

Juan F. Chafla-Altamirano ^a; Charles E. Escobar-Terán ^b, Santiago Silva ^c; Renato
Córdova ^d

Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos
definidos por Software

*Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento. Vol. 1 núm., 5,
diciembre, 2017, pp. 524-546*

DOI: [10.26820/recimundo/1.5.2017.524-546](https://doi.org/10.26820/recimundo/1.5.2017.524-546)

Editorial Saberes del Conocimiento

- I. Magister; Politécnico di Torino.
- II. Magister; Universidad Católica del Ecuador.
- III. Magister; Universidad Católica del Ecuador.
- IV. Magister; Universidad Católica del Ecuador.

RESUMEN

Las necesidades actuales de las empresas y el desarrollo tecnológico han traído consigo nuevas necesidades y requerimientos, tanto para quienes proveen los servicios, para quienes proveen la plataforma y, obviamente, para quienes usan y se sirven de estos.

Para atender estos requerimientos, el conglomerado de fabricantes y proveedores de servicios se han visto en la necesidad, incluso en la obligación, de incursionar en nuevas tecnologías más avanzadas, flexibles, abiertas, automatizadas, lo cual les ha permitido simplificar y reducir los tiempos de respuesta y funcionamiento de estas plataformas.

La finalidad del presente artículo es describir una de las plataformas desarrolladas en los últimos años por los fabricantes: las estructuras hiperconvergentes, mismas que llegaron para suplir los requerimientos de flexibilidad, transformación, agilidad en tiempos de respuesta e implementación, ahorro de espacio y energía, etc., como se verá más adelante.

Palabras Claves: DAS, SAN, NAS, HCI, SDDC, ITaaS, SDN, SDS, vSAN, VSA, appliance, VMware, Hyper-V, Citrix, Linux.

Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

Vol. 1, núm. 5., (2017)

Juan F. Chafra-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova

ABSTRACT

The current needs of companies and technological development have brought with them new needs and requirements, both for those who provide the services, for those who provide the platform and, obviously, for those who use and use them.

To meet these requirements, the conglomerate of manufacturers and service providers have seen the need, even in the obligation, to venture into new technologies more advanced, flexible, open, automated, which has allowed them to simplify and reduce the times of response and operation of these platforms.

The purpose of this article is to describe one of the platforms developed in recent years by manufacturers: hyperconverged structures, which came to meet the requirements of flexibility, transformation, agility in response times and implementation, saving space and energy, etc., as will be seen later.

Keywords: DAS, SAN, NAS, HCI, SDDC, ITaaS, SDN, SDS, vSAN, VSA, appliance, VMware, Hyper-V, Citrix, Linux.

Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

Vol. 1, núm. 5., (2017)

Juan F. Chafla-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova

Introducción.

Como se indicó, En los últimos años, la tecnología se ha transformado y evolucionado de forma acelerada y muy cambiante. Se ha visto la llegada de “los datos en la nube”, el “*big data*”, estructuras convergentes, entre otras. Todo esto ha sido aplicado según lo requiera el modelo de negocio. Adicionalmente, aparecieron conceptos como transformación digital, movilidad, colaboración, infraestructura como servicio o centro de datos basado en software.

Para todo ello se ha requerido soluciones tecnológicas avanzadas y flexibles, con el fin de simplificar y reducir los tiempos de respuesta y funcionamiento en producción de una nueva plataforma de TI, o con el fin de optimizar una plataforma existente, así como minimizar los costes de las mismas.

Para cumplir con estos retos y cambios, los principales fabricantes de tecnología han desarrollado soluciones como la consolidación de recursos, la automatización de procesos o la virtualización del centro de datos, buscando satisfacer los requisitos cada vez más exigentes de escalabilidad, procesamiento, volumen de información, seguridad y almacenamiento que garanticen la entrega de servicios de forma ágil y mejorando la calidad de los mismos .

Es en este punto que aparece un concepto llamado Centro de Datos Definido por Software o SDDC (*Software Defined Data Center*), por sus siglas en inglés, un ejemplo de ello es la “Solución de *Hiperconvergencia*”, HCI por sus siglas en inglés. Este concepto hace referencia a una infraestructura modular, la cual proporciona virtualización, cómputo, red, seguridad y almacenamiento, todo ello consolidado en un solo equipo o nodo, el cual es

Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

Vol. 1, núm. 5., (2017)

Juan F. Chafra-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova

escalable, según sea la demanda de recursos de la aplicación de negocio. Estas son soluciones que funcionan como data centers “*plug & play*” que incluyen los recursos de TI fundamentales. Sus componentes son gestionados por software y administrados de forma centralizada y con procesos automatizados, lo que facilita al máximo su administración y gestión de recursos.

