

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería de Sistemas



IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA HIPERCONVERGENTE Y EL RESPALDO INTEGRAL DE LA INFORMACIÓN

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

Katia Veronica Garcia Sanchez

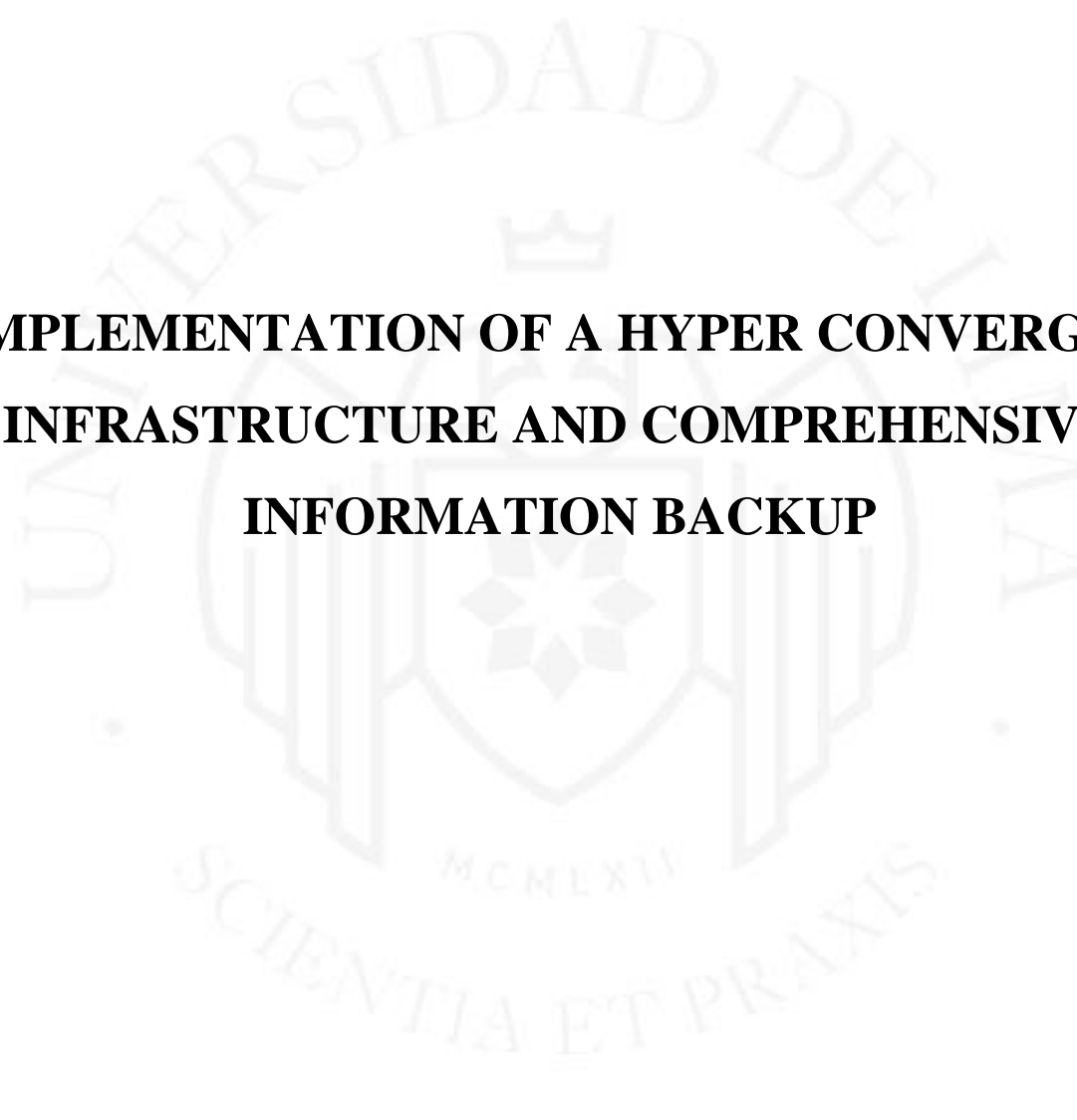
Código 19942258

Asesor

Pablo Alberto Rojas Jaen

Lima – Perú

Abril de 2024



**IMPLEMENTATION OF A HYPER CONVERGED
INFRASTRUCTURE AND COMPREHENSIVE
INFORMATION BACKUP**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN	1
1. CAPACIDAD TÉCNICA	3
2. CAPACIDAD DE GESTIÓN.....	78
3. APRENDIZAJE CONTINUO	81
4. CONDUCTA ÉTICA.....	86
5. LECCIONES APRENDIDAS.....	88
6. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	91
REFERENCIAS.....	94
BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXOS.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características de las Infraestructuras Convergentes e Hiper convergentes.....	16
Tabla 1.2 Componentes del Diseño de Solución Hiper convergente.....	21
Tabla 1.3 Especificaciones del Nodo de Producción: Power Edge R740XD.....	28
Tabla 1.4 Especificaciones del Nodo de Gestión: Power Edge R640	29
Tabla 1.5 Matriz de comunicación del Proyecto de Hiperconvergencia	43
Tabla 1.6 Hitos del Proyecto de Hiperconvergencia	45
Tabla 1.7 Presupuesto del Proyecto de Hiperconvergencia.....	47
Tabla 1.8 Roles y responsabilidades en el proyecto de hiperconvergencia.....	48
Tabla 1.9 Solicitud de cambio del Proyecto de Hiperconvergencia	50
Tabla 1.10 Desafíos del Banco en el proyecto de optimización del proceso de respaldo y recuperación de la información.....	59
Tabla 1.11 Costos de la Fase I - Proyecto de optimización del proceso de Respaldo de información del Banco	72
Tabla 1.12 Costos de la Fase II - Proyecto de optimización del proceso de Respaldo de información del Banco	73
Tabla 1.13 Costos de Servicios de Implementación del proyecto de optimización del proceso de respaldo de información del Banco.....	73
Tabla 1.14 Costos totales y margen de utilidad del proyecto de optimización del proceso de respaldo de información del Banco.....	73
Tabla 2.1 Retos y soluciones enfrentados en los proyectos presentados en el informe.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Infraestructura Hiper convergente	5
Figura 1.2 Arquitectura de VMware Cloud Foundation (VCF)	6
Figura 1.3 Diseño de Solución de la Infraestructura Hiper convergente	20
Figura 1.4 Conexión VLT: Virtual Link Trunking	25
Figura 1.5 Diagrama de Red - Sitio Principal y Secundario del Proyecto de Hiperconvergencia	26
Figura 1.6 Diseño de la Solución de Respaldo del Proyecto de Hiperconvergencia.....	27
Figura 1.7 Switches ToR S5248F - Sede principal - Proyecto de Hiperconvergencia	30
Figura 1.8 Conexión Switches ToR con switches Core Nexus (C.D. Principal).....	31
Figura 1.9 Conexión Switches ToR con switches Core Nexus (C.D. Secundario)	31
Figura 1.10 Diagrama de Red - Sitio Principal – Proyecto de Hiperconvergencia	32
Figura 1.11 Diagrama de Red - Sitio Secundario – Proyecto de Hiperconvergencia.....	33
Figura 1.12 Paquete VMware Cloud Foundation - versión 4.2.1.	35
Figura 1.13 Integración Servidor VEEAM con el vCenter.....	37
Figura 1.14 Dell EMC DD6900 – Proyecto de Hiperconvergencia	37
Figura 1.15 Status Dashboard principal – Proyecto de Hiperconvergencia	38
Figura 1.16 Backup Repository asignado al DD 6900 – Proyecto Hiperconvergencia.....	38
Figura 1.17 Restauración de backup de archivos de una VM Windows – P. Hiperconvergencia	39
Figura 1.18 Muestra de la data recuperada en Servidor Backup – P. Hiperconvergencia.....	40
Figura 1.19 Proceso de control de cambios - Proyecto de Hiperconvergencia	42
Figura 1.20 Reuniones semanales de seguimiento del Proyecto de Hiperconvergencia	51
Figura 1.21 Velocidad y Rendimiento de los Sistemas de Información – P. Hiperconvergencia	53
Figura 1.22 Soporte técnico y asistencia en solicitudes de recursos de TI – Proyecto de Hiperconvergencia	54
Figura 1.23 Situación inicial del Proyecto de optimización del proceso de respaldo de información en el Banco	58
Figura 1.24 Estrategia de replicación de datos - Almacenamiento primario y de Archive	63
Figura 1.25 Almacenamiento conectado a través de la SAN.....	64
Figura 1.26 Diseño Completo de la Solución propuesta para el proyecto de optimización del respaldo de la información.....	65

Figura 1.27 Enfoque y arquitectura de la POC en el Banco - Caso Backup de data de un servidor cliente.....	67
Figura 1.28 Enfoque y arquitectura de la POC en el Banco - Caso Restauración de data de un servidor cliente.....	67
Figura 1.29 Eficiencia de la deduplicación en cliente con Networker	76
Figura 3.1 Modelo de Negocio Canvas de la empresa Zenware Latam	85

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resolución de estandarización de VMware en el E. Pública.....	100
Anexo 2: Informe técnico previo de evaluación de software.....	105
Anexo 3: Recomendación de diseño para nodos y Cluster de Producción de la Entidad.....	110
Anexo 4: Project Charter - Proyecto de Hiperconvergencia.....	112
Anexo 5: Matriz de Selección de Proveedores.....	117
Anexo 6: Cronograma de Actividades - Proyecto de Hiperconvergencia.....	118
Anexo 7: Plan de Gestión de Riesgos del Proyecto de Hiperconvergencia.....	121
Anexo 8: Aceptación formal de solicitud de cambio.....	123
Anexo 9: Registros de Riesgos del proyecto de Hiperconvergencia.....	124
Anexo 10: Evidencias de backups y performance de la red – Oracle.....	126
Anexo 11: Equipamiento de la solución de respaldo del Banco.....	130

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional en Ingeniería de Sistemas tiene como objetivo sustentar mi aprendizaje durante mi carrera en la Universidad de Lima, ejecutando la aplicación práctica de los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de mi formación académica. En este trabajo demostraré mi competencia laboral, aplicando el conocimiento y las habilidades adquiridos en la carrera para resolver problemas reales, resueltos a través de dos proyectos exitosos de gran envergadura, uno en una entidad pública y también en una entidad financiera privada habiéndome desempeñado como supervisora en ambos casos.

En los proyectos presentados en este trabajo narraré los procesos involucrados en su ejecución, que incluyen etapas de análisis, planificación, diseño, implementación y pruebas, ejecución llevada siempre desde una visión ética y aplicando constantemente el aprendizaje reflexivo para evaluar críticamente mi propio desempeño y el de mi equipo, de modo que esta autoevaluación fue utilizada para disminuir márgenes de error en las etapas consecuentes.

Elegí estos proyectos para mi sustentación debido a que en ambos tuve retos que enfrentar, los cuales involucraron manejo ético, gestión de contingencias y presupuesto ante una coyuntura mundial que afectó enormemente nuestra economía, así como gestionar las complicaciones gerenciales que fueron exitosamente controladas.

Como resultado de estas experiencias, tengo muy en claro que un proyecto exitoso debe tener como base fundamental la comunicación clara y fluida entre todos los miembros del proyecto. Asimismo, es muy importante que, como empresa proveedora y gestora de proyectos se contemple un margen de contingencia tanto en tiempo como en costos, para poder cubrir situaciones imprevistas. Tengo también muy en claro que el aprendizaje de un buen profesional se ve enriquecido por cada proyecto en el que se desempeña, que este aprendizaje nunca cesa y debemos siempre observar las situaciones que atravesamos para lograr ser cada vez un mejor profesional.

Palabras clave: hiper convergente, convergente, virtualización, almacenamiento, respaldo, computación en la nube, deduplicación.

ABSTRACT

The present Systems Engineering Professional Sufficiency Report aims to support my learning of the career at the University of Lima, by executing the practical application of the theoretical knowledge acquired throughout my academic training. In this report I will demonstrate my professional competence, applying the knowledge and skills acquired in the career to solve real problems through two successful large-scale projects, having served as a supervisor in both cases.

In the projects presented in this report I will explain the processes involved in its execution, which include stages of analysis, planning, design, implementation and testing, execution that was always carried out from an ethical vision and constantly applying reflective learning to critically evaluate my own performance and that of my team, so this self-assessment was used to reduce margins of error in the subsequent stages.

I chose these projects for my support because in both I had many challenges to face, which involved ethical management, contingency management and budgeting in the face of a global situation that greatly affected our economy, as well as managing the managerial complications that were successfully controlled.

As a result of these experiences, it is very clear to me that a successful project must be based on clear and fluid communication among all project members. Likewise, it is very important as a supplier company and project management to contemplate a contingency margin both in time and costs to be able to cover unforeseen situations. I am also very clear that the learning of a good professional is enriched by each project in which he works, that this learning never stops and we must always observe the situations we go through in order to become a better professional every time.

Keywords: hyperconverged, converged, virtualization, storage, backup, cloud computing, deduplication.

INTRODUCCIÓN

El egresado de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Lima se encuentra capacitado para comprender las necesidades que tienen hoy en día las organizaciones modernas y entregar a estas un abanico de posibles soluciones basadas en tecnología de información de vanguardia, que soporten los procesos de negocio, brindando mejoras y continuidad a los mismos. Así mismo, el egresado de Sistemas es capaz de integrar los conocimientos adquiridos durante su formación en la universidad y en su experiencia profesional y aplicarlos en las diferentes situaciones afrontadas en cada proyecto, tomando en cuenta las habilidades desarrolladas que contribuyen al logro de sus objetivos.

En este contexto, a lo largo de mi experiencia profesional, he atravesado por diferentes campos de acción que me han permitido observar y enriquecer mis conocimientos obtenidos en la universidad, así como también me han permitido obtener un importante crecimiento a nivel personal. Adicionalmente, el enfrentar diversos desafíos en distintos campos de acción, me ha llevado a desarrollar habilidades directivas, interpersonales y grupales que han contribuido al logro de mis objetivos.

Cabe mencionar que, mi experiencia profesional se inició en el año 2000, realizando actividades Análisis, diseño, desarrollo y mantenimientos de Sistemas de Información para diferentes consultoras, como Sygnus S.A., J. Evans, Royal Systems, Cactus Data y Commit S.A., empresas peruanas del rubro de Tecnologías de la Información, donde tuve la oportunidad de formar parte de equipos multidisciplinarios con un objetivo común, lo que me permitió desarrollar habilidades de trabajo en equipo, como la comunicación asertiva a todo nivel y la gestión de las actividades bajo presión. Después de unos años, pasé por una etapa comercial de soluciones de Tecnología de Información, donde obtuve mayores conocimientos técnicos de hardware y servicios de TI, enfocados a los objetivos de ventas. Este aprendizaje me impulsó a continuar en este campo, desde el enfoque de gestión de proyectos de infraestructura, tal es así, que mis últimos años de experiencia, estuvieron avocados en el rol de gestión de proyectos de infraestructura, cuyas propuestas de solución se relacionan con la tecnología que se explicara a lo largo del presente informe.

La creciente demanda de agilidad en los servicios y por ende en los procesos de negocio, así como, la necesidad de sustituir el hardware obsoleto y bajar los costos operativos, ha conducido a que las empresas tomen la decisión de optar por servicios y/o arquitecturas modernas que brinden agilidad y seguridad al negocio, permitiendo a los usuarios reducir la carga de trabajo diaria, optimizando el tiempo en sus labores, en aras de mejorar la productividad de la organización. En el mercado de TI, se ofrecen múltiples soluciones las tecnologías que ayudan a las organizaciones a cubrir este tipo de necesidades, están basadas en soluciones de virtualización de cómputo, almacenamiento y redes, arquitecturas convergentes e hiper convergentes, nube privada, nube pública, entre otras tecnologías.

En consecuencia, el presente informe de Suficiencia Profesional Aplicada describe mi experiencia profesional enfocada en la gestión de proyectos de implementación de tecnologías de información, aplicando las tecnologías mencionadas previamente. Cabe señalar, entonces, que el graduado en la carrera de ingeniería de Sistemas cuenta con las capacidades necesarias para llevar a cabo un proyecto con éxito, aplicando en cada etapa, su capacidad técnica, de gestión y habilidades para integrar el buen comportamiento ético y social del equipo de trabajo. Este informe se enfoca específicamente en el desarrollo de dos proyectos exitosos en los que tuve el privilegio de liderar: uno dentro del sector público y el otro en una importante entidad financiera privada del Perú. Estos proyectos, cada uno con sus particularidades y desafíos únicos, no solo pusieron a prueba mis habilidades técnicas y de gestión adquiridas durante mi formación académica y mi trayectoria profesional, sino que también me permitieron profundizar en las diferencias sustanciales entre trabajar en el ámbito público y en el sector privado, destacando la importancia de adaptar las soluciones tecnológicas a las necesidades específicas y los contextos operativos de cada organización.

Para finalizar, agradezco a esta casa de estudio que me ha brindado las herramientas necesarias que me han permitido crecer tanto a nivel personal como profesional, habilidades que espero se vean reflejadas en el informe que a continuación presento y que se enfoca en el desarrollo de dos proyectos exitosos.

1. CAPACIDAD TÉCNICA

En función a las necesidades del negocio con cada cliente, se desarrollaron proyectos que implican el diseño, implementación y despliegue de propuestas basadas en soluciones de Tecnologías de Información (TI), que involucran, tecnologías de virtualización, almacenamiento, respaldo y recuperación de información, arquitecturas hiper convergentes, servicios en la nube, entre otros, habiendo concluido cada proyecto de manera satisfactoria cumpliendo con los requerimientos establecidos en el contrato o términos de referencia según el caso.

A continuación, algunos **conceptos de tecnología** que serán de utilidad para dar un mayor entendimiento a la propuesta de solución planteada en este primer proyecto de TI.

- **Cloud computing**, es un sistema de computación distribuido orientado al consumidor, conformado básicamente por servidores virtualizados y hardware unificado, que se provisionan dinámicamente al consumidor, según el acuerdo de nivel de servicio establecido con el proveedor. Este sistema se caracteriza por entregar recursos en forma de servicios de manera flexible, tal es así, que se pueden entregar o retirar de manera rápida y sencilla, con el menor esfuerzo por parte del administrador. Para hacer posible estas funcionalidades se utilizan tecnologías como virtualización, hiperconvergencia, SOA, cluster computacional, entre otras (Arias, 2015, p.12).

Entre los servicios que se ofrecen en cloud computing tenemos:

- **Infraestructure As a Service (IaaS):** es un modelo de servicio cloud que consiste en proveer y gestionar recursos como servidores, almacenamiento, y comunicación (redes) a través de un catálogo de servicios, por Internet. Un ejemplo de este modelo es el Amazon Web Services (AWS).
- **Platform As a Service (PaaS):** es un modelo de servicio cloud que entrega un entorno de desarrollo a través de la web, en el cual los desarrolladores pueden crear aplicaciones escalables y disponibles y ejecutar código, sin la necesidad de preocuparse por la infraestructura (sistema operativo, almacenamiento o actualizaciones). Windows Azure de Microsoft es un ejemplo de este tipo de servicio.
- **Software As a Service (SaaS):** es un modelo de servicio cloud que consiste en distribuir aplicaciones en la nube a usuarios a través de Internet. En este modelo

los usuarios no necesitan mantener infraestructura propia, ya que el software se aloja en línea y se pone a disposición de los clientes con un modelo de pago por suscripción. Este modelo permite disminuir precios ya que el proveedor comparte las aplicaciones con varios usuarios. Google Apps es un ejemplo de este modelo de servicio (Arias, 2015, p.14).

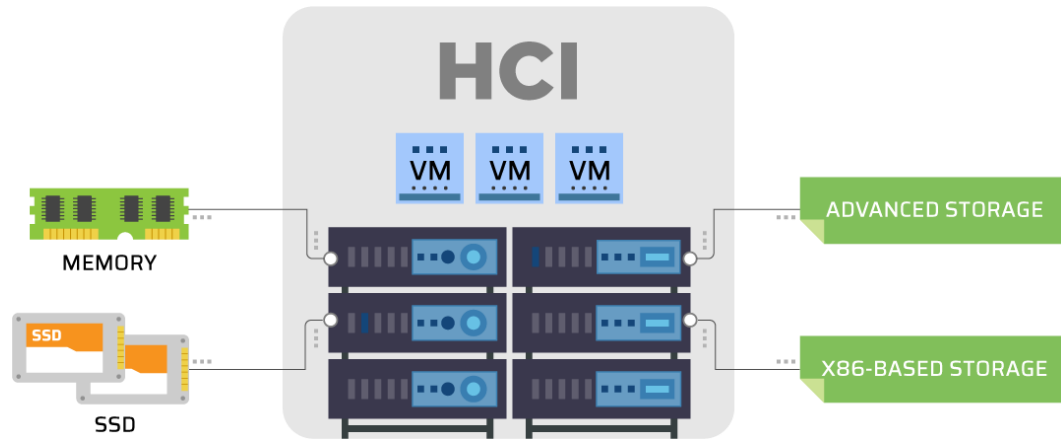
Este enfoque de cloud computing es un modelo comercial y público, pero sus ventajas lo hacen conveniente para aplicarlo en la administración de la infraestructura interna de las organizaciones, dando origen a tres modelos de implementación:

- **Nubes públicas**, en este modelo, los recursos en la nube, como los servidores y el almacenamiento, son propiedad de un proveedor de servicios, el cual implementa los servicios en su infraestructura y los pone a disposición pública a través de Internet. Los retos en este modelo son la calidad del servicio y la seguridad de la información.
- **Nube privada**, este modelo se implementa sobre infraestructura propia, refiriéndose al dominio administrativo y no a la localización física de los recursos, es decir, que podría ser local o remota hospedándose en un proveedor de servicios. En este modelo la entrega de recursos se hace de manera más ágil y flexible generando mayor eficiencia en los procesos, sin embargo, se pierde la elasticidad ya que la escalabilidad se ve limitada por los recursos físicos. El nivel de seguridad en este modelo es mayor, a través de firewalls de la compañía y hospedaje interno que garantizan que las operaciones y los datos no sean accesibles. (Arias, 2015, p.15).
- **Nube híbrida**, es un modelo que permite complementar los servicios de una nube privada con los de una nube pública, para lo cual se utilizan interfaces compatibles entre ambos modelos (Arias, 2015, p.15).
- **La infraestructura hiper convergente o HCI (Hyper Converged Infrastructure)**, es una arquitectura basada en software, que integra los recursos de almacenamiento, computación y redes, a través de un entorno virtual y homogéneo, tal como se muestra en la Figura 1.1. Esta arquitectura es una evolución de la arquitectura convergente, cuyos componentes estaban atados a un hardware específico. Este nuevo concepto permite automatizar la entrega de estos recursos informáticos, bajo el concepto de

Centro de datos definidos por software (SDDC). (Chafra-Altamirano et al., 2020, p.528).

Figura 1.1

Infraestructura Hiper convergente

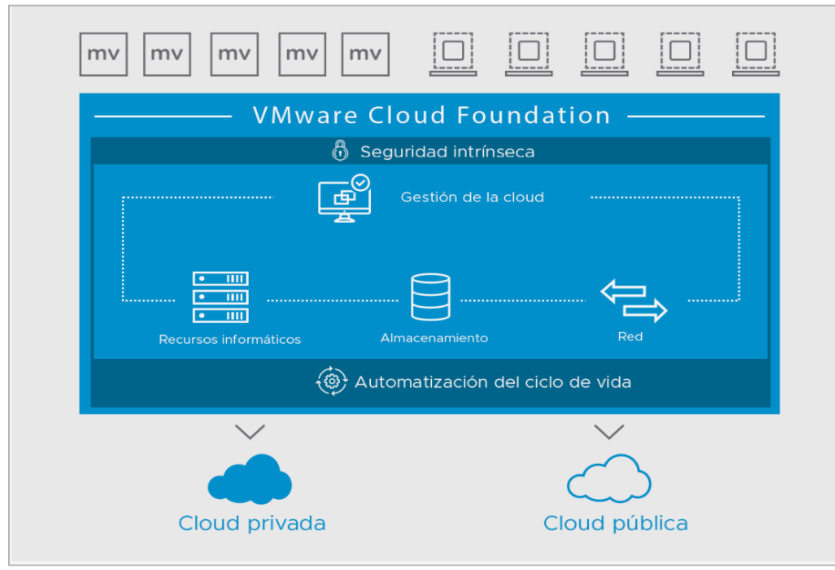


Nota. De *Hiperconvergencia*, por Nexta Technology Services, 2021, (<https://nexta.biz/infraestructura/vmware/hiperconvergencia/>).

- **VMware Cloud Foundation (VFC)**, es una plataforma de nube híbrida de la marca VMware, que permite la implementación de una infraestructura hiper convergente ejecutando aplicaciones empresariales en entornos públicos y/o privados. Sus principales componentes son: a) vSphere, que permite la virtualización de servidores, b) NSX, virtualización de las redes, c) vSAN, virtualización del almacenamiento y d) vCenter, que permite la gestión centralizada de estos componentes. En la siguiente Figura 1.2, se muestra la Arquitectura del VCF.

Figura 1.2

Arquitectura de VMware Cloud Foundation (VCF)



Nota. De VMware Cloud Foundation: La Transición más sencilla a la cloud híbrida, por VMware, 2021, (<https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/es/pdf/whitepaper/products/vmware-cloud-foundation-whitepaper.pdf>)

1.1 Proyecto de Implementación de una Infraestructura Hiper convergente en una Entidad del Estado Peruano

El presente proyecto se desarrolló desde el mes de abril hasta el mes de noviembre del año 2021, como parte del plan de fortalecimiento y modernización de la infraestructura de la Entidad. El cliente en este proyecto fue una Entidad del Estado Peruano, a la que de ahora en adelante haré referencia como la Entidad.

Las funciones de la Entidad se centran en garantizar, mantener y restablecer el orden interno, prestar protección y ayuda a las personas y a la comunidad, garantizar el cumplimiento de las leyes y la seguridad del patrimonio público y privado, combatiendo la delincuencia.

La Entidad abrió un concurso público en el año 2020, al cual nuestra empresa Zenware, en consorcio con un socio de negocio, se presenta a través de una propuesta técnica económica, que finalmente sale ganadora.

Durante la etapa comercial, mi contribución fue fundamental para la elaboración y presentación de una propuesta técnica y económica que finalmente resultó ser la ganadora. Participé activamente en el análisis de los requerimientos técnicos y financieros de la entidad, asegurando que nuestra propuesta cumpliera con estos criterios y ofreciera soluciones efectivas para los desafíos identificados.

Durante la implementación del proyecto, supervisé las actividades técnicas y coordiné con los equipos involucrados para garantizar que la infraestructura se desplegara conforme a las especificaciones acordadas. Mi rol implicó asegurar la comunicación fluida entre todas las partes, resolviendo desafíos y manteniendo el proyecto en su cronograma.

En la fase de postventa, asumí la responsabilidad de garantizar el cumplimiento de los compromisos de soporte técnico y mantenimiento, manteniendo un seguimiento continuo y estrecha comunicación con el cliente para asegurar su satisfacción y la calidad del servicio proporcionado.

Para la elaboración de la propuesta se hizo un análisis de la situación actual de la Entidad, a continuación, algunas características de la arquitectura con la que contaba la entidad en la etapa de pre implementación:

- **Hardware Diversificado:** Incluía una variedad de servidores, switches, y unidades de almacenamiento externo. Los servidores, en particular, eran la base de la

infraestructura, gestionando las cargas de trabajo y los procesos críticos para la operación de la Entidad.

- **Virtualización Limitada a Servidores:** La virtualización era un componente clave de la infraestructura, manejada a través de VMware, para gestionar más de 180 servidores virtuales, los cuales soportaban los diferentes sistemas de información de funcionamiento a nivel nacional. Sin embargo, la virtualización se limitaba a los servidores, sin extenderse de manera integral a otros aspectos como el almacenamiento o las redes.

