se busca hacer una comparativa comercial entre los fabricantes que ofrecen los productos, sino describir cómo fue el proceso de construcción de las alternativas, qué elementos se toman en cuenta y de qué forma se establece la relación como solución ante las necesidades que se logró identificar en el análisis que previamente se describió.

Para determinar la solución ideal y con base en la serie de actividades realizadas durante el análisis preventivo, se desarrolló un diagrama que resume de forma clara el proceso metodológico seguido. Este diagrama integra los pasos fundamentales, desde el levantamiento técnico hasta la evaluación del tipo de dato y las restricciones de seguridad, que permiten comprender cómo se analiza cada ambiente de forma individual antes de proponer una arquitectura de almacenamiento.

Este flujo facilita visualizar cómo se relacionan factores como el rendimiento, la criticidad de las aplicaciones, el potencial de reducción de datos y el cumplimiento regulatorio en la toma de decisiones. El proceso general se presenta en la **Figura 21**.

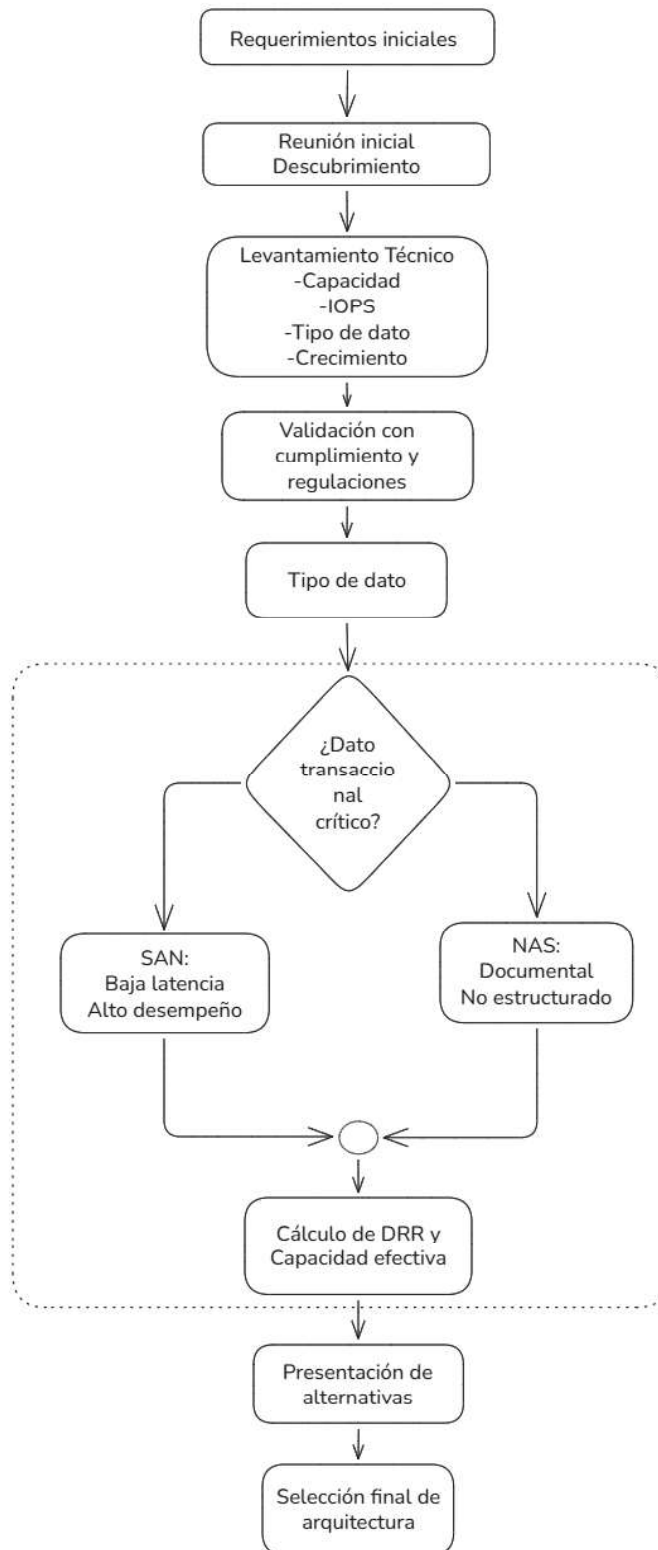


Figura 21. Diagrama de flujo sobre el proceso de selección de infraestructura.

3.7.1. OPCIÓN A: SAN TRADICIONAL

ORIENTADA A UN ENTORNO BANCARIO

La primera opción que se le ofreció al cliente se generó de un enfoque que se considera clásico en el mundo de los centros de datos de instituciones bancarias, donde se toma como prioridad número uno sigue siendo la estabilidad y resiliencia en los datos y el comportamiento del almacenamiento que se configurara. En esta opción, propusimos una SAN de nivel empresarial dedicada a los sistemas críticos del banco como sus principales aplicativos transaccionales, con las siguientes características contempladas de arquitectura:

❖ **Almacenamiento:**

- Controladoras duales o múltiples, operando en modo activo/activo para asegurar continuidad ante fallas, si una falla, la otra ya está activa y sigue atendiendo la E/S sin necesidad de esperar un “failover” largo y se atiendan los datos en producción al mismo tiempo balanceando la carga para un mayor rendimiento.
- Uso de RAID 5 (8+1) en diferentes niveles, orientadas a cargas transaccionales y otras a cargas más de lectura intensiva, generando paridad repartida entre los discos configurados ya que no existe un disco de paridad determinado fijamente, distribuyendo la Entrada/Salida con el fin de proteger los datos frente a fallas de discos.
- Escalable y con crecimiento no disruptivo, con el diseño del almacenamiento se permite ampliar la capacidad en el equipo y rendimiento de forma granular, ya que se incorporan nuevos discos o equipos de expansión completos sin interrumpir los servicios activos donde se encuentra la operación. Se contempla la distribución automática de los datos y la posibilidad de un escalamiento tanto en capacidad como en número de controladoras que cuentan en el equipo y facilitan acompañar el

crecimiento de las bases de datos y aplicaciones sin complejidades adicionales ni ventanas de mantenimiento prolongadas.