Las soluciones de hiperconvergencia, se puede decir, que son una evolución o están en un nivel superior a las soluciones convergentes, aplicando en ellas conceptos como redes definidas por software o SDN (*Software Defined Networks*), almacenamiento definido por software o SDS (*Software Defined Storage*) y centros de datos definidos por software o SDDC. Estos conceptos clave permiten que las capacidades de almacenamiento, cómputo y redes no estén atadas a un hardware específico, sino que son llevadas a un entorno virtualizado y homogéneo.

De esta forma, mientras que los sistemas de convergencia tradicionales se basan en componentes diseñados para trabajar en conjunto (servidores, equipos de red, almacenamientos, plataforma de virtualización), los sistemas hiperconvergentes son sistemas modulares, basados en componentes específicamente diseñados para ser sumados o apilados, permitiendo agregar cada vez más módulos en la medida que las aplicaciones o la demanda de recursos lo requieran. El resultado es el de un sistema amplio y sencillo que ejecute todas las aplicaciones con más eficiencia. Los *stacks* de cómputo, red, almacenamiento y virtualización no solo están agrupados, sino también completamente integrados y visibles para una única consola de administración.

Con el presente trabajo, se presentará el estudio de las infraestructuras hiperconvergentes en general. Se describirá sus componentes, su estructura y diseño, así como sus diferentes

aplicaciones en el mercado. Se describirá la utilidad de estas soluciones y la importancia de las mismas para la consolidación de los centros de datos.

Evolución de los Centros de Datos

Los centros de datos de las empresas han sufrido un cambio drástico en los últimos años, el cual ha ido de la mano con la evolución tecnológica y la aparición de nuevas plataformas de infraestructura de TI. Esta transformación, a la vez, se ha producido para adaptarse a las necesidades de aplicaciones y servicios que se mencionó con anterioridad.

Cabe destacar en este punto los modelos de centro de datos en los cuales se los ha clasificado, basándose en el tipo de hardware utilizado y la forma de presentar el mismo para su uso en producción (Maguluri, 2016):

- **Estructuras tradicionales:** Comprenden hardware todo tipo: granjas de servidores de uno o varios fabricantes, almacenamientos tipo DAS y redes de almacenamiento tipo SAN o NAS, elementos de red, cables de conexión, etc. Cabe indicar que cada uno de estos equipos cuenta con su propia plataforma de administración y, por consiguiente, se necesita de un administrador para cada plataforma.

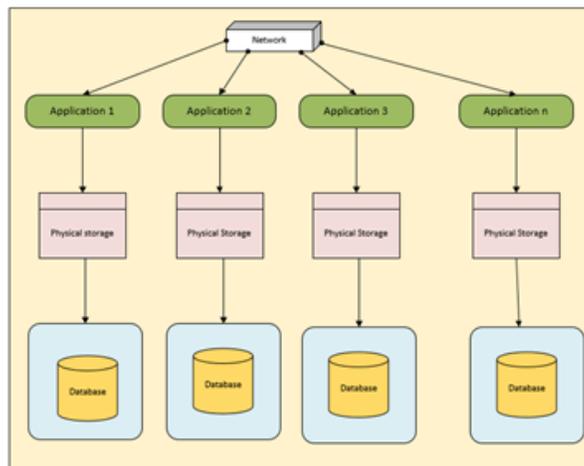
En la figura 1 se observa el diagrama de una estructura tradicional de centro de datos. Se observa que existe un servidor físico para cada aplicativo, cada uno de ellos conectado a una red local. Es por este motivo que, conforma más productos o aplicativos haya, más equipamiento será necesario para suplir esa necesidad.

Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

Vol. 1, núm. 5., (2017)

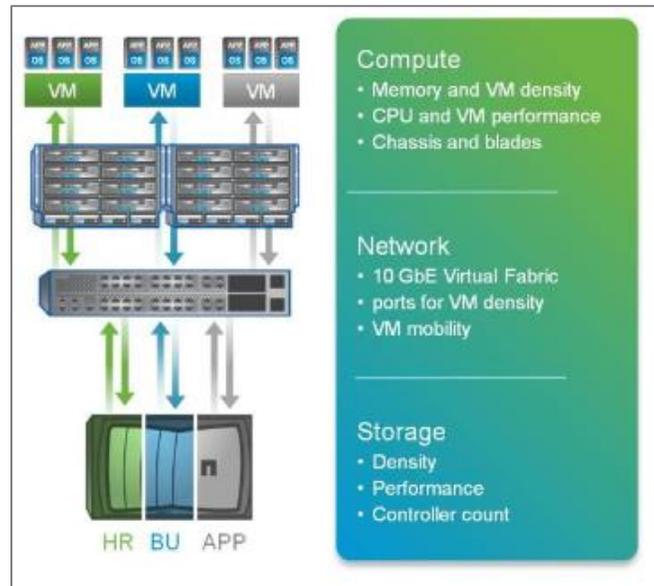
Juan F. Chafra-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova

Figura 1: Diagrama Centro de Datos tradicional (Traditional Data Center, 2017)



- **Estructuras convergentes:** Están conformadas por los elementos de hardware descritos anteriormente, esto es, almacenamiento, servidores y red, presentado en una sola estructura o gabinete. La diferencia radica en que se agrega una capa a la estructura, es decir, sobre la capa de cómputo, se adiciona una capa de software de virtualización. Otro elemento que diferencia es que la administración de toda la plataforma se realiza desde una consola única.
- En la figura 1 se puede observar una arquitectura estándar de un modelo de convergencia. En la misma se puede observar las capas mencionadas de almacenamiento, cómputo, red y virtualización.