En esta etapa de Pre implementación se identificaron algunos desafíos operativos y de rendimiento, como:

- **Lentitud y Frecuentes Interrupciones:** Los sistemas experimentaban interrupciones y lentitud, afectando las operaciones diarias y generando insatisfacción entre los usuarios.
- **Pérdida de Información:** Ocasionalmente, se perdía información debido a errores de software y/o hardware, lo que implicaba procesos de recuperación lentos y complejos.
- **Silos de Información:** Existía una falta de intercambio fluido de información entre áreas, lo que llevaba a duplicidad de datos y esfuerzos operativos redundantes.
- **Gestión compleja:** La administración de la infraestructura requería de diferentes especialistas para cada componente, incrementando los gastos operativos.
- **Hardware obsoleto:** Muchos servidores estaban quedando obsoletos o discontinuados, implicando gastos extras en actualizaciones y mantenimiento.
- **Almacenamiento al límite:** El componente de almacenamiento estaba alcanzando su límite de capacidad, con un uso del 90% de un total de 200 TB, lo que representaba un alto riesgo para la continuidad operativa.
- **Carencia de un diseño de infraestructura TI interconectado:** Antes de la implementación, la infraestructura no contaba con un diseño que asegurara la continuidad de los servicios de manera integrada y eficiente. No había una solución que permitiera alta disponibilidad sin pérdida de información, ni una gestión moderna y ágil de los recursos tecnológicos.

Asimismo, en esta etapa de Pre implementación se identificó el siguiente equipamiento:

- Servidores
 - Variedad de servidores: La Entidad poseía más de 180 servidores virtuales gestionados a través de VMware, distribuidos en varios servidores físicos. Estos servidores soportaban una amplia gama de aplicaciones y datos críticos para las operaciones diarias de la Entidad a nivel nacional.
 - Edad y Condición: Muchos de estos servidores físicos estaban operando más allá de los 5 años de uso, tiempo considerado como el ciclo de vida efectivo para dicho hardware, lo cual significaba que estaban quedando obsoletos, perdiendo garantías, y enfrentando riesgos de seguridad y desempeño, además de aumentar posibles incompatibilidades con software más actualizado.
- Almacenamiento
 - Discos de Almacenamiento Externo: La infraestructura contaba con unidades de almacenamiento externo, las cuales, al momento de la evaluación, estaban alcanzando su capacidad límite. El sistema de almacenamiento estaba utilizando un 90% de su capacidad total de 200TB, poniendo en riesgo la continuidad operativa por la falta de espacio para expansión y la seguridad de los datos almacenados.
- Switches
 - Switches para conectividad: Se empleaban diversos switches para gestionar la conectividad dentro del centro de datos. Estos dispositivos eran parte fundamental para la comunicación entre los servidores, el almacenamiento, y la red interna de la Entidad.
- Equipos Flex Pod preexistente:
 - Servidores Cisco UCS: La Entidad contaba con servidores Blade Cisco. Estos servidores eran conocidos por su capacidad para gestionar grandes volúmenes de aplicaciones y datos, ofreciendo rendimiento, eficiencia energética y una gestión simplificada, sin embargo, como se mencionó antes, el tiempo de vida efectivo de estos equipos estaba en el límite.
 - Almacenamiento o Storage NetApp: Para el almacenamiento de datos, se contaba con soluciones de almacenamiento de NetApp, reconocidas por su eficiencia, escalabilidad y capacidad para gestionar el almacenamiento de datos no

estructurados y estructurados, soportando una variedad de protocolos de acceso a datos.

- Redes Cisco: Empleaban soluciones de la marca Cisco, incluyendo switches y componentes de red que ofrecían alta disponibilidad, seguridad y escalabilidad, en el tráfico de datos
- Software de Virtualización
 - VMware: El software de virtualización utilizado era de la marca VMware, líder en el mercado para la creación y gestión de máquinas virtuales. Este software permitía a la Entidad operar más de 180 servidores virtuales en su infraestructura de cómputo convergente.

Los desafíos que enfrentaba la Entidad con la infraestructura preexistente eran:

- Lentitud y frecuentes interrupciones: Problemas de rendimiento y estabilidad afectaban negativamente la operatividad diaria y la satisfacción del usuario.
- Pérdida de Información: Los riesgos asociados a la pérdida de datos eran una preocupación constante, complicada por la dependencia de hardware y software que podrían estar llegando al fin de su vida útil.
- Complejidad en la gestión: La necesidad de especialistas para administrar cada componente del entorno de cómputo convergente incrementaba los costos operativos.
- Almacenamiento al límite: La capacidad de almacenamiento estaba críticamente cerca de su límite, con pocas opciones para la expansión fácil o eficiente.

Respecto a la transición hacia la Infraestructura Hiper convergente se menciona que, a pesar de las capacidades del FlexPod, la decisión fue reemplazar completamente esta arquitectura por una solución hiper convergente. La decisión se tomó debido a varios factores, como, modernizar la infraestructura de TI para enfrentar desafíos operativos, mejorar la eficiencia y la gestión de los recursos de TI, y preparar a la Entidad para futuras demandas tecnológicas.

El proceso de transición implicó un cambio fundamental en la estrategia de infraestructura de TI de la Entidad:

- **No se reutilizó ningún componente:** Debido a que la tecnología FlexPod fue entregado como un sistema cerrado, por lo que no se aceptaban elementos externos a

esta plataforma. Por la misma razón no se aceptaba reutilizar sus elementos en una nueva plataforma. Por otro lado, los equipos ya tenían garantías expiradas.

- **Reemplazo total por Infraestructura Hiper convergente:** La infraestructura hiper convergente seleccionada ofrecía una integración más profunda de cómputo, almacenamiento y redes, todo gestionado de manera unificada a través de software. Esta modernización buscaba resolver los desafíos identificados con la infraestructura anterior, como la lentitud en el procesamiento de datos, la complejidad en la gestión y la escasa escalabilidad.
- **Objetivo de la Modernización:** La meta principal detrás de este cambio radical era simplificar la operación y gestión de la infraestructura de TI, aumentar la eficiencia operativa y reducir costos, al mismo tiempo que se mejoraba la disponibilidad y la seguridad de los sistemas de información críticos para la Entidad.

1.1.1 Sobre Las Tecnologías Elegidas en el Proyecto De Hiperconvergencia

Es importante señalar que la Entidad venía trabajando en su centro de datos con la tecnología de virtualización de servidores de VMware, tal es así, que el uso del producto había sido estandarizado en la Entidad. Véase Anexo 1. Documento de estandarización.

Asimismo, la Entidad realizó previamente al concurso, un análisis comparativo técnico y económico entre las tecnologías VMware Cloud Foundation (VCF) y Red Hat Cloud Infrastructure, donde VCF destaca en varias áreas clave, obteniendo la mayor puntuación en aspectos de alta disponibilidad proactiva, sólida capacidad de encriptación, administración del ciclo de vida, soporte para modificaciones en caliente a las máquinas virtuales, gestión unificada del ambiente virtual y el reconocimiento del software en el mercado.

Si bien es cierto, esta es una configuración más sencilla en comparación con los requerimientos del proyecto, fue importante considerar dar continuidad a la tecnología existente con una solución moderna, actualizada y alineada a los nuevos requerimientos de la Entidad. Véase Anexo 2. Informe técnico previo de evaluación de software.

Asimismo, es importante mencionar, así como a VMware, otras marcas que compiten en el mercado actual de la hiperconvergencia:

- **Nutanix**, es un fuerte competidor, se diferencia de otros proveedores de software por la flexibilidad del hipervisor. Al inicio, utilizó el hipervisor de VMware y posteriormente amplió su compatibilidad a Hyper-V, ya que Microsoft lo agrupó con su sistema operativo

de servidores. Finalmente, desarrolló su propio hipervisor, llamado Acropolis Hypervisor (AHV), el cual se integra sin costo adicional a su software, lo que sugiere al cliente un ahorro en la virtualización (Brookwood, 2020, p.6).

- **Microsoft**, empresa de gran trayectoria en el mundo de la tecnología, actualmente abarca más del 70% en el mercado de servidores empresariales a través del Windows Server. Posee una infraestructura de nube pública, denominada Azure, siendo el primer proveedor de servicios en la nube que ofreció a través de APIs el **Azure Stack HCI**, que permitía correr aplicaciones localmente y en la nube. Sin embargo, no ha tenido mucha presencia aun en el mercado de la hiperconvergencia, sin embargo, existe la posibilidad que se convierta en un fuerte competidor dada su fuerte presencia en el mercado de centro de datos (Brookwood, 2020, p.6).
- **VMware**, empresa pionera de la virtualización, que inició con el componente de cómputo y dos décadas más tarde agregó los componentes de almacenamiento y redes, incrementando sus ingresos anuales de menos USD 1 millón a casi USD 11.000 millones en el año fiscal 2019. Actualmente, la línea de productos se ha extendido de esta manera, vSphere de VMware incluye vSAN, que es un sistema de administración de almacenamiento optimizado mediante flash, lo cual acelera la entrega de este recurso a las cargas de trabajo, vCenter Server, que es una plataforma centralizada para administrar todos los recursos virtuales, NSX Data Center, plataforma de red y seguridad y VMware Cloud Foundation (VCF) con sus servicios de administración para nubes públicas, híbridas y privadas (Brookwood, 2020, p.6).

Como se observa, VMware es una marca que sigue la línea de mejora continua e innovación de productos tecnológicos, lo que le permite seguir compitiendo y liderando en el mercado de virtualización tecnológica. Asimismo, VMware como empresa mantiene una fuerte presencia en el mercado local a través de sus socios de negocios o partners, otorgando una experiencia de acompañamiento en el proceso de implementación de sus productos en los diferentes clientes.

Por otro lado, la alianza de VMware y la nube pública de Amazon Web Services (AWS), formando VMware Cloud on AWS, es una ventaja competitiva en este mercado, la cual utiliza tecnología VMware Cloud Foundation y todo su stack de Data Center definido por software para brindar servicios óptimos en la nube. Por tanto, cuando un cliente contrata los servicios de la nube

de AWS, al mismo tiempo está maximizando las inversiones de VMware, sin necesidad de comprar hardware nuevo (“VMware Cloud on AWS”, s.f).

Respecto al hardware que brinda soporte a la infraestructura de hiperconvergencia, se menciona la marca Dell EMC, la cual posee el 81 % de VMware, por lo cual, se alinean ambas tecnologías y sus programas de comercialización. Dell EMC ofrece tres opciones de hardware para soluciones de hiperconvergencia a VMware. Una de ellas, basada en servidores preconfigurados conocidos como “Dell EMC VxRail”, de instalación sencilla y listos para utilizarse. Otra opción es la línea de “ReadyNodes” de VMware que son servidores previamente configurados y probados completamente por VMware y brindan más opciones de configuración que VxRail. Finalmente, están los componentes vSphere que se ejecutan en cualquier servidor Dell o en entornos de proveedores (Nathan Brookwood, 2020, p. 6-7).

Es importante mencionar que Dell no solo ofrece líneas de servidores para VMware, sino también para otras marcas, como Azure Stack HCI de Microsoft y para HCI de Nutanix. De esta manera fortalece su relación de socio de negocio con las diferentes marcas de software de hiperconvergencia. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, VMware y Dell son socios estratégicos, con fuertes lazos en sus programas de comercialización (Nathan Brookwood, 2020, p. 6-7). Como resultado, Dell ha podido crecer y posicionarse como el proveedor líder de hardware en este nicho (Nathan Brookwood, 2020, p. 6-7).

Por tanto, el liderazgo de Dell EMC, es un elemento de valor para nuestra empresa, la marca nos permite trasladar seguridad y confianza al cliente en la implementación de su tecnología, a través de los vSAN Ready Nodes, equipos homologados por VMware, que permiten diferentes configuraciones adaptables y escalables a las necesidades de cada cliente. Dichos equipos cumplen los requisitos mínimos para potenciar una arquitectura hiper convergente, entre los cuales se mencionan, alto rendimiento y capacidad de procesamiento para la vSAN a través de un procesador compatible Intel Xeon, soporte de almacenamiento híbrido (SSD y HDD) o all flash (todo SSD), conectividad de red hasta 40 GbE. para adaptarse a cualquier ancho de banda, escalabilidad de nodos flexible, cifrado nativo para mayor seguridad, entre otras bondades que permiten agilizar la entrega de los recursos en una solución de hiperconvergencia.

Respecto a la evolución de la Tecnología de Virtualización hacia la Hiperconvergencia, se presenta un breve resumen:

- **Inicio con la Virtualización de CPU:** La virtualización comenzó en los años 60 con el desarrollo de tecnologías que permitían la partición de grandes sistemas mainframe para soportar múltiples aplicaciones y procesos simultáneamente. Sin embargo, la virtualización de CPU como la conocemos hoy empezó a popularizarse a finales de los 90 y principios de los 2000, con empresas como VMware liderando el camino. Esta tecnología permitía a los servidores ejecutar múltiples sistemas operativos y aplicaciones de forma simultánea, aumentando la utilización de los recursos y reduciendo los costos.
- **Transición a la Convergencia:** Con la virtualización se solucionó el problema del espacio físico, sin embargo, quedaba pendiente el problema de la disponibilidad de la información. Para cubrir esta necesidad se emplearon arquitecturas altamente disponibles, sobre todo para la información crítica de las empresas, aquí se emplea el almacenamiento compartido con storages externos y clusters con servicios de alta disponibilidad.
- **Aparición de la Convergencia (cerca al 2010):** Otro de los problemas por resolver estaba asociado a la parte operativa, con diversos equipos de diferentes marcas, que no permitían un trabajo simplificado en el centro de datos. Lo cual llevó al mercado de tecnología de información, a proponer una consolidación de las marcas con referentes importantes de la industria. Es así que aparecen las cajas negras que venían con integración de fábrica, como la tecnología flexpod (switches Cisco con storages Netapp). De esta manera se conseguía obtener un único proveedor responsable de la garantía y mantenimiento de la arquitectura convergente.
- **Transición a la Hiperconvergencia (mediados de 2010 en adelante):**

La hiperconvergencia atiende a la necesidad puntual de un escalamiento masivo de recursos. Los primeros en implementar esta arquitectura en sus centros de datos, es el proveedor de servicios AWS, utilizando la hiperescala para el crecimiento masivo de los recursos. Por tanto, la hiperconvergencia responde al aprovisionamiento de recursos que por defecto son máquinas virtuales.

La hiperconvergencia tiene como pilar principal la estandarización, En un primer paso, los fabricantes se ponen de acuerdo y estandarizan la forma de aprovisionar recursos locales, luego se estandariza la red, con un solo servicio de comunicación (Ethernet). Mientras que en la

arquitectura convergente aún se utiliza Ethernet y fibra canal para la comunicación con los storages.

Como consecuencia, la hiperconvergencia envuelve una arquitectura que combina hardware del mismo tipo, idealmente iguales, misma configuración de discos, único protocolo de información y todo gestionado por software. Mientras que, en la convergencia el almacenamiento es un elemento físico, en la hiperconvergencia es una construcción de software que se compone del almacenamiento de todos los servidores y lo presenta como un solo sistema.

Por tanto, la hiperconvergencia llevó el concepto de convergencia un paso adelante al incorporar la virtualización directamente en la infraestructura convergente. Esto se logra mediante el uso de software, que integra estrechamente el almacenamiento, la computación y las funciones de red, permitiendo una gestión más simplificada y una escalabilidad flexible.

Hacia el futuro, la tendencia a la hiperconvergencia continúa, con un enfoque de crecimiento con la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, para automatizar la gestión y optimizar aún más la eficiencia operativa. La evolución futura probablemente se centrará en la mayor flexibilidad, la gestión automatizada basada en políticas y la integración de entornos multicloud.

Por otro lado, si bien la hiperconvergencia ha ganado popularidad por sus ventajas en términos de simplicidad y escalabilidad, las soluciones convergentes siguen siendo relevantes en ciertos escenarios. Algunos casos de uso que pueden favorecer una estrategia convergente incluyen:

- **Entornos que Requieren Alta Especialización en Componentes:** Organizaciones que necesitan configuraciones altamente especializadas para el almacenamiento, la red o la computación pueden beneficiarse de la flexibilidad que ofrecen las infraestructuras convergentes, ya que permiten una selección más granular de los componentes.
- **Transición Gradual hacia la Virtualización:** Para organizaciones que están en las etapas iniciales de su transición hacia entornos virtualizados, las soluciones convergentes pueden ofrecer un paso intermedio útil antes de adoptar completamente la hiperconvergencia.
- **Escenarios de Costo Sensitivo:** En casos donde el presupuesto es una consideración crítica, las soluciones convergentes pueden ofrecer un equilibrio entre el costo y el rendimiento, especialmente para pequeñas y medianas empresas.

- **Sectores legados:** algunas industrias como petróleo, minería, tienen sistemas heredados compatibles con esta infraestructura y se continúa atendiendo este tipo de desarrollos. Sin embargo, SAP, que tiene fuerte presencia en estos sectores, ya cuenta con desarrollos con hiperconvergencia.
- **Bases de datos altamente transaccionales y con información muy estructurada:** CRM's, sistemas bancarios, historias clínicas en el sector salud, entre otras.

A continuación, se muestra en la Tabla 1.1, características de las infraestructuras convergentes e hiper convergentes:

Tabla 1.1

Características de las Infraestructuras Convergentes e Hiper convergentes

Características	I. Convergente	I. Hiper convergente
- Basada en Hardware	✓	
- Basada en Software		✓
- Componente de Cómputo	✓	✓
- Componente de Almacenamiento	✓	✓
- Componente de Redes	✓	✓
- Virtualización de Servidores	✓	✓
- Virtualización de Almacenamiento		✓
- Virtualización de Redes		✓
- Gestión avanzada con automatización		✓
- Gestión unificada de componentes		✓
- Microsegmentación de redes (>Seguridad)		✓
- Alta disponibilidad en sus 3 componentes principales (cómputo, almacenamiento y redes), requiriendo componentes dedicados	✓	
- Hardware unificado y simplificado que facilita la replicación, equilibrio de carga y recuperación ante desastres		✓
- Almacenamiento externo	✓	
- Administración e implementación sencilla		✓
- Red SAN (Switches con puertos FB)	✓	
- Brinda escalabilidad y flexibilidad		✓
- Facilidad para crear una nube privada o híbrida		✓
- Se reducen los tiempos de respuesta ante la demanda de recursos		✓
- Se reduce el hardware complejo		✓
- Maximiza el rendimiento y la disponibilidad de los sistemas de información	✓	✓
- Amplia gama de opciones de hw y sw	✓	
- Ahorro de costos operativos		✓
- Mayor escalabilidad		✓

Según se muestra, la infraestructura hiper convergente supone una mayor integración y simplificación de la arquitectura frente a la convergente, a cambio de menos flexibilidad y opciones de configuración.

Asimismo, la característica que tiene la hiperconvergencia es que es elástica, a más servidores, más memoria, más CPU, mayor almacenamiento. La modernidad de la tecnología ofrece discos que están por encima de 30 TB.

Mientras que las infraestructuras convergentes pueden crecer según lo que permite el servidor (scape up) y a partir de allí se migra de un storage a otro (VFLEX). Este modelo es complejo y costoso. En la hiperconvergencia solo añades otro servidor al cluster. (Scale out)

1.1.2 Casos De Éxito Que Aplicaron Tecnología Hiper Convergente Basada En Vmware Cloud Foundation (VCF)

- Un caso de éxito relacionado a la implementación de una arquitectura hiper convergente basado en VMware Cloud Foundation con su stack de Data Center definido por software, a modo de nube privada, se refleja en el **Ministerio de Relaciones Exteriores de República Dominicana (2020)**, entidad encargada de velar por los derechos de los ciudadanos de su país en el exterior, en la que, Julio Adames, Director TIC del Ministerio, manifiesta que, pasar de una arquitectura tradicional obsoleta a una infraestructura hiper convergente los llevo a ser uno de los primeros países en América Latina en ofrecer autenticación en línea de documentos legales, para bienestar y facilidad de sus ciudadanos. Este cambio, significó brindar mejores servicios a sus clientes internos y externos, además de reducir los costos operativos, pasando de un escenario de actividades manuales y de traslados físicos del personal a la automatización de sus procesos. Asimismo, es importante rescatar de esta experiencia, el valor que la organización le brinda al servicio de acompañamiento asociado al soporte técnico de la marca VMware, desde el inicio hasta el fin de la implementación (“Entidad del gobierno moderniza servicios para comunidad en el exterior. Ministerio de Relaciones Exteriores. Industry: Sector público”, 2020).
- Otro caso de éxito, en la implementación de VCF y su stack SDDC, lo encontramos en **la Universidad de Bristol en Inglaterra (2021)**, entidad que cuenta con 20,000 estudiantes universitarios y 7,000 de postgrado, que asisten cada año. Esta universidad es reconocida por su creciente investigación científica en diferentes campos. Su estrategia “entregar

educación sin límites” y su adaptación a la modernidad con la transformación digital, pone a Bristol en la capacidad de asegurar que los estudiantes puedan participar en la educación y los maestros en la investigación a nivel global. La infraestructura heredada de Bristol era compleja y costosa de mantener, además estaban limitados en espacio físico y tiempo para gestionarla, contaban con varios miles de servidores, más de 1000 máquinas virtuales y 30,000 puntos finales. La universidad se decidió por VMware Cloud Foundation, a modo de nube híbrida, para brindar agilidad y mejor acceso a los servicios ofrecidos a los usuarios dedicados a la investigación, gestionando las cargas de trabajo entre sus instalaciones y la nube. Aprovecharon todo el stack de la plataforma de VCF, los maestros universitarios dedicados de lleno a la investigación, pues ahora ya no dependen de los servicios del área de TI para acceder a sitios seguros y ágiles en su investigación, sino que ahora se trata de un autoabastecimiento de ambientes de trabajo a medida. Esta forma de autoabastecimiento simplifica costos, tiempo y espacio, en los servicios de TI que otorga Bristol a sus usuarios. Asimismo, acceder a estos servicios de una manera más rápida, significa que los maestros y los estudiantes pueden centrarse en sus temas elegidos sin demoras. En cuanto al personal de TI, este se libera de carga de trabajo operativo para enfocar sus funciones a la investigación, control e innovaciones propias del área. El tener todo definido como software en un centro de datos ofrece esta flexibilidad en la infraestructura y en los servicios que brinda la entidad (“University of Bristol Unlocks Global Opportunities with VMware Cloud Foundation”, 2021).

- **Un caso de éxito en la industria peruana, lo encontramos en la empresa Molinos & Cía.,** empresa peruana, dedicada a la importación y comercialización de fertilizantes de alta calidad, para lo cual, cuenta con 8 almacenes y 6 sucursales distribuidos a lo largo del país. La empresa detectó algunos retos en su negocio, como consolidar la información de manera eficiente, segura y simple de gestionar, además de modernizar la infraestructura TI y reducir costos operativos. Es así, que, en el año 2020, la empresa decide implementar una nueva plataforma tecnológica, basada en VCF y la tecnología de Dell EMC en sus servidores, a través de los VxRail. Esta plataforma en conjunto, es el único sistema hiperconvergente completamente integrado, preconfigurado y probado con tecnología VMware vSAN y VMware Cloud Foundation. Dicha plataforma le permitió a Molinos & Cía. contar con una gestión centralizada y automatizada de la información, mejorando el rendimiento de sus operaciones diarias, otorgándole mayor rapidez, confiabilidad y disponibilidad a los

recursos, siendo esto la base para implementar nuevas aplicaciones de negocio para atender clientes y proveedores de manera ágil y eficiente. (“Industria que mejora sus procesos con la actualización de su centro de datos”, 2022)

Gartner hace un supuesto en la planificación estratégica de la hiperconvergencia: “Impulsado por una mayor funcionalidad de escalabilidad y administración de HCI, para 2023, el 70 % de las empresas ejecutará alguna forma de HCI (es decir, dispositivo, software, conectado a la nube), en comparación con menos del 30 % en 2019” (Hewitt et al., 2019, s.p).

1.1.3 Desarrollo Técnico Del Proyecto

- **Fase Inicial**

Inmediatamente después de la firma del contrato se dio inicio al proyecto y el equipo técnico inició el desarrollo del plan de pruebas, según solicitado en las bases técnicas por el cliente. Para optimizar el diseño de la solución se utilizaron herramientas de cargas de trabajo como el Live Optics de Dell EMC. Véase Anexo 3. Recomendación de diseño para nodos y Cluster de Producción de la Entidad. Asimismo, se realizaron los checklists respectivos en el ámbito eléctrico y de conectividad de los centros de datos involucrados en el proyecto.

En esta etapa fue importante identificar los parámetros reales de crecimiento y mejora que esperaba la Entidad, tales como:

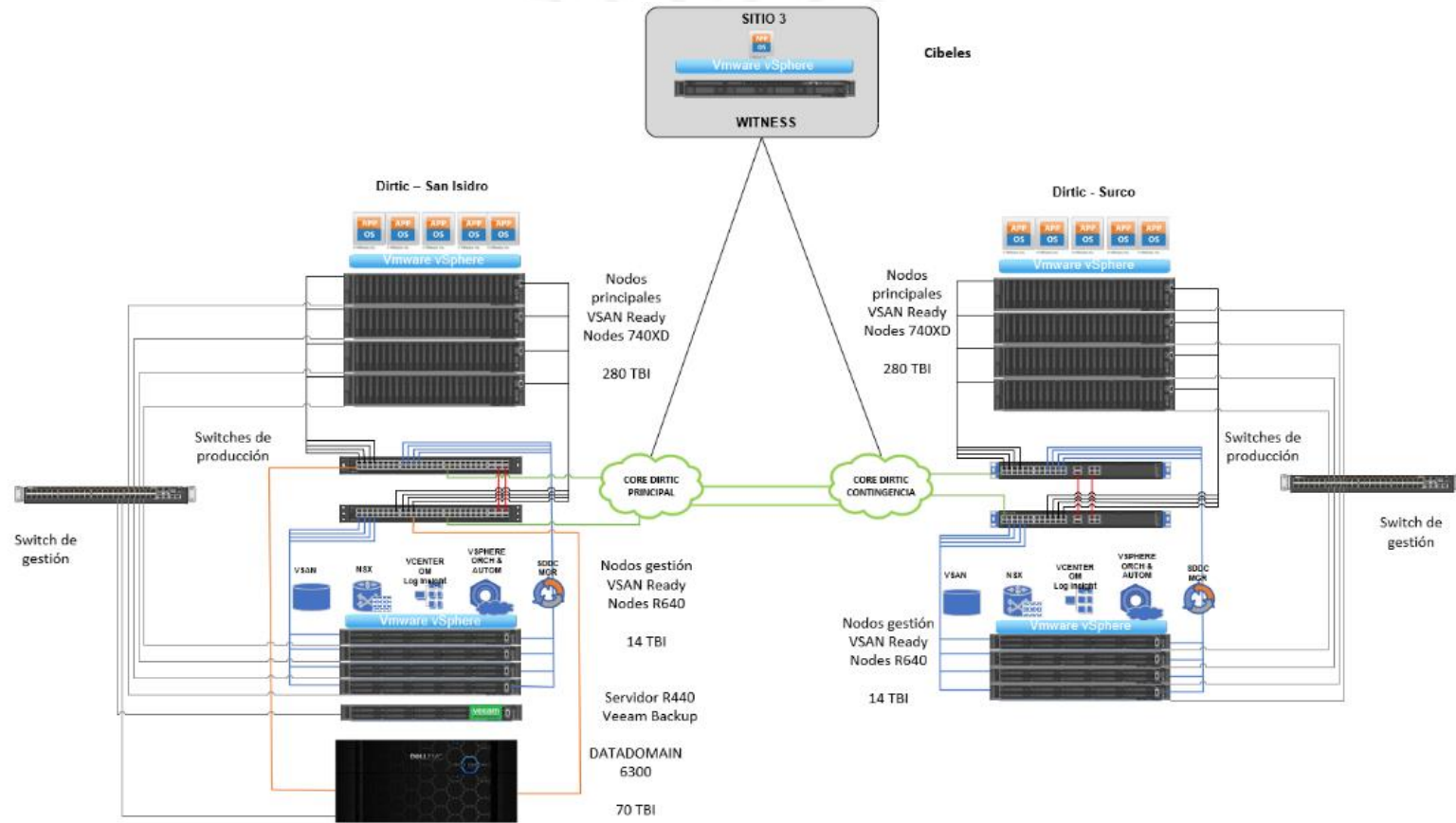
- La necesidad de crecer en disco, memoria y procesamiento, considerando la proyección de duplicar usuarios en los siguientes 5 años y que la solución siga manteniendo un performance y rendimiento adecuado.
- Exigencia que las operaciones se mantengan disponibles al 99.99 %, sin pérdida de datos (sincronización) y sin pérdida de servicios (alta disponibilidad).