❖ **Conectividad:**

- Redes de área de almacenamiento (SAN) conmutadas, generalmente sobre Fibra Canal FC o protocolos equivalentes, que permiten aislar el tráfico de discos del tráfico de red de usuario final y mantener latencias relativamente bajas.
- Cada controladora se conecta por múltiples caminos físicos para que, cuando surja un fallo de un switch en el enlace o de algún componente como la HBA, el acceso que se tiene al disco no se pierda y se mantenga transparente mediante el múltiple camino activo-activo, así se mantiene el tráfico del almacenamiento bajo en latencias y se garantiza el ancho de banda que se necesario para las cargas críticas sin importar si el almacenamiento crece o se agregan algunos nuevos nodos de servidores.

❖ **Soporte:**

- *snapshots* configurados y réplicas a nivel de almacenamiento, usados para realizar las copias o “fotos en el tiempo”, como puntos de recuperación casi instantáneos que el almacenamiento crea sobre los volúmenes o LUNs establecidos en entornos de pruebas o esquemas de recuperación ante desastres ya que son muy eficientes en espacio porque solo almacenaremos los cambios a partir del primer snapshot generado.
- Nivel de soporte crítico, donde se refiere un esquema de soporte avanzado, recomendado para infraestructuras de alta criticidad: Cobertura 24x7, con un acceso prioritario en soporte de ingenieros de cualquier parte del mundo especializados y manejando tiempos de respuesta mucho más cortos para incidentes

denominados severos, donde vienen normalmente combinado con los SLAs de tipo misión crítica donde se pueden establecer como ejemplo la atención en sitio a las pocas horas de levantar el caso. Soporte proactivo y predictivo que incluye la integración con herramientas de monitorización remota que permiten apertura automática de casos y el envío de partes de reemplazo al sitio con pronta respuesta cuando se detecta una falla en el hardware, así como recolección de telemetría del almacenamiento para diagnóstico avanzado.

En esta opción, la reducción de datos es un apoyo como eje central en el diseño, aunque se contempla como funcionalidad complementaria en los datos, por ejemplo, compresión o deduplicación en ciertos volúmenes. La importancia del proyecto la llevará en la robustez física del almacenamiento y conectividad múltiple: Controladoras redundantes, fuentes de poder duplicadas, múltiples caminos de acceso desde los servidores hacia el equipo y mecanismos de monitoreo constantes, como se describió previamente se puede visualizar una solución puesta a punto en la **Figura 22**.

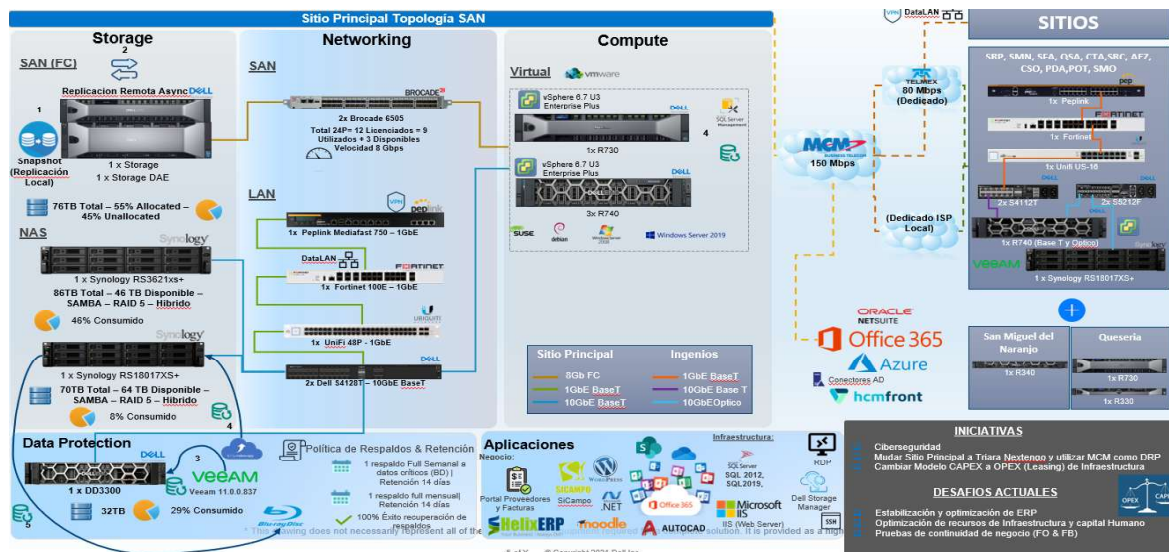


Figura 22. Ejemplo de Diagrama de solución e integradores.

La operación se basa en un modelo de TI con procesos que el banco ya conoce bien, siendo intuitivos para aprovisionar LUNs, asignar almacenamiento a servidores existentes o nuevos, administrar los *snapshots* por volúmenes y planear las ventanas de mantenimiento en espacios de menor actividad. Se contempla que la curva de adopción y aprendizaje suele ser más suave siendo que el personal ya está acostumbrado a trabajar con una semejante tipo de infraestructura, y muchos procesos internos (políticas de cambio, documentación, auditorías) ya que previamente contemplan un tipo de SAN tradicional como base, para términos de riesgo que se contemplaron como bajos, ya que, es una arquitectura que la mayoría de las áreas de riesgo tecnológico y de cumplimiento reconocen como estándar en el sector bancario, lo cual facilita conversaciones internas.

Aun contemplando este nivel de riesgo reducido, se cuenta con la misma naturaleza conservadora que trae consigo algunos límites que se deben reconocer previamente: El crecimiento que se llegue a tener con base en la capacidad, lo mantendremos muy asociado a la adquisición de nuevos discos o equipos de expansión, lo que se contempla como indispensable el espacio físico, el consumo de energía y los costos de mantenimiento sigan una tendencia de incremento similar al crecimiento lógico de los datos con el paso de los años.