Figura 2: Arquitectura Sistema Convergente (FlexPod Overview)



- **Estructuras hiperconvergentes:** En este modelo de centro de datos hay una gran diferencia, comparado con los modelos descritos anteriormente. Una de las más evidentes es que las soluciones hiperconvergentes (HCI) se caracterizan por ser compactas, se presentan generalmente en un solo chasis o appliance, en el cual se alojan los nodos hiperconvergentes, los cuales se describirá más adelante. Este único chasis consolida, como si fuera un solo equipo, las capas de procesamiento (servidores), almacenamiento, red y software de virtualización y administración.

Las estructuras HCI han cambiado el concepto de infraestructura de TI que se tiene hasta el momento, ya que los modelos anteriores son dependientes del hardware. En cambio, las HCI no dependen del equipamiento ya que la estructura es administrada y los recursos

Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

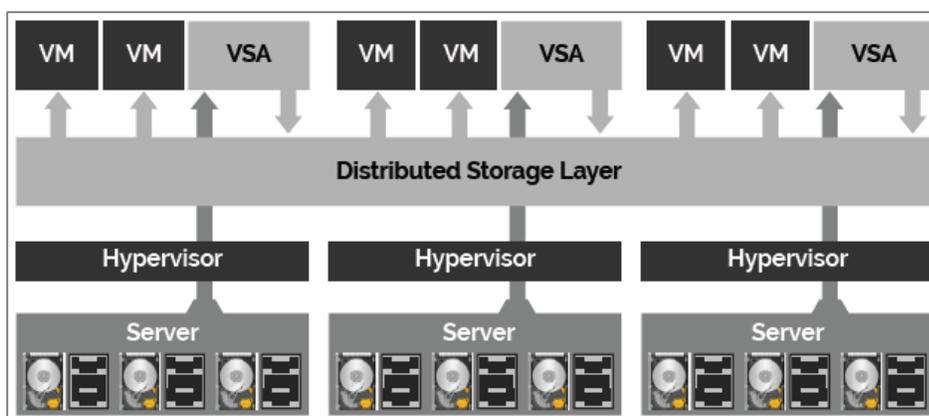
Vol. 1, núm. 5., (2017)

Juan F. Chafra-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova

son gestionados exclusivamente por la capa de virtualización. Esto es lo que se conoce como Centro de Datos Definido por Software (SDDC, por sus siglas en inglés).

En la figura 3 se observa la estructura típica de una solución HCI, mostrando las capas mencionadas anteriormente, en un solo chasis.

Figura 3: Arquitectura de un sistema HCI (Dell Inc, 2017)

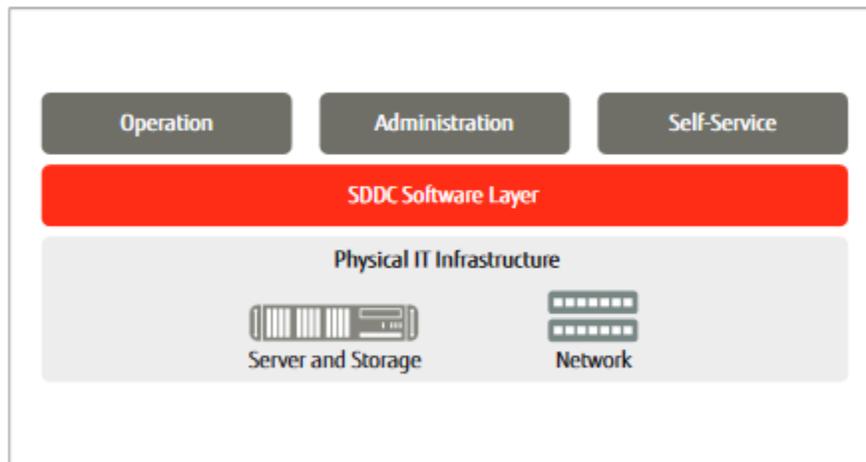


El Centro de datos definido por software

Antes de poder sentar una definición de estructuras HCI, es necesario acotar que las mismas son solo una parte de la estructura que se conoce Centro de Datos Definido por Software. Básicamente, una acepción de SDDC es que es una agrupación de recursos y servicios de centro de datos, los cuales se presentan de forma automatizada, con un grado de disponibilidad muy elevado, y tiempos de downtime cercanos a cero.

Como se indica, uno de los objetivos de un SDDC es que los recursos sean presentados como servicios, apareciendo conceptos como Information Technologies as a Service, ITaaS (Jhingran, 2015). En la figura 4 se muestra el esquema de un SDDC.