- **Fase de Diseño**

- Respecto a la infraestructura de la solución de hiperconvergencia, se muestra el diseño de solución en la Figura 1.3.

Figura 1.3

Diseño de Solución de la Infraestructura Hiper convergente



El esquema mostrado ilustra el diseño de la infraestructura hiper convergente propuesto que consta de dos ubicaciones principales en los distritos de San Isidro y Santiago de Surco, interconectadas a través de un enlace principal y un enlace de contingencia para redundancia. Cada sitio posee nodos principales y de gestión, con almacenamiento definido por software (vSAN) y capacidades de almacenamiento distintas, junto con switches de producción y gestión, asegurando la distribución y escalabilidad de los recursos. Además, un nodo testigo ('WITNESS') en una tercera ubicación distinta que proporciona un mecanismo de quorum para el clúster de vSAN, mientras que equipos adicionales como el servidor R440 y el DataDomain 6300, sirven para respaldos y recuperación ante desastres, completando así un diseño robusto y resiliente de centro de datos. En la Tabla 1.2, se especifican los componentes de hardware incluidos en dicho esquema.

Tabla 1.2

Componentes del Diseño de Solución Hiper convergente

Componentes de la solución hiper convergente
08 servidores PowerEdge R740xd (Producción)
08 servidores PowerEdge R640xd (Gestión)
01 servidor PowerEdge R440
01 servidor PowerEdge R340
04 switches Dell EMC S5248F
02 switches Dell EMC S3048
01 sistema Dell EMC DataDomain 6300

A continuación, se describe el diseño de solución hiper convergente, mencionando la ubicación de los componentes y su respectiva interrelación entre ellos:

- La solución hiper convergente (hardware y software) se implementa en dos Centros de Datos, como un clúster extendido entre el sitio 1 (Centro de Datos Principal) en San Isidro y el sitio 2 (Centro de Datos secundario) ubicado en Surco.
- En el Sitio 1, se ubican 4 nodos dedicados a la Gestión de VCF, formando un cluster extendido con 4 nodos que se ubican en el Sitio 2.
- Asimismo, en el Sitio1 se ubican 4 nodos adicionales dedicados a la Operación de la Entidad, formando un cluster extendido con 4 nodos que se ubicarán en el Sitio 2.
- Ambos Centros de Datos se encontrarán instalados en el entorno Metropolitano de la ciudad de Lima. El medio de interconexión entre los dos Centros de Datos es fibra oscura, la misma que será provista por la Entidad (mínimo 10 GbE).

- Cada nodo o servidor de la solución hiper convergente es un servidor Vsan Ready Node, plataforma diseñada para correr VMware Cloud Foundation, tal como se explicó previamente.
- La solución provee un crecimiento modular y escalable, es decir, permite agregar nuevos elementos computacionales a la misma, sin que esto signifique un corte del servicio, tal es así que, se aumentan nodos y automáticamente estos se hacen parte del cluster.
- Cada uno de los servidores de la solución esta provisto con discos internos de forma de que estos se utilicen para ser virtualizados. (VSAN)
- La solución no tendrá puntos únicos de falla en ninguno de sus componentes, ya que todos son redundantes.
- Adicionalmente se consideran componentes redundantes y reemplazables en caliente como las fuentes de poder, ventiladores y discos.
- La solución garantiza que el mantenimiento o la pérdida de un sitio no afecte la operación general del clúster, para lo cual se configuran los dos sitios activos, es decir, si uno de los sitios tiene errores, se usa el almacenamiento del otro y se reinician las máquinas virtuales en el sitio activo restante, sin que nada deje de trabajar. Una razón de ser del activo - activo, es garantizar la disponibilidad sin pérdida de datos, para lo cual los datos deben estar sincronizados.
- Es importante mencionar que, para garantizar la sincronía de los datos, no debe haber más de 100Km. de distancia entre los centros de datos principal y secundario de la Entidad.
- La solución garantiza alta disponibilidad, asimismo, la integridad de los datos ante una pérdida al menos de un (01) disco SSD por nodo, lo cual garantizará la resiliencia.
- La solución tiene la capacidad técnica de interactuar con lo existente tanto para la migración de cargas como para brindar opciones en el uso de recursos de almacenamiento de la solución ofertada por parte de los hosts /servidores físicos actuales.
- La entidad asegurará la disponibilidad de enlaces que cumplan los requerimientos de la solución Witness hacia cada uno de los centros de datos.

- **En cuanto a la plataforma de software VMware Cloud Foundation**, que permite la virtualización y automatización de los recursos de TI (cómputo, red y almacenamiento), cuenta con los siguientes módulos para cumplir con los requerimientos establecidos en las bases:
 - **vSphere:** para la virtualización del cómputo.

Propósito: vSphere es el corazón de la virtualización del cómputo en VMware. Permite a los administradores de TI crear y gestionar máquinas virtuales (VMs), que son emulaciones de computadoras físicas. Esto incluye el sistema operativo, los programas, y los datos de la VM.

Beneficios: Aporta flexibilidad, escalabilidad y seguridad al entorno de TI. Permite correr múltiples sistemas operativos y aplicaciones en un solo servidor físico, mejorando la utilización de recursos y reduciendo costos.
 - **vSAN:** para la virtualización de almacenamiento.

Propósito: vSAN proporciona una solución de almacenamiento definida por software que integra los recursos de almacenamiento de servidores físicos para crear un pool de almacenamiento compartido, altamente disponible y resiliente.

Beneficios: Ofrece simplicidad en la gestión de almacenamiento, reduce el costo total de propiedad y mejora el rendimiento y la disponibilidad de las aplicaciones.
 - **NSX-T:** para la virtualización de las redes y seguridad (segmentación).

Propósito: NSX-T es la solución para la virtualización de redes y seguridad, permitiendo la creación de redes virtuales completas y segmentación de seguridad sin necesidad de modificar la red física subyacente.

Beneficios: Aumenta la agilidad y flexibilidad, reduce el riesgo de seguridad mediante la segmentación y el aislamiento de cargas de trabajo, y simplifica las operaciones de red.
 - **vCenter:** para la gestión centralizada de la infraestructura virtual.

Propósito: vCenter Server es una plataforma de gestión centralizada para los recursos de vSphere, facilitando la administración de la infraestructura virtual desde un único punto de control.

Beneficios: Mejora la eficiencia operativa, proporciona visibilidad completa del entorno virtual, y permite una gestión y automatización más sencillas de los recursos virtuales.
 - **vROPs (vRealize Operations Manager):** Operación y Monitoreo del entorno.

Propósito: vROPs ofrece capacidades avanzadas de monitoreo, análisis, y gestión de operaciones para optimizar el rendimiento, la capacidad, y la salud de la infraestructura virtual y las aplicaciones.

Beneficios: Permite una gestión proactiva del rendimiento, identifica y resuelve problemas rápidamente, y optimiza la utilización de recursos.

- **VMware vRealize:** es una suite para contar con funciones avanzadas opcionales de gestión de la nube híbrida:
 - **vRA** (vRealize Automation): Automatización en la entrega de servicios.
 - **vRLI** (vRealize Log Insight): Logging del ambiente.
 - **vRNI** (vRealize Network Insight): Monitoreo de Red Virtual.

Respecto al licenciamiento de VMware Cloud Foundation se realiza por procesador o núcleo. Lo que implica que, si son en total 8 servidores en cada sitio y cada uno cuenta con 2 núcleos o procesador, se debe contar con 32 licencias de VMware, para este caso del tipo de licencia OEM.

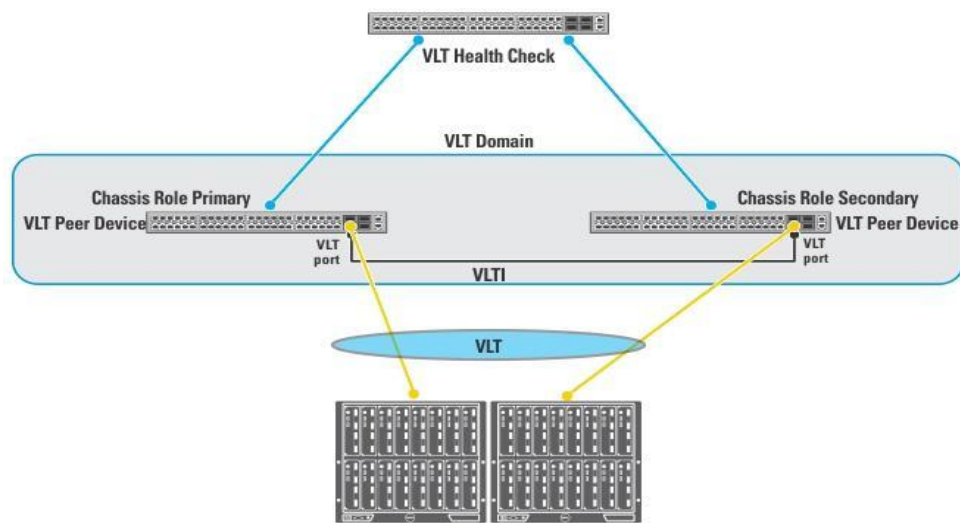
En resumen, la solución de hiperconvergencia alojará las máquinas virtuales de la Entidad destinadas a: (1) Servidores de propósito general; (2) ORACLE DB; (3) MS SQL Server. Por lo que, es importante mencionar que, virtualizar Microsoft SQL Server y Oracle DB en vSphere, permite consolidar las bases de datos y optimizar los recursos informáticos.

Asimismo, se obtiene un ahorro de costos mediante la consolidación de licencias en menos procesadores físicos, entre otros beneficios (“Microsoft SQL Server para entornos híbridos y multinube”, 2023; “Oracle en entornos híbridos y multi-cloud de VMware”, 2023).

- **Respecto al Switching**, para garantizar alta disponibilidad, escalabilidad y redundancia en la red, se utilizan características disponibles en los switches Dell, como:
 - **Virtual Link Trunking:** Se trata de interconectar y configurar los switches para conseguir un único switch lógico, conectando con cables de alta velocidad varios switches, para obtener tolerancia a fallos, ofreciendo una configuración redundante. En la Figura 1.4, se observa un ejemplo de conexión VLT:

Figura 1.4

Conexión VLT: Virtual Link Trunking



Permite que el default gateway de la red se pueda virtualizar, de esta manera los switches ToR de la solución pueden llevar a cabo la función de interconectar las redes que conforman la solución VMware Cloud Foundation que está instalado en los servidores Dell, aún en el escenario de indisponibilidad de un switch por sede, o de hasta tres switches por la solución en su totalidad.

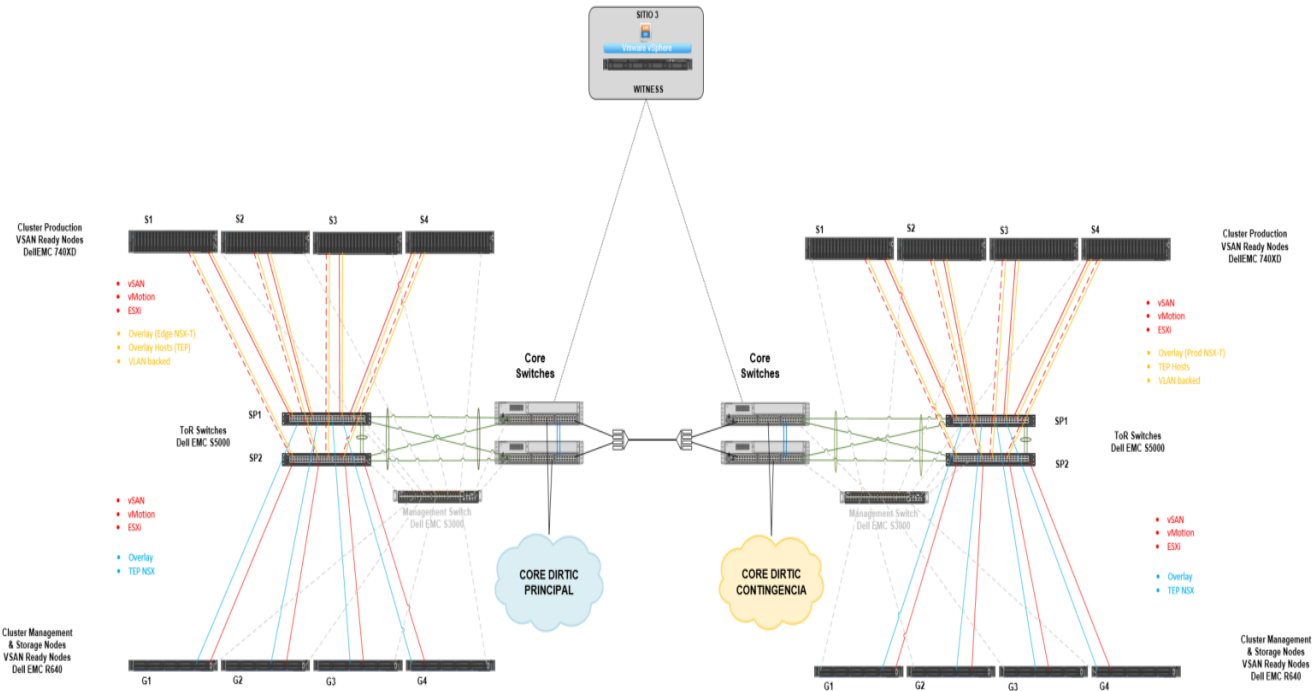
- **Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP):** Permite que se detecten posibles bucles en capa 2, en los switches que conforman la solución. Si se detectara algún bucle, el puerto se bloqueará para evitar degradar la performance de la red.
- **Border Gateway Protocol (BGP):** Es el protocolo de enrutamiento utilizado por los switches Dell y los componentes de la solución VMware NSX, con la finalidad de permitir que redes productivas internas definidas en capa 3 puedan enrutarse a las redes del centro de datos principal y secundario.

En la Figura 1.5, se muestra el diseño de la topología de red propuesta, donde se observan los componentes desplegados en cada sede, principal y secundaria, dos switches Dell S5248F utilizando VLT para lograr alta disponibilidad en capa 2 y VRRP para alta disponibilidad de primer salto.

Figura 1.5

Diagrama de Red - Sitio Principal y Secundario del Proyecto de Hiperconvergencia

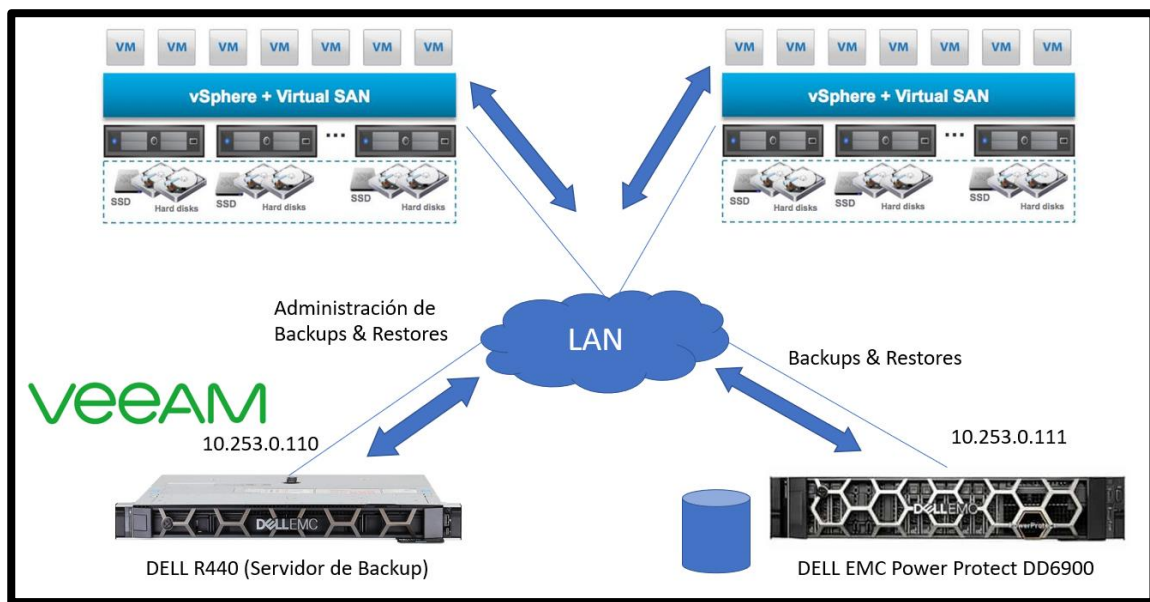
DIAGRAMA DE RED DIRTIC



- **Respecto al diseño de la Arquitectura de la Solución de Respaldo**, en la Figura 1.6 se muestran los siguientes componentes:
 1. Servidor de backup DELL R440
 2. Software de backup VEEAM Backup & Replicator v11
 3. Unidad de almacenamiento DELL EMC Power Protect modelo DD6900

Figura 1.6

Diseño de la Solución de Respaldo del Proyecto de Hiperconvergencia



Dichos componentes se integran de la siguiente manera:

- El servidor central (Dell R440), por medio del software VEEAM administra las tareas de respaldos de las diferentes máquinas virtuales.
- El software de backup VEEAM posee la integración con la administración VCenter y desde ahí obtiene todos los detalles importantes y necesarios para programar los respaldos de éstas.
- La data fluye desde los servidores ESXi hacia el servidor de backup y desde dicho servidor fluye hacia la unidad de almacenamiento DD6900, siempre de forma deduplicada.
- Una vez recibida en la unidad DD6900 es comprimida en línea y guardada dentro de la misma (compresión de data).

- Finalmente se destaca que todos los respaldos se realizan por medio de la red TCP/IP de datos, no existiendo datos transferidos por una red SAN.

- **Fase de Ejecución**

Se realizaron actividades correspondientes a la instalación física de los equipos: actividades como apertura de cajas y montaje de equipos, instalación de discos, instalación de tarjeta de red, actualización de firmware, instalación de hipervisor o software base de VMware, configuración de conectividad de componentes, pruebas de encendido y apagado, actualización de software, entre otras actividades previas a la configuración de la solución. En esta fase se realizó el despliegue de la solución propuesta de acuerdo a los requerimientos técnicos establecidos en las bases del concurso, ejecutándose las siguientes actividades:

- Entrega de servidores o nodos marca Dell EMC, distribuidos entre los centros de datos principal y secundario: 8 nodos o servidores de Producción, modelo Power Edge R740XD y 8 nodos de Administración, modelo Power Edge R640. Las especificaciones de cada tipo de servidor se muestran en las Tablas 1.3 y 1.4 respectivamente.
- Configuración de los 16 servidores.

Tabla 1.3

Especificaciones del Nodo de Producción: Power Edge R740XD

Descripción	Cantidad
Power Edge R740XD Server -Nodo de Producción	1
Intel Xeon Gold 6242R 3.1G, 20 C/40T, 10.4GT/s, 35.75M Cache, Turbo, HT (205W) DDR4-2933	2
64GB RDIMM, 3200MT/s, Dual Rank	16
7.68TB SSD vSAS ISE Read Intensive 12Gbps 512e 2.5in Hot-Plug AG Drive	18
800GB SSD SAS Write Intensive 12Gbps 512e 2.5in Hot Plug Drive	4
BOSS controller card + with 2 M.2 Sticks 240G (RAID 1), FH	1
Intel XXV710 Dual Port 10/25Gb E SFP28 Adapter	1
Broadcom 57414 Dual Port 10/25 GbE SFP28	1
ProSupport Mission Critical: 4-Hour 7x24 On-Site Service with Emergency Dispatch, 4 Years	1
ProSupport Mission Critical: 7x24 HW/SW Technical Support and Assistance, 4 Years	1

Tabla 1.4*Especificaciones del Nodo de Gestión: Power Edge R640*

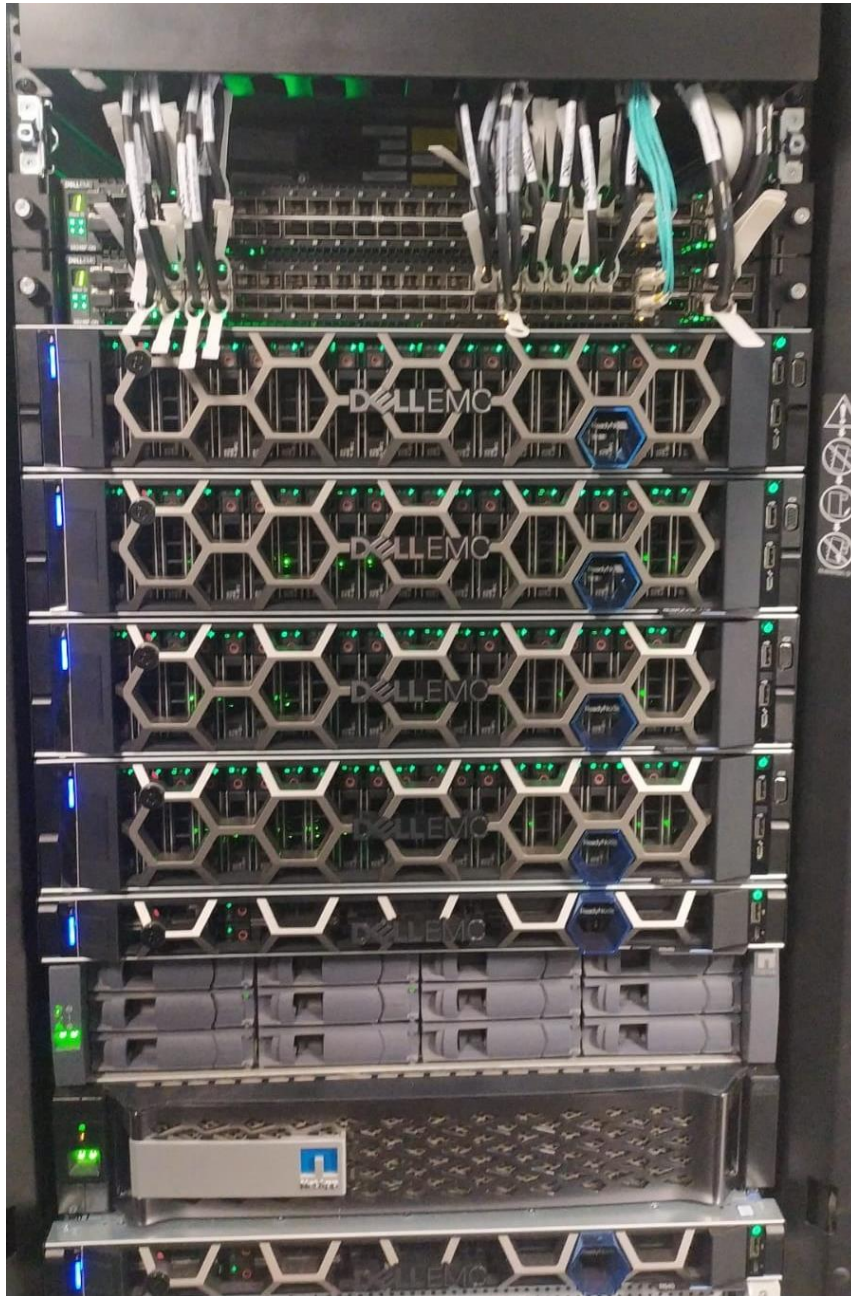
Descripción	Cantidad
Power Edge R640 Server – Nodo de Gestión	1
Intel Xeon Gold 6242 2.8G, 16C /32T, 10.4GT/s, 22M Cache, Turbo, HT (150W) DDR4-2933	1
64GB RDIMM, 3200MT/s, Dual Rank	6
16 GB RDIMM, 3200MT/s, Dual Rank	6
3.84TB SSD SATA Read Intensive 6Gbps 512 2.5in Hot-plug AG Drive, 1 DWPD	2
800GB SSD SAS Write Intensive 12Gbps 512e 2.5in Hot Plug Drive	2
BOSS controller card + with 2 M.2 Sticks 240G (RAID 1), FH	1
Broadcom 57414 Dual Port 10/25 GbE SFP28	1
ProSupport Mission Critical: 4-Hour 7x24 On-Site Service with Emergency Dispatch, 4 Years	1
ProSupport Mission Critical: 7x24 HW/SW Technical Support and Assistance, 4 Years	1

- Entrega e instalación de los switches como parte de la interconectividad de la solución: Dos (02) Switches Dell modelo S5258F y un switch S3048 para el Centro de Datos Principal y dos (02) Switches Dell modelo ToR S5258F y un switch S3048 para Centro de dato Secundario.
- Los Switches ToR S5248F, presentan 48 puertos SFP+ y 4 puertos que soportan hasta 100G.
- Los dos switches Core (ya existentes) se han conectado por medio de dos (02) cables Twinax de 1m a 40 GB entre sí para conformar el enlace VLT a la vez entre los puertos de management como Heartbeat.

En la Figura 1.7, se pueden observar los switches ToR instalados en el rack del centro de datos principal:

Figura 1.7

Switches ToR S5248F - Sede principal - Proyecto de Hiperconvergencia



- Como se mencionó anteriormente, se tienen en cada sede, dos switches Dell S5248F utilizando VLT para lograr alta disponibilidad en capa 2 y VRRP para alta disponibilidad de primer salto.
- Los Switches Dell S5248F ToR de los Centro de Datos Principal y Secundario, mostrados en las Figuras 1.10 y 1.11 respectivamente, realizan tareas de enrutamiento

entre las VLANs y se interconecta en capa 2 con la red LAN de la Entidad por medio del switch Core. Estos equipos son el punto central de la red y reciben todas las conexiones provenientes de los servidores Dell (vSAN Ready Nodes). Asimismo, se muestran las conexiones de los switches ToR con los switches Core Nexus de cada sede, principal y secundaria, en las Figuras 1.8 y 1.9 respectivamente:

Figura 1.8

Conexión Switches ToR con switches Core Nexus (C.D. Principal)

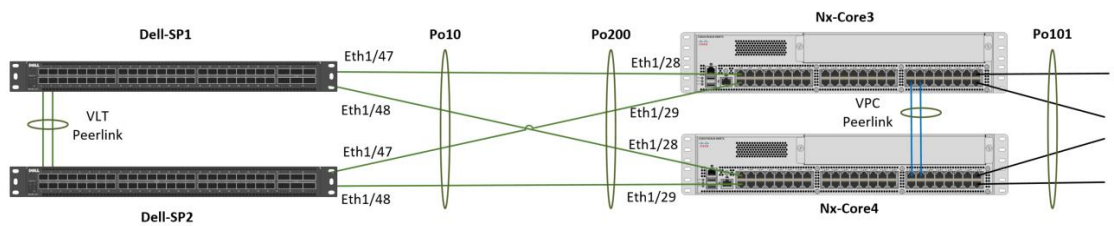
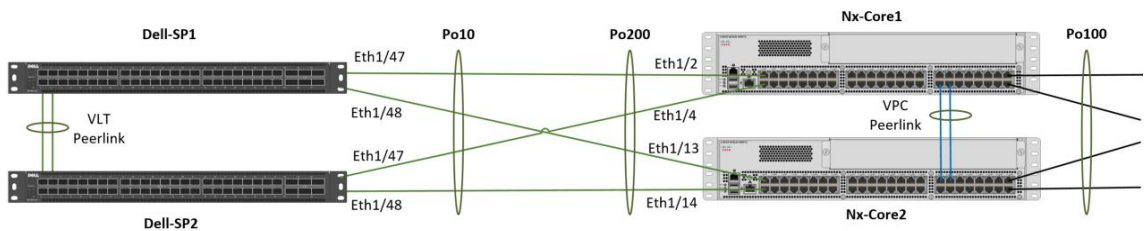


Figura 1.9

Conexión Switches ToR con switches Core Nexus (C.D. Secundario)



- La configuración detallada de los switches se entregó en el informe final de conectividad.