Se comunicó al cliente que la reducción de datos, cuando existe normalmente, suele ser más adaptable o no necesariamente estar activada de forma automática en todos los volúmenes, ya que, el potencial de ahorro en términos de DRR (Relación de Reducción de Datos) puede no explotarse al máximo y depende de los tipos de datos que se introduzcan.

En este tipo de escenarios con los que comúnmente existen clientes donde hay muchas copias de bases de datos relacionales, ambientes de desarrollo en aplicativos nuevos y pruebas o historiales que suelen ser largos de logs, la SAN tradicional nos apoya en la demanda de espacio, pero no es mandatorio que lo haga de la forma más eficiente que exista en cuanto a aprovechamiento de cada TiB.

3.7.1.1. FORTALEZAS DE UNA SAN TRADICIONAL

Se contempla que esta opción es una respuesta al planteamiento donde se responde bien a la necesidad de contar con una infraestructura que se denomina robusta, en parte una tecnología conocida para el cliente y compatible con las regulaciones de las instituciones bancarias, el fin no es atacar de forma directa el problema de optimizar la capacidad mediante reducción de datos en línea pero se ve como una gran ventaja conforme a otros fabricantes en uso y optimización de los datos y costos para el aprovechamiento del cliente.

De acuerdo con referencias públicas disponibles en distribuidores abiertos, una infraestructura SAN-moderna basada en cabinas *all-flash* similares a la propuesta en este proyecto puede tener un costo aproximado a partir de \$120,000 USD, considerando configuraciones típicas empresariales y sin aplicar descuentos comerciales. Este valor se utiliza únicamente como un punto de referencia para comprender la magnitud de la inversión asociada a soluciones de almacenamiento de clase empresarial, ya que el costo final puede variar según la capacidad requerida, el tipo de puertos, el licenciamiento de funcionalidades avanzadas y el nivel de soporte contratado. No constituye una cotización formal, sino un estimado representativo que permite dimensionar el tipo de infraestructura SAN-analizada en este caso práctico.

Con el propósito de ejemplificar los beneficios operativos y de infraestructura que trae la modernización hacia una arquitectura SAN *all-flash*, se desarrolló una comparación entre el estado actual del almacenamiento del banco y el escenario posterior a la implementación de la solución propuesta. Este ejercicio permite visualizar de forma concreta cómo se optimiza el espacio físico en rack, se incrementa la capacidad efectiva disponible y se reduce la cantidad de recursos de cómputo necesarios para operar la plataforma. La siguiente **Tabla 9** resume estas diferencias de manera clara y estructurada.

Aspecto	Estado actual (antes)	Estado propuesto (después)
Capacidad útil disponible	~55 TB útiles después de protección y eficiencia limitada.	~90 TB efectivos aprovechando reducción de datos (DRR).
Tipo de medios	Discos SAS mecánicos; menor densidad y mayor consumo.	Unidades all-flash NVMe; mayor rendimiento y eficiencia.
Ocupación en rack (U)	12U (múltiples bandejas y módulos adicionales).	2U (cabina compacta con controladoras y almacenamiento integrado).
Controladoras / CPUs dedicadas	4 CPUs distribuidas en varios módulos de control.	2 CPUs en arquitectura dual activo-activo altamente eficiente.
Consumo energético estimado	Alto, derivado de discos mecánicos y múltiples bandejas externas.	Reducción significativa por uso de flash y menor número de componentes.

Tabla 9. Comparativa de mejora considerable sobre su infraestructura SAN.

3.7.2. OPCIÓN B) NAS EMPRESARIAL

ALTERNATIVA COMPLEMENTARIA

La segunda opción que se presenta ante el cliente parte de un enfoque diferente al que se considera una SAN tradicional, sin dejar de visualizar la importancia principal siendo la estabilidad y la protección de los datos en todo momento con los que trabajamos, se buscó ofrecer un equipo de almacenamiento compartido, basado en NAS, que este sirva como alternativa viable y complementaria a lo ya establecido para ciertos tipos de cargas y aplicativos en el banco.

En este caso se contempló una solución de almacenamiento en red orientada a archivos, teniendo en cuenta el compartir datos para múltiples servidores y usuarios finales, que se puede concentrar una parte del crecimiento de información no estructurada, históricos de documentación, contratos firmados con clientes y ambientes menos sensibles en términos transaccionales para reclamos y aclaraciones, configurando así el equipo con las siguientes características de arquitectura:

❖ **Almacenamiento:**

- Equipos con controladoras dual redundantes, configuradas para contar con alta disponibilidad activo-activo, de tal forma que el servicio de archivos continúe operativo aun cuando alguna de las controladoras o nodos del equipo presente una falla, así lograra mantener corriendo todos los recursos compartidos “shares” sin que se requiera una intervención manual prolongada de mantenimiento.
- Lógica de balanceo de carga entre los nodos del equipo ya que, permite atender múltiples solicitudes al mismo tiempo de lectura y escritura sobre los sistemas existentes de archivos de una forma eficiente.
- El almacenamiento interno se configura normalmente en grupos de discos protegidos por esquemas de redundancia. Lo importante tomando esta característica es que la capa de archivos de NAS aísla al encargado de la administrador de la tarea compleja de la distribución física de los discos en los pools, presentando volúmenes lógicos ya con la protección ante fallas de unidades en el almacenamiento y así se mantenga un buen desempeño para las consultas masivas o cargas de lectura.

❖ **Conectividad:**

- En lugar de contar con una red SAN puramente de almacenamiento de tipo bloque, la solución NAS se apoya en

redes Ethernet conmutadas, utiliza protocolos denominados estándar como NFS o SMB, así se logra exponer los sistemas de archivos a los servidores de aplicaciones, escritorios virtuales o estaciones de trabajo dentro del entorno bancario.

- Aislamiento del tráfico de acceso a los archivos en VLANs y segmentos de red específicos, así se mantendría un control sobre el ancho de banda y la latencia con la que se encuentran los usuarios y sistemas que consumen esos recursos.
- Múltiple enlace de interfaz de red, con la que, cada nodo o controladora de la NAS se conecta con conexiones redundantes hacia ambos switches, y así, si se cuenta con una caída de un puerto físico conectado en el dispositivo, un switch o una ruta de red, el acceso a los recursos compartidos se mantiene a través de rutas alternas.