Figura 4: Esquema SDDC (Software-Defined Data Center, 2017)



De la misma forma, es necesario mencionar dos conceptos adicionales, fundamentales para comprender la arquitectura de una estructura HCI. Los mismos son las Redes Definidas por Software. SDN, por sus siglas en inglés, y el Almacenamiento Definido por Software, SDS, por sus siglas en inglés.

Redes Definidas por Software: Las SDN son un estándar en el cual el control se desprende del hardware de red, y entregando el mismo a un software denominado controlador. Este controlador convierte a las SDN en redes programables, automatizadas y flexibles.

Con la llegada de las soluciones de virtualización, el concepto de SDN se volvió fundamental, permitiendo una mayor agilidad en temas de configuración y administración de las plataformas de servidores.

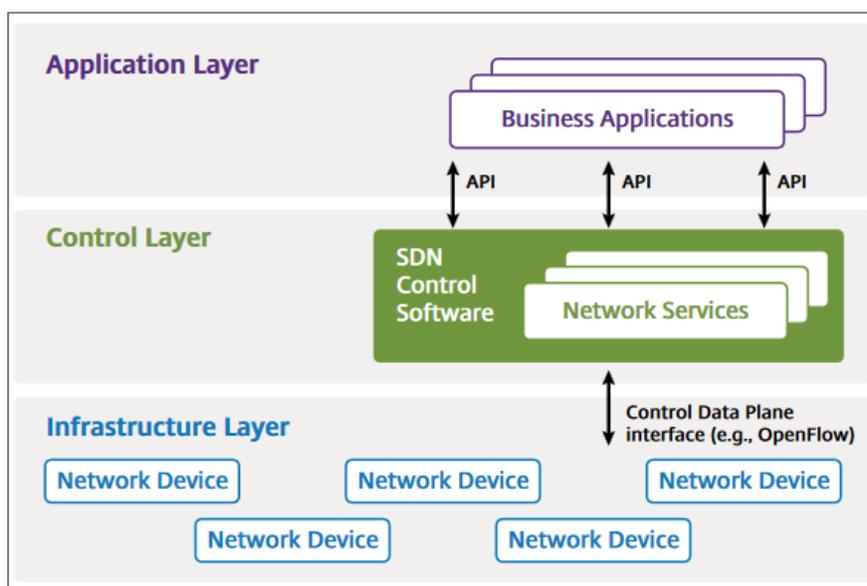
Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

Vol. 1, núm. 5., (2017)

Juan F. Chafra-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova

Existe un protocolo estandarizado en las SDN, el cual ha sido desarrollado y difundido por la organización Open Networking Foundation, ONF (Software-Defined Networking (SDN) Definition). De acuerdo con la acepción de la ONF, una estructura de red SDN está conformada también por tres capas: infraestructura, control y aplicación, tal como se puede observar en la figura 5.

Figura 5: Arquitectura de una SDN (CITRIX)

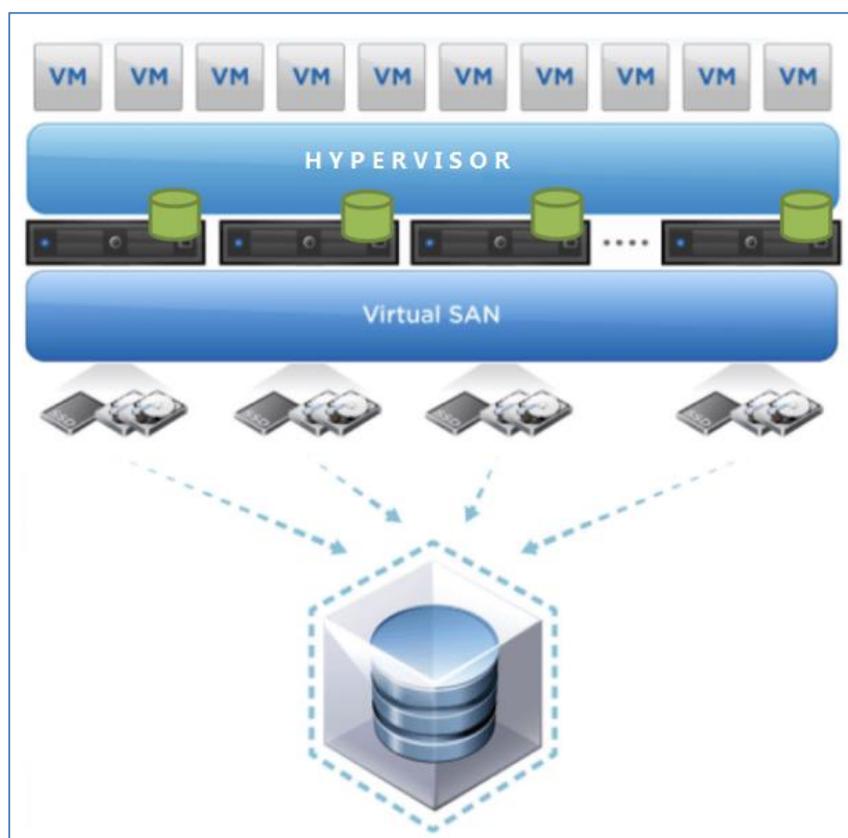


Almacenamiento Definido por Software: El SDS es otro de los componentes fundamentales de un centro de datos definido por software. Es un sistema automatizado, controlable y autónomo, independiente del hardware físico. Y, sobre todo, el SDS es un sistema eficiente y siempre disponible.