Figura 1.10

Diagrama de Red - Sitio Principal – Proyecto de Hiperconvergencia

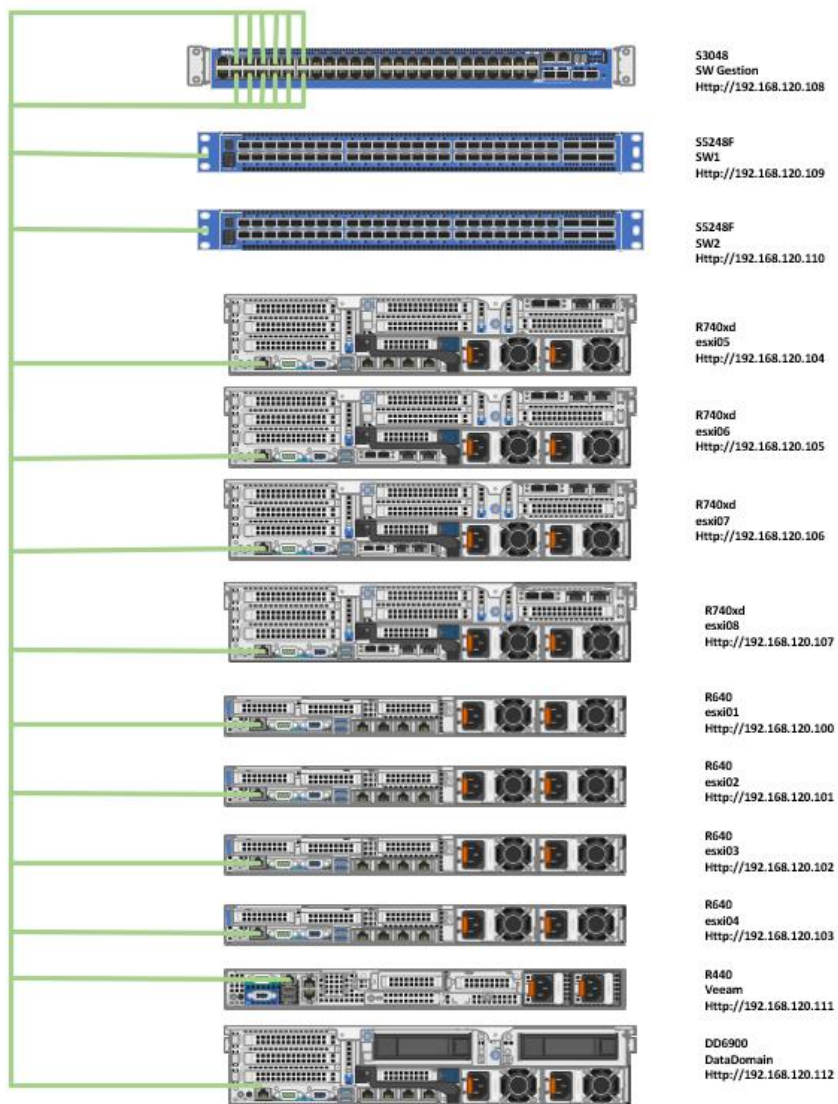
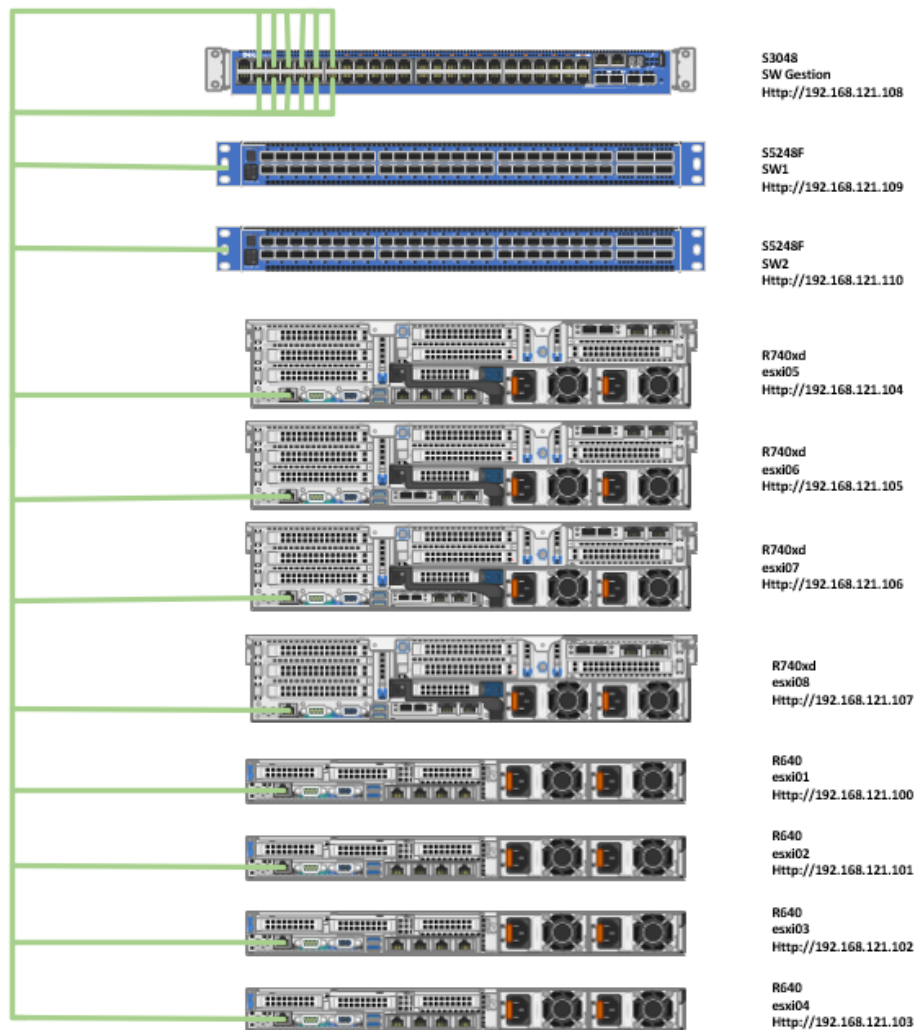


Figura 1.11

Diagrama de Red - Sitio Secundario – Proyecto de Hiperconvergencia



Nota: diagrama de un bastidor de servidores, mostrando la disposición de los equipos de red y servidores con sus respectivas direcciones IP.

- Asimismo, se realizó la **configuración del VMware Cloud Foundation** en los centros de datos principal y secundario y en el sitio Witness:
 - Se instalaron dos ambientes de vCloud Foundation distribuidos en 3 sitios:
 - SITIO 01 - Principal (Stretched Cluster con SITIO 02)
 - SITIO 02 - Secundario (Stretched Cluster con SITIO 01)
 - Cibeles (Sitio Witness)
 - Para el ambiente de gestión, se configuró un Stretched Cluster (cluster geográfico extendido), considerando 4 nodos Dell EMC 640XD del sitio principal y 4 servidores Dell EMC 640XD del sitio secundario.
 - Para el ambiente de producción, se configuró un Stretched Cluster (cluster geográfico extendido), considerando 4 nodos Dell EMC 740XD del sitio principal y 4 servidores Dell EMC 740XD del sitio secundario.
 - Se instaló un servidor físico en la sede Cibeles, en el que se virtualizan dos servidores que sirven como los Witness (nodos testigo) de los stretched clusters de administración y producción.
 - Toda la solución se instaló bajo el versionamiento incluido en el paquete de VMware Cloud Foundation 4.2.1, tal como se muestra en la Figura 1.12.

Figura 1.12

Paquete VMware Cloud Foundation - versión 4.2.1.

Software Component	Version	Date	Build Number
Cloud Builder VM	4.2.1	25 MAY 2021	18016307
SDDC Manager	4.2.1	25 MAY 2021	18016307
VMware vCenter Server Appliance	7.0.1.00301	25 MAY 2021	17956102
VMware ESXi	7.0 Update 1d	04 FEB 2021	17551050*
VMware NSX-T Data Center	3.1.2	17 APR 2021	17883596
VMware vRealize Suite Lifecycle Manager	8.2 Patch 2	04 FEB 2021	17513665
Workspace ONE Access	3.3.4	04 FEB 2021	17498518
vRealize Automation	8.2	06 OCT 2020	16980951
vRealize Log Insight	8.2	06 OCT 2020	16957702
vRealize Log Insight Content Pack for NSX-T	3.9.2	n/a	n/a
vRealize Log Insight Content Pack for Linux	2.1	n/a	n/a
vRealize Log Insight Content Pack for Linux - Systemd	1.0	n/a	n/a
vRealize Log Insight Content Pack for vRealize Suite Lifecycle Manager 8.0.1+	1.0.2	n/a	n/a
vRealize Log Insight Content Pack for VMware Identity Manager	2.0	n/a	n/a
vRealize Operations Manager	8.2	06 OCT 2020	16949153
vRealize Operations Management Pack for VMware Identity Manager	1.1	n/a	n/a

- Se configuró la solución de virtualización de almacenamiento usando **vSAN**, lo que permite usar los discos internos de los servidores para formar un almacenamiento distribuido y compartido por los diferentes clusters. Esta es una solución All-flash donde sólo fueron utilizados discos en estado sólido.
- Configuración de red virtual con **NSX-T**, toda la migración de las cargas productivas fue diseñada para utilizar los segmentos lógicos de NSX-T (tipo VLAN y Overlay).
- Se instaló el producto encargado del monitoreo de la solución: **vRealize Operations Manager**. El mismo que queda configurado en HA y listo para ser utilizado para tener una mejor gestión y mantenimiento de la nueva plataforma. Se configuran Dashboards personalizados para mejor visibilidad del entorno.
- Para un **monitoreo integral a nivel de red**, se instaló **vRealize Network Insight**, el mismo con su respectivo platform y proxy.

- Se realizó la configuración de la solución de registros centralizados del ambiente (logs) usando **vRealize Log Insight**, el mismo que se configura en HA nativo.
 - Se realizó la implementación de **vRealize Automation**, el mismo que queda instalado en HA y con su respectivo vIDM y vRLCM. Se configuran 7 templates de diferentes cualidades cada uno (CentOS, Oracle Linux y Windows 2019)
 - Se realizó la migración de datos (50 TB) a la nueva plataforma de hiperconvergencia.
 - La información ampliada acerca de los parámetros de configuración aplicados (IPs, FQDNs, configuración avanzada, entre otros.) se encuentran en los documentos denominados Libros de configuración (Configuration workbooks). Cada producto instalado tiene su respectivo libro detallado, estos documentos son parte de los entregables finales. Las evidencias se entregaron durante las transferencias de conocimiento de las diferentes herramientas.
- Finalmente, se realiza la **Implementación de la solución de respaldo**, en base a las siguientes actividades:
 - **Instalación de software Veeam en el Clúster de Producción**

Para la implementación del software de backup, se entregó el siguiente equipo como servidor de respaldo:

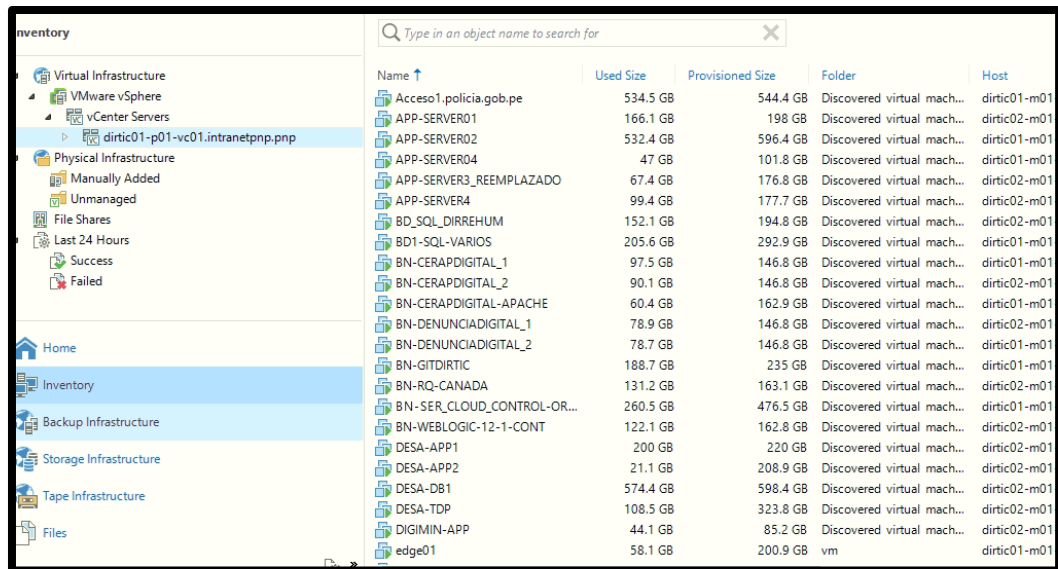
01 servidor DELL EMC R440, con la siguiente configuración:

 - 01 procesador Intel Xeon Silver 4208
 - 64 GB de RAM (02 x 32 GB)
 - 02 puertos 10GbE SFP+ con 02 cables DAC de 3m
 - 01 controladora de 2GB NVRam y soporte R5/6/10
 - 04 discos de 600 GB 10 Krpm
 - Licencia Windows Server 2019 Standard OEM
 - 04 años 24x7 brindado por el fabricante
 - El software de backup, VEEAM Backup & Replication en su versión 11, se licenció según la cantidad de cores del servidor de backup, que son 8. En total, se entregaron 16 licencias Enterprise Plus, que incluye el licenciamiento para todos los procesadores del ambiente de producción de los centros de datos principal y secundario, mas no de los de gestión.

A continuación, en la Figura 1.13, se muestra la integración del servidor VEEAM con el vCenter principal:

Figura 1.13

Integración Servidor VEEAM con el vCenter.



- Instalación y configuración del sistema Data Domain en clúster de producción

Asimismo, se instaló la unidad central de almacenamiento que recibe los respaldos de información, corresponde al sistema DELL EMC Power Protect modelo DD6900, mostrado en la Figura 1.14.

Figura 1.14

Dell EMC DD6900 – Proyecto de Hiperconvergencia



El siguiente es el detalle de su configuración:

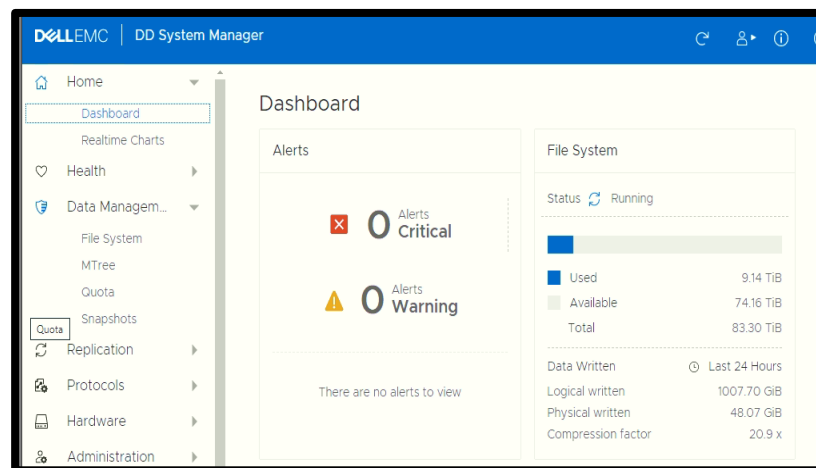
Dirección IP de administración = 10.253.0.111
 Dirección IP de servicio = 10.253.0.111

Capacidad Total = 83.3 TB

La Figura 1.15, muestra el "Status Dashboard principal" del sistema de administración del Data Domain de Dell EMC. En el panel de control se observan varias secciones: Alertas que muestran dos tipos de notificaciones, una crítica y otra de advertencia, indicando que el sistema necesita atención inmediata y que existen aspectos que podrían requerir atención preventiva, respectivamente; no hay más alertas para mostrar en el momento. En el área de 'File System', se presenta un estado de 'Running' o en funcionamiento, con una distribución de espacio en el disco que indica 9.14 TB usados y 78.16 TB disponibles, y una sección de 'Data Written' con una fecha y hora específica, lo que sugiere que es una instantánea en tiempo real de la salud y el estado del sistema de archivos dentro del almacenamiento.

Figura 1.15

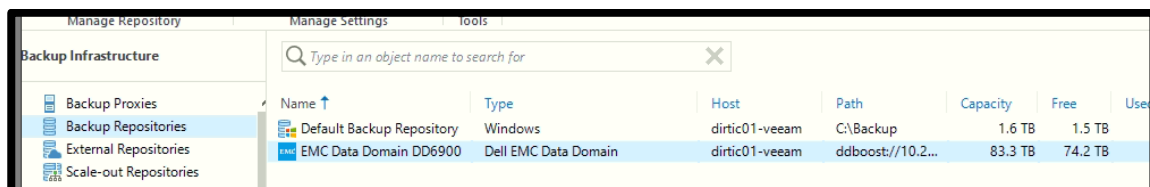
Status Dashboard principal – Proyecto de Hiperconvergencia



La Figura 1.16, muestra la capacidad asignada del Data Domain para el proceso de Backup.

Figura 1.16

Backup Repository asignado al DD 6900 – Proyecto Hiperconvergencia



- **Fase de Pruebas**

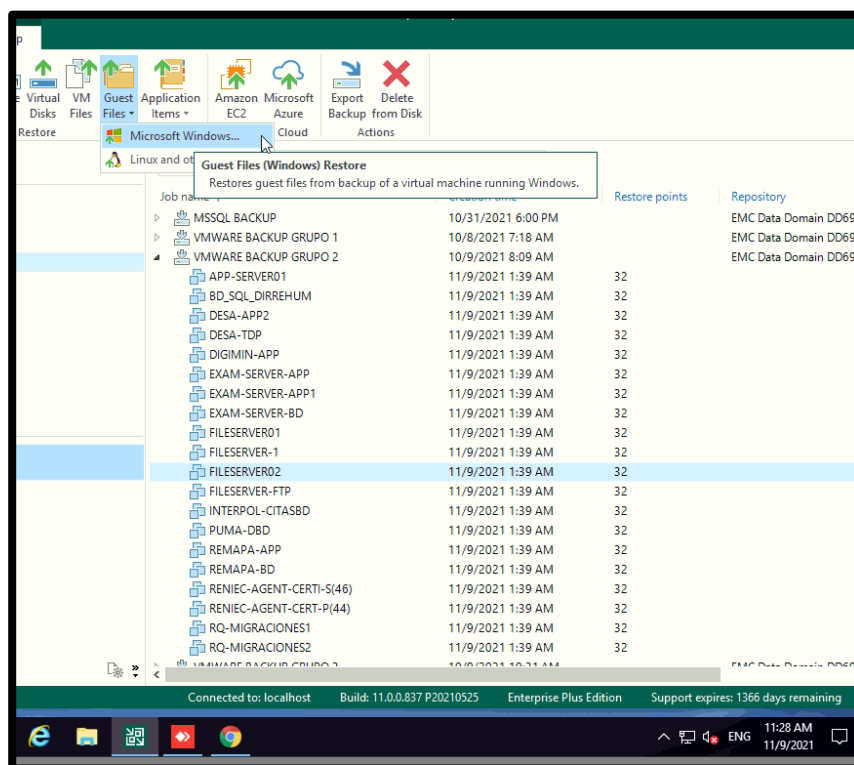
Se realizaron Pruebas Integrales en el centro de datos principal y secundario. Se firmaron los documentos de pruebas realizadas con éxito:

- Acta de realización y aprobación de Pruebas finales.
- Acta de realización y pruebas operativas.
- Plan de pruebas aprobado en la etapa inicial.
- Pruebas de backup y restauración de la data.

A continuación, en la Figura 1.17, se muestra evidencia de la restauración de archivos de una VM Windows:

Figura 1.17

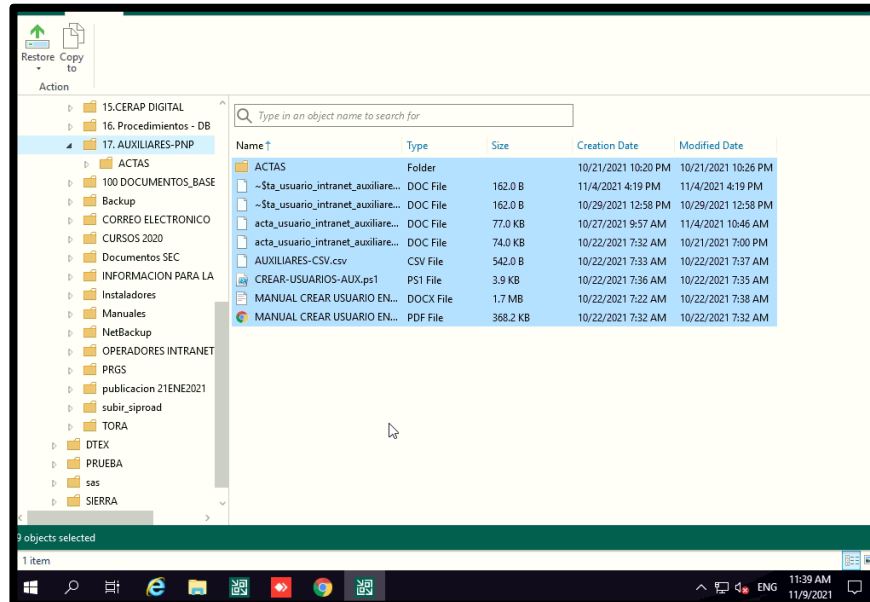
Restauración de backup de archivos de una VM Windows – P. Hiperconvergencia



Asimismo, se muestra la data recuperada en el servidor de Backup en la Figura 1.18.

Figura 1.18

Muestra de la data recuperada en Servidor Backup – P. Hiperconvergencia



1.1.4 Marco Metodológico

La metodología utilizada para la gestión del proyecto, se enmarca en los conocimientos, fundamentos y pilares establecidos en la guía del Project Management Body of Knowledge (PMBOK), desarrollado por el Project Management Institute (PMI), en su 6ta edición. Las fases y actividades desarrolladas dentro de este marco fueron:

- **Fase de inicio**

Para el inicio del proyecto, se ha considerado como requisitos previos contar el Contrato firmado por ambas partes y tener la aceptación de la Entidad de la orden de compra emitida por Zenware. Luego, el jefe de proyecto se ha enfocado en definir el alcance inicial del proyecto y del producto, de acuerdo a los requerimientos recibidos de los interesados de la Entidad y las bases establecidas. En base a ello, ha desarrollado el acta de constitución para definir formalmente la descripción general de lo que el proyecto pretende lograr. En este documento se incluye el propósito, el alcance, los requerimientos de alto nivel, una estimación inicial de riesgos y del tiempo, el equipo del proyecto elegido y la identificación de los stakeholders.

Finalmente, se realizó la reunión de Kick Off para obtener la aprobación del acta de constitución del proyecto o project charter (Ver Anexo 4), plan de trabajo, hitos y presentación formal del equipo del proyecto. Asimismo, se da inicio al proyecto de manera formal y se da la autoridad al jefe de proyecto para aplicar los recursos asignados de manera efectiva.

Alcance del proyecto:

El alcance del proyecto comprende la implementación de una **infraestructura hiper convergente**, que será la base de una solución de nube privada, para ofrecer servicios internos de infraestructura de TI, bajo la óptica de Datacenter Definido por Software (SDDC) para los servicios críticos de la Entidad.

Este modelo permitirá aprovisionar de manera automática un conjunto de recursos de cómputo, red y almacenamiento, configurables de manera continua y bajo demanda, es decir, que dichos recursos pueden ser abastecidos y liberados al momento, con el mínimo esfuerzo de administración y/o interacción.

En tal sentido, la propuesta se implementará en base a la plataforma de software **VMware Cloud Foundation (VCF)**, soportada por servidores x86 de alto rendimiento. Esta oferta de nube privada, nos permite obtener los beneficios intrínsecos de la virtualización, la consolidación de hardware, agilidad de la infraestructura, la recuperación ante desastres, junto con la mejora de la eficacia operativa.

- **Fase de planificación**

La fase de planificación nos brinda dirección para el proyecto, que será la guía para generar resultados de calidad. Para el cumplimiento de estos resultados se elaboró el plan de gestión de proyecto, siendo algunos de estos planes los siguientes:

- **Plan de Adquisiciones**

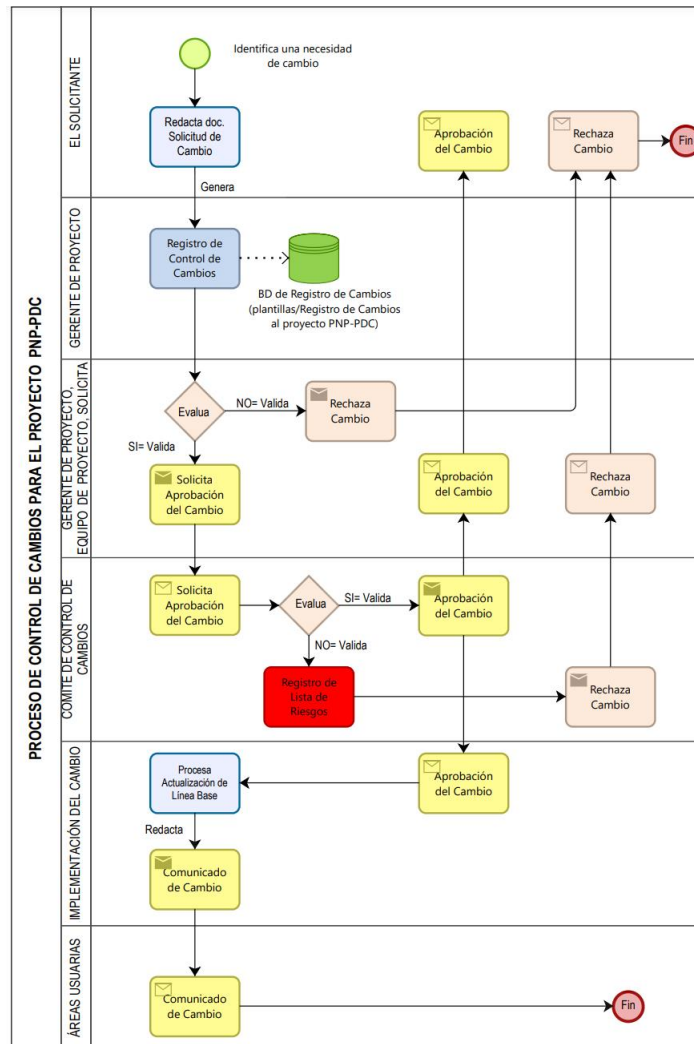
Al tratarse de un concurso público, se realizan cotizaciones previas al inicio del proyecto. A la firma del contrato se activan y se ajustan las cotizaciones con los proveedores respectivos. Posteriormente, a la aceptación de las cotizaciones se colocan las órdenes de compra respectivas. Dichas órdenes recibieron un adecuado seguimiento para asegurar las entregas en las fechas establecidas. Véase Anexo 5. Matriz de Selección de Proveedores.

- **Control de Cambios**

Se estableció un proceso de control de cambios para brindar atención a las solicitudes presentadas durante el proyecto. En la Figura 1.19, se puede apreciar un diagrama de flujo de dicho proceso.

Figura 1.19

Proceso de control de cambios - Proyecto de Hiperconvergencia



- **Plan de Gestión de la Comunicación**

La siguiente matriz, mostrada en la Tabla 1.5, se utilizó como guía para tener claro qué información comunicar, quién debe hacer la comunicación, cuándo comunicarla, a quién comunicarse y como comunicarla.

Tabla 1.5*Matriz de comunicación del Proyecto de Hiperconvergencia*

Tipo de Comunicación	Descripción	Frecuencia	Formato	Participantes/ Distribución	Entregable	Responsable
Reporte de estatus Proyecto	Reporte de estado del proyecto.	Semanal	Email	Gerente de Proyecto, responsables de equipo, patrocinador, jefes de áreas usuarias	Reporte de Status semanal	Gerente del Proyecto
Reunión estatus Semanal	Reunión para revisar el registro de acciones y el estado del proyecto	Semanal	Ms. Teams	Equipos del Proyecto	Actualización de tareas pendientes, Acta de reunión.	Gerente del Proyecto
Reunión de cierre de fase	Cierre de fases de proyecto e inicia próxima fase	Según sea necesario	Ms. Teams	Gerente de proyecto, responsables de equipo, Cliente.	Informe de finalización de fase e inicio de fase	Gerente del Proyecto
Reuniones técnicas del equipo	Revisión de cualquier diseño técnico o trabajo asociado con el proyecto	Según sea necesario	Ms Teams	Equipos del Proyecto.	Acta de reunión, actualización del diseño detallado del proyecto	Gerente de Proyecto

De igual forma, se estableció una línea de conducta de comunicación para las reuniones, el correo electrónico como medio formal de comunicación del proyecto y se crearon grupos en WhatsApp con la finalidad de agilizar las comunicaciones.