❖ **Soporte:**

- *snapshots* a nivel de sistema de archivos, que permiten generar “puntos en el tiempo” como en la opción A, sobre los volúmenes que son compartidos y útiles para recuperar versiones previas de los documentos, así como de directorios completos o conjuntos de información.
- Integración de la NAS con esquemas de replicación asíncrona hacia otro sitio o equipo que se encuentra en otra localidad o estado, con esto se mejora en contingencia y recuperación ante desastres de la información que es basada en archivos.
- Copias remotas de directorios clave que en caso de algún incidente mayor que suceda en el sitio principal, se pueden alzar los recursos compartidos desde el sitio secundario con menor impacto en los usuarios.
- Se contempló un nivel adecuado para infraestructura de un nivel importante con una cobertura extendida para el acceso de

ingenieros que cuentan con conocimientos especializados en la solución, así como el monitoreo proactivo que se ofrecen con la creación automática de casos cuando se determina previamente que el equipo detecta fallas en el hardware o degradaciones relevantes en el desempeño.

En esta opción que se contempla, la reducción de datos no es una notoria modificación prioritaria en el diseño sino toma un rol interesante para que especialmente en conjuntos de información donde existan varias versiones de documentos similares como repositorios de contenidos compartidos entre distintas áreas o históricos de archivos que no cambian con una alta frecuencia o funcionalidades como la compresión y deduplicación, cuando están disponibles, se pueden aplicar sobre ciertos “sistemas de archivos o *shares*” para mejorar la eficiencia en el uso de capacidad, ***se muestra un ejemplo del diagrama de conexión por sitio en la Figura 23.***

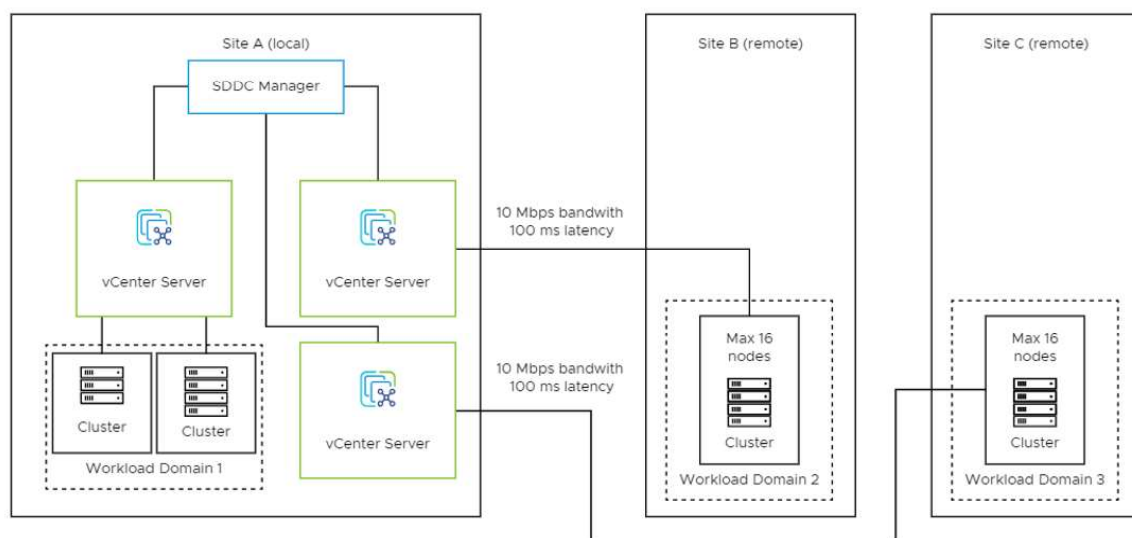


Figura 23. Ejemplo de diagrama con solución a punto NAS.

Cuando se presenta a las personas correspondientes de arquitectura y TI en el banco, se explicó que esta alternativa ofrece las ventajas claras en determinados escenarios como todos los beneficios adicionales con los sistemas de almacenamiento

más poderosos y eficientes del mercado, se cuenta con que la operación se apoya en protocolos de archivos que el personal de TI donde los usuarios ya están familiarizados con el ambiente facilita el aprovisionamiento de nuevos espacios que sean compartidos, Haciendo así una asignación de permisos por cada carpeta y la integración que cuenta con los directorios de la organización. Así se puede controlar quién accede a qué recursos. Esto hace que la curva de adopción con las herramientas y el equipo sea relativamente baja.

Adicionalmente, cuando se elige un modelo NAS se favorece en consolidar una sola plataforma datos no estructurados. Normalmente los datos terminan dispersos en múltiples servidores de archivos y esto provoca que se apoye en la simplificación de la administración, también es una ventaja en su centralización de respaldos y podemos establecer políticas más homogéneas de retención y seguridad.

Para las evaluaciones en áreas de riesgo y cumplimiento, se ayudaría en mantener una mejor trazabilidad de dónde se almacena la documentación de soporte y se mantendrá en un repositorio centralizado con controles de acceso consistentes.

Sin embargo, también se comunicó como parte importante y con claridad que, contando con la misma naturaleza conservadora del sector bancario, existen alcances importantes que deben reconocerse:

- ❖ Se diseña una solución con NAS, no sustituimos en todos los casos a la SAN tradicional, contemplando los sistemas transaccionales más críticos del banco, aquellos donde la latencia de acceso a bloques e integración estrecha con los gestores de bases de datos suelen requerir arquitecturas de bloques más clásicas, así se puede comentar que en este escenario la NAS se plantea más como un complemento que como un reemplazo directo, desplazando hacia sí misma cargas de tipo archivo, no necesariamente orientadas a Entrada / Salida transaccional de alto volumen.

- ❖ Dentro del crecimiento de la capacidad que se contempló en el análisis de los equipos actuales seguirá creciendo debido a la incorporación de nuevos nodos o recursos de expansión en la plataforma, esto implica considerar de antemano el espacio físico en el equipo, la energía y los costos de mantenimiento, aunque es posible lograr una mejor optimización del uso de TiB efectivos frente a escenarios de servidores aislados.

