

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITUALCIÓN  
ESPECIAL**

**TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE INFRAESTRUCTURA  
EN LA NUBE PARA LA EMPRESA ADEXUS S.A.”**

**JORGE STEVEN MONCAYO VALLEJO**

Quito – abril 2016



## **AUTORÍA**

Yo, Jorge Steven Moncayo Vallejo, portador de la cédula de ciudadanía No. 060351707-9, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

---

Jorge Steven Moncayo Vallejo

## CONTENIDO

AUTORÍA .....	3
ÍNDICE de tablas .....	6
ÍNDICE de figuras.....	7
1. Introducción .....	10
2. Justificación .....	12
3. Antecedentes .....	14
4. Objetivos.....	16
4.1. Objetivo General.....	16
4.2. Objetivos Específicos .....	16
5. Desarrollo Caso de Estudio.....	17
5.1. Introducción .....	17
5.1.1. Infraestructura convergente .....	17
5.1.2. Virtualización .....	18
5.1.3. Computación en la nube .....	21
5.2. Dimensionamiento de la solución.....	26
5.2.1. Biblioteca de plantillas .....	27
5.2.2. Calculo de las capacidades de hardware requeridas.....	31
5.2.3. Equipamiento físico.....	35
5.2.4. Plataforma de virtualización.....	40
5.2.5. Infraestructura de computación en la nube.....	41
5.3. Implementación .....	43
5.3.1. Diseño e implementación de la infraestructura física.....	43
5.3.2. Diseño e implementación de la plataforma virtual.....	67
5.3.3. Implementación y configuración IaaS.....	78
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	92

7.	Bibliografía: .....	94
8.	Anexos: .....	95
	A1. Encuesta .....	95
	A2. Resultados tabulación .....	96
	A3. Extracto de propuestas económicas presentadas por los fabricantes .....	98
	A4. Imágenes portal web IaaS usuario final. ....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 5.1. Promedio de recursos de hardware virtual utilizado por usuarios.
- Tabla 5.2. Características de hardware virtual que se utilizará en la plataforma virtual IaaS.
- Tabla 5.3. Detalle de las interfaces de red físicas utilizadas para las redes virtuales.
- Tabla 5.4. Detalle de las interfaces HBA físicas utilizadas para la red de almacenamiento.
- Tabla 5.5. Indicadores directos para el análisis comparativo de los equipos de hardware.
- Tabla 5.6. Propuesta técnica de equipamiento FlexPod.
- Tabla 5.7. Propuesta técnica de equipamiento HP.
- Tabla 5.8. Análisis comparativo de los indicadores.
- Tabla 5.9. Resultados del análisis comparativo.
- Tabla 5.10. Principales plataformas de virtualización utilizadas en el país.
- Tabla 5.11. Descripción de la segmentación de red en VLANs.
- Tabla 5.12. Descripción de las interfaces de red de los servidores virtuales y asignación de VLANs.
- Tabla 5.13. Espacio de almacenamiento presentado a los servidores Cisco UCS.
- Tabla 5.14. Reglas de filtrado aplicadas en el clúster de firewall ASA 5515-X.
- Tabla 5.15. Detalle de direccionamiento IP para los hipervisores VMware ESXi.
- Tabla 5.16. Grupos de usuarios de dominio creados en el servidor de directorio activo.
- Tabla 5.17. Descripción de los switches distribuidos virtuales configurados en la plataforma VMware.
- Tabla 5.18. Especificaciones de hardware virtual para Cisco UCS Director.