Asimismo, se creó un directorio con acceso a todos los miembros del equipo del proyecto.

- **Plan de Gestión del Cronograma**

Una vez desarrollado el cronograma preliminar (Ver Anexo 6), es revisado por el equipo del proyecto, el cual acepta las asignaciones, duraciones y programaciones de los paquetes de trabajo propuestos. El equipo del proyecto también revisa y valida el horario propuesto y realiza las actividades asignadas una vez que se apruebe el calendario.

El cronograma se aprueba para definir una línea base, este debe estar aprobado por la Entidad y el Zenware. De la misma manera, debe estar alineado a los hitos del proyecto, mostrados en la Tabla 1.6 y a la propuesta técnica entregada por Zenware.

Las revisiones del cronograma, avances, solicitudes de cambio entre otros documentos se realizan periódicamente en las reuniones de seguimiento semanal.

Tabla 1.6*Hitos del Proyecto de Hiperconvergencia*

Principales hitos	Responsable	Plazo (días)	Fecha. Fin (Máxima)
Firma de contrato del proyecto	Perú Seguro y representante del Consorcio Zenware_Emtec	1 d	09/04/2021
Entrega del plan de pruebas	Consorcio Zenware – Emtec	5 d	15/04/2021
Entrega acta de constitución	Consorcio Zenware – Emtec	2 d	12/04/2021
Aprobar plan de gestión de proyecto.	La Entidad	3d	23/04/2021
Entrega de bienes	Consorcio Zenware – Emtec	60 d	09/06/2021
Conformidad de bienes recibidos	La Entidad	ND	09/06/2021
Fin de Implementación y pruebas	Consorcio Zenware – Emtec	50 d	02/08/2021
Actas de subsanación de observaciones y/o acta de reuniones	Consorcio Zenware – Emtec	ND	02/08/2021
Emisión de Actas de conformidad de implementación y pruebas	Consorcio Zenware – Emtec	ND	02/08/2021
Informe Final de Implementación de la Solución Hiper convergente	Consorcio Zenware – Emtec	ND	02/08/2021
Capacitación y entrenamiento	Consorcio Zenware – Emtec	120 d	24/11/2021
Garantía de buen funcionamiento (soporte Técnico)	Consorcio Zenware – Emtec	36 meses	09/04/2024

- **Plan de Gestión de Costos**

Se ha desarrollado una línea base de costos que abarca todos los elementos del proyecto, incluidos recursos humanos (equipo del proyecto, contratistas), hardware (servidores, switches), licencias de software, servicios de conectividad de hardware, software y gestión, entre otros gastos asociados, los cuales se detallan en la Tabla 1.7, presupuesto del proyecto de hiperconvergencia.

Esta línea base de costos se ha elaborado en base a las actividades a desarrollar para el cumplimiento del proyecto, a las cuales se les ha asignado un costo, utilizando cotizaciones

con proveedores de hardware, software y servicios, análisis comparativos, información y experiencia de la organización y de expertos, entre otros. Asimismo, sobre estas actividades y paquetes se han considerado reservas de contingencia.

Como parte de la línea base de costos, se han considerado reservas de contingencia, equivalentes a un 7% de la cuenta de control, para mitigar posibles riesgos que puedan surgir durante la ejecución del proyecto, ya sea por retrasos del proveedor en la importación de los materiales y/o equipos, entre otros. Dichas reservas se han priorizado para aquellos riesgos con mayor impacto en los costos y tiempos del proyecto.

El gerente del proyecto es responsable que se realicen las actividades dentro del presupuesto de costos establecido.

Tabla 1.7*Presupuesto del Proyecto de Hiperconvergencia*

Equipamiento, Licenciamiento y Servicios del Proyecto	Costo (Inc. IGV)	Análisis Vertical
Servidores 8 servidores de Producción (VSAN RN R740XD) + 8 Servidores de Administración (VSAN RN R640) + 2 Servidores Witness (R340/R440) + 4 Servidores (otra área usuaria) + 2 Switches de Producción ToR (S5248F) + 2 Switches de Administración (S3048) + 1 Switch (otra área usuaria) + 4 años de soporte de la marca.	S/ 2,542,381.80	
Licencias VCF Licenciamiento VMware Cloud Foundation + Cursos de Capacitación + Servicios de Implementación	S/ 5,754,716.15	
Solución de Respaldo Sistema de respaldo - Data Domain 6900	S/ 244,101.91	
Software Backup - Veam Backup	S/ 207,807.70	
Otros equipos Gabinete, UPS, ventiladores, instalación y acondicionamiento eléctrico, distribuido en 3 centros de datos.	S/ 38,061.17	
Servicios de Implementación de equipos Instalación y configuración de servidores, migración de las máquinas virtuales + Mantenimiento preventivo + Soporte técnico 24 x 7 x 4 años	S/ 256,535.11	
Instalación y configuración de switches, configuración de clusters, actualización de firmware + Mantenimiento preventivo + Soporte técnico 24 x 7 x 4 años.		
Instalación, configuración y puesta en marcha de la solución de respaldo + Mantenimiento preventivo + Soporte técnico y actualización x 4 años.		
Gestión del proyecto Gestor de Proyectos con certificado oficial en Dirección de Proyectos Profesionales - PMP	S/ 49,141.94	
Mesa de ayuda para soporte Mesa de ayuda	S/ 47,144.30	
Costo total	S/ 9,139,890.08	
Reserva de Contingencia (7%)	S/ 639,792.31	
<u>Margen de Utilidad</u> Propuesta económica aprobada por la Entidad	S/ 12,750,000.00	100%
Costo total (Inc. Reserva de contingencia)	S/ 9,715,703.15	76%
Margen de Utilidad	S/ 3,034,296.85	24%

- **Plan de Gestión de la Calidad**

Todos los miembros del proyecto jugaron un rol fundamental en la gestión de la calidad. Fue imperativo que el equipo se comprometiera a asegurar que el trabajo sea completado con un adecuado nivel de calidad, desde los paquetes de trabajo hasta el entregable final del proyecto. A continuación, en la Tabla 1.8 se listan roles y responsabilidades para el proyecto de hiperconvergencia:

Tabla 1.8

Roles y responsabilidades en el proyecto de hiperconvergencia

Rol	Responsabilidad
Patrocinador	Revisar las tareas y entregables contrastándolos con los estándares establecidos y aprobados.
Gerente del Proyecto	Aceptación final de entregables del proyecto. Revisar que todas las tareas, procesos y documentación (entregables) cumplan con el plan establecido. Asegurar que se cumplan los estándares de calidad de los bienes y servicios solicitados en las bases del concurso y ofrecidos en la propuesta técnica del proyecto.
Otros miembros del equipo	Apoyar al Gerente de Proyecto, asegurando que se cumplan los estándares de calidad establecidos y manteniéndolo informado ante cualquier ocurrencia que pueda impactar en la calidad de los bienes y/o servicios entregados al cliente.
Stakeholders	Establecer claramente expectativas y requerimientos en las reuniones semanales.

- **Plan de Gestión de Riesgos**

El enfoque para administrar los riesgos del proyecto incluye todo un proceso metodológico por el cual se identifican los riesgos, se asignan puntajes y se clasifica los diversos riesgos. Posteriormente, se crea una estrategia de mitigación.

Los riesgos de impacto más alto y ocurrencia más probable se agregaron a la programación del proyecto para garantizar que se tomen las medidas necesarias.

Los responsables asignados a cada riesgo proporcionarán actualizaciones de estado sobre los riesgos asignados en las reuniones semanales del equipo del proyecto.

Una vez finalizado el proyecto, durante el proceso de cierre, el gerente del proyecto analizó cada riesgo, así como el proceso de gestión de riesgos, a fin de identificar mejoras que se registraron como parte de la base de las lecciones aprendidas.

Véase Anexo 7. Plan de Gestión de Riesgos.

- **Fase de Ejecución**

La fase de ejecución consiste en la implementación del Plan de Gestión del Proyecto, de acuerdo a cómo se va desarrollando el proyecto durante su ciclo de vida.

- **Respecto a la ejecución del Plan de Cambios**, en la Tabla 1.9, se muestra un ejemplo de una solicitud que siguió el flujo del proceso de cambios, establecido en el plan.

Tabla 1.9*Solicitud de cambio del Proyecto de Hiperconvergencia*

ID Cambio	C001	Nombre Proyecto	HIPERCONVERGENCIA
Tipo del Cambio	Documentación	Fecha registro	04/05/2021
Solicitante	Wilder Medina	Aprobador	Julio García
Fecha aprobación		Estado	Pendiente
Causa del cambio	Se requiere definir procedimiento de entrega de equipos diferente a lo expresado en las bases.		
Descripción de la propuesta de cambio	Justificación de la propuesta de cambio		
En las bases se indica que los equipos serán entregados en el Almacén de la Entidad en un lote único. Se solicita entregas parciales de los equipos de acuerdo con su ubicación en los Centros de Datos.	Este cambio facilitará la instalación de los equipos en los diversos Centros de Datos, asimismo se podrá minimizar el tiempo de traslado de los equipos desde el almacén a los diferentes Centros de Datos.		
Impacto en la línea base	Implicaciones en los recursos		
De no realizarse el cambio, se corre el riesgo de ampliación de los plazos por el traslado de los equipos del almacén a los diferentes Centros de Datos, asimismo se puede incurrir en errores en la distribución de los equipos.	No impacta en los recursos del proyecto.		

La solicitud siguió el flujo establecido en la planificación y fue finalmente aprobada por el Comité de Control de Cambios. Véase Anexo 8. Aceptación formal del cambio.

- **Respecto a la ejecución del Plan de gestión de Riesgos**, se identifican y se clasifican los principales riesgos del proyecto para su respectiva mitigación y seguimiento en las reuniones semanales. Véase Anexo 9. Registro maestro de riesgos.
- **Fase de Seguimiento y Control**

En esta fase se realizó el seguimiento de las actividades técnicas y de gestión a fin de alertar de manera preventiva, cualquier desviación del cronograma, atender solicitudes de cambio, revisión de estados de riesgos y determinar los pasos a seguir.

 - Las revisiones del cronograma, avances, solicitudes de cambio entre otros documentos se realizaron periódicamente en las reuniones de seguimiento semanal, como se aprecia en la Figura 1.20, cuyos estados y acuerdos quedaban establecidos en el acta de reunión.

- Respecto al seguimiento de riesgos, los responsables asignados proporcionaban actualizaciones de estado en las reuniones semanales.
- Para asegurar el cumplimiento y la calidad en la entrega de los productos o servicios, se firmaron las actas de conformidad respectivas a lo largo del proyecto. (Actas de entrega de equipamiento y software, de servicios de instalación, implementación y pruebas)

Figura 1.20

Reuniones semanales de seguimiento del Proyecto de Hiperconvergencia

Consortio Zenware EIRL - Emtec Perú S.A.

Principales Hitos cercanos

- Acta de Aceptación de entrega de equipos **COMPLETADO 11/06**
- Acta de Aceptación de entrega de equipos **Witness COMPLETADO 02/07**
- Acta de Aceptación Entregable hito 1 VCF **COMPLETADO 30/07**
- Acta de Aceptación Entregable hito 2 VCF **COMPLETADO 30/07**
- Acta de Aceptación Entregable hito 3 VCF **COMPLETADO 30/07**
- Acta de Aceptación Entregable hito 4 VCF **PENDIENTE Firma acta 12/08**
- Acta de Aceptación Entregable hito 5 VCF **PENDIENTE Firma acta 12/08**
- Acta de Aceptación Entregable hito 6 VCF **PENDIENTE Presentación 05/08**
- Disponibilidad de la infraestructura **PENDIENTE 22/07 02/08 02/08 06/08**

Actividades completadas

- Diseño de la plataforma VCF**
 - WMWARE presentó entregable hito 4 y 5. 27/07
 - WMWARE entregó entregable hito 6. 30/07
- Implementación física de Datacenter.**
 - Se culminó la implementación física del **Datacenter**.
 - Se verificó la IP y accesos desde la máquina pivote al servidor **Witness**.
- Configuración de Networking**
 - Equipo PNP dejó listo las configuraciones para el inicio de la implementación.

Riesgos y problemas

ID	Descripción Corta	Acciones de Mitigación
R-001	El no contar con los Switches core instalados y disponibles extendería el tiempo del proyecto. DIRTIC-P, DIRTIC-S, DIRIN.	<ul style="list-style-type: none"> DIRTIC-P, DIRTIC-S Habilitado y con acceso. DIRIN. Se presentará solución sin conexión al Switch Core, se requiere aprobación PNP.
R-004	Se requiere la aprobación del documento de diseño para el inicio de la implementación.	<ul style="list-style-type: none"> Se hará seguimiento a la aprobación de los Hitos. Se posterga fecha límite aprobación 20/08.
R-005	Retraso en las configuraciones de Networking están retrasando el inicio de la fase de implementación de la plataforma VCF.	<ul style="list-style-type: none"> Se culminó las configuraciones de Networking y DNS

Próximos pasos

- Diseño de la plataforma VCF**
 - Firma de Acta de aceptación : Hito 4 e Hito 5 **20/08**
 - Firma y Presentación del Hito 6 **20/08**
- Implementación de la plataforma VCF-DIRTIC**
 - Vmware ejecutará proceso para validar si se cumple todos los requisitos para la implementación.
 - Se inicia la fase de implementación de la plataforma VCF en DIRTIC.
- Diseño de la plataforma VCF-DIRIN**
 - Presentación documento de diseño **27/07 02/08 17/08**
- Implementación solución de respaldo.**
 - Visita técnica a **datacenter DIRIN**.

● **Fase de Cierre**

Los equipos culminaron las actividades trazadas para el proyecto y se informó a las partes interesadas con la finalidad de obtener la aprobación respectiva. En esta fase se entregó la Documentación del Proyecto de Implementación y se recibió la conformidad total del cliente. A continuación, la documentación presentada:

- Informe Final de Implementación de la Solución Hiper convergente, con los anexos solicitados según las bases:
- Informe Final de Infraestructura.

- Informe Final de Conectividad.
- Informe Final de la Solución Hiper Convergente VCF.
- Informe Final de la Solución de Respaldo.
- Acta de realización y aprobación de Pruebas finales.
- Acta de realización y pruebas operativas.
- Plan de pruebas aprobado en la etapa inicial.
- Plan de Gestión de Proyecto actualizado.
- Actas de subsanación de observaciones y/o acta de reuniones
- Acta de realización de reuniones de transferencia de conocimientos.
- Acta de realización de taller de respaldo y de switches.

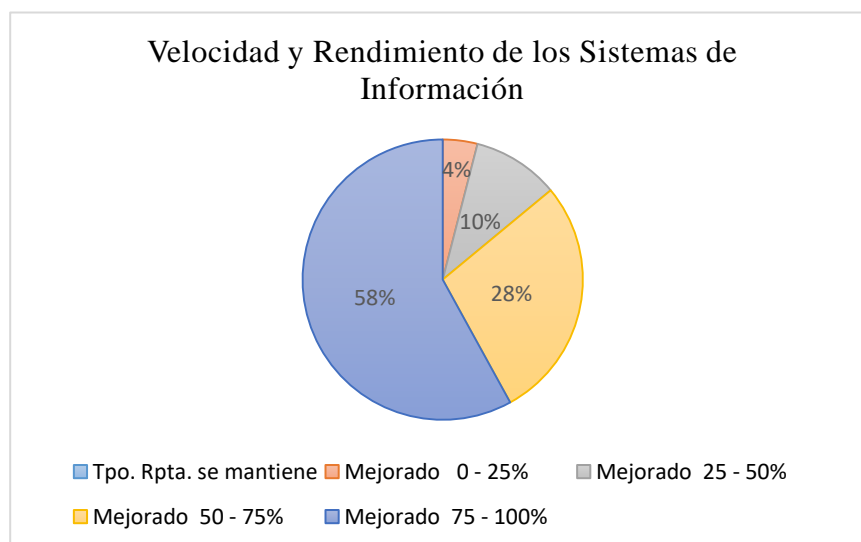
Todos los entregables en general fueron refrendados por el jefe de Proyecto, y remitidos al jefe del Departamento de Informática de la Entidad para su evaluación, aprobación y visado correspondiente.

1.1.5 Beneficios De La Implementación De La Solución De Hiperconvergencia En La Entidad

Con la nueva solución instalada y fundada en un centro de datos basado en software, se logró modernizar y potenciar el nivel de infraestructura de la Entidad, duplicando la capacidad de procesamiento y almacenamiento de los servidores implementados entre los sitios, principal y secundario. Estas mejoras permitieron optimizar el rendimiento de los sistemas de la Entidad. Para evidenciar esta mejora, se realizó una encuesta a 80 usuarios en función a la pregunta: ¿Cómo calificaría usted la velocidad y el rendimiento de los sistemas?, cuyos resultados se muestran a continuación en la Figura 1.21, velocidad u rendimiento de los sistemas de información:

Figura 1.21

Velocidad y Rendimiento de los Sistemas de Información – P. Hiperconvergencia

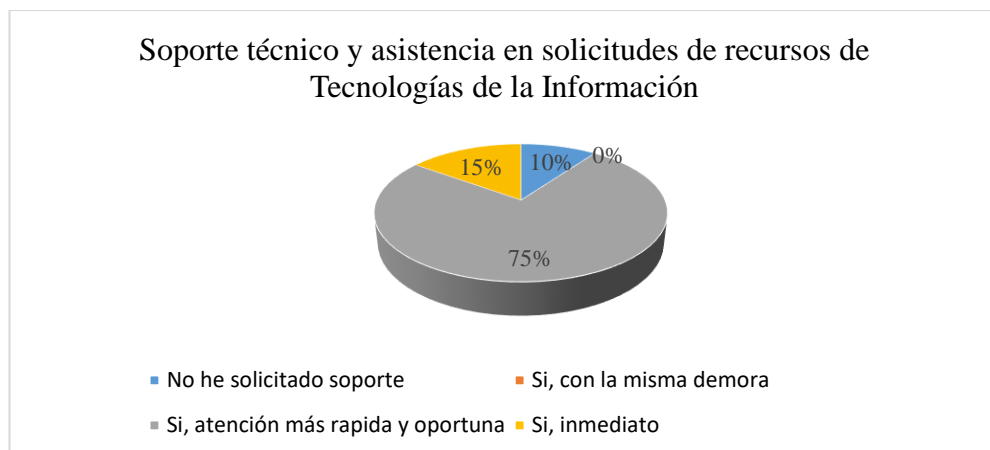


- Con la implementación e interconexión de un sitio secundario como centro alternativo ante fallas o algún tipo de desastre y como soporte a las operaciones del sitio principal, se incrementó casi en un 100% el nivel de disponibilidad de las operaciones de la Entidad.
- Actualmente, la gestión de la infraestructura se realiza a través de un proveedor que se encarga de soportar todos los componentes de la solución, esto permite al equipo de TI, no solo optimizar la gestión de la infraestructura sino también optimizar sus tiempos y de esta manera aumentar el rendimiento en sus labores.

- A través de VMware Cloud Foundation, se aprovechan las ventajas de la virtualización de los tres componentes: cómputo, almacenamiento y redes, además de la gestión y automatización de los mismos, lo que agiliza la entrega de recursos ante los requerimientos de TI, optimizando en promedio un 25% el tiempo de respuesta de atención a los usuarios. Para cuantificar esta mejora se hizo una encuesta a 20 usuarios del área de desarrollo de TI. La pregunta: ¿Recibió usted respuestas y soluciones oportunas a sus problemas? Los resultados se muestran a continuación en la Figura 1.22:

Figura 1.22

Soporte técnico y asistencia en solicitudes de recursos de TI – Proyecto de Hiperconvergencia



Puede observarse, que hay un alto porcentaje de usuarios que desde el inicio de operaciones han tenido una experiencia de atención oportuna y optimizada en tiempos, al momento de solicitar un ambiente adecuado para trabajos en desarrollo.

- La Entidad cuenta actualmente con una solución de infraestructura escalable, permitiendo añadir nodos en caso que la infraestructura llegue a su capacidad máxima y no se puedan crear máquinas virtuales adicionales. La adición o sustitución de estos nodos se realizará sin interrumpir las operaciones diarias, de la misma manera en que se realizarán los mantenimientos y actualizaciones de software y/o hardware.
- Por otro lado, a través de VCF, la solución está preparada para crecer hacia la nube pública, dando un primer paso hacia la nube híbrida.

- El componente NSX de VMware Cloud Foundation, se encarga ahora de la seguridad de los equipos virtuales: switches, firewalls, IDS (detección de intrusos), IPS (prevención de intrusos), entre otros, optimizando las tareas del equipo de TI.
- Con la funcionalidad VRA de VMware Cloud Foundation, es posible brindar un catálogo de servicios a los usuarios internos, como si fuera un servicio de nube pública. Tal es el caso de un desarrollador que crea su propio ambiente de pruebas, a través de un portal web, accediendo con usuario y contraseña, para acceder a los recursos tecnológicos necesarios.
- Con la funcionalidad VRO de VCF, la solución permite programar actividades, como actualización del sistema, alertas por capacidad, balanceo de carga, desplegar un antivirus, entre otros.
- En resumen, esta solución que consolida infraestructura hiper convergente de servidores x86, almacenamiento, redes, seguridad, virtualización de hardware, alta disponibilidad, gestión centralizada y automatizada, replicación en línea, deduplicación, compresión, respaldos, entre otros, facilita las actividades de administración y mantenimiento del centro de datos, optimización en tiempo real la gestión de datos y minimizando el tráfico de respaldo y recuperación de datos.

1.2 Proyecto de Optimización del Sistema de Respaldo y Recuperación de Información de la Entidad Financiera (Banco)

A través de este proyecto, se brinda a una Entidad Financiera del país, denominada en adelante el Banco, una propuesta de optimización del sistema de respaldo y recuperación de la información. A través de una recomendación de la industria que responde a determinadas consideraciones de negocio requeridas por el Banco. La propuesta tiene como componentes principales, un software de protección de datos denominado Dell EMC NetWorker, integrado al sistema DELL EMC PowerProtect DD 6900 y un componente de almacenamiento a largo plazo.

La necesidad de este negocio proviene directamente del área de Tecnología de Información del Banco, siendo parte de sus objetivos, mejorar, modernizar, agilizar y brindar protección y seguridad a la información crítica del Banco a través de un óptimo proceso de respaldo y recuperación de la información.

En este proyecto, mi labor inicial durante la etapa comercial, se centró en comprender las necesidades del banco y desarrollar una propuesta que no sólo respondiera a ciertas exigencias, sino que también presentara soluciones innovadoras para la optimización y protección de las aplicaciones core del negocio. Fue crucial identificar y proponer tecnologías de respaldo y recuperación que ofrecieran mejoras significativas en eficiencia y seguridad.

Mi participación en la fase de implementación incluyó supervisar la correcta instalación y funcionamiento de las soluciones propuestas. Esto involucró una colaboración estrecha con los equipos técnicos y una comunicación efectiva con el banco, asegurando una implementación fluida y exitosa de las tecnologías de respaldo y recuperación.

Posteriormente, en la etapa de postventa, me enfoqué en monitorear la eficacia de la solución implementada, abordando proactivamente cualquier ajuste o mejora necesaria. Este seguimiento aseguró no solo la satisfacción del cliente sino también la continuidad y eficiencia de las operaciones del banco, reforzando la confianza en nuestras soluciones y servicios.

A continuación, se describe, el contexto tecnológico inicial del Banco:

1.2.1 Contexto Tecnológico Inicial del Banco

La infraestructura tecnológica de la entidad financiera estaba estructurada en torno a tres pilares fundamentales de servicios:

- Sistemas de bases de datos CORE, esenciales para el almacenamiento, gestión y análisis de datos críticos, utilizando tecnologías robustas y ampliamente reconocidas como Oracle y SQL. Esto garantizaba una gestión de datos eficiente y segura, fundamental para las operaciones bancarias
- Sistemas de virtualización, mediante soluciones líderes en el mercado, como VMware y Hyper-V. Estas herramientas permitían la creación y manejo de máquinas virtuales, optimizando los recursos físicos del hardware y mejorando la flexibilidad y escalabilidad de la infraestructura tecnológica
- File Systems, el ecosistema tecnológico se completaba con sistemas de archivos (File Systems), encargados de organizar, almacenar y acceder a los datos y archivos en los dispositivos de almacenamiento. Estos componentes eran cruciales para el funcionamiento efectivo y eficiente de las operaciones del banco, asegurando la disponibilidad y seguridad de la información.

Existían dos soluciones de software de respaldo en operación:

- **IBM TSM (Tivoli Store Manager)**
 - Respaldo de bases de datos CORE
 - Respaldo de servicios Hyper-V
 - Se conecta al almacenamiento de respaldos mediante protocolo VTL
- **DELL EMC Avamar**
 - Respaldo de entornos VMware
 - Respaldo de File Systems
 - Permite que los clientes de respaldo escriban directamente al almacenamiento de respaldos vía protocolo DDBoost

Para el almacenamiento de respaldo, el Banco contaba con los siguientes equipos:

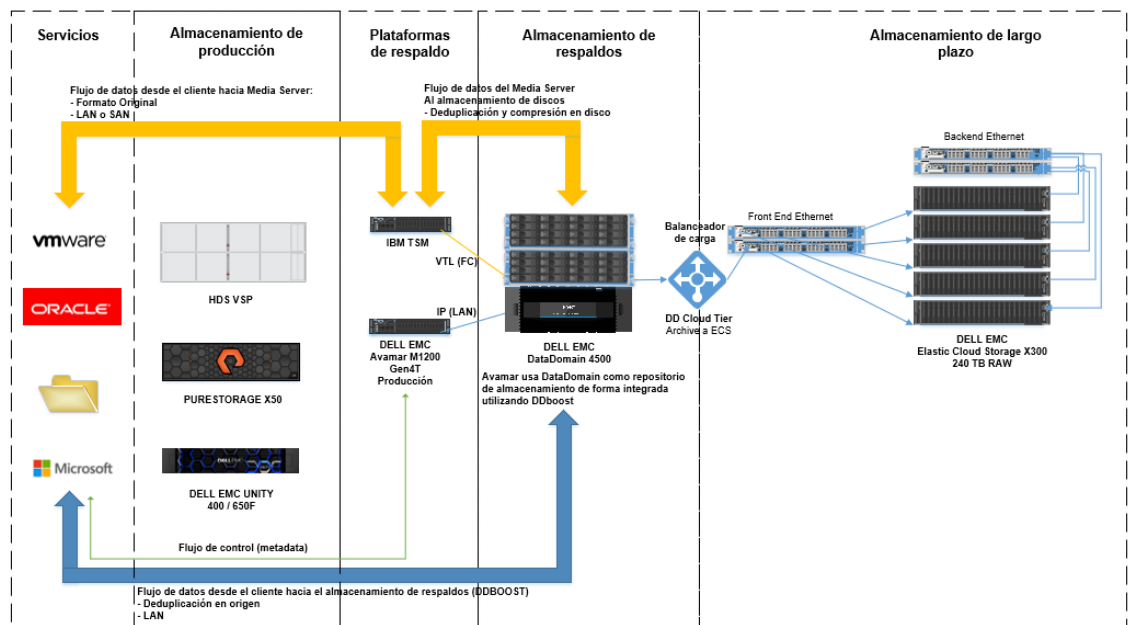
- **DELL EMC Data Domain 4500**

- El equipo contaba con la máxima capacidad de almacenamiento (Alrededor de 225 TB usables, sin el efecto de la deduplicación y compresión de datos).
 - Tenía licenciamiento DDBoost.
 - Tenía conectividad 10GbE y FC de 08 Gbps.
 - Contaba con la funcionalidad Cloud Tier, que le permite expirar la información de sus respaldos a repositorios de almacenamiento de largo plazo sin la necesidad de interactuar con la herramienta de respaldo.
- **DELL EMC Elastic Cloud Storage X300 (240 TB RAW)**
- Almacenamiento de largo plazo, que permite almacenar la información histórica de los respaldos de forma segura por un horizonte mayor de tiempo. Esta solución puede escalar mediante upgrades simples, a cantidades virtualmente ilimitadas de espacio.