Para efectos prácticos dentro de esta arquitectura, la solución NAS utiliza la red LAN basada en el modelo TCP/IP, que es el estándar empleado para establecer comunicación entre servidores y sistemas de almacenamiento mediante protocolos de archivos como NFS o SMB. No se requiere profundizar en los detalles técnicos del modelo, sino reconocer que es el mecanismo que habilita el tráfico de datos en este tipo de entornos.

3.7.2.1. FORTALEZAS DE UNA NAS TRADICIONAL

Se presentó esta opción como una respuesta en la necesidad de contar con una infraestructura de archivos escalable, que acompañe a la SAN tradicional en el entorno bancario.

En el caso de una solución NAS empresarial similar a la presentada en esta propuesta, y tomando como referencia configuraciones habituales en entornos corporativos, el costo aproximado para una plataforma de este tipo puede partir de \$90,000 USD. Este valor se considera únicamente como una referencia pública para dimensionar la inversión asociada a un sistema NAS con controladoras redundantes, conectividad Ethernet de alto desempeño y capacidad suficiente para consolidar repositorios documentales e información no estructurada. El monto estimado no corresponde a una cotización formal ni incluye personalizaciones, servicios profesionales o mantenimiento extendido, pero resulta útil para entender el orden de

magnitud de la infraestructura requerida para soportar los casos de uso contemplados en la Opción B.

Con el fin de mostrar de manera puntual el impacto de la consolidación en una plataforma NAS empresarial, se preparó un ejercicio comparativo entre el estado actual de los repositorios del banco y el entorno propuesto. Este ejemplo permite visualizar cómo la centralización del almacenamiento y la reducción de duplicidades contribuyen a disminuir el espacio físico utilizado, simplificar la administración y mejorar la eficiencia operativa. ***La comparación se puede observar en la Tabla 10.***

Elemento	Antes	Después
Repositorios de archivos	Múltiples servidores de archivos dispersos, duplicidad frecuente.	Plataforma NAS centralizada que elimina duplicados y consolida repositorios.
Capacidad efectiva	~40 TB útiles distribuidos.	~70 TB efectivos con deduplicación y compresión.
Ocupación en rack (U)	- 10U entre servidores y almacenamiento disperso.	2U en una sola plataforma NAS empresarial.
Cantidad de servidores	4-6 servidores dedicados.	1 sola plataforma NAS que centraliza todo.
Administración	Permisos inconsistentes, repositorios aislados, mayor complejidad.	Políticas unificadas, administración simplificada y centralizada.

Tabla 10.Comparativa de mejora considerable sobre su infraestructura NAS

No se pretende sustituir el rol de la SAN ya que, en aplicativos transaccionales más sensibles de tipo bloque y siendo bases de datos la mejor práctica con la que se cuenta es proponer un equipo robusto, alta disponibilidad y de baja latencia, pero se ofrece como una alternativa que es claramente conveniente para generar una consolidación de datos no estructurados, repositorios documentales, archivos de oficina, archivos compartidos empresariales y otros casos de uso que también requieren un equipo de alta disponibilidad, con buena capacidad de crecimiento a futuro en almacenamiento y rendimiento y así se aprovecha la oportunidad de generar confianza en el cliente ya que, se cuenta con un análisis completo de su site, cargas y ambientes mejorando su aprovechamiento y contribuyendo así a optimizar costos y simplificar la operación global del almacenamiento en el banco.

3.8. SÍNTESIS DEL CAPÍTULO

En este capítulo se presentó el caso práctico de un banco de cobertura internacional que enfrenta un crecimiento acelerado de información y una infraestructura de almacenamiento cercana a su límite de capacidad. A partir de la descripción de sus sistemas críticos, 'core' bancario, plataformas de banca digital, herramientas de monitoreo, cumplimiento y análisis, se evidenció cómo el incremento de clientes, productos y aplicaciones deriva en grandes volúmenes de datos transaccionales, históricos, documentales e información de logs, así como múltiples copias y *snapshots* que saturan el equipo actual y comprometen las ventanas de respaldo y recuperación.

Así mismo, se describió el trabajo del ingeniero de preventa (iSA) en el levantamiento técnico y funcional: reuniones con áreas de TI, riesgos y auditoría, inventarios de infraestructura, análisis de capacidad e IOPS, revisión de políticas de respaldo, retención y cumplimiento regulatorio. De este análisis surgieron tres necesidades clave del banco:

- Reducción de capacidad utilizada
- Control del crecimiento futuro
- Cumplimiento de requisitos normativos

Estos se toman como base para definir los criterios de diseño de la solución. Sobre esta visión integral se construyeron dos alternativas arquitectónicas: una SAN empresarial *all-flash* orientada a cargas transaccionales críticas, y una plataforma NAS moderna para consolidar datos no estructurados y repositorios documentales, ambas con capacidades de reducción de datos, alta disponibilidad y esquemas avanzados de soporte.

La información presentada en este capítulo permitió comprender cómo se traduce un problema de crecimiento descontrolado de datos en un proceso metodológico de análisis preventiva, donde se correlacionan factores técnicos, operativos, de riesgo y regulatorios antes de proponer una arquitectura final. Se mostró que la elección entre SAN, NAS o un modelo híbrido no se limita a comparar tecnologías, sino a alinear capacidad, rendimiento, reducción de datos y cumplimiento con las prioridades del negocio bancario.

CONCLUSIONES

En conclusión, se ha cumplido el objetivo general de la tesina, ya que se documentaron los fundamentos del almacenamiento de datos desde una perspectiva tanto teórica como práctica, vinculando los conceptos básicos (tipos de dato, capacidades y arquitecturas) con la realidad operativa de un banco de cobertura internacional que enfrenta un crecimiento acelerado de información y limitaciones en su infraestructura actual.