Existe otra denominación muy difundida para un SDS: el concepto de Virtual SAN o vSAN, el cual hace referencia al almacenamiento virtualizado con algunas de las herramientas existentes.

Es importante anotar la vSAN no depende del hardware disponible por debajo de la capa de virtualización. Es por esto que es posible agrupar en la vSAN diferentes tipos de discos, sean estos mecánicos o de estado sólido, pudiendo además ser discos locales o parte de una SAN. Otra denominación aceptada para la vSAN es el Appliance de Almacenamiento Virtual, o VSA por sus siglas en inglés. La figura 6 muestra lo indicado, es decir, el hipervisor gestionando la capa de almacenamiento.

Figura 6: Virtual SAN (Vmware vSAN)



Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

Vol. 1, núm. 5., (2017)

Juan F. Chafra-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova

Estructuras de hiperconvergencia

Como se mencionó anteriormente, las estructuras HCI son parte de las plataformas SDDC desarrolladas para suplir las necesidades surgidas con la modernización y aparición de nuevas aplicaciones. Las mismas se basan en las estructuras SDN y SDS ya indicadas.

Según un estudio de Gartner (Andrew Butler, 2016), para el año 2016, alrededor del 30% de la capacidad de almacenamiento instaladas en los centros de datos, estará implementada con SDS, dentro de una estructura HCI. Esto supera el porcentaje actual, 5%. De la misma forma, el 20% de aplicaciones de misión crítica, actualmente desplegadas en estructuras convergentes o de referencia, para el año 2020 estarán ejecutándose sobre alguna arquitectura HCI existente. La figura 7 muestra la distribución dentro del cuadrante de los diferentes fabricantes existentes en la actualidad de estructuras de hiperconvergencia.

Figura 7: Reporte Gartner HCI (Magic Quadrant for Integrated Systems, 2016)



Arquitectura: Una estructura HCI integra los componentes o capas que se describió anteriormente: cómputo, virtualización, almacenamiento y red, presentados como una sola estructura (Hyperconverged Infrastructure Basics).

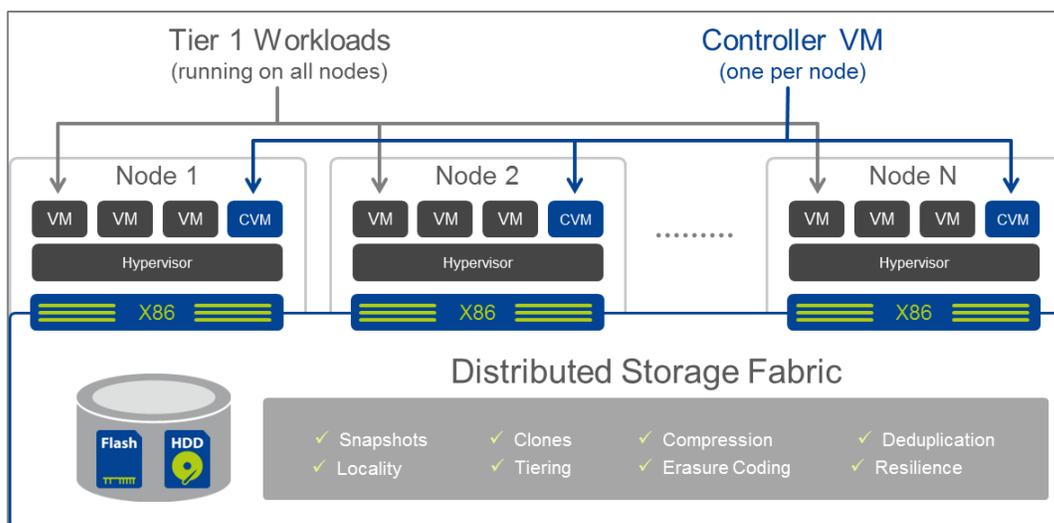
La figura 8 muestra una estructura típica de un sistema HCI, la cual está conformada por uno chasis o *appliance*, y, dependiendo del fabricante, este chasis alojará los nodos o servidores de hiperconvergencia.

Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

Vol. 1, núm. 5., (2017)

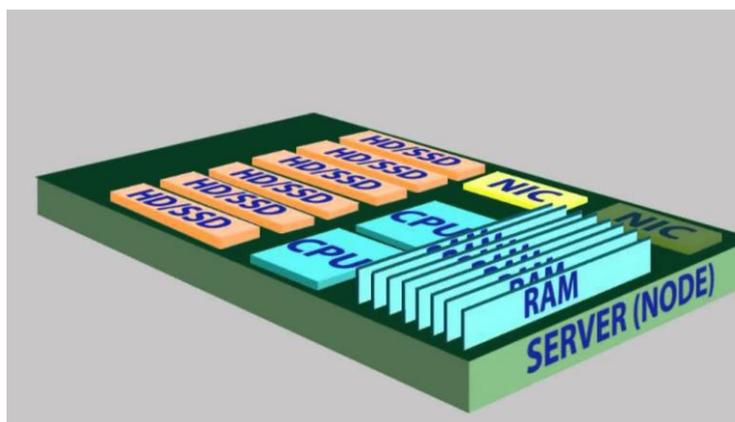
Juan F. Chafra-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova

Figura 8: Arquitectura Hiperconvergente (Nutanix Connect Blog, 2016)



Nodos de Cómputo: Los nodos se integran formando un clúster HCI. Cada nodo uno incluye procesamiento (1 o 2 procesadores), memoria RAM y discos de almacenamiento. Los discos pueden ser de estado sólido o discos rotacionales para capacidad. Sobre el clúster HCI, se tiene instalado el software de virtualización (hipervisor), el cual puede ser Vmware, Hyper-V, Citrix, Linux, etc., dependiendo del fabricante. La figura 9 muestra un esquema de los componentes internos de cada nodo.

Figura 9: Componentes internos del nodo (VxRail Appliance Components, 2016)

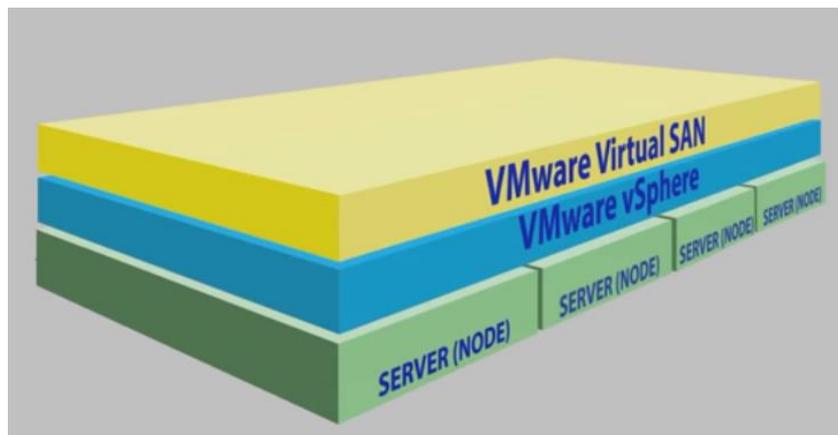


Software embebido: El chasis cuenta con un software, el cual es el encargado de la gestión de la plataforma y, al mismo tiempo, administrar la provisión de recursos del clúster. Dependiendo del fabricante, puede existir algunos tipos de software incluido:

- Software de administración de la plataforma.
- Software de virtualización.
- Herramientas para respaldo, replicación o para integración con servicios en la nube, etc.

La figura 10 muestra el esquema de software HCI.

Figura 10: Software HCI (VxRail Appliance Components, 2016)



Ventajas de las soluciones HCI

- Facilidad de implementación: Están diseñadas para, en el mejor de los casos, simplemente conectar y poner en funcionamiento. No se requiere configuraciones complicadas de cómputo o almacenamiento.
- Bajo costo de entrada: Están basadas en hardware básico estandarizado.
- Escalabilidad: Pueden escalar conforme se requiera.
- Facilidad de administración: Estructura simple, panel de administración único.

Desventajas de las soluciones HCI

- Un paso atrás en tecnología: Las soluciones HCI son basadas en hardware estándar. Son estructuras consolidadas, armadas y configuradas de fábrica y no siempre sus

componentes son de última generación, dado que, para integrar un nuevo componente, se requiere probar y testear la compatibilidad de todos los componentes, lo cual involucra meses de trabajo antes de su salida a la venta.

- Soporte de fabricante costoso: Dado que el hardware incluido en la solución es básico y estándar, generalmente el fabricante basa su utilidad monetaria en el soporte de la plataforma.
- No integración con plataformas existentes: Generalmente son estructuras cerradas, propietarias, que trabajan solo con su propia infraestructura.
- Ajuste a un solo fabricante: Dado que son estructuras cerradas y de un alto costo total, no es fácil salirse de la misma, en términos monetarios. Implicaría realizar un cambio total de infraestructura.