A continuación, se muestra en la Figura 1.23, un diagrama de la situación inicial de la infraestructura que soportaba el proceso de respaldo de información del banco:

Figura 1.23

Situación inicial del Proyecto de optimización del proceso de respaldo de información en el Banco



Con este diseño, el área de tecnologías de información del Banco enfrentaba algunos desafíos, los cuales se detallan en la Tabla 1.10.

Tabla 1.10

Desafíos del Banco en el proyecto de optimización del proceso de respaldo y recuperación de la información

Desafíos	Detalle
<p>1. Incumplimiento de las ventanas de respaldo.</p>	<p>Los tiempos de respaldo de los servicios CORE protegidos con la actual herramienta, no cumplían con los objetivos comprometidos del Banco.</p> <p>Los tiempos de recuperación no eran los esperados debido al empleo de arquitecturas que no generaban optimización en el transporte de los datos. Estos debían viajar por la red en su formato original hasta servidores de medios que brindan la interfaz de acceso al almacenamiento en disco (Pudiendo ser el acceso vía LAN o SAN).</p>
<p>2. Estrategia de almacenamiento de largo plazo basado en discos</p>	<p>Actualmente existe un importante inventario de cintas donde se encuentran almacenados los datos históricos de la entidad. Sin embargo, esta tiene el mandato de utilizar disco en todo el proceso de protección de la información, incluyendo los de largo plazo.</p> <p>La respuesta del equipo de Tecnología ha sido la implementación del sistema DELL EMC Elastic Cloud Storage, el mismo que ahora deberá consolidar los archivos provenientes de todas las fuentes de datos del banco.</p>
<p>3. Requisitos de protección de la información ante desastres.</p>	<p>La estrategia de recuperación ante desastres no ha sido implementada. No contaban con un sitio secundario, donde se encuentre una copia de la información clave de la entidad, lo que exponía al banco a riesgos de pérdida de información, en los casos en el que el sitio donde se encuentran las copias de los datos, quede inactivo por cualquier motivo.</p>
<p>4. Capacidad de recuperación ante desastres limitada.</p>	<p>Asimismo, era prioritario como parte de la estrategia del Banco, contar con un ambiente donde se puedan hacer restauraciones en todo momento, que permitan probar la eficacia de las restauraciones, restaurar información sin afectar a los entornos productivos, efectuar pruebas de recuperación, entregar información al equipo de desarrollo para el proceso de aplicaciones con información real, y tener un área que se pueda disponer para recuperaciones de emergencia. Estos requisitos son importantes, y no se encontraban disponibles en ese momento.</p>

La Tabla 1.10 revela cuatro desafíos críticos a los que se enfrentaba el banco en relación a la gestión y protección de datos. Primero, el banco se veía comprometido por el incumplimiento de las ventanas de respaldo establecidas, debido a ineficiencias en los tiempos de respaldo y recuperación de los servicios CORE, atribuibles a arquitecturas suboptimales que entorpecen el transporte de datos. Segundo, se identificaba la necesidad de transicionar de un almacenamiento

de datos históricos basado en cintas a uno basado en discos, para lo cual se había optado por implementar el sistema DELL EMC Elastic Cloud Storage, buscando consolidar archivos de diversas fuentes de datos del banco en una solución más moderna y accesible. Tercero, la estrategia de recuperación ante desastres era inexistente, careciendo de un sitio secundario para la copia de información clave, lo cual exponía al banco a riesgos significativos de pérdida de datos. Cuarto, el banco enfrentaba limitaciones en su capacidad de recuperación ante desastres, manifestando la ausencia de un entorno adecuado para realizar restauraciones eficaces que permitan pruebas de eficiencia, restauraciones sin impactar los entornos productivos, pruebas de recuperación, apoyo al desarrollo de aplicaciones con información real, y disponibilidad para recuperaciones de emergencia. Estos desafíos resaltan la imperiosa necesidad de mejorar la infraestructura y estrategias de TI del banco para asegurar la integridad, disponibilidad y protección efectiva de sus datos críticos.

1.2.2 Objetivos Planteados Ante Los Desafíos

En respuesta al análisis de estos desafíos se plantearon los siguientes objetivos:

- Acelerar los respaldos y recuperaciones de los servicios de bases de datos Core, ya que, debido a los grandes volúmenes gestionados por el Banco, no se estaba cumpliendo con los SLA de los servicios respaldados.
- Contar con una estrategia de recuperación ante desastres, que cubra todos los servicios del banco, los mismos que incluyen:
 - Sistemas respaldados actualmente por la solución TSM.
 - Sistemas respaldados por la solución DELL EMC Avamar.
 - Almacenamiento de largo plazo DELL EMC Elastic Cloud Storage.
- Centralizar la mayor cantidad de respaldos en herramientas de alto rendimiento, al mismo tiempo que permita contar con planes de recuperación en contingencia que faciliten la vuelta en marcha de los servicios de respaldo, y la protección integral de todos los datos.
- Contar con un espacio de recuperación para efectos de Sandboxing, desarrollo y pruebas, cumplimiento de compliance, pruebas de recuperación para verificación de los SLA.

Para el cumplimiento de estos objetivos se recomendó la siguiente **arquitectura central** para el manejo de los respaldos centralizados:

- Software recomendado para administración de backups:

- DELL EMC Networker
- Appliance recomendado para albergar backups de corto plazo
 - DELL EMC Data Domain
- Appliance recomendado para albergar backups de largo plazo
 - DELL ECS (Elastic Cloud Storage)

1.2.3 Alcances y Beneficios de la Plataforma Recomendada

- Respecto al cumplimiento del primer objetivo, optimización de los tiempos de respaldo y recuperación de datos de misión crítica, se planteó el uso del software de respaldo DELL EMC Networker, que integrado al sistema DELL EMC PowerProtect DD 6900, habilitan el uso del protocolo DDBOOST y del Client Direct Deduplication. Estas funcionalidades permiten la comunicación directa de los servidores de base de datos contra el almacenamiento de discos, eliminando elementos intermedios en el tránsito de la red, y permitiendo la deduplicación en el lado del cliente, lo que reduce drásticamente el ancho de banda requerido para la transferencia de los respaldos. Esto hace que se aproveche la capacidad de ingesta del DD 6900, hasta 33 TB/hr.

Es importante mencionar, que el reemplazo del Data Domain 4500 por el equipo Power Protect DD6900, se debe realizar para asegurar la continuidad operativa de los almacenamientos de respaldo, ya que el DD 4500 entraba en la etapa de fin de vida, con la garantía pronta a expirar y el almacenamiento a punto de llegar a su capacidad máxima. Dicho equipo estaría reemplazando una capacidad de 170 TB por 260 TB usables.

Por otro lado, el Power Protect DD6900 es compatible con el DD4500, lo cual permite una gestión centralizada y migraciones más simples entre ambas plataformas. Entre los **beneficios del DD 6900** tenemos:

- Respaldo masivo de información con deduplicación y compresión de datos en línea.
- Ingesta paralela desde múltiples orígenes simultáneos.
- Capacidades de restauración directa desde disco y en un solo paso.
- Soporte de múltiples aplicaciones de respaldo y recuperación, operando contra la plataforma al mismo tiempo.

Por otro lado, el Power Protect DD6900 se integrará con un repositorio de almacenamiento de larga data, Dell EMC ECS X300, el cual recibe de manera automática los respaldos principales del DD6900, cuando estos expiran el período determinado por el Banco. Esta funcionalidad se permite gracias a su integración nativa con Cloud Tier. Este equipo sustituye la necesidad de contar con cintas magnéticas, cumpliendo con todos los requisitos de retención de largo plazo para información sensible. Es importante mencionar, que este equipo ya formaba parte de la infraestructura del Banco, sin embargo, es necesario potenciar su capacidad de almacenamiento por la creciente demanda de información.

En cuanto al software de respaldo en uso, **DELL EMC Avamar**, integrado al sistema DELL EMC PowerProtect DD 6900, aceleran el transporte de los datos remotos hacia el sistema de almacenamiento mediante el uso de DDBoost. Este software de respaldo está especialmente diseñado para el manejo de entornos virtuales, siendo considerado una de las mejores herramientas de la industria en dichos casos de uso, entregando eficiencias en el transporte de los datos que pueden superar al 90%.

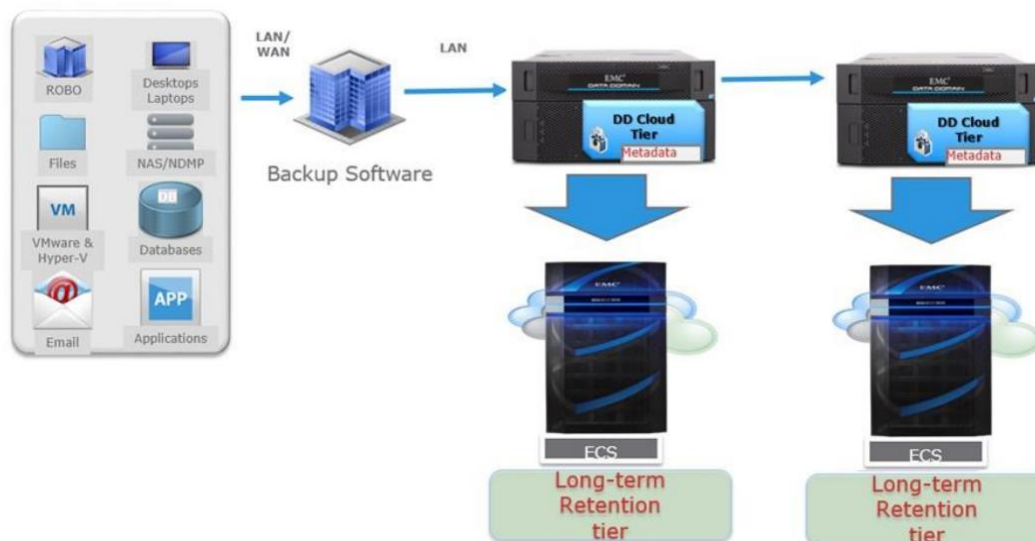
Por otro lado, la indexación del proceso de respaldo es almacenada en el nodo de Avamar, el cual, puede ser desplegado en cualquier arquitectura que soporte el producto, como un Avamar Grid, un Avamar node, o un Avamar Virtual Edition, siendo este último el recomendado para el banco, dadas las condiciones operativas del mismo.

- Respecto al objetivo, contar con un DRP (Disaster Recovery Plan), esto sería mediante la provisión del sistema de almacenamiento DELL EMC PowerProtect DD 6900, integrado a la plataforma DELL EMC ECS X300, para poder recibir la réplica de los respaldos provenientes del sitio principal, utilizando la tecnología de replicación DELL EMC Datadomain Replicator. En una primera etapa, el archivado a largo plazo en el sitio de contingencia, será específicamente para la información crítica del banco.

Asimismo, para asegurar la capacidad de reiniciar los servicios en el sitio alterno, se propone la replicación de los servidores Networker y/o Avamar, como se muestra en la Figura 1.24 a continuación:

Figura 1.24

Estrategia de replicación de datos - Almacenamiento primario y de Archive



Nota. Adaptado de Dell EMC ECS: Data Domain Cloud Tier Architecture and Best Practices (p.17), por Dell EMC, 2019, (<https://www.delltechnologies.com/asset/no-no/products/storage/industry-market/h16169-ecs-and-data-domain-cloud-tier-architecture-guide.pdf>).

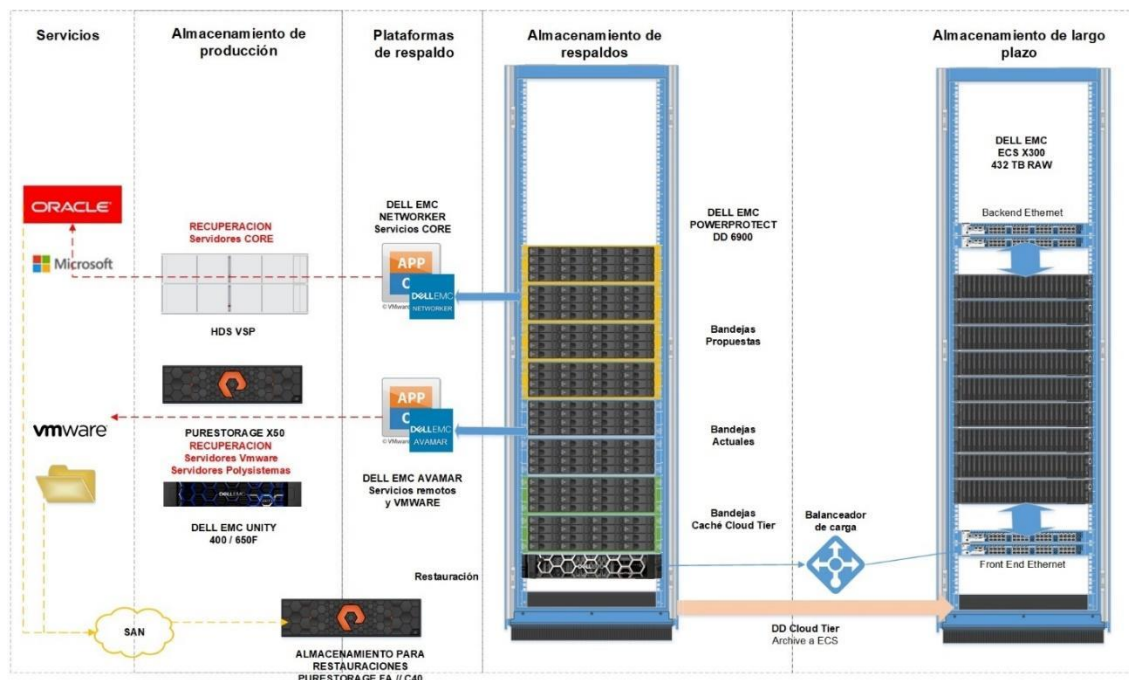
- Por otro lado, para dar solución a los requerimientos de restauraciones pre-productivas, restauraciones operativas cuando se cuente con escasos recursos de almacenamiento productivo, así como también para restauraciones para usos como: desarrollo, sandbox y para eventos de pruebas, cumplimiento de tiempos de restauración y compliance, se propuso la adición de un sistema de almacenamiento PureStorage FlashArray //C40, el cual, está pensado específicamente para brindar almacenamiento productivo para todos los casos de uso previamente mencionados. Entre las características del equipo se mencionan:
 - Sistema 100% basado en discos flash de tecnología QLC, de bajo costo y altas capacidades.
 - Tiempos de respuestas consistentes por debajo de los 5 ms.
 - 6 nueves de disponibilidad, adecuado para ejecutar cargas productivas de manera temporal, o cargas de desarrollo, test o entornos virtuales de manera concurrente.
 - Comparte la misma suite de software de la plataforma FlashArray //X del banco, la misma que contiene los servicios productivos del Banco.

- Utiliza los mismos protocolos SAN que la solución FlashArray //X, tales como iSCSI y FC, para la conexión a los hosts de recuperación.

La Figura 1.25 ilustra cómo el sistema de almacenamiento está interconectado a través de la red de área de almacenamiento (SAN) con la infraestructura de servidores existente, así como con servidores secundarios diseñados para tareas de recuperación, empleando para ello protocolos SAN tradicionales. Se destaca que las herramientas de respaldo implementadas permiten una restauración directa y eficiente a los servidores en un único paso desde el sistema PowerProtect DD. Este proceso habilita la recuperación de datos aprovechando los volúmenes del sistema de almacenamiento PureStorage seleccionado para esta solución.

Figura 1.25

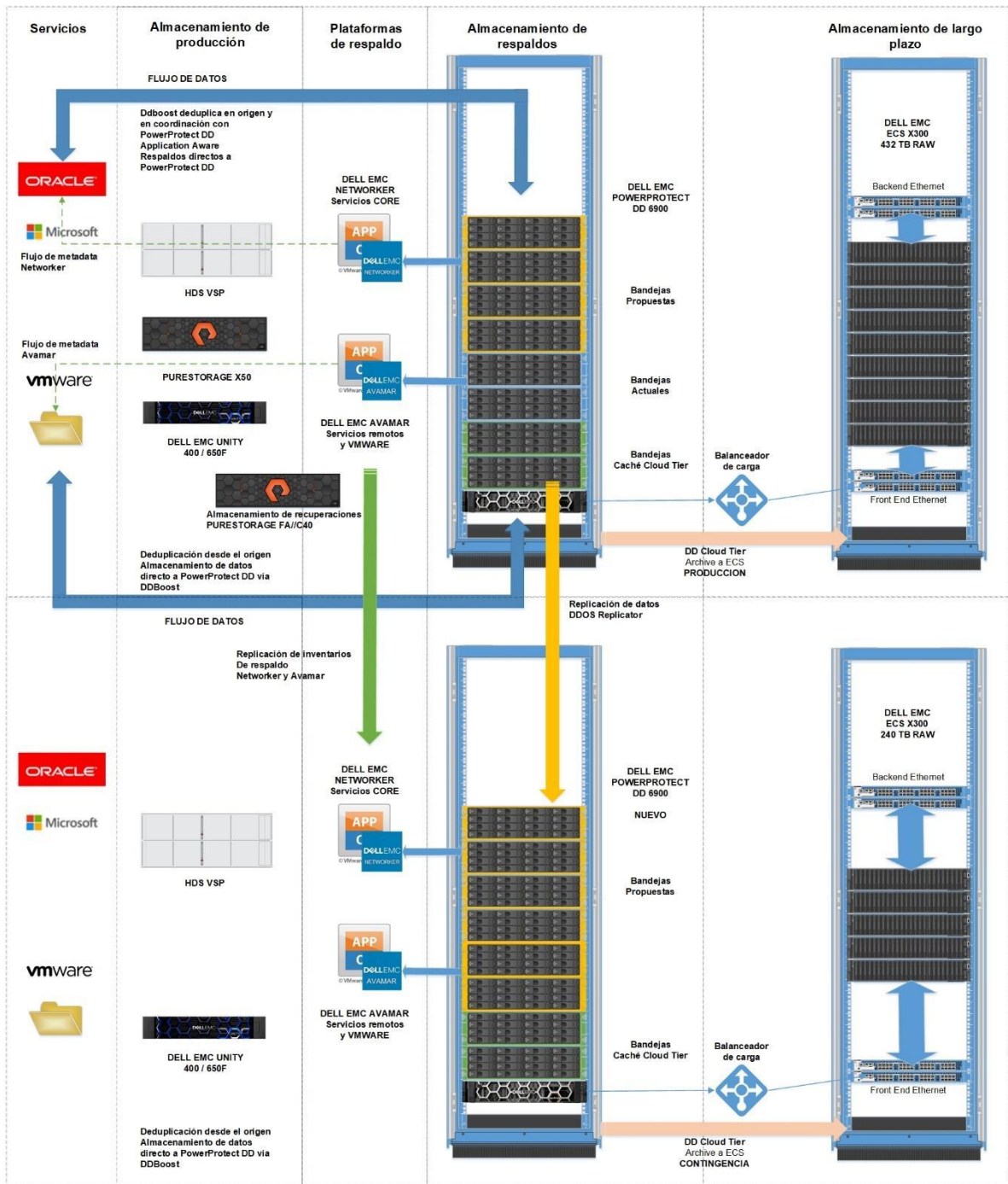
Almacenamiento conectado a través de la SAN



Para una comprensión integral, se presenta un diseño completo de la solución propuesta, en la Figura 1.26, enfatizando su capacidad para integrarse y mejorar la infraestructura tecnológica actual del banco, optimizando así la gestión y recuperación de datos críticos.

Figura 1.26

Diseño Completo de la Solución propuesta para el proyecto de optimización del respaldo de la información



1.2.4 Implementación de la Prueba de Concepto

Se realiza una prueba de concepto (POC) para demostrar la viabilidad de la solución propuesta. Dicha prueba se implementó sobre una plataforma con componentes existentes en el Banco y el software backup propuesto, Networker de Dell EMC. Este servidor se desplegó en una máquina virtual y es el encargado del proceso de respaldo desde el Servidor Cliente hacia el DD4500. Es importante recalcar, la integración del software backup con el DD4500, lo que hace posible tomar los beneficios de la capa de software, DDBOOST, que permite la deduplicación en el origen y destino. Esta integración de componentes se realiza en una VLAN (VLAN 156 de backup), red dedicada para los respaldos, los mismos que se hacen por protocolo de red TCP/IP, sin necesidad de usar una SAN, tal como se puede apreciar en la Figura 1.27, con un caso de backup desde un servidor cliente.

Asimismo, el Banco posee el appliance Elastic Cloud Storage – ECS, el cual permite albergar backups por largo tiempo (años) sin la necesidad de utilizar cintas o medios magnéticos descartables. La utilización de esta “nube privada” permite contar con el beneficio de unificar los respaldos generados por los softwares de backup que el cliente pueda tener, mejorando los tiempos de restauraciones de los mismos.

Por otro lado, al realizarse la deduplicación en el origen para asegurar que solo se transfieran bloques únicos evitando la saturación de la red, la restauración de la data deduplicada a través de una deduplicación inversa, acelera el proceso de restauración (Data Domain Compresses Restore) y la red dedicada para Backup, ver Figura 1.28.

Tomando en cuenta estas mejores prácticas se realiza la prueba de concepto.

Figura 1.27

Enfoque y arquitectura de la POC en el Banco - Caso Backup de data de un servidor cliente.

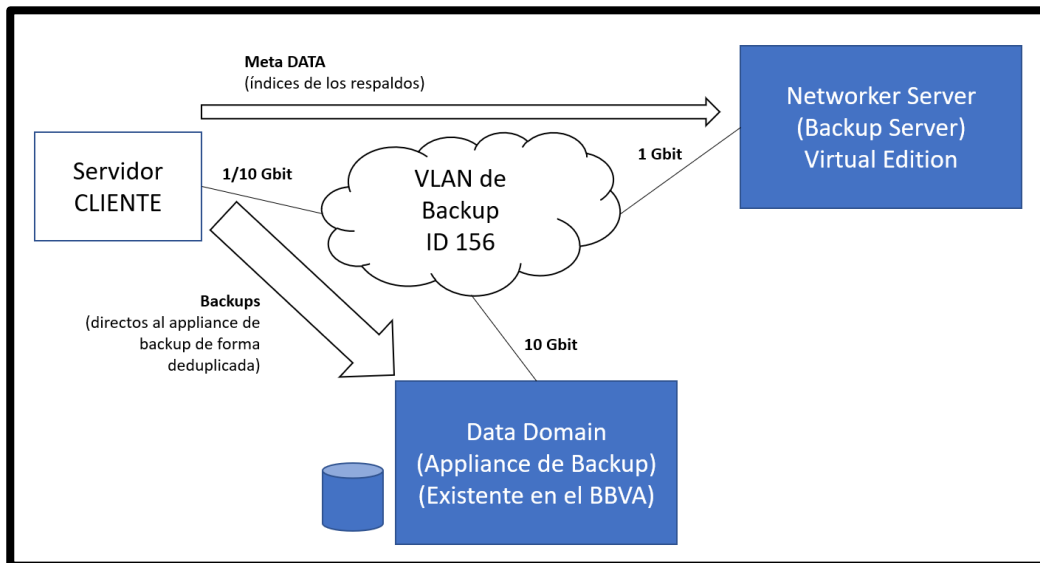
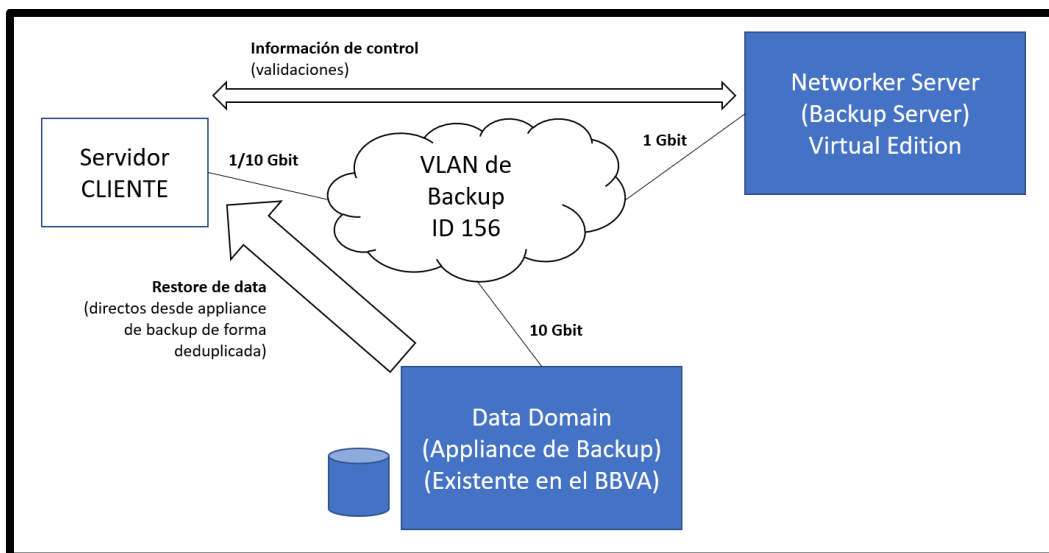


Figura 1.28

Enfoque y arquitectura de la POC en el Banco - Caso Restauración de data de un servidor cliente



En estas pruebas se realizaron respaldos de servidores Oracle, MSSQL y Hyper-V.

- **En el caso de Oracle**, el cliente implementó un servidor idéntico de producción, con 10 TB, dado que no había más espacio en disco, siendo el tamaño original del servidor 40 TB.

Los resultados obtenidos en los tres primeros respaldos realizados fueron los siguientes:

Respaldo del Servidor Oracle

- Primer Backup = 6.8 TB de data respaldados en 2 hrs. 36 minutos (tasa de transferencia lograda = 2.7 TB por hora)
- Segundo Backup = 6.8 TB de data respaldados en 1 hrs. 43 minutos (tasa de transferencia lograda = 3.95 TB por hora)
- Tercer Backup = 6.8 TB de data respaldados en 1 hrs. 49 minutos (tasa de transferencia lograda = 3.74 TB por hora)

Asimismo, con el objetivo de validar el proceso de backups realizados, el cliente solicita una restauración total de la base de datos respaldada. En este caso, el DBA del Banco procedió a borrar completamente la base de datos y restaurarla.

El proceso completo tomó un total de 2 horas y 33 minutos, restaurando un total de información de 6.77TB lo cual generó una tasa de recuperación aproximada de 2.7TB por hora.

- **La segunda prueba realizada correspondió al respaldo de servidor MSSQL** albergados en un MS Cluster productivo del cliente, el cual contiene bases de datos con tamaños que varían entre los 100GB y los 9TB de data. En específico fueron respaldadas dos bases de datos principales del MS Cluster de SQL:

Respaldo de servidor MSSQL

- Base de datos Monitor-P con 4 TB de data, respaldada en un tiempo de 1 hora y 48 minutos (tasa de transferencia lograda = **2.2 TB por hora**).
- Base de datos Monitor-H con 9.5 TB de data, respaldada en un tiempo de 3.78 horas (tasa de transferencia lograda = **2.5 TB por hora**).

Adicionalmente a las dos bases de datos antes descritas, se respaldaron bases de datos menores las cuales no presentaron problemas al momento de ser respaldadas (bases de datos de menos de 500 GB de data).

Al igual que el caso Oracle, con el objetivo de validar el proceso de backups, el cliente solicitó una restauración total de algunas bases de datos respaldadas. Dicha restauración se realizó sobre un servidor de prueba (diferente al servidor original) al cual se le “inyectó” la información de cada base de datos recuperada. Se realizaron un total de dos restauraciones las cuales poseen el siguiente detalle:

- Base de datos Monitor-T con 300GB restauradas en menos de 10 minutos.
- Base de datos Monitor-H con 4TB restaurada en 3.5 horas.

Finalmente, también se realizaron los respaldos de servidores Hyper-V y VMWare, los cuales culminaron sin presentar problemas de funcionalidad alguna y con resultados óptimos. (Véase Anexo 10). Evidencias de backup y performance de la red.