A lo largo del desarrollo en los capítulos se revisó el papel fundamental del almacenamiento como eje central en los centros de datos modernos, comenzando por las definiciones propuestas por autores como Bhat [41] y Vidhya [24], quienes coinciden en que almacenar datos no solo implica “guardar bits”, sino garantizar que esa información sea accesible, segura, clasificable y utilizable para sostener procesos de negocio cada vez más dependientes de su análisis.

Asimismo, se abordaron los distintos tipos de almacenamiento lógico, bloque, archivo y objeto, destacando que cada uno responde a necesidades específicas: el bloque orientado a cargas transaccionales y bases de datos donde la latencia y la robustez del equipo es crítico; los archivos como modelo natural para entornos colaborativos, repositorios documentales y NAS empresariales.

El desarrollo de esta tesina permitió entender por qué en la práctica no existe una solución de almacenamiento “de talla única”, como tamaños de jersey, sino combinaciones y capas que se deben seleccionar con base en el análisis del tipo de dato, los patrones de acceso y las restricciones de cumplimiento y riesgo tecnológico entre muchos otros aspectos a considerar.

El caso práctico mencionado permitió aterrizar todos estos conceptos en un entorno real, caracterizado por un fuerte crecimiento anual de datos (históricos

mencionan entre 25 % y 30 % en dos años), múltiples copias de información (*snapshots*, ambientes de desarrollo y pruebas, respaldos históricos) y complicando estos crecimientos con ventanas de respaldo cada vez más difíciles de cumplir, lo que se traduce en riesgo operativo y presión financiera para seguir ampliando capacidad solo a base de nuevos discos.

En síntesis, esta tesina no solo expone los fundamentos del almacenamiento de datos y sus tecnologías asociadas, sino que demuestra, a través del caso expuesto bancario, se puede generar el diseño de una arquitectura de almacenamiento moderna, implicando entender profundamente qué se almacena, cómo crece, qué tan reducible es cada conjunto de datos y bajo qué restricciones opera.

Se establecen criterios prácticos para aprovechar las técnicas de reducción de datos en línea y la relación de reducción de datos (DRR) como elementos centrales al dimensionar nuevas soluciones de almacenamiento, así como lineamientos que pueden orientar futuras decisiones de modernización en instituciones financieras con requisitos de alta disponibilidad y cumplimiento regulatorio.

GLOSARIO

Almacenamiento <i>Flash</i>	Tipo de tecnología de estado sólido que utiliza chips de memoria <i>flash</i> para escribir y almacenar datos [49].
Back-End	Red utilizada para la comunicación entre los dispositivos de almacenamiento internos [51]. La maximización para la reducción de datos está siempre activada en todo el arreglo mediante diferentes técnicas de reducción [25].
Compresión	Síntesis granular por software con compresión de bloque variable acelerada mediante el chip Intel Q, maximizando la eficiencia sin afectar el rendimiento de las cargas de trabajo [44].
Deduplicación	Proceso mediante el cual un sistema cambia automáticamente a un componente, servidor, red o recurso de respaldo cuando el componente principal falla o deja de estar disponible [55].
Disponibilidad	Tecnología que permite que las computadoras y las máquinas simulen aprendizaje, comprensión, resolución de problemas, toma de decisiones y autonomía [53].
IA	Red de dispositivos interconectados que recopilan e intercambian datos [42].
IoT	Registro digital del estado y eventos de un sistema, generado por componentes de TI como servidores, apps o infraestructuras [52].
Logs	Arquitectura de red utilizada en centros de datos modernos que organiza los switches en dos niveles: <i>spine</i> (núcleo) y <i>leaf</i> (acceso) [48].
Leaf-spine	

Memoria RAM	Memoria principal de la computadora en la cual el procesador puede acceder directamente a contenidos específicos (leerlos o escribirlos) en un tiempo muy corto, sin importar la secuencia [25].
Memoria ROM	<i>Read-Only Memory</i> . Se refiere a un tipo de memoria de computadora que almacena datos de manera permanente. Un chip de memoria ROM contiene instrucciones cableadas que no puedes cambiar [50].
NAS	Servidor centralizado que permite almacenar y compartir archivos a través de la red [54]
Petabyte	Unidad de almacenamiento equivalente a mil billones de bytes [41].
RAID	Arreglo redundante de discos independientes que crea una partición lógica tolerante a fallas [43].
RPO	Punto máximo tolerable de pérdida de datos ante un incidente. Define la cantidad de información que la organización puede permitirse perder entre el momento de la falla y el último respaldo válido disponible. Cuanto menor es el RPO, mayor es la exigencia sobre las políticas de respaldo y replicación [27]
RTO	Tiempo máximo permitido para restablecer un sistema, servicio o aplicación después de una falla o incidente. Representa el límite de interrupción que la organización puede tolerar antes de afectar la operación o incumplir requisitos regulatorios [54].
Snapshot	Conjunto de datos capturados en un punto específico en el tiempo (PIT) que permite conservar el estado de un volumen, sistema de archivos o

	conjunto de datos. Los <i>snapshots</i> se utilizan para recuperación rápida, creación de entornos de prueba, protección ante fallas y seguimiento de cambios, ya que solo almacenan diferencias respecto al estado original, optimizando el uso de capacidad [41].
SAS	Unidades de almacenamiento diseñadas para entornos empresariales que utilizan la interfaz Serial Attached SCSI (SAS). Los discos SAS ofrecen mayor velocidad de transferencia, mejor tolerancia a fallos y mayor confiabilidad que los discos SATA tradicionales [48].
SLA	Compromiso formal entre un proveedor de servicios y un cliente que establece los niveles mínimos de desempeño que deberán cumplirse [27].
SSD	Dispositivo de almacenamiento que utiliza memoria <i>flash</i> para guardar información sin componentes mecánicos. Ofrece tiempos de acceso más rápidos [12].
VM	Entorno de cómputo emulado que funciona sobre un hipervisor y permite ejecutar sistemas operativos y aplicaciones de manera aislada dentro de un servidor físico. Cada VM consume recursos asignados como CPU, memoria y almacenamiento, y se utiliza para consolidar cargas de trabajo, mejorar la eficiencia de infraestructura y facilitar operaciones como pruebas, desarrollo y alta disponibilidad [31].