Arquitectura del clúster HCI

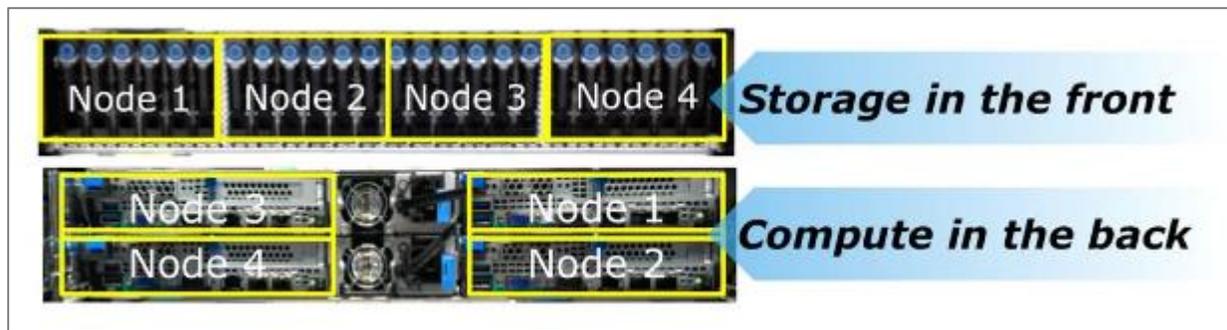
La estructura básica se compone de un appliance con 3 nodos HCI. Cada nodo incluye uno o dos procesadores multi-core, y dependiendo del modelo, discos SSD o mecánicos. Para formar el clúster, los nodos iniciales deben ser del mismo tipo. De la misma forma, se debe tener en cuenta que las conexiones a la red LAN deben ser del mismo tipo, esto es, conexión a 1 Gb o conexión a 10 Gb. En la figura 11 se observa un appliance HCI con 4 nodos.

Figura 11: Appliance HCI (Dell Inc, 2017)

Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

Vol. 1, núm. 5., (2017)

Juan F. Chafra-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova



Como se mencionó anteriormente, el clúster HCI empieza con 3 nodos en un appliance, y puede crecer hasta 64 nodos, dependiendo del fabricante. Se puede agregar nuevos appliances al clúster, de forma no disruptiva, sin interrumpir el servicio ni las aplicaciones. Es posible integrar diferentes tipos de appliances dentro del mismo clúster.

De la misma forma, la configuración de cada nodo permite empezar con pocos discos y luego ir agregándolos conforme se requiere crecer en capacidad de almacenamiento.

Software de virtualización

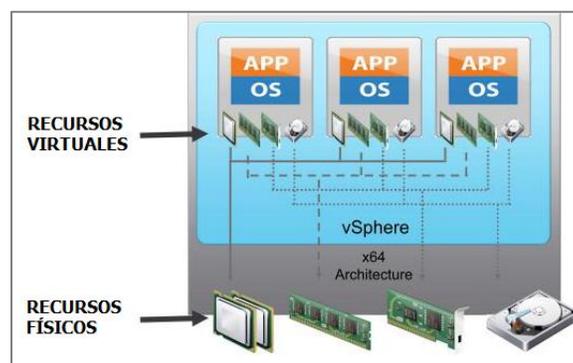
El software de virtualización incluido en la solución HCI es una solución que incluye funcionalidades de alta disponibilidad, eficiencia y crecimiento acorde a la demanda de recursos de las aplicaciones residentes en el clúster. Consta de dos componentes principales:

Este es el componente principal para la operación del appliance. Este software agrega una serie de funcionalidades, las cuales provisionan y administran de forma eficiente los recursos disponibles en los nodos hiperconvergentes.

Como se indica, este software es un virtualizador de tipo empresarial, el cual despliega y pone en servicio las máquinas virtuales. En la figura 12 se observa la arquitectura básica de una

estructura de un fabricante en particular. El hipervisor particiona el servidor físico en múltiples máquinas virtuales, las cuales se ejecutan una junto a otra en el mismo servidor físico. Cada máquina virtual representa un sistema completo, con su propio procesador, memoria RAM, interfaces de red, almacenamiento y su propio BIOS, por tanto, puede alojar cualquier sistema operativo compatible. Es así que las aplicaciones pueden ser instaladas y ejecutadas en la máquina virtual sin necesidad de modificación alguna.

Figura 12: Arquitectura básica del hipervisor (VMware vSphere Documentation)



El hipervisor provee a las máquinas virtuales los recursos de hardware conforme sea necesario y de acuerdo a la configuración propia de cada máquina virtual, con el fin de soportar la operación de la misma. De esta forma, el hipervisor provee a las máquinas virtuales cierto grado de independencia de la capa física. Esto posibilita que una máquina pueda ser movida de un servidor a otro, sin que experimente cambios en su configuración.

Conclusiones.

Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

Vol. 1, núm. 5., (2017)

Juan F. Chafra-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova

- Dado el acelerado crecimiento de las estructuras HCI, se concluye que en un futuro cercano éstas coparán el mercado de TI y los centros de datos de muchas empresas de servicios, financieras, proveedores de tecnología, etc.
- De acuerdo con la descripción expuesta de las soluciones HCI, se puede concluir que las mismas son la solución más adecuada para empresas que desean minimizar sus tiempos y costes de implementación, considerando que estos sistemas se pueden desplegar en tiempos considerablemente menores que las estructuras tradicionales.
- Se puede concluir que el proceso de administración de una estructura HCI es sencillo y no requiere de un equipo completo de trabajo, dado que este sistema se presenta como una sola estructura, pudiendo ser administrado desde una consola única.