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 5.1. Representación porcentual de los gastos de TI
- Figura 5.2. Representación de los gastos de TI con tecnologías convergentes.
- Figura 5.3. Diagrama conceptual de un centro de datos tradicional.
- Figura 5.4. Diagrama conceptual de un centro de datos virtualizado.
- Figura 5.5. Flujo de ejecución en una virtualización completa.
- Figura 5.6. Flujo de ejecución en una virtualización asistida por sistema operativo.
- Figura 5.7. Flujo de ejecución en una virtualización asistida por hardware.
- Figura 5.8. Abstracción del conjunto de recursos de computo realizado por el hipervisor.
- Figura 5.9. Modelos de computación en la nube.
- Figura 5.10. Resultados de pregunta número 5 de la encuesta. Capacidad promedio de vCPU.
- Figura 5.11. Resultados de pregunta número 7 de la encuesta. Capacidad promedio de vRAM.
- Figura 5.12. Resultados de pregunta número 8 de la encuesta. Capacidad promedio de vHDD.
- Figura 5.13. Distribución de los puertos físicos para las redes virtuales.
- Figura 5.14. Cuadrante mágico de Gartner para virtualización, año 2015.
- Figura 5.15. Diagrama de conectividad física.
- Figura 5.16. Diagrama de conectividad administrativa y clúster.
- Figura 5.17. Interfaz web de Cisco UCS que permite iniciar la herramienta UCS Manager.
- Figura 5.18. Pantalla principal de Cisco UCS Manager.
- Figura 5.19. Bloque de direccionamiento IP para servidores Cisco UCS.
- Figura 5.20. Plantilla de configuración de adaptadores de red.
- Figura 5.21. Configuración de VLAN para adaptadores de red.
- Figura 5.22. Configuración de adaptadores HBA para comunicación con equipo de almacenamiento.
- Figura 5.23. Configuración de política de conectividad SAN.
- Figura 5.24. Zonificación de las tarjetas HBA con el equipo de almacenamiento.
- Figura 5.25. Plantilla de configuración para servidores Cisco UCS.
- Figura 5.26. Perfiles asignados a los servidores Cisco UCS.
- Figura 5.27. Configuración de puertos en equipos Fabric InterConnect.
- Figura 5.28. Configuración de Port-Channel para UpLink de red.
- Figura 5.29. Inicialización equipo NetApp FAS-2552.
- Figura 5.30. Configuración direccionamiento IP controladora 0.
- Figura 5.31. Configuración direccionamiento IP controladora 1.
- Figura 5.32. Configuración NetApp Data ONTAP Cluster Mode.
- Figura 5.33. Agregados de discos con raid\_dp.
- Figura 5.34. LUNs creadas para la plataforma virtual.
- Figura 5.35. WWPN de los puertos de las controladoras del equipo NetApp.
- Figura 5.36. igroup del clúster de servidores Cisco UCS.
- Figura 5.37. Presentación de LUN a los servidores UCS.

Figura 5.38. Cisco ASDM, reglas de seguridad firewall ASA.

Figura 5.39. Cisco ASDM, creación de usuarios para conexión VPN.

Figura 5.40. Configuración de perfiles de conexión VPN.

Figura 5.41. Conexión VPN hacia los servicios de Infraestructura en la nube.

Figura 5.42. Diagrama de conectividad lógica de la plataforma virtual.

Figura 5.43. Instalación del hipervisor VMware ESXi.

Figura 5.44. Configuración de direccionamiento IP en el hipervisor VMware ESXi.

Figura 5.45. VMware vSphere Client.

Figura 5.46. Especificaciones hardware virtual del servidor controlador de dominio.

Figura 5.47. Grupos de usuarios de dominio cloud.adexus.local.

Figura 5.48. Especificaciones hardware virtual del servidor de base de datos.

Figura 5.49. Base de datos Microsoft SQL Server para servicios de VMware Virtual Center.

Figura 5.50. Especificaciones hardware virtual del servidor de VMware Virtual Center.

Figura 5.51. Creación de cadena de conexión de base de datos para servidor de VMware Virtual Center.

Figura 5.52. Instalación de los servicios de VMware Virtual Center.

Figura 5.53. Creación del centro de datos virtual CLOUD\_ECUADOR.

Figura 5.54. Creación del clúster de servidores CISCO UCS B200M4.

Figura 5.55. Creación del clúster de espacios de almacenamiento.

Figura 5.56. Creación de switches virtuales distribuidos.

Figura 5.57. Creación de grupo de puertos virtuales para producción y backup.

Figura 5.58. Pantalla principal de VMware vSphere Web Client.

Figura 5.59. Integración de VMware Virtual Center con los servicios de Microsoft Active Directory.

Figura 5.60. Definición del método de integración con el domino cloud.adexus.local.

Figura 5.61. Definición de permisos para grupos de usuarios de dominio en el centro de datos virtual.

Figura 5.62. Despliegue de la máquina virtual de Cisco UCS Director.

Figura 5.63. Asistente de configuración de parámetros básicos de UCSD.

Figura 5.64. Definición de credenciales para establecer los servicios de nube.

Figura 5.65. Conjuntos de direccionamientos IP para las redes virtuales de los clientes.

Figura 5.66. Listado de políticas de direccionamiento IP para redes virtuales de clientes.

Figura 5.67. Asignación de políticas de direccionamiento IP para interfaces vNIC de máquinas virtuales.

Figura 5.68. Política de configuración de red para máquinas virtuales de cada cliente.

Figura 5.69. Política de asignación de almacenamiento virtual.

Figura 5.70. Política de asignación de recursos de cómputo para las máquinas virtuales.

Figura 5.71. Configuración de política de información del sistema operativo.

Figura 5.72. Creación de grupos de clientes para la plataforma IaaS.

Figura 5.73. Creación de los perfiles IaaS para cada cliente.