REFERENCIAS

- [1] T. Qumulo, «Block Storage vs. Object Storage vs. File Storage: What's the Difference?», Qumulo Blog, 1 febrero 2022. [En línea]. Disponible: <https://qumulo.com/blog/block-storage-vs-object-storage-vs-file-storage/>
- [2] D. Krekoulas, «The Importance of the Effective Capacity Ratio in Modern Storage Systems», RecoveryMonkey (Medium), 2016. [En línea]. Disponible: <https://medium.com/recoverymonkey/the-importance-of-the-effective-capacity-ratio-in-modern-storage-systems-e7bc62e36cd0>
- [3] M. Dancuk, «What Is Data Storage? {Definition and Types of Data Storage}», phoenixNAP Knowledge Base, noviembre de 2022. [En línea]. Disponible: <https://phoenixnap.com/kb/what-is-data-storage>
- [4] P. P. Technologies, «Raw Capacity vs. Usable Capacity», Park Place Technologies Blog, s. f. [En línea]. Disponible: <https://www.parkplacetechnologies.com/blog/raw-capacity-vs-usable-capacity/>.
- [5] B. Henderson, «Future-Proof Your Savings with PowerStore's Advanced Data Reduction», Dell Technologies Blog, 21 octubre 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.dell.com/en-us/blog/future-proof-your-savings-with-powerstore-s-advanced-data-reduction/>
- [6] R. Andrango, «Estudio Introductorio a la Criptografía Cuántica», Trabajo de Integración Curricular, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Director: W. F. Flores Cifuentes, Quito, Ecuador, Sep.
- [7] P. Storage, «Pure Storage Evergreen Delivers Right-Sized Storage, Again and Again and Again», Pure Storage Blog. [En línea]. Disponible: <https://blog.purestorage.com/products/pure-storage-evergreen-delivers-right-size-storage/>
- [8] P. Paessler, «What Is a Server? – IT Explained | PRTG», Paessler AG, s. f. [En línea]. Disponible: <https://www.paessler.com/it-explained/server>.
- [9] D. Raffo and G. Kranz, «What is tiered storage and how it is good for business?», SearchStorage, s. f. 27 septiembre 2021 [En línea]. Disponible: <https://www.techtarget.com/searchstorage/definition/tiered-storage>
- [10] S. Flashdba, «All Flash Arrays: Where's My Capacity? Effective, Usable and Raw Explained», flashdba.com, 6 octubre 2015. [En línea]. Disponible: <https://flashdba.com/2015/10/06/all-flash-arrays-wheres-my-capacity-effective-usable-and-raw-explained/>

- [11] E. CDW, «What is Data Storage? Definition, Benefits & Types of Data Storage», CDW Research Hub, 6 septiembre 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.cdw.com/content/cdw/en/articles/datacenter/what-is-data-storage.html>
- [12] T. Qumulo, «Eficiencia de almacenamiento con Qumulo», Qumulo Resources, s. f. 3 noviembre 2024. [En línea]. Disponible: <https://qumulo.com/es/resources/its-your-space-you-can-use-all-of-it/>.
- [13] J. Toor, «Scale-Up vs. Scale-Out Storage: What's the Difference?», Cloudian Blog, s. f. 28 febrero 2024 [En línea]. Disponible: <https://cloudian.com/blog/scale-up-vs-scale-out-storage/>
- [14] P. Technologies, «Dell PowerStore data reduction», informe técnico, abril 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.principledtechnologies.com/Dell/PowerStore-data-reduction-0425.pdf>
- [15] P. Storage, «Scale-out vs. Scale-up: What's the Difference?», Pure Storage Blog, s. f. [En línea]. Disponible: <https://blog.purestorage.com/purely-educational/scale-out-vs-scale-up-whats-the-difference/>
- [16] K. Host, «What is Server RAM?», KnownHost Blog, s. f. [En línea]. Disponible: <https://www.knownhost.com/blog/what-is-server-ram/>
- [17] I. Akins, «Understanding Storage Capacity», Akins IT Blog, s. f., 20 noviembre 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.akinsit.com/understanding-storage-capacity>
- [18] J. Montecarlo, «What Is a Server? | Definition, Types, and Features», ServerWatch, s. f. [En línea]. Disponible: <https://www.serverwatch.com/guides/what-is-a-server/>
- [19] P. Kirvan, «What is Scale-Out Storage?», TechTarget, s. f. 12 septiembre 2022 [En línea]. Disponible: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/scale-out-storage>
- [20] G. Murali and R. S. Prasad, «Comparison of cryptographic algorithms in cloud and local environment using quantum cryptography, » International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing, 2016, doi: 10.1109/icecds.2017.8390165.
- [21] T. Dell, «What is a Server & How to Choose a Server», Dell Technologies Explains Servers, s. f. [En línea]. Disponible: <https://www.dell.com/en-us/lp/dell-explains-servers>