Recomendaciones

- Un trabajo de implementación de estructuras HCI implica procesos de renovación tecnológica. Es por esto que se recomienda siempre contar con un levantamiento de información lo más detallado posible de la infraestructura existente. Esto posibilita que el dimensionamiento de la solución de reemplazo sea lo más apegada al requerimiento de crecimiento o renovación.
- Se recomienda realizar una planificación exhaustiva para el proceso de migración de los datos a la nueva estructura, considerando que se trata de una solución totalmente nueva e innovadora. Además, cuando se trata de este tipo de trabajos de renovación de TI, generalmente no se considera un reverso o vuelta atrás en el cambio realizado.

Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

Vol. 1, núm. 5., (2017)

Juan F. Chafla-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova

- Se recomienda analizar las demandas de carga de trabajo para el ambiente existente, con el fin de poder discernir si se usará estructuras HCI híbridas o estructuras HCI All-Flash. Para esto, es preferible contar con herramientas de *assessment* las cuales, generalmente, los mismos fabricantes ponen a disposición de las empresas para su uso.

Bibliografía.

Andrew Butler, P. D. (10 de Octubre de 2016). *Magic Quadrant for Integrated Systems*. Obtenido de Magic Quadrant for Integrated Systems: https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-3E3UTVI&ct=160804&st=sb&lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad_flagship3_pulse_read%3BM68p4WZGTYemcedJVkYoMg%3D%3D

CITRIX. (2012). *SDN 101 : Introduction à la mise en réseau logicielle*. Belgica: AUTOR.

Dell Inc. (Agosto de 2017). *DELL EMC APPLIANCE TECHBOOK*. Obtenido de <https://www.emc.com/collateral/technical-documentation/h15104-vxrail-appliance-techbook.pdf>

FlexPod Overview. (s.f.). Obtenido de https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/data-center-virtualization/flexpod/flexpod_overview.pdf

Hyperconverged.org. (s.f.). *Hyperconverged Infrastructure Basics*. Obtenido de <http://www.hyperconverged.org/hyperconverged-infrastructure-basics-2/>

Jain, G. (9 de Febrero de 2017). *Traditional Data Center*. Obtenido de Traditional Data Center: <https://www.emoneyindeed.com/traditional-data-center-vs-cloud-data-center/>

Jhingran, P. (18 de Noviembre de 2015). *Datacenter Evolution — From Traditional to a Software-Defined Datacenter (SDDC)*. Obtenido de <https://blog.dell.com/en-us/datacenter-evolution-from-traditional-to-a-software-defined-datacenter-sddc/>

Magic Quadrant for Integrated Systems. (10 de Octubre de 2016). Obtenido de Magic Quadrant for Integrated Systems: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-3BVLFTTR&ct=160719&st>

Maguluri, S. (14 de Febrero de 2016). *Converged vs. Hyper-Converged Infrastructure*. Obtenido de <http://itblog.emc.com/2016/02/24/converged-vs-hyper-converged-infrastructure-getting-the-right-mix/>

Análisis y estudio de las infraestructuras hiperconvergentes para centros de datos definidos por Software

Vol. 1, núm. 5., (2017)

Juan F. Chafra-Altamirano; Charles E. Escobar-Terán, Santiago Silva; Renato Córdova

Nutanix Connect Blog. (08 de Junio de 2016). *Nutanix Enterprise Cloud: Flexible Deployment Options for IaaS*. Obtenido de Nutanix Enterprise Cloud: Flexible Deployment Options for IaaS: <https://next.nutanix.com/t5/Nutanix-Connect-Blog/Nutanix-Enterprise-Cloud-Flexible-Deployment-Options-for-IaaS/ba-p/10614>

ONF. (s.f.). *Software-Defined Networking (SDN) Definition*. Obtenido de <https://www.opennetworking.org/sdn-definition/>

Software-Defined Data Center. (2017). Obtenido de Software-Defined Data Center: <https://sp.ts.fujitsu.com/dmsp/Publications/public/wp-sddc-infrastructure-for-enterprise-digital-transformation-ww-en.pdf>

Vmware vSAN. (s.f.). Obtenido de <https://code.vmware.com/library/virtual-san-architecture>

VMware vSphere Documentation. (s.f.). Obtenido de https://pubs.vmware.com/vsphere-51/index.jsp?topic=%2Fcom.vmware.wssdk.pg.doc%2FPG_Networking.11.4.html

VxRail Appliance Components. (2016). Obtenido de VxRail Appliance Components: <https://www.youtube.com/watch?v=HxE08y9imE0>