- Figura 5.74. Asociación de las políticas de red, almacenamiento y computo en el perfil IaaS.
- Figura 5.75. Plantillas de las máquinas virtuales para el catálogo del portal IaaS.
- Figura 5.76. Pool de licenciamiento para sistemas operativos Microsoft Windows Server.
- Figura 5.77. Creación de la biblioteca de plantillas del catálogo del portal IaaS.
- Figura 5.78. Descripción de los parámetros informativos de la plantilla de la biblioteca.
- Figura 5.79. Establecimiento de costos sobre la plantilla de la biblioteca.
- Figura 5.80. Listado de plantillas de la biblioteca del catálogo IaaS.
- Figura 5.81. Acciones sobre los servidores virtuales permitidas para los clientes.
- Figura 5.82. Pantalla principal del portal IaaS de Adexus.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años en el campo de la informática se ha evidenciado el nacimiento de un nuevo modelo de gestión y prestación de servicios tecnológicos bajo demanda que está tomando considerable importancia a nivel empresarial en la definición de los mecanismos para provisionar los sistemas informáticos necesarios para el funcionamiento de cada empresa.

El departamento de tecnología de las empresas en la actualidad se enfrenta con el constante desafío de responder rápidamente con las necesidades cambiantes del negocio. Una primera herramienta para ayudar a mitigar las complicaciones que involucra dimensionar, configurar y desplegar aplicativos en servidores físicos es la virtualización. La virtualización es una capa de software que se ubica entre los equipos físicos y el sistema operativo, lo que permite ejecutar múltiples sistemas operativos simultáneamente en un mismo servidor físico. Gracias a la virtualización los aplicativos se despliegan con mayor rapidez, los recursos físicos se consumen de manera más eficaz, la disponibilidad de los servicios aumenta y las operaciones se automatizan. La virtualización es la base mediante la cual se construyen los servicios de nube.

Los servicios de nube permiten a las empresas provisionar recursos de computación, almacenamiento y red de una manera ágil y sencilla permitiendo reducir significativamente el tiempo que normalmente tomaría poner en producción un sistema informático. Proporciona ahorro en los costos asociados con el acondicionamiento de la infraestructura física, adquisición de equipos de cómputo y configuración de los mismos en el centro de datos. Permite también abstraer toda la complejidad de la administración del centro de datos para que el personal de tecnología se centre únicamente en suministrar soluciones referentes al giro del negocio de la empresa logrando un rendimiento más eficiente de toda el área de TI.

El propósito del presente trabajo plantea el diseño de la arquitectura física y virtual que permita la configuración del servicio de infraestructura en la nube para la empresa Adexus S.A., con la finalidad de presentar a su cartera de clientes un portal de aprovisionamiento automático de servidores virtuales con una biblioteca de

plantillas pre-configuradas. Así también permitir el uso de los servicios de nube para los funcionarios internos de la empresa, especialmente el área de preventa, para que proporcione agilidad en los procesos de configuración de los servicios ofertados por la empresa para la demostración de los aplicativos a sus clientes.

El análisis del trabajo se enfocará en las principales tecnologías de hardware existentes en el mercado, prestando principal interés en las marcas que comercializa la empresa Adexus S.A. Se realizará también una descripción y comparación de los beneficios de las diferentes plataformas de virtualización que existen hoy en día y la integración de las herramientas de automatización y aprovisionamiento con estas plataformas. Para el diseño de la solución se analizarán las mejores prácticas de seguridad, alta disponibilidad y rendimiento que permita presentar un servicio de nube seguro y altamente fiable.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Es una realidad que la demanda de servicios de tecnología para el manejo de información a nivel empresarial es cada vez mayor y constante, lo que generalmente involucra tiempos reducidos para el personal de tecnología en el despliegue de los servicios requeridos para el giro del negocio. De igual manera es importante para el área financiera mantener reducidos los costos de operación y mantenimiento de los equipos informáticos, por lo que administrar de una forma separada los componentes principales de un centro de datos como servidores, equipos de redes y almacenamiento, requiere de un mayor esfuerzo y mayor número de personal altamente capacitado, lo que finalmente se traduce en más gastos para la empresa.

La virtualización se ha posicionado firmemente en los últimos años como una tecnología fundamental en el centro de datos de las compañías, los beneficios que presta para la consolidación de servicios y aplicativos genera grandes ahorros en costos y brinda facilidad en la administración del centro de datos para el personal de tecnología. Siendo la virtualización el pilar fundamental para la implementación de los servicios de nube, no es de extrañarse que las grandes empresas de tecnología empiecen a orientar su negocio en esta dirección.

Mantenerse en la vanguardia tecnológica con soluciones aplicables al mercado ecuatoriano es fundamental para empresas que basan su negocio en la venta y configuración de soluciones tecnológicas. Presentar a los clientes una cartera variada de equipos informáticos de arquitectura tradicional para el centro de datos posiciona a la empresa como un principal competidor, pero complementar esta cartera de equipos con soluciones de virtualización y servicios de nube permite abarcar un número aún más amplio de clientes y posicionar a la compañía como empresa líder en el mercado tecnológico del país.

Los servicios de computación en la nube son cada vez más importantes para las empresas debido a la facilidad y simplicidad en la que se pueden generar sistemas y servicios, poniendo al usuario final con las herramientas necesarias para el auto aprovisionamiento de los recursos de computación, red y almacenamiento. Las soluciones de computación en la nube al igual que la virtualización en su momento,

muestran un crecimiento constante de la demanda en los últimos años y se consolida cada vez más como una de las principales soluciones para los distintos clientes. Existen diferentes escenarios en los que se pueden aplicar los servicios de nube y satisfacer las diversas necesidades de los clientes y usuarios.