- [22] T. ASG, «What is the difference between usable and effective flash capacity?», Medium, 2019. [En línea]. Disponible: <https://medium.com/@thinkASG/what-is-the-difference-between-usable-and-effective-flash-capacity-15ab49157ab9>
- [23] F. Technologies, «What is server memory and what is the RAM used for in server», NewServerLife, s. f. 3 mayo 2025 [En línea]. Disponible: <https://newserverlife.com/articles/what-is-server-ram/>
- [24] A. Vidhya, «What is Data Storage and How is it Used?», Analytics Vidhya Blog, mayo de 2023. reedición en 24 octubre 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2023/05/what-is-data-storage/>
- [25] B. Encyclopaedia, «Central processing unit (CPU) | Definition & Function», Encyclopaedia Britannica, s. f. 10 enero 2026 [En línea]. Disponible: <https://www.britannica.com/technology/central-processing-unit>
- [26] A. Informática, «Métodos de almacenamiento de datos para empresas», Acción Informática, s. f. 29 enero 2026 [En línea]. Disponible: <https://accion-informatica.es/blog/almacenamiento-datos-empresas/>
- [27] R. Contabo, «Block Storage vs Object Storage vs File Storage: A Buyer's Guide», Contabo Blog, 11 octubre 2022 (publicado originalmente el 30 septiembre 2022). [En línea]. Disponible: <https://contabo.com/blog/block-storage-object-storage-file-storage-buyers-guide/>
- [28] B. Tech, «What Is Server RAM?», Techbuyer US, s. f. [En línea]. Disponible: <https://www.techbuyer.com/us/blog/what-is-server-memory-us>
- [29] K. Edward & F. NADDOD, «Difference Between HBA, NIC and CNA», NADDOD Blog, s. f. 18 enero 2023 [En línea]. Disponible: <https://www.naddod.com/blog/difference-between-hba-nic-and-cna>
- [30] J. C., «What is a Network Interface Card (NIC)? Complete Guide», JumpCloud IT Index, s. f. [En línea]. Disponible: <https://jumpcloud.com/it-index/what-is-a-network-interface-card-nic>
- [31] AWS, «What is a CPU? – Central Processing Unit Explained», Amazon Web Services, s. f. [En línea]. Disponible: <https://aws.amazon.com/what-is/cpu/>
- [32] J. Stephen, Senior Technology Editor, «Storage Snapshot,» TechTarget, Feb. 2024, [En línea]. Disponible en: <https://www.techtarget.com/searchdatabackup/definition/storage-snapshot>
- [33] E. Jennifer, & T. Tar, «What is a network interface card (NIC)?», SearchNetworking, s. f. 10 septiembre 2021 [En línea]. Disponible: <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/network-interface-card>

- [34] F. Sheldon, «LAN Switch vs SAN Switch, or SAN switch vs network switch», FS Community Blog, s. f. 5 diciembre 2021 [En línea]. Disponible: <https://community.fs.com/article/what-is-a-lan-switch-and-how-does-it-work.html>
- [35] T. CLRN, «Why Are Data Backups Important?», CalifornIALearning Resource Network, 2 julio 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.clrn.org/why-are-data-backups-important/>
- [36] Q. Yana, «LAN Switch vs SAN Switch: What Is the Difference?», QSFPTek Blog, s. f. 13 octubre 2023 [En línea]. Disponible: <https://www.qsfptek.com/qt-news/lan-switch-vs-san-switch-what-is-the-difference.html>
- [37] T. Dell, «Dell PowerStore: Leaf-Spine Network Best Practices», Dell Technologies Info Hub, s.f. noviembre 2025 [En línea]. Disponible: <https://infohub.delltechnologies.com/en-us//dell-powerscale-leaf-spine-network-best-practices/introduction-2696>
- [38] R. Laura, «El almacenamiento de datos determina el éxito del negocio», Computing, s. f. 29 enero 2026 [En línea]. Disponible: <https://www.computing.es/analytics/el-almacenamiento-de-datos-determina-el-exito-del-negocio/>
- [39] M. D. C., «¿Qué es el almacenamiento de datos y cuál es su importancia?», Modern Data Center, s. f. 29 enero 2026 [En línea]. Disponible: <https://www.moderndatacenter.es/que-es-el-almacenamiento-de-datos-y-cual-es-su-importancia/>
- [40] J. Weeks, «What's So Important About Regular Data Backups?», FNBO, 25 marzo 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.fnbo.com/insights/fraud-and-security-tips/2024/whats-so-important-about-regular-data-backup>
- [41] S. Bhat, «What Is Data Storage? Types, Trends, and Solutions», G2 Learn Hub, 2024. [En línea]. Disponible: <https://learn.g2.com/data-storage>
- [42] T. Sangfor,, «Understanding Storage Area Networks (SAN): A Comprehensive Guide», 29 agosto 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.sangfor.com/glossary/cloud-and-infrastructure/storage-area-networks-san>
- [43] L. Ontrack, «RAID: History and Introduction», 18 julio 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.ontrack.com/en-us/blog/raid-introduction>
- [44] B. Henderson, & T. Dell, «PowerStore Scalable All-Flash Array Storage», Dell Technologies, s. f. 29 enero 2026 [En línea]. Disponible: <https://www.dell.com/en-us/lp/powerstore12>

- [45] S. Pure, «¿Qué es el almacenamiento de datos? Una guía definitiva», Pure Storage, s. f. 29 enero 2026 [En línea]. Disponible: <https://www.purestorage.com/es/knowledge/what-is-data-storage.html>
- [46] P. Crucial, «What Is an SSD (Solid State Drive)?», 20 octubre 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.crucial.com/articles/about-ssd/what-is-an-ssd>
- [47] C. Mag, «Definition of Petabyte», s.f. [En línea]. Disponible: <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/petabyte>
- [48] A. log, «SAS (Serial Attached SCSI) – Definition & Detailed Explanation», 10 noviembre 2025. [En línea]. Disponible: <https://pcpartsgEEK.com/sas-serial-attached-scsi/>
- [49] IBM, «What Is a Solid-State Drive?», s.f. [En línea]. Disponible: <https://www.ibm.com/think/topics/solid-state-drives>
- [50] J. Tyson & M. Look, «What Is ROM? How Read-Only Memory Works in Computers», HowStuffWorks, 10 abril 2024. [En línea]. Disponible: <https://computer.howstuffworks.com/rom.htm>
- [51] H. Technologies, «What Are Front- and Back-End Shared Storage Network and Front- and Back-End Separated Storage Networks», 2021. [En línea]. Disponible: <https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1100203337>
- [52] L. Dolníček, «Log Files Explained: Log Types, Sources, Key Data to Capture», Logmanager, 23 junio 2025. [En línea]. Disponible: <https://logmanager.com/blog/log-management/log-files-explained/>
- [53] C. Stryker & E. Kavlakoglu, «What is artificial intelligence (AI)?», IBM Think, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence>
- [54] S. Susnjara & I. Smalley, «What is network attached storage (NAS)?», IBM Think, s.f. [En línea]. Disponible: <https://www.ibm.com/think/topics/network-attached-storage>
- [54] G. How To Geek, «Tech Glossary: Failover», 10 febrero 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.howtogeek.com/what-is-failover/>