- **Resultados de la prueba**

- Es importante mencionar, que todos los backups y restauraciones realizadas han sido exclusivamente mediante el **protocolo TCP/IP**, sin la necesidad de utilizar Fibra Canal.
- Igualmente se destaca que para este protocolo la utilización de deduplicación tanto aplicada en el backup como al momento de restaurar constituye un aporte significativo en las tasas de transferencia obtenidas.
- En el caso de la restauración de Oracle, se destaca tal y como fue explicado por el DBA al momento de evaluar los resultados preliminares, que los tiempos obtenidos corresponden a los tiempos utilizados para recuperar los data files, faltando el tiempo necesario para la recuperación de los incrementales (archives logs).
- Teniendo en cuenta el punto anterior, se destaca que la presencia de tiempos apropiados para los backups (muchos TB por hora), permiten a un cliente realizar una mayor cantidad de respaldos full dentro de un período de tiempo determinado (por ejemplo, dentro de una semana hacer dos o tres respaldos full). De esta forma la necesidad de recuperar grandes cantidades de incrementales (archive logs en el caso de Oracle) disminuye significativamente.
- En el caso de MSSQL la restauración pudo ser realizada sobre un servidor de pruebas sin problemas y de forma transparente para dicho equipo. Fue posible inyectar la data en el servidor de pruebas y ser validada por el DBA del cliente.

Con las pruebas realizadas de manera satisfactoria con los componentes propuestos se acepta la propuesta planteada al Banco.

- **EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

El Banco decidió implementar las dos primeras fases de la propuesta presentada.

FASE 1 (Ejecutado en el segundo trimestre del 2021):

Adquisición de 100 TB de licenciamiento DELL EMC DPS (Suite con los softwares de backup Networker y Avamar). Networker versión 19.4. En la cual se realizaron actividades importantes, tales como:

- Levantamiento de los requerimientos de backups por cada plataforma del cliente.
- Definición de la arquitectura detallada de la solución en conjunto con el cliente.
- Despliegue de la solución de respaldo (Networker y Avamar), donde se habilitaron los servidores Networker y Avamar en entorno virtual. Se configuraron los backups integrados a Data Domain para aplicativos Oracle, MSSQL, Hyper-V, VMWare, archivos y otros. (Definición de las políticas de backups). Se desinstalaron los agentes TSM en servidores productivos y se instalaron los agentes Networker y Avamar y se integraron los softwares de respaldo con los sistemas PowerProtect DD6900 y DD4500. Finalmente se utilizó el espacio libre del sistema DD4500 para continuar respaldando los ambientes productivos, pero en este caso con Networker / Avamar.
- Se depuraron en paralelo los datos TSM presentes en el sistema DD4500, a cinta (Labor efectuada por el personal del banco)
- Se hizo la integración del Data Domain 6900 a ECS para replicación de data Cloud Tier (Mediante el Data Domain Cloud Tier).
- Se realizó la adquisición del repositorio para restauraciones (Sistema PureStorage). Su adquisición no interrumpió la ruta crítica del proyecto de respaldo en sí, sino que representó un servicio necesario por el banco, que no estaba disponible en su momento.
- Despliegue del sistema Pure Storage //C40 de 240 TB RAW, vía SAN a los servidores de recuperación determinados por el cliente, que abarcaba el Montaje físico e

inicialización de 01 equipo con 01 FlashPacks de 247 TB cada uno, la activación de licencias, conexión a red FC provista por el cliente, creación de LUNs, presentación de LUNs a servidores existentes en la red SAN y pruebas de operación.

FASE 2: Ejecutada antes que se venciera la garantía del sistema DD4500

Adquisición de las 4 bandejas adicionales para el sistema DD6900, que permitió alcanzar el espacio requerido para poder migrar todos los datos del sistema DD4500.

- Instalación de las 4 bandejas al DD6900 (Rackeo físico e integración lógica).
- Migración de los datos del sistema DD4500 al DD6900.
- Se dio de baja al sistema DD4500.

Respecto a los costos del proyecto de optimización del proceso de respaldo de información del Banco, se gestionaron por fases de implementación, como se muestra a continuación: costos de la fase 1 en la Tabla 1.11, costos de la fase 2 en la Tabla 1.12 y costos de los servicios de implementación en la Tabla 1.13. Adicionalmente, se realiza el cálculo del margen de utilidad obtenido en el proyecto, mostrado en la Tabla 1.14.

Tabla 1.11

Costos de la Fase I - Proyecto de optimización del proceso de Respaldo de información del Banco

LICENCIAMIENTO DELL EMC DPS SUITE (Networker y Avamar):

Primera Fase: Optimización de los respaldos para los servicios principales.

-	Licenciamiento para 100 TB Front End, incluye:	S./ 1,357,467.61
---	--	------------------

- o DELL EMC Networker (módulos, arquitecturas y aplicaciones, soporte para despliegue ilimitado de agentes para servidores físicos y virtuales, todos los S.O)

- o DELL EMC Avamar (los módulos, arquitecturas y aplicaciones, soporte para despliegue ilimitado de agentes para servidores físicos y virtuales, todos los S.O)

- o DELL EMC Data Protection Advisor
- o DELL EMC Data Protection Central
- o DELL EMC DP Search
- o DELL EMC CloudBoost
- o DELL EMC RecoverPoint for Virtual Machines (Licenciado para 1000 VM)

Espacio de restauraciones para pruebas y recuperaciones inmediatas

-	01 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO PURESTORAGE FLASHARRAY// C40 R3:	S./ 653,837.09
---	---	----------------

- o Factor de forma: 03 UR
- o 02 controladoras redundantes, de última generación liberada por el fabricante.
- o Sistema de almacenamiento basado en procesadores Intel Xeon Cascade Lake y 02 módulos NVRAM para el sistema.
- o 01 Flashpack de 247 TB RAW (145 TB usables sin el efecto de la deduplicación y compresión de datos). Discos del tipo Capacity Optimized Direct Flash Modules (DFMc)
- o Conectividad ofertada para el sistema
 - 08 puertos con soporte a 32 Gbps. Incluye 08 Transceivers de 16 Gbps
 - 04 puertos de 10GbE para servicios iSCSI / NAS
 - 04 puertos de 10/25 GbE para servicios de replicación
- o Licenciamiento todo incluido:
 - Gestión de toda la plataforma
 - Disponibilidad 99.9999%
 - Deduplicación y compresión de datos, activos y habilitados siempre
 - RAID-HA, QoS, Direct Memory Cache
 - Soporte de upgrades no disruptivos
 - Thin Provisioning, Snapshots, Replicación de datos
 - Soporte de Servicios Activo – Activo entre centros de datos (Requiere la adición de otro sistema FA//C en un extremo conectado vía FC)
- 05 años de soporte Silver 24x7 provisto por el fabricante

Costos totales - Fase 1 (precios incluyen I.G.V.)	S/2,011,304.70
--	-----------------------

Tabla 1.12

Costos de la Fase II - Proyecto de optimización del proceso de Respaldo de información del Banco

Segunda Fase 2: Actualización de la plataforma de almacenamiento en el sitio principal	
UPGRADE DEL SISTEMA DELL EMC POWERPROTECT DD6900:	S/1,042,706.61
- Actualización del actual sistema DELL EMC PowerProtect DD 6900, con lo siguiente:	
o 04 bandejas ES40 (15 HDD 4TB SAS 12 Gbps) para data	
- Licenciamiento:	
o Licenciamiento base (CIFS, NFS, VTL, Gestión centralizada)	
o DDboost	
o Replicación de datos	
o Cloud Tier para 180 TB usables adicionales.	
- Soporte y garantía Prosupport MC 24x7, COTERMINO con el equipo principal	
Costos totales - Fase 2 (precios incluyen I.G.V.)	S/1,042,706.61

Tabla 1.13

Costos de Servicios de Implementación del proyecto de optimización del proceso de respaldo de información del Banco

Costos de Servicios de Implementación	Inc. IGV
Fase 1 - Servicios de implementación	S/173,696.00
Fase 2 - Servicios de implementación	S/32,568.00
Costo total - Servicios de Implementación	S/206,264.00

Tabla 1.14

Costos totales y margen de utilidad del proyecto de optimización del proceso de respaldo de información del Banco

Costo, Valor comercial y Utilidad	Valor (S./)	Análisis Vertical
Costos totales del Proyecto	3,260,275.31	80%
Valor comercial	4,091,200.37	100%
Margen de Utilidad	830,925.06	20%

El resumen del equipamiento técnico costado para esta solución se muestra en el Anexo 11, resumen equipamiento de solución de optimización del respaldo de información.

Este proyecto de optimización de respaldo de información, estructurado en dos fases principales, implica una inversión total de S/3,260,275.3 (Incluye I.G.V.)¹. La primera fase se centra en la optimización de los respaldos para los servicios principales del banco, involucrando la adquisición de licencias para la suite Dell EMC DPS (incluyendo productos como Networker y Avamar,) y la compra de un sistema de almacenamiento PureStorage FlashArray//C40 R3, con características avanzadas como controladoras redundantes, almacenamiento basado en procesadores Intel Xeon, y capacidades de deduplicación y compresión de datos, alcanzando un costo de S/2,011,304.70. La segunda fase actualiza la plataforma de almacenamiento con un upgrade al sistema Dell EMC PowerProtect DD6900, sumando almacenamiento adicional y licencias específicas para ampliar las capacidades de respaldo, con un costo de S/1,042,706.61. Adicionalmente, los costos de servicios de implementación para ambas fases ascienden a S/206,264.00. La propuesta hacia el cliente se eleva a S/4,091,200.37, generando un margen de utilidad del 20% (S/830,925.06), detallando una estrategia comprensiva para mejorar la gestión de datos críticos y la eficiencia operativa del banco.

Adicionalmente, se efectuó una capacitación operativa de 24 horas y un monitoreo de la solución durante 3 meses posteriores a la implementación para la validación de su correcto funcionamiento.

Finalmente, al cierre de cada fase, se entrega la documentación e informe detallado de las tareas realizadas para la aprobación respectiva del Banco.

1.2.5 Respecto a las Coordinaciones de Gestión del Proyecto de optimización del proceso de respaldo de la información del Banco

- A la firma del contrato, se convocó vía email a la reunión de inicio del proyecto, a fin de brindar una comunicación oportuna en los puntos clave del proyecto a los miembros del equipo y a los interesados, con la finalidad de atender las diferentes expectativas de los interesados, lo que podría dificultar la ejecución de las actividades.
- Coordinaciones vía email con el área usuaria del cliente para realizar visitas presenciales o en línea para el levantamiento de información de tipo técnico.

- Coordinaciones con el área de logística del proveedor para colocar la O/C de los bienes tangibles y no tangibles que son parte de la solución ofertada y hacer el oportuno seguimiento, desde el momento en que se realiza la importación por parte del proveedor hasta la entrega local de los bienes tangibles. En el caso de ser bienes intangibles como las licencias, trasladamos los accesos desde un repositorio web o vía email.
- Coordinaciones vía email con el área de logística del cliente y proveedor para la recepción de los bienes tangibles y despacho a las sedes involucradas.
- Supervisión de la instalación, configuración, puesta en marcha y pruebas de la solución a través de reuniones y entrega de actas de conformidad según sea el caso.
- Seguimiento a las actividades establecidas en el cronograma, a través de reuniones semanales.
- Reuniones de cierre al culminar cada fase y entrega de documentos finales.

1.2.6 Respecto a las Tecnologías Implementadas en el Proyecto de optimización del proceso de respaldo de la información del Banco

- **Sobre Dell EMC Networker:**

- Respalda una variedad de entornos físicos y virtuales como, VMware, Oracle, SQL Server, DB2, Hyper V, archivos, entre otros.
- Protege aplicaciones y datos que residen dentro de su centro de datos o en la nube pública como AWS, Microsoft Azure y Google Cloud
- Protege bases de datos líderes en la industria, incluidos Oracle, MySQL, DB2, Informix, Lotus Dominio/Notes, SAP IQ y Sybase ASE.
- Ofrece retención a largo plazo y recuperación ante desastres en la nube.
- Permite funcionalidades como la deduplicación, copia de seguridad en disco y cinta, instantáneas, replicación y protección NAS, donde quiera que residan los datos.
- Networker está optimizado para VMware.

- **Sobre Data Domain:**

- Permite escribir en disco **deduplicando** en formato de cinta.

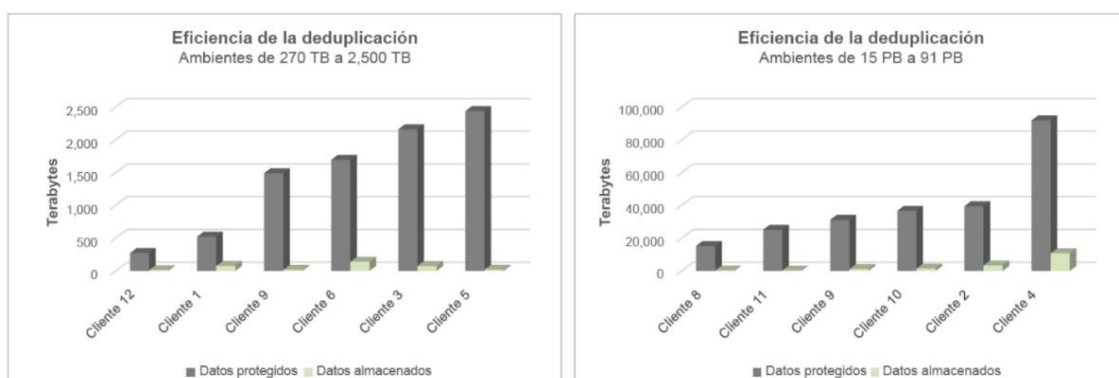
- Base instalada de más de 73,000 sistemas.
- Utilización en el 90 % de las empresas de Fortune 100.
- Aceleración de los respaldos hasta un 50%.
- Reducción del uso de la red hasta un 99%.
- Integración avanzada con líderes empresariales.
- A través de una **funcionalidad DD Boost permite la deduplicación en el cliente** y envía solamente datos únicos al sistema Data Domain.
- Posee una arquitectura de invulnerabilidad de datos que garantiza la integridad de los mismos.
- **Sobre la eficiencia de la deduplicación en el Data Domain:**

Enterprise Strategy Group (ESG), en su informe de un estudio que realizó sobre el valor económico de los ahorros en capacidad de deduplicación de Data Domain, hizo un análisis del efecto de la deduplicación en los datos respaldados con respecto al almacenamiento ocupado por esta misma data. Para lo cual, analizó data de 12 clientes activos de Dell de diferentes sectores del mercado.

En la Figura 1.29, las barras grises muestran la cantidad de datos protegidos por cada ambiente. Las barras verdes indican la cantidad de datos almacenados luego de la deduplicación (Choinski & Buffington, 2017, p. 7).

Figura 1.29

Eficiencia de la deduplicación en cliente con Networker



Nota. De El valor económico de Data Domain, 2017, Vinny Choinski & Jason Buffington, The Enterprise Strategy Group, Inc. (https://news.america-digital.com/wp-content/uploads/2017/01/1_ES_ISG_1_ESG-White-Paper-The-Economic-Value-of-Dell-EMC-Data-Domain.pdf)

En cuanto a todos los clientes analizados, se observó una tasa de deduplicación de 41:1 en promedio. Incluso el cliente con la tasa de deduplicación más pequeña que pudo observarse, de aproximadamente 9:1, pudo proteger casi 92 PB de datos utilizando solo 10 PB de capacidad. Este cliente se identifica en el último punto de datos en el lado derecho de la figura.

Asimismo, en su informe, ESG rescata la siguiente conclusión:

En función de una auditoría de los datos de campo recopilados en más de 15,000 ambientes de producción, ESG ha confirmado que la combinación del hardware Dell EMC Data Domain y del software Data Protection Suite reduce entre un 57 % y un 81 % el costo de capacidad de protección, en comparación con los ambientes Data Domain que utilizan un software de respaldo de la competencia. Sería bueno que las organizaciones que dudan en invertir en Dell EMC Data Domain debido al “precio” vuelvan a considerar los beneficios económicos a lo largo del tiempo, lo que incluye el costo de reducir la pérdida de datos y el tiempo fuera, y de mejorar el rendimiento y, lo más importante, incluye un costo de protección menor a un centavo por GB por mes (Choinski & Buffington, 2017, p. 13).

2. CAPACIDAD DE GESTIÓN

Haber pasado por diferentes campos de aplicación como gestión de proyectos y operaciones, desarrollo de sistemas de información, venta de productos y servicios de TI, entre otros, me ha permitido obtener un bagaje amplio de conocimiento respecto a la carrera de ingeniería de sistemas en sus diferentes etapas y diversos rubros empresariales.

El haber podido compartir con diferentes equipos con amplia diversidad, ha sido una gran oportunidad para poder aplicar mis conocimientos de gestión asequible, pero a la vez mostrando un liderazgo firme, que me permitía transmitir seguridad a los miembros de mi equipo.

Gestión asequible y empática hacia mi equipo de modo que sientan confianza para acudir a mí, ante algún problema que puedan estar enfrentando durante el proyecto, y donde sientan que sus ideas son escuchadas y tomadas en cuenta como parte del trabajo en equipo, para poder desenvolverse en un ambiente profesional enriquecedor, fluido y seguro, pero a la vez emitiendo un liderazgo firme, en el cual el equipo sentía que contaba con una líder capaz de solucionar problemas, así como capaz de defender sus objetivos y tomar decisiones si se percibía algún riesgo o inconveniente durante la ejecución del proyecto, todo esto haciendo uso de una comunicación asertiva y de inteligencia emocional, lo cual facilitaba de una manera importante la negociación y la resolución de conflictos.

Por otra parte, el fortalecimiento continuo de estas habilidades de liderazgo, no solo me ayudó a integrar mejor el trabajo interdisciplinario del equipo, sino también, a tomar decisiones más acertadas que contribuyeron a maximizar los resultados del proyecto, teniendo en cuenta los objetivos del mismo.

A continuación, se muestra en la Tabla 2.1, una lista de diversos retos y soluciones aplicadas en los proyectos llevados a cabo en "La Entidad" y el "Banco" en el año 2021, abarcando desafíos de gestión, financieros, y técnicos:

Tabla 2.1*Retos y soluciones enfrentados en los proyectos presentados en el informe*

Año	Empresa	Objetivo	Reto	Solución	Indicador	Resultado
Retos de Gestión						
2021	La Entidad	Capacitación técnica del área usuaria de TI	Diferentes estilos de aprendizaje/ Pandemia	Adecuación de la Metodología de capacitación (Grabación de videos en línea.)	Tiempo real en capacitación vs. tiempo requerido en bases.	Acta de conformidad de la Capacitación de usuarios de TI firmada.
2021	La Entidad	Configuración remota del software de solución	Nos habiliten un acceso seguro para trabajo remoto	Presencia local para habilitar el acceso.	Tiempo de configuración del VCF.	Acta de conformidad de configuración del VCF firmada.
2021	La Entidad	Cumplir con las fechas de entrega de equipos	Aprobación de solicitud de cambio en la entrega de equipos.	Adecuada gestión de solicitud de cambio	Estado de la solicitud de cambio, identificado como riesgo	Solicitud de cambio aprobada
2021	La Entidad	Permanencia del personal en el Proyecto y/o Empresa	Mantener la motivación del personal en época de pandemia (*)	Medidas de protección como: Pruebas semanales de COVID / uso de mascarillas, alcohol para desinfección, Programa virtual de ejercicios	% de avance del proyecto	Culminación exitosa del proyecto, cuyas evidencias se encuentran en las actas de conformidad
Retos Financieros:						
2021	La Entidad	Culminar con el proyecto con una utilidad mínima. del 20%	Afrontar la incertidumbre ocasionada por el Gob.: Afectación del T.C.	Id. Riesgo (Aplicar reserva de contingencia)	Margen de Utilidad del proyecto	Proyecto culminado con utilidad >= al 20%
Retos Técnicos/Gestión						
2021	Banco	Realizar la POC	Resistencia al cambio, en diferentes áreas	Involucramiento de los stakeholders.	Nro. de pruebas exitosas de respaldo	Conformidad de las pruebas para iniciar implementación.

(*) Considerar la situación ad-hoc por la que atravesaba el país.

Para "La Entidad", los desafíos incluyeron la implementación de infraestructura moderna, capacitación técnica durante la pandemia, configuración remota de software, cumplimiento de fechas de entrega de equipamiento y la motivación del personal, con soluciones que abarcan la participación de interesados, adecuación de metodologías de capacitación, presencia local, gestión

de solicitudes de cambio, y adopción de medidas de seguridad, respectivamente. Financieramente, el reto fue culminar el proyecto con una utilidad mínima del 20% ante la incertidumbre gubernamental, utilizando la reserva de contingencia como solución.

Para el "Banco", los retos técnicos y de gestión se centraron en realizar una POC y la implementación de una solución de respaldo, enfrentando la resistencia al cambio y la obsolescencia de equipos, con soluciones que incluyeron la participación de stakeholders y apoyo en la actualización de equipos. Estos proyectos, marcados por la situación ad-hoc del país, lograron resultados satisfactorios como la culminación exitosa y la conformidad en las pruebas para iniciar implementaciones.

3. APRENDIZAJE CONTINUO

Dado que mi experiencia profesional se inició en el año 2000, realizando actividades de análisis, diseño, desarrollo y mantenimientos de Sistemas de Información para diferentes consultoras, como Sygnus S.A., J. Evans, Commit S.A., Royal Systems S.A.C., entre otras empresas peruanas del rubro de Tecnologías de la Información, formando parte de equipos multidisciplinarios con un objetivo común, me permitió desarrollar habilidades de trabajo en equipo, como la comunicación asertiva a todo nivel y la gestión de las actividades bajo presión.

Asimismo, desarrollé mis conocimientos de análisis y desarrollo de sistemas con herramientas Cliente – Servidor, como el Lenguaje de Programación Power Builder sobre plataformas de bases de datos Oracle y Ms SQL Server, tecnología vigente en esa época. El manejo de estas herramientas me permitió participar en proyectos con clientes importantes en el país, como en el Sistema Nacional de Pensiones (SNP), logrando mantener y optimizar los procesos de este sistema en el área de Calificaciones, entre otras.

Posteriormente, en aras de desarrollar otras habilidades dentro de la carrera de Ingeniería de Sistemas, hice un giro, pasando al área comercial de TI, donde obtuve mayores conocimientos técnicos de hardware y servicios de TI, enfocados a la línea de almacenamiento de información.

Asimismo, es importante mencionar que tuve la oportunidad de constituir una empresa en tres oportunidades. La primera, MR2-Solutions S.A.C., en el rubro de tecnología de información, donde desarrollé mis capacidades de liderazgo por tratarse de una empresa propia, siendo la actividad principal de la empresa, el outsourcing de recursos humanos para áreas de desarrollo de TI. En este proceso tuve la oportunidad de desarrollar nuevas habilidades para el reclutamiento de personal, evaluar hojas de vida y perfiles de profesionales de TI, investigar sobre las diferentes tecnologías de desarrollo para la época, mapeando requerimientos empresariales con habilidades de los recursos, de modo que pude cumplir con brindar recursos y servicios garantizados generando confianza en los clientes.

La segunda empresa propia fue una agencia de viajes, EKA TRAVEL, en la que tuve la oportunidad de conocer otros campos de acción, como el manejo de plataformas utilizadas para acceder y reservar los servicios que otorga una agencia de viajes, conocimiento de herramientas de marketing para captar nuevos clientes y mantenerlos, labores administrativas y ventas. Realizar

tareas en todos estos campos al lado de mis colaboradores, me permitió fortalecer el trabajo en equipo con un personal muy reducido pero muy satisfactorio.

La experiencia obtenida y mencionada anteriormente, sumada a la creciente demanda en el mercado de TI, donde los clientes necesitan procesos más ágiles y flexibles dando entrada a la automatización y digitalización como parte de un proceso de transformación digital, me permitieron formar una tercera empresa familiar en el área de tecnologías de información, Zenware E.I.R.L. Esta empresa tiene la visión de ser uno de los mejores partners del país, reconocidos en el sector de TI, abocado a ofrecer soluciones de última generación como los son en la actualidad, la digitalización, la virtualización, infraestructuras hiper convergentes, entre otras, todas orientadas a enfrentar los retos del mercado actual. En esta empresa, mi enfoque estuvo en el área de operaciones inicialmente, y posteriormente, al darse el crecimiento del equipo, me incorporé al área de gestión de proyectos, tal es así, que mis últimos años de experiencia, estuvieron avocados en el rol de supervisión de proyectos de infraestructura, cuyas propuestas de solución se relacionan con la tecnología que se describe a lo largo del presente informe.

Por otro lado, para afianzar mis conocimientos de Gestión de Proyectos y aplicarlos en aras de una mejora continua de la empresa, seguí el curso de Gestión de Proyectos, orientado a la metodología del Project Management Body of Knowledge (PMBOK), desarrollado por el Project Management Institute (PMI), el cual me ha permitido gestionar de manera óptima factores importantes en un proyecto, como los son el tiempo, los costos y la calidad del proyecto.

En la actualidad, continúo capacitándome para tomar mejores decisiones en la empresa, optimizar los procesos y recursos de la misma y aumentar los márgenes de rentabilidad. Es por ello que estoy cursando actualmente la Maestría de Ciencias Empresariales con mención en Gestión de Proyectos en la Universidad San Ignacio de Loyola, la cual permite enriquecerme de las experiencias de maestros y compañeros profesionales que ejercen en distintas áreas de negocio en distintos rubros empresariales.

Considero es importante mencionar, que tanto los estudios que estoy realizando en la actualidad y los emprendimientos convencionales que he logrado constituir a lo largo de mi experiencia profesional han sido de utilidad para reforzar conceptos y tendencias descritos a continuación:

- **Un startup:** es una empresa que busca crecer rápidamente a través de la innovación con tecnología avanzada. Los startups no solo tienen como objetivo aumentar su rentabilidad sino también crear un negocio sostenible, enfocándose en la investigación y desarrollo, para obtener un producto diferenciado en el mercado. Los startups suelen replicar ideas de negocios existentes, pero con el concepto de tecnología avanzada; esto nos permite evolucionar como sociedad en un mundo moderno.

La diferencia entre un startup y una empresa de estructura tradicional se basa en la estructura de financiación y el ciclo de vida propio del negocio. Mientras que una empresa tradicional se concentra en conseguir la mayor parte del capital al inicio del negocio, un startup lo realiza en etapas posteriores, con las denominadas rondas de financiación (Escartín et al., 2020, pp. 13-21).

- **Lean Startup,** es una metodología enfocada en el sector emprendedor, la cual propone lanzar un Startup, a modo de experimento, antes de crear una empresa, permitiendo buscar un modelo de negocio rentable. Es un proceso continuo que consta de crear productos, medir la reacción de los clientes y aprender de este producto. El objetivo es aprender que elementos de la estrategia funcionan y conocer qué es lo que quiere el consumidor, para ir descubriendo un modelo de negocio viable y sobre todo rentable. (Llamas Fernández, F. J. & Fernández Rodríguez, J. C., 2018, p. 86)
- A continuación, mencionaré algunas tecnologías habilitadoras importantes en el marco de la Industria 4.0 para la generación de nuevos modelos de negocios que son disruptivos en el mercado:
 - **Cloud Computing,** tecnología que permite transferir los datos a alta velocidad, los almacena y gestiona con una alta capacidad de respuesta, asimismo, asegura la disponibilidad de la información desde cualquier parte del mundo a través de un acceso a internet (Peralta-Abarca et al., (2021), p. 1-7).
 - **Big Data y análisis,** Es una tecnología que aprovecha la ingesta de datos y su procesamiento masivo para aplicar una analítica avanzada, útil para la toma de decisiones. Este concepto lleva embebido la tecnología cloud, robots autónomos, simulación, entre otras tecnologías, para el logro de sus funciones (Peralta-Abarca et al., (2021), p. 1-7).

- **Machine Learning**, esta tecnología utiliza los datos para hacer un aprendizaje automático de los mismos y crear modelos que aprendan de los datos, y que estos se hagan cada vez más rápidos y precisos (Peralta-Abarca et al., (2021), p. 1-7).
- **Inteligencia Artificial**, esta tecnología abarca la recolección creciente de datos (big data), el uso de algoritmos para procesarlos y la interconexión masiva de sistemas y dispositivos digitales (Peralta-Abarca et al., (2021), p. 1-7).

Un caso de uso de inteligencia artificial se aplica a la predicción de baja de clientes, cuyo objetivo consiste en anticipar la baja de cliente para una correcta toma de decisiones. En este caso de uso se usan las técnicas: Data mining, Machine learning y regresiones logísticas que en base a probabilidades apoyan la toma de decisiones con tiempo de anticipación. Se aplica en empresas comerciales y aseguradoras, donde, donde se justifica la relación, captar un cliente es 7 veces más costoso que retener uno (Universidad Europea online, 2021).