La externalización de los servicios informáticos a un ambiente de computación en la nube permite a los clientes reducir los costos que involucrarían la construcción y adquisición de equipos informáticos. Este tipo de servicio se conoce como nube pública y para sus usuarios no es relevante el tipo de hardware o la ubicación de los mismos ya que los recursos son consumidos a través de internet. Por otro lado, se podrían utilizar los servicios de nube en un esquema híbrido, utilizando los recursos de computación en la nube como un centro de datos alternativo para los clientes que requieren contar con un mecanismo de recuperación ante catástrofes del centro de datos principal, manteniendo de esta manera sus aplicativos operativos con una mínima pérdida de servicio. Se puede configurar los recursos de hardware de un centro de datos como un servicio de nube privada, presentando un catálogo de máquinas virtuales de diferentes capacidades y sabores de sistema operativo a los usuarios internos de una empresa. En este ambiente los equipos se encontrarán en el centro de datos propio del cliente, pero se facilitará el flujo de trabajo del personal de TI al permitir a los usuarios de las diferentes áreas de la empresa la gestión directa de la creación de los servidores virtuales para la configuración de sus aplicativos.

### 3. ANTECEDENTES

Es de conocimiento de todos los ciudadanos que el Ecuador afronta una crisis económica importante debido entre varios factores a la caída del precio del barril de petróleo a nivel mundial. Para el Ecuador el petróleo y la fabricación de sus derivados son las principales fuentes de ingreso en las arcas fiscales del estado, por lo que el gobierno ha tenido que instaurar varias medidas económicas que ayuden a contrarrestar el déficit causado por el bajo precio del oro negro. [1]

Entre las diversas políticas económicas implantadas por el poder ejecutivo, las que más afectaron al sector tecnológico del país son los elevados impuestos para la importación de equipamiento informático, al igual que la reducción del presupuesto en las diferentes entidades gubernamentales que en años previos fueron los principales compradores de tecnología en el país. Esta combinación ha impedido que se realice una fácil adquisición de nuevos equipos tecnológicos para la repotenciación y modernización de los centros de datos empresariales, deteniendo en cierta forma la evolución tecnológica que se venía evidenciando en la prestación de servicios públicos y privados del país. [2]

Teniendo en cuenta la dificultad económica que atraviesan la mayor parte de empresas en el país, Adexus S.A. como compañía líder en el desarrollo e implementación de soluciones informáticas innovadoras, ha concentrado sus esfuerzos y recursos para desplegar una solución de computación en la nube que sea accesible económicamente a sus clientes de tal manera que puedan concentrar su equipo de trabajo en la construcción y despliegue de servicios propios al giro de su negocio sin la preocupación y complicación que representa dimensionar y adquirir el equipamiento de hardware, la configuración y mantenimiento de los mismos.

El diseño y configuración de una plataforma de computación potente, escalable y segura que permita a los clientes consumir los recursos tecnológicos de una infraestructura como servicio (IaaS), estará apoyada sobre un conjunto de servidores, equipos de redes, seguridad y almacenamiento, así como también sobre una poderosa suite de virtualización; esta configuración permitirá a los clientes depositar su completa confianza en una solución construida de forma robusta desde sus inicios.

La solución de infraestructura como servicio abstrae de los usuarios toda la complejidad que involucra la configuración y mantenimiento de las diferentes capas de hardware obteniendo un ahorro en los gastos que involucra invertir en un equipo técnico para realizar estas tareas, brinda también una mayor flexibilidad para realizar un reajuste en los recursos de computación contratados permitiendo de esta manera solventar de forma efectiva cualquier variación en el consumo y costos que generan sus aplicativos.

Desde el punto de vista comercial las oportunidades de negocio que se generan con un servicio de infraestructura en la nube se pueden evidenciar en el crecimiento de la cartera de clientes y servicios. Para monetizar la nueva solución de servicios de nube, Adexus S.A. presentará varios sabores de servidores virtuales, diferenciados principalmente por el sistema operativo preinstalado y los recursos físicos asignados. Este modelo de facturación permite a los usuarios tener un control granular del consumo de recursos físicos realizado en un periodo de tiempo. Se pueden también generar ingresos adicionales para Adexus S.A. ofreciendo servicios complementarios para sus clientes como arriendo de licenciamiento, respaldo de la infraestructura virtual, monitoreo del rendimiento de los servidores virtuales, servicios profesionales para sistemas operativos.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

Diseñar e implementar la infraestructura física y virtual necesaria para configurar el servicio de infraestructura en la nube de la empresa Adexus S.A.

### **4.2. Objetivos Específicos**

1. Dimensionar los recursos físicos necesarios que serán utilizados para la solución de infraestructura en la nube.
2. Seleccionar una plataforma convergente que cumpla con los recursos físicos calculados.
3. Seleccionar la plataforma de virtualización y computación en la nube que serán utilizados basado en los lineamientos estratégicos y comerciales de la empresa adexus.
4. Realizar el diseño y configuración de la infraestructura física que apalancará la plataforma virtual.
5. Realizar el diseño y configuración de la infraestructura virtual.
6. Seleccionar la plataforma de computación en la nube que permita configurar el servicio de infraestructura en la nube que se integre de mejor manera con la plataforma física y de virtualización.
7. Configurar el servicio de infraestructura en la nube.
8. Realizar un artículo referente la solución de infraestructura como servicio implementada.

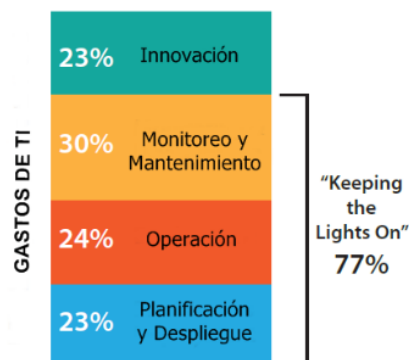
## 5. DESARROLLO CASO DE ESTUDIO

### 5.1. Introducción

#### 5.1.1. Infraestructura convergente

La creciente demanda de servicios tecnológicos en el mundo empresarial ha incrementado la necesidad de desarrollar equipos y tecnologías para el centro de datos de mayor capacidad y menor costo, que a su vez simplifiquen la administración de los mismos para el personal de tecnología.

Mantener la operación de los recursos tecnológicos de un centro de datos por separado representa un gasto de aproximadamente el 77% del presupuesto tecnológico de una empresa, dejando únicamente un 23% para la innovación de las aplicaciones empresariales.



*Figura 5.1.* Representación porcentual de los gastos de TI con tecnologías segmentadas.

Una infraestructura convergente integra el conjunto de componentes de procesamiento, redes y almacenamiento en una solución unificada, pre-validada y respaldada por el fabricante y sus socios de negocio. El hardware es de esta manera utilizado de una forma más eficiente, reduciendo los problemas de compatibilidad, simplificando la gestión y administración, así como también reduciendo los costos de operación y mantenimiento.

Este nuevo enfoque para la infraestructura permite simplificar la administración y gestión del hardware y software en el centro de datos, dejando más presupuesto y tiempo del personal de TI para la innovación de soluciones propias del negocio de cada empresa.



*Figura 5.2.* Representación de los gastos de TI con tecnologías convergentes.

Adicionalmente la infraestructura convergente posee características que en conjunto con soluciones de virtualización permiten fundamentar la plataforma base que solventará los despliegues de servicios de computación en la nube.

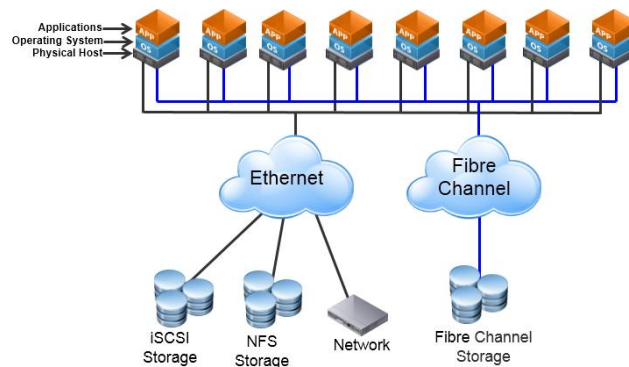
Las organizaciones se encuentran actualmente en una etapa de transición de una administración aislada de su infraestructura y aplicaciones a una más eficiente basada en servicios sobre infraestructura compartida que permite una mayor flexibilidad y dinamismo para responder a las necesidades del negocio. Los avances en las tecnologías de servidores, almacenamiento, redes y virtualización han permitido una mayor consolidación de la infraestructura, una mejor utilización de los recursos tecnológicos y una reducción en el capital requerido para el desarrollo de aplicaciones. [3]

### 5.1.2. Virtualización

En su concepto más básico la virtualización no es más que la creación de una versión virtual de algún recurso tecnológico a través de software. La virtualización de los servidores es la demostración más importante de este concepto y nace con la necesidad de utilizar de una manera más eficiente los recursos proporcionados por un servidor físico.

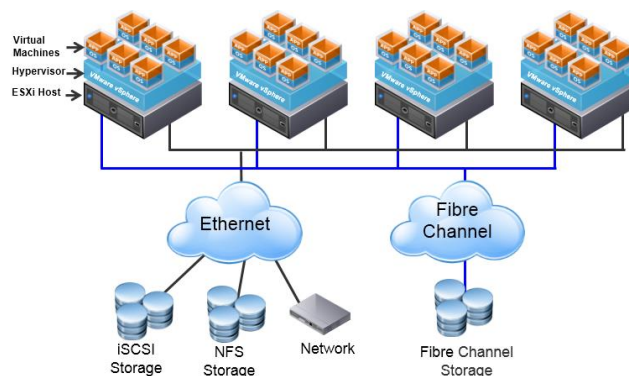
Hace un tiempo atrás los centros de datos se encontraban llenos de servidores sobredimensionados los cuales funcionaban en promedio únicamente entre el 5% al 15% de su capacidad total, esto como resultado de la limitación del diseño que

permitía ejecutar únicamente un sistema operativo y aplicación a la vez. Desde el punto de vista económico y administrativo esta limitación resulta altamente ineficaz.



**Figura 5.3.** Diagrama conceptual de un centro de datos tradicional.

Las tecnologías de virtualización permiten obtener una gran consolidación de los aplicativos al utilizar servidores virtuales que se ejecutan simultáneamente sobre un mismo equipo físico de tal manera que se maximice la utilización de sus recursos, se logre una reducción en los costos de mantenimiento y se agilice la gestión y administración de los aplicativos.

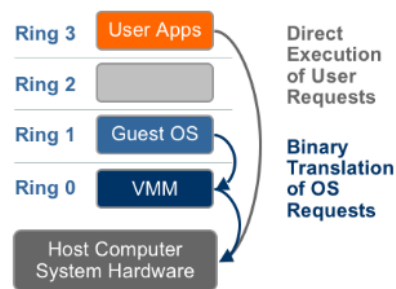


**Figura 5.4.** Diagrama conceptual de un centro de datos virtualizado.

Un servidor virtual, también llamado máquina virtual, es un conjunto de archivos que se encuentran encapsulados y herméticamente aislados entre sí, lo que proporciona seguridad y tolerancia a fallos sin comprometer la funcionalidad de las distintas máquinas virtuales que se pueden estar ejecutando sobre el mismo servidor físico. [4]

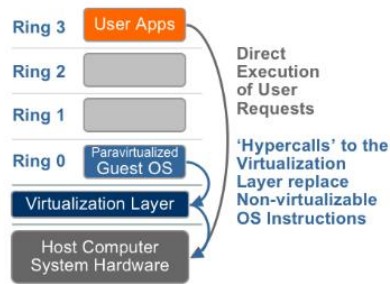
En el mundo de la virtualización el mayor progreso se ha realizado principalmente en la virtualización de servidores y desde este punto de vista se puede diferenciar tres tipos de virtualización:

- **Virtualización completa:** es una técnica de virtualización en la que el hipervisor captura y realiza una traducción binaria de todas las instrucciones del sistema operativo permitiendo reemplazar de esta manera secuencias de instrucciones que no pueden ser virtualizables. Las instrucciones a nivel de usuario son ejecutadas sin ninguna modificación a una velocidad de procesador nativa. El hipervisor proporciona a la máquina virtual todos los servicios de hardware del servidor físico en una forma virtual (BIOS virtual, periféricos virtuales, módulo de administración de memoria virtual).



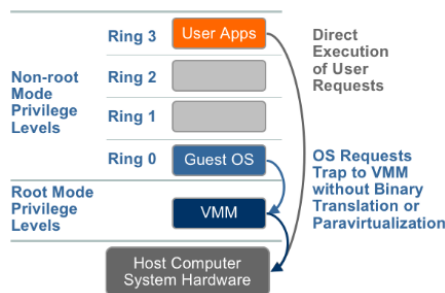
*Figura 5.5.* Flujo de ejecución en una virtualización completa.

- **Virtualización asistida por sistema operativo:** también conocida como para-virtualización es una técnica de virtualización en la que el sistema operativo huésped tiene el conocimiento de estar virtualizado y es notificado de la presencia de un hipervisor. La para-virtualización requiere que el sistema operativo huésped sea modificado para reemplazar las llamadas no virtualizables por instrucciones que se comunican directamente con la capa del hipervisor. La principal ventaja de esta técnica de virtualización está en la reducción de la sobrecarga en la capa de virtualización. Debido a que requiere la modificación del sistema operativo de la máquina virtual el soporte para distintos sistemas se ve reducido.



**Figura 5.6.** Flujo de ejecución en una virtualización asistida por sistema operativo.

- **Virtualización asistida por hardware:** debido a la gran adopción y demanda que ha tenido la virtualización en el centro de datos, los fabricantes de hardware agregaron características a sus dispositivos que ayudan a simplificar la virtualización. En el caso de Intel con la tecnología VT-X y AMD con la tecnología AMD-V, se genera un nuevo anillo de seguridad en el que se ejecuta el hipervisor y de manera automática las instrucciones del sistema operativo son enviadas al hipervisor eliminando la necesidad de realizar una traducción binaria o para-virtualización. [5]

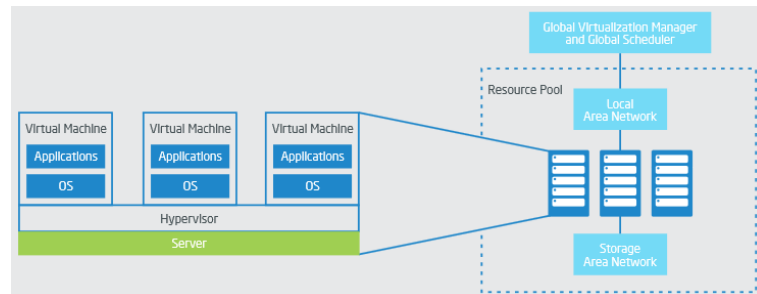


**Figura 5.7.** Flujo de ejecución en una virtualización asistida por hardware.

### 5.1.3. Computación en la nube

Hoy en día la computación en la nube es una realidad que se vive en las grandes organizaciones, así como también en las pequeñas y medianas empresas a nivel mundial. La adopción de este tipo de tecnología como estrategia de computación en los negocios se debe principalmente a que la gran mayoría de las compañías ya mantienen una línea base de virtualización en sus centros de datos. La virtualización es el pilar fundamental de la gran mayoría de nubes de alto rendimiento, utilizado

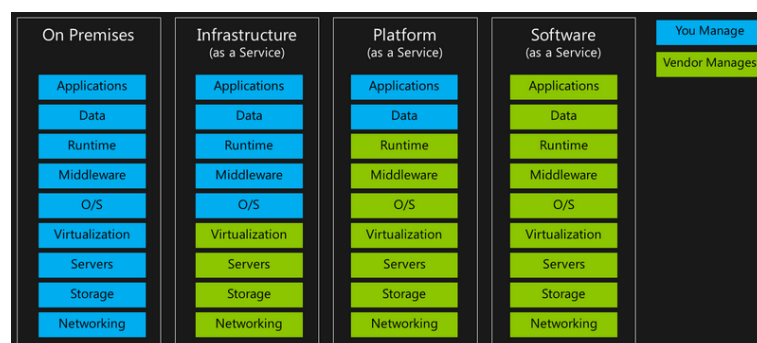
ampliamente para abstraer y componer un conjunto en común de los recursos de la infraestructura física.



**Figura 5.8.** Abstracción del conjunto de recursos de cómputo realizado por el hipervisor.

El área de tecnología de las empresas ya no se pregunta si los servicios de nube pueden ser una solución en su centro de datos, la pregunta en la actualidad es que tipo de servicio de nube es el adecuado para su negocio y como implementarlo para obtener las mayores prestaciones de esta tecnología [6]. La computación en la nube se divide principalmente en tres áreas de operación que son:

- Infraestructura como servicio (IaaS)
- Plataforma como servicio (PaaS)
- Software como servicio (SaaS)



**Figura 5.9.** Modelos de computación en la nube.

### Infraestructura como servicio

Como modelo de servicio en la nube, la Infraestructura como servicio (IaaS) puede ser una solución muy práctica para las empresas que desean acceder a recursos de computación en una manera dinámica y bajo demanda. Es un modelo de autoservicio de aprovisionamiento en forma de máquinas virtuales donde el cliente se concentra

únicamente en la configuración y administración del sistema operativo y las aplicaciones. Por otra parte, la adquisición y configuración de hardware, software y la infraestructura física como servidores, almacenamiento, equipos de red entre otros, están a cargo del proveedor de servicio, así mismo las tareas de administración, mantenimiento y afinamiento de la plataforma física y virtual son tareas efectuadas por el proveedor.

Las principales características que definen a las IaaS son:

- **Alquiler:** los clientes pueden realizar la renta de recursos por el tiempo que realmente necesitan sin tener que adquirir todo el equipamiento de hardware para solventar sus aplicaciones. Adicionalmente las capacidades de los recursos alquilados pueden variar automáticamente dependiendo de las necesidades de la empresa, pagando solamente la diferencia por el tiempo consumido. El alquiler puede basarse en un conjunto de recursos donde los clientes pueden administrar manualmente la creación de máquinas virtuales o mediante un catálogo de aprovisionamiento en el que los clientes pueden escoger máquinas virtuales pre-configuradas de diferentes características.
- **Autoservicio de aprovisionamiento:** los clientes mediante un catálogo de aprovisionamiento automático pueden obtener las máquinas virtuales pre-configuradas de diferentes capacidades y consumo de recursos, sin necesidad de que exista personal de TI realizando las tareas que involucraría provisionar un servidor de forma manual.
- **Escalamiento dinámico:** sucede cuando los recursos contratados pueden ser variados con facilidad dependiendo de la carga de trabajo en las aplicaciones de los clientes. Las características de los servidores virtuales o el conjunto de recursos pueden ser modificado sin tener afectación en los servicios desplegados por los clientes.
- **Nivel de servicio:** el proveedor de servicios puede establecer y garantizar niveles de servicio basado en las capacidades de su infraestructura física, el número de clientes y la carga requerida por las máquinas virtuales.

- **Licenciamiento:** muchos proveedores han integrado la capacidad de proporcionar el licenciamiento requerido, principalmente para los diferentes sistemas operativos, con la infraestructura como servicio bajo demanda.
- **Medición:** asegura que los clientes son facturados únicamente por lo que se consume desde el momento en que una máquina virtual es iniciada hasta que la misma es destruida. Los proveedores también pueden realizar una facturación por servicios adicionales como respaldo de máquinas virtuales, licenciamiento, recursos adicionales, entre otros.

#### Plataforma como servicio

La Plataforma como servicio (PaaS) es otro modelo de computación en la nube que está enfocado primordialmente para las empresas que tienen como negocio final el diseño y desarrollo de aplicaciones de software. PaaS provee a los clientes un marco de referencia integrado con todos los componentes necesarios para que los desarrolladores obtengan un ambiente homogéneo de trabajo.

Generalmente el equipo de desarrollo no requiere poseer un conocimiento profundo de las capas de infraestructura e interconexión del hardware, tampoco el funcionamiento y configuración de parámetros específicos de cada sistema operativo; para los desarrolladores el principal enfoque está en obtener una plataforma de trabajo estable con todos los componentes de software necesarios para la construcción de sus aplicaciones.

IaaS proporciona los cimientos que habilitan el despliegue de una solución PaaS, esto implica que todas las características propias de la infraestructura como servicio también son heredadas en la plataforma de computación en la nube.

Las características de una plataforma como servicio son:

- Mejorar el ciclo de vida del desarrollo de software
- Eliminar la carga operativa que involucra la instalación y configuración de todos los componentes de software necesarios para el desarrollo
- Una implementación estandarizada para un ambiente homogéneo de desarrollo
- Fácil aprovisionamiento de la plataforma de desarrollo

### Software como servicio

El modelo de distribución de software que más ampliamente está usado por las personas es de software como servicio (SaaS), de manera general describe cualquier servicio de nube que presenta aplicativos de software los cuales son accedidos por usuarios a través de dispositivos habilitados para internet mediante un cliente ligero que normalmente es el navegador.

A nivel empresarial se pasa de adquirir un software específico a realizar un consumo bajo alquiler del aplicativo en donde el proveedor de servicios mantiene el control total sobre la infraestructura física, virtual y software, siendo el proveedor también el responsable del mantenimiento, operación y actualización de toda la solución.

Las ventajas de un modelo de software bajo demanda son:

- Fácil administración de las aplicaciones
- Administración de las actualizaciones y parches realizado por el proveedor
- Compatibilidad entre todos los usuarios que utilizan la solución
- Facilidad de colaboración entre los usuarios
- Accesibilidad global

El ejemplo más popular de una solución SaaS son los proveedores de correo electrónico como Gmail, Hotmail, etc. Otras aplicaciones de software que también se encuentran en la nube y destacan son: Facebook, Twitter, Google, etc. [7]

## 5.2. Dimensionamiento de la solución

El servicio de nube que será implementado fue seleccionado mediante un análisis realizado entre la Gerencia Comercial y Gerencial General de la empresa Adexus. En entrevistas realizadas a los gerentes de cada área de la empresa, se determinó que enfocados en la misión y visión de la empresa se elaboró un plan de negocio para el año 2016 teniendo en cuenta la situación económica del país. En este sentido se planificó la implementación de un servicio de infraestructura en la nube que permita ofrecer una alternativa al mercado ecuatoriano para que las empresas puedan desplegar los aplicativos informáticos que impulsen sus negocios sin la necesidad de contar con un fuerte presupuesto económico para adquirir el equipamiento físico.

Para complementar los estudios realizados por la empresa Adexus, se elaboró una encuesta de 15 preguntas que fue entregada al personal de tecnología de varios clientes públicos y privados de la compañía. Esta encuesta fue especialmente diseñada para analizar el estado de los centros de datos de los clientes de la empresa, el nivel de adopción de la virtualización y la predisposición de los clientes para adoptar un nuevo modelo de computación basado en la nube, bien para desplegar sus nuevos proyectos o complementar sus centros de datos. De estos datos se podrá obtener una lista de posibles futuros clientes para que el área comercial realice el seguimiento y oferta de la nueva solución.

La encuesta permitirá también realizar una estimación y cálculo de los recursos físicos necesarios para la implementación de una primera etapa del proyecto de servicio de infraestructura en la nube de la empresa Adexus, obteniendo mediante un conjunto de preguntas una configuración promedio de las especificaciones de hardware virtual más importantes en las máquinas virtuales de la infraestructura virtual de los clientes en sus centros de datos.

Las preguntas número 1 – 2 – 3 de la encuesta nos dejan ver la realidad del mercado ecuatoriano en el que los clientes están llegando a consumir el máximo de los recursos físicos que poseen en