- **Internet de las Cosas (IoT)**, esta tecnología permite conectar los dispositivos físicos con Internet y así poder obtener un reporte de estos datos para realizar procesos de manera más eficiente y productiva. Cada vez se crean dispositivos más inteligentes y autónomos (Peralta-Abarca et al., (2021), p. 1-7).

Un ejemplo sobre IoT, se encuentra en el Servicio de Paquetería de United Parcel Service (UPS) de Estados Unidos. Donde UPS cuenta con un proceso logístico inteligente de entrega de paquetes. Este se alimenta de información del entorno a través de dispositivos inteligentes como sensores, que capturan información del clima, el tráfico, velocidad del vehículo, ubicación, entre otros factores, para optimizar, tiempos (ruta óptima), costos (combustible) y calidad en el servicio de entrega de paquetes, aplicado al rastreo, cálculos de gastos de envío, entre otros (Caso de éxito UPS: El gigante mundial de logística y mensajería, 2022)

- **Ciberseguridad**, a medida que aumenta la conectividad y avanza la transformación digital, los sistemas se vuelven más valiosos y más vulnerables y se corre el riesgo de accesos no autorizados, por ello se requiere el desarrollo continuo de algoritmos y/o herramientas informáticas para la detección de patrones en tiempo real, que puedan poner en riesgo la operatividad de la industria (Peralta-Abarca et al., (2021), p. 1-7).

- **La Digitalización**

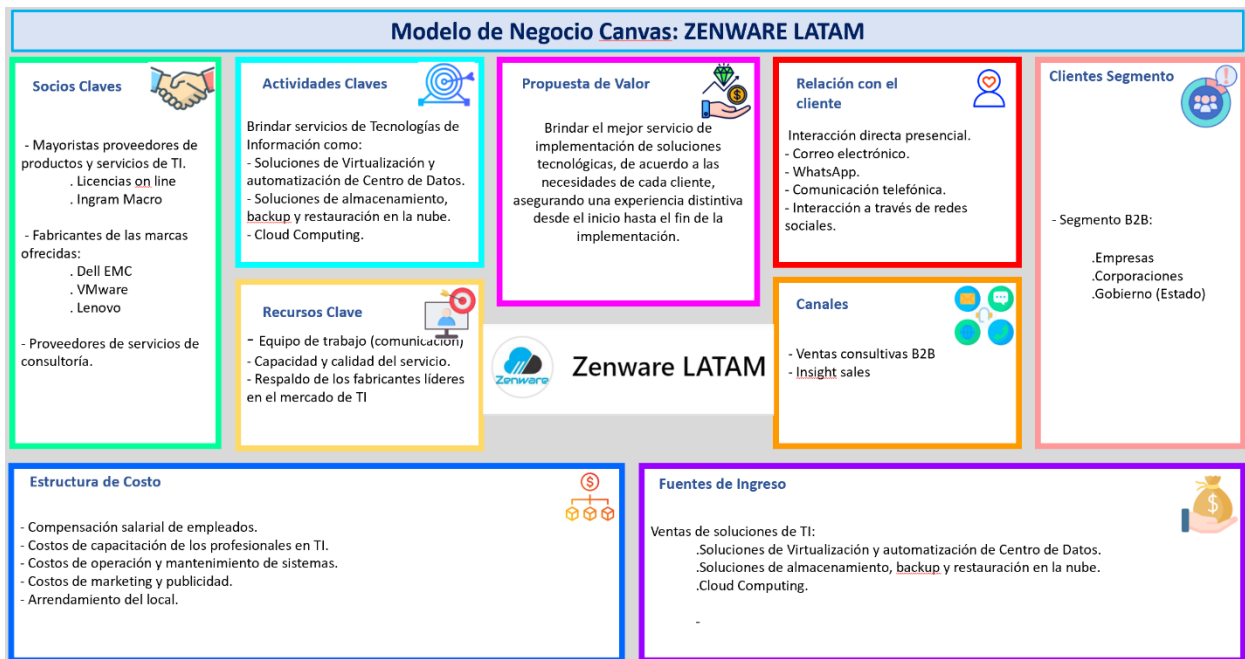
Consiste en aplicar tecnologías digitales en un modelo de negocio que busca incrementar ingresos y valor, sin embargo, la digitalización no solo es un concepto tecnológico, implica también un cambio en los procesos del negocio, lo que empuja a las empresas a invertir en talento, lo que cual implica todo un cambio cultural empresarial y social (Muñoz, 2017).

- **Business Modelo Canvas**

Canvas es un modelo visual que nos permite presentar el modelo de negocio de una empresa. La Figura 3.1 muestra el modelo Canvas de la Empresa Zenware Latam, encargada de los proyectos descritos en el presente informe.

Figura 3.1

Modelo de Negocio Canvas de la empresa Zenware Latam



4. CONDUCTA ÉTICA

Luego de haber revisado el Código de Ética y Conducta Profesional de ACM, los principios éticos generales, las responsabilidades profesionales, los principios de liderazgo profesional y los principios implicados en el cumplimiento del código, se puede resumir que el código está diseñado para guiar la conducta ética de los profesionales de la Informática y debemos tomarlo como base para corregir posibles infracciones que se manifiesten durante el flujo de las actividades que realizamos para el cumplimiento de nuestros objetivos. En este contexto, las labores que he venido realizando se alinean a los principios del código de ética, de la siguiente manera:

En cada entrega de solución de TI, se da a conocer a cada cliente, todas las ventajas y desventajas que conlleva la adquisición e implementación de la nueva solución, se le brinda toda la información que concierne a la solución adquirida, en cuanto a bienes tangibles y no tangibles. Asimismo, se orienta al cliente, sobre la viabilidad operativa de sus recursos informáticos heredados para evitar que estos colapsen durante su operatividad y puedan dañar la nueva solución, alineándonos al principio ético, ser honesto y confiable.

Al inicio de cada negocio o proyecto se firma un contrato donde se consignan temas de confiabilidad y privacidad respecto a la información del cliente, donde nos comprometemos a velar por la información a la que tendremos acceso, que en muchos casos es información sensible del cliente. De este modo nos alineamos al principio de confidencialidad del código de ética.

En la empresa donde laboro actualmente, se realizan capacitaciones sobre conductas de ética, la importancia de los valores, el manejo de conflictos de interés, discriminación prejuiciosa basada en la edad, sexo, género, orientación sexual, nacionalidad o cualquier otro factor, sobre el acoso, incluido el acoso sexual, la intimidación y abuso de poder, considerando todos los aspectos normativos y legales a tener en cuenta para el cumplimiento del código de ética, para no afectar, los resultados de los proyectos y cumplir con los objetivos.

En mi experiencia profesional he atravesado por situaciones que han confirmado mis valores morales y éticos y la convicción que tengo sobre ellos. Hace algunos años tuve la oportunidad de participar en un concurso de selección de proveedores de un cliente, del cual no mencionare su nombre por confidencialidad. En el transcurso del proceso de selección, establecí amistad con una de las personas que encabezan el equipo de selección del proveedor de ese proyecto y me comentó que, si deseaba ser seleccionada como proveedor para trabajar con el

cliente, el camino sería más seguro si realizaba una contribución económica a la empresa. Mi decisión fue clara y tajante. Agradecí el “consejo” de esta persona y le indique que parte de mi profesionalismo implicaba el seguir las reglas establecidas, lo cual debería considerarlo como un valor agregado de mi persona, si optaba por mis servicios, dado que le estaba demostrando en ese mismo momento que era una persona que no iba a arriesgar la integridad de su empresa a ningún costo. El resultado fue que eligieron mi empresa como proveedor, y a la fecha mantenemos una relación muy cordial con el cliente.

Una situación similar viví en uno de los proyectos que presento en mi sustentación. Tenía acceso a mucha información sensible de ciudadanos de a pie, debido a que tenía acceso a la base de datos que contaba con información de multas emitidas, entre otros. Por temas cotidianos, mi entorno amical estaba al tanto del proyecto que estaba liderando y del cliente al cual le estaba brindando servicios. Un día tuvimos una reunión social, a la cual asistió un amigo que me pidió conversar un momento en privado. En confianza, accedí a su pedido, y grande fue mi sorpresa cuando me pidió el inmenso favor de que eliminara de la base de datos de mi cliente una multa a la que había sido sometido por una infracción que había cometido. Tratando de disimular mi incomodidad, le dije cordialmente que el hacer eso iba en contra de mis principios, no sólo laborales sino personales, y procedí a incorporarme con el resto de mis amigos. Lamentablemente, este amigo se ofendió por no haber accedido a este pedido suyo, y a la fecha no mantenemos contacto.

5. LECCIONES APRENDIDAS

A lo largo de mi trayectoria profesional, he atravesado por diferentes situaciones que me han permitido observar y enriquecer mis conocimientos obtenidos en esta casa de estudios, así como también me han permitido obtener un importante crecimiento a nivel personal. He tenido la oportunidad de enfrentarme a diferentes tipos de retos empresariales, los cuales, gracias a la sólida base obtenida en mis años de estudio en mi querida Universidad de Lima, he podido enfrentar con éxito. Soy una convencida de que es muy importante contar con una educación de alto nivel para poder desarrollar posteriormente de manera natural las habilidades gerenciales que permitirán gestionar exitosamente las tareas y proyectos que se tengan a cargo.

Sin dejar de lado que también considero que es muy importante el apetito voraz que uno debe tener por seguir aprendiendo y cultivándose de manera autónoma, presento los aprendizajes más relevantes que he podido absorber a la fecha en mi desarrollo profesional:

- El líder de equipo debe tener suficiente entereza y madurez para decidir en base a su propio criterio, sin dejarse influenciar por presiones externas con las cuales no coincida, considerando siempre la opinión de su equipo. Tal es así, que dentro del equipo de trabajo se debe mantener una comunicación transparente y fluida, de modo que todos estén alineados con la estrategia a seguir, y asegurar que la misma se cumpla.
- Es importante dimensionar adecuadamente el proyecto, en sus principales aristas, costo, tiempo y alcance, considerando riesgos de tipo técnico, de gestión, económicos, comercial, externos, de experiencia previa y los que se van identificando a lo largo de cada proyecto, como fue el caso de la pandemia y las implicancias que trajo el cambio de gobierno. Asimismo, debemos reconocer que el gold plating es una mala práctica que los clientes suelen solicitar en el transcurso del proyecto. Un líder de proyecto debe contar con las habilidades blandas y gerenciales suficientemente adecuadas para poder mantener el control del proyecto dentro de los alcances establecidos al inicio del mismo.
- En cuanto a la comunicación con los miembros del equipo y los stakeholders, es importante planificar una estrategia de comunicación, ejecutarla y controlarla, desde el inicio hasta el fin del proyecto, para asegurar que el flujo de la información entre ellos sea eficaz y eficiente,

eliminando las brechas de las expectativas de cada uno de ellos respecto al alcance y objetivos del proyecto.

- La forma de comunicar nuestras ideas, nuestros sentimientos, es sumamente importante para poder tener llegada a nuestro receptor y transmitir el mensaje que queremos entregar. Incluso el lenguaje corporal influye mucho en lo que queremos comunicar. Como líderes, si mostramos empatía e interés en nuestra manera de comunicarnos, así como apertura a recibir opiniones distintas a las nuestras, es bastante probable que seamos escuchados y considerados. Es muy importante también aprender a escuchar, sin interrumpir a nuestro(s) colocutor(es) ya que les damos la oportunidad de expresar sus ideas y sentirse incluidos, también es importante, realizar consultas sobre lo que se nos ha expuesto. Si damos apertura a nuestro interlocutor, es bastante probable que recibamos la misma apertura de parte suya. En este contexto, el desarrollo de las habilidades blandas es sumamente importante para poder lograr una comunicación asertiva tanto en el ámbito profesional como en el laboral.
- El desarrollo continuo de las habilidades directivas, interpersonales y grupales es muy importante para enfrentar todo tipo de situaciones, con diferentes equipos de trabajo y a todo nivel, sobre todo en la actualidad, en la que los grupos se han vuelto más diversos y necesitan de inclusividad.
- Contar con un equipo altamente especializado en la implementación del proyecto, que genere confianza y tranquilidad al cliente, garantizando la continuidad y termino exitoso del proyecto. Un proyecto desarrollado en base a confianza y tranquilidad aumenta la posibilidad de fidelizar al cliente.
- En cuanto a la capacitación de usuarios en el cliente, es importante contar con material disponible en cualquier momento (sesiones de entrenamiento grabadas) de modo que los trabajadores que no hayan tenido la oportunidad de participar en dichas sesiones, o trabajadores que quieran revisar nuevamente lo dictado tengan la opción de hacer la consulta del mismo, en el momento que ellos consideren necesario. De esta manera se reduce de manera importante el tiempo invertido por el capacitador, dejando de manera permanente material de entrenamiento dinámico para el cliente.
- Es importante poder contar con un marco de referencia o metodología de trabajo que te permita entregar una propuesta integral y ordenada al cliente, de tal manera que se eviten problemas futuros al intentar hacer cambios en los procesos del negocio. Esta recomendación es válida en todo campo de acción, desarrollo de sistemas de información, implementación de arquitecturas de TI, capacitaciones, etc.

- Es importante, identificar y documentar las lecciones aprendidas, positivas o negativas, que se dieron durante la implementación de cada proyecto, a fin de contar con un repositorio de lecciones aprendidas que permitan ser consultadas y tomadas como fuente de apoyo para brindar solución a proyectos futuros.

6. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Appliance:** dispositivo hardware donde se instala una aplicación software. Este suele ser compatible con software de distinto fabricante y están optimizados para ofrecer almacenamiento, conectividad a las aplicaciones y fácil gestión del propio dispositivo. (Zubieta, 2019, s.p.)
- **Cluster Extendido o Ampliado (Stretched Cluster):** Los clústeres ampliados extienden el clúster de vSAN de un solo sitio a dos sitios para obtener un mayor nivel de disponibilidad y de equilibrio de carga entre sitios. Se implementan en entornos donde la distancia entre los centros de datos es limitada, por ejemplo, entornos metropolitanos o de campus. (Vmware, 2017).
- **Corporate compliance:** Conjunto de prácticas óptimas y procedimientos eficientes, los cuales se aplican con el fin de identificar los riesgos relacionados a las operaciones, producciones y aspectos legales al interior de la empresa, estableciendo mecanismos internos de prevención, gestión y control de los mismo (EDEU, 2017).
- **Dell Elastic Cloud Storage (Dell EMC ECS):** Es una plataforma de almacenamiento de objetos definida por software, compatible con IPv6 y a escala de nube que ofrece servicios de almacenamiento S3, Atmos, CAS, Swift, NFSv3 y HDFS en una sola plataforma moderna, que permite consumir servicios de nube pública con la confiabilidad y el control de una infraestructura de nube privada (Dell Technologies, 2021).
- **Fibra oscura:** Enlace de Fibra óptica no utilizada (Sádaba, 2008).
- **FlexPod:** Arquitectura prediseñada, integrada y validada que combina servidores Cisco Unified Computing System (Cisco UCS), la familia de switches Cisco Nexus, switches estructurales Cisco MDS y cabinas de almacenamiento de NetApp en una sola arquitectura flexible, diseñadas para ofrecer alta disponibilidad sin puntos únicos de error (NetApp, s.f.)
- **Hipervisor:** Es una herramienta software diseñada para crear y ejecutar varias máquinas virtuales en una única máquina física (AWS, s.f.)

- **Host Testigo (conocido como Witness):** Cada clúster ampliado está formado por dos sitios y un host testigo. El host testigo sirve como factor determinante cuando se debe tomar una decisión en relación con la disponibilidad de los componentes del almacén de datos, cuando se pierde la conexión de red entre dos sitios. Este reside en un tercer sitio y contiene los componentes testigo de los objetos de la máquina virtual. Solo contiene metadatos, y no participa de las operaciones de almacenamiento (Vmware, 2017).
- **LUN (Número de Unidad Lógica):** Almacenamiento virtual al que se puede otorgar o denegar acceso para un determinado servidor con una conexión física al dispositivo de almacenamiento subyacente. Los LUN se utilizan para identificar los dispositivos SCSI, como los discos duros externos que se conectan a una computadora. A cada dispositivo se le asigna un número de LUN que funciona como su dirección única (Dell Technologies, s.f.)
- **Metadatos:** La definición más concreta de los metadatos es qué son “datos acerca de los datos” y sirven para suministrar información sobre los datos producidos. Los metadatos consisten en información que caracteriza datos, describen el contenido, calidad, condiciones, historia, disponibilidad y otras características de los datos (Gob.pe, s.f.)
- **Nodo:** Un nodo es un punto de conexión de red que puede recibir, enviar, crear o almacenar datos. Es esencialmente cualquier dispositivo de red (computadoras, impresoras, módems, puentes o conmutadores) que puede reconocer, procesar y transmitir información a otro nodo de red (IBM, 2024).
- **OEM - Fabricante de equipos originales:** Las licencias OEM se venden en paquete con el hardware y presentan la limitación de que solo se pueden utilizar en el hardware específico. (Dell Technologies, 2022).
- **SAN (Red de Área de Almacenamiento):** Una SaN es una red dedicada que se adapta a un entorno específico y combina servidores, sistemas de almacenamiento, conmutadores de red, software y servicios (IBM, s.f.)
- **SDDC (Centro de Datos Definido por Software):** El centro de datos definido por software (SDDC) proporciona distintos tipos de funcionalidades, en las que las funciones más complejas se generan en la infraestructura subyacente (Vmware, 2019).

- **SLA (Acuerdo de Nivel de Servicio):** Un SLA es un contrato entre un proveedor de servicios y un cliente que define el servicio que se proporcionará y el nivel de rendimiento que se esperará. Un SLA también describe cómo se medirá y aprobará el rendimiento, y qué sucede si no se cumplen los niveles de rendimiento (IBM, s.f.)

REFERENCIAS

- Arias, A. (2015). *Computación en la Nube*. (2.a ed.). IT Campus Academy.
<https://es.scribd.com/read/313905287/Computacion-en-la-Nube#>
- AWS. (s.f.). ¿Qué es el aprendizaje automático? <https://aws.amazon.com/es/what-is/machine-learning/>
- AWS. (s.f.). ¿Qué es un hipervisor? <https://aws.amazon.com/es/what-is/hypervisor/#:~:text=Un%20hipervisor%20es%20un%20software,operativo%20y%20de%20aplicaciones%20propios.>
- Brookwood, N. (2020). *Centros de datos increíblemente minúsculos: Cómo la Infraestructura Hiper convergente (HCI) simplifica la TI y abarata costos*. Insight 64.
<https://www.amd.com/system/files/documents/hci-whitepaper-es.pdf>
- Caso de éxito UPS: El gigante mundial de logística y mensajería. (2022).
<https://www.casosexitosos.com/logistica/ups-caso-de-exito/>
- Chafra-Altamirano, J. F., Escobar-Terán, C. E., Silva, S., & Córdova, R. (2017, diciembre). Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software. *Revista científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 1(5), 524-546. <https://doi.org/10.26820/recimundo/1.5.2017.524-546>
- Choinski, V. & Buffington, J. (2017). El valor económico de Data Domain. Enterprise Strategy Group. https://news.america-digital.com/wp-content/uploads/2017/01/1_ES_ISG_1_ESG-White-Paper-The-Economic-Value-of-Dell-EMC-Data-Domain.pdf
- Choinski V. & Buffington J. (2017), *Informe técnico: El valor económico de Data Domain*. The Enterprise Strategy Group, Inc. Revista América digital. https://news.america-digital.com/wp-content/uploads/2017/01/1_ES_ISG_1_ESG-White-Paper-The-Economic-Value-of-Dell-EMC-Data-Domain.pdf
- Dell Technologies. Documentación técnica. (2021, febrero). Visión general y arquitectura de ECS. <https://www.delltechnologies.com/asset/es-co/products/storage/industry-market/h14071-ecs-architectural-guide-wp.pdf>
- Dell Technologies. (s.f.) Sistemas de almacenamiento de Dell EMC Guía del producto de la función de nodo metro de PowerStore y Unity XT.
https://www.dell.com/support/manuals/es-es/dell-emc-metro-node/vplex_pub_product_guide/n%3%bamero-de-unidad-l%3%b3gica-lun?guid=guid-bfbafbe3-cc91-42c2-92b3-3bc3c5fd258c&lang=es-mx

- Dell Technologies. (2022). Windows Server: Licencia OEM de Dell.
<https://www.dell.com/support/kbdoc/es-pe/000175471/windows-server-licencia-oem-de-dell>
- EDEU – Escuela de Especialización Universitaria. (2017). Escuela de Negocios. ¿Qué es el compliance y porqué lo necesitamos? <https://edeuformacion.com/que-es-el-compliance-y-por-que-lo-necesitamos/>
- Entidad del gobierno moderniza servicios para comunidad en el exterior. Ministerio de Relaciones Exteriores. Industry: Sector público. (2020).
<https://www.vmware.com/es/company/customers/index/fullpage.html?path=2020/vmware-entidad-del-gobierno-moderniza-servicios-para-comunidad-en-el-exterior-es>
- Escartín, D., Marimon A., Rius A., Vilaseca X., & Vives Á. (2020, setiembre). Startup: Concepto y ciclo de vida. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 30, 13-21.
- Gartner. (2024). Tecnologías de la Información. Glosario de Tecnologías de Información.
<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digitalization>
- Gob.pe. Infraestructura de Datos Espaciales (s.f.) ¿Qué son los Metadatos?
<https://www.geoidep.gob.pe/catalogo-metadatos/que-son-los-metadatos>
- Hewitt, J., Dawson, P., & Palmer, J., & McArthur, J. (2019, noviembre). Cuadrante Mágico para infraestructuras de hiperconvergencia. Gartner.
<https://www.gartner.com/technology/media-products/reprints/nutanix/1-1XWQNEQN-ESL.html>
- Hiperconvergencia. (2021). <https://nexta.biz/infraestructura/vmware/hiperconvergencia/>
- IBM. (2024) ¿Qué es la computación en red? <https://www.ibm.com/mx-es/topics/networking>
- IBM. (s.f.) ¿Qué es una red de área de almacenamiento (SAN)? <https://www.ibm.com/es-es/topics/storage-area-network>
- IBM. (s.f.) ¿Qué es un SLA (acuerdo de nivel de servicio)? <https://www.ibm.com/mx-es/topics/service-level-agreement>
- Industria que mejora sus procesos con la actualización de su centro de datos. (2022).
<https://www.integrit.com.pe/2020/06/19/industria-que-mejora-sus-procesos-con-la-actualizacion-de-su-centro-de-datos/>
- Llamas Fernández, F. J. & Fernández Rodríguez, J. C. (2018). *La metodología LeanStartup: desarrollo y aplicación para el emprendimiento*. Revista EAN, 84, 79-84.
<https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/1918/1735>
- Microsoft SQL Server para entornos híbridos y multinube. (2023). VMware.
<https://www.vmware.com/latam/solutions/business-critical-apps/sql-virtualization.html>
- Muñoz, A. P. (2017). La digitalización y la economía global. Visión general. ICE, Revista de Economía, (897).

- NetApp. (s.f.) Información general de Flex Pod. https://docs.netapp.com/es-es/flexpod/security/security-ransomware_flexpod_overview.html
- Oracle en entornos híbridos y multi-cloud de VMware. (2023). VMware. <https://www.vmware.com/latam/solutions/business-critical-apps/oracle-virtualization.html>
- Peralta-Abarca, J. del C., Martínez-Bahena, B., & Enríquez-Urbano, J. (2021). Industria 4.0. *Inventio*, 16(39), 1–7. <https://doi.org/10.30973/inventio/2020.16.39/4>
- Sádaba Rodríguez, I. (2008). La fibra oscura de un mundo nuevo: Entrevista con Geert Lovink. *Círculo de Bellas Artes*. <http://www.circulobellasartes.com/revistaminerva/articulo.php?id=277>
- Universidad Europea Online. (2021, abril). Casos de uso reales de inteligencia artificial y gestión de información de compañías. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=5vhKSv1blXw>
- University of Bristol Unlocks Global Opportunities with VMware Cloud Foundation. (2021). <https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/customers/vm-w-university-of-bristol-customer-case-study.pdf>
- VMware Cloud Foundation: La Transición más sencilla a la cloud híbrida. (2018, agosto). <https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/es/pdf/whitepaper/products/vmware-cloud-foundation-whitepaper.pdf>
- VMware Cloud on AWS. s.f. <https://vmc.vmware.com/infrastructure/aws/overview>
- VMware Docs by Broadcom. (2017). Host Testigo. <https://docs.vmware.com/es/VMware-vSphere/6.5/com.vmware.vsphere.virtualsan.doc/GUID-1BDC7194-67A7-4E7C-BF3A-3A0A32AECA9.html>
- VMware Docs by Broadcom. (2019). vRealize Suite. Centro de datos definido por software. <https://docs.vmware.com/es/VMware-vSphere/6.5/com.vmware.vsphere.virtualsan.doc/GUID-1BDC7194-67A7-4E7C-BF3A-3A0A32AECA9.html>

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo A., *Propuesta de Implementación de tecnología sandbox en una entidad financiera para la prevención de presencia de ransomware en la red interna y mitigación de incidentes* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero informático y de sistemas. Repositorio Institucional de la Universidad San Ignacio de Loyola].
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3231fa83-15c7-4c33-84af-ae7dd8c6f8e4/content>
- Dell EMC Poweredge R740xd. (2017). Dell EMC. https://i.dell.com/sites/csdocuments/Shared-Content_data-Sheets_Documents/es/la/PowerEdge-R740xd-Spec-Sheet-LATAM-Spanish.pdf
- Dell EMC Poweredge R640. (2017). Dell EMC. <https://i.dell.com/sites/doccontent/shared-content/data-sheets/es/Documents/PowerEdge-R640-Spec-Sheet-LATAM-Spanish.pdf>
- Dell EMC Data Domain Operating System. (2018). Dell EMC.
<https://www.delltechnologies.com/asset/es-pe/products/data-protection/technical-support/h6811-datadomain-ds.pdf>
- Herrera L., & Martínez L., (), Definición de un Acuerdo de Nivel de Servicio que incorpore parámetros y métricas de QoS y QoE. *Revista II*. 7(2). 212. SSN 1692 - 1798
- Ready Nodes de Dell para vSAN. (2023). VMware.
<https://www.delltechnologies.com/es-pe/converged-infrastructure/hyper-converged-infrastructure/vsan-ready-nodes.htm>
- Red de área de almacenamiento SAN. (2023). VMware.
<https://www.vmware.com/es/topics/glossary/content/storage-area-network-san.html>
- VMware Docs by Broadcom. (2017). Introducción a los clústeres ampliados.
<https://docs.vmware.com/es/VMware-vSphere/6.5/com.vmware.vsphere.virtualsan.doc/GUID-1BDC7194-67A7-4E7C-BF3A-3A0A32AECA9.html>
- VMware vSAN. (2019, diciembre)
<https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/es/pdf/products/vsan/vmware-vsan-datasheet.pdf>
- VMware Cloud Foundation Plataforma de nube híbrida integrada. (2017). VMware.
<https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/la/pdf/datasheet/products/vmware-cloud-foundation-datasheet.pdf>

VMware vCenter Server. (2019, Agosto). VMware.

<https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/es/pdf/products/vCenter/vmw-datasheetvcenter.pdf>

Zubieta Moreno, J. (2019). Ciberdiccionario: Conceptos de ciberseguridad en lenguaje #Entendible. (2.a ed.).

https://books.google.es/books?id=nckJBwAAQBAJ&printsec=copyright&hl=es&source=gbs_pub_info_r#v=onepage&q&f=false

ANEXOS

Sustentacion

ORIGINALITY REPORT

13%	13%	1%	%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	es.scribd.com Internet Source	1%
2	docplayer.es Internet Source	1%
3	repositorio.utp.edu.pe Internet Source	1%
4	www.dell.com Internet Source	<1%
5	mundo-storage.blogspot.com.es Internet Source	<1%
6	www.stackscale.com Internet Source	<1%
7	polux.unipiloto.edu.co:8080 Internet Source	<1%
8	sforzin.ru Internet Source	<1%
9	ayudaleyprotecciondatos.es Internet Source	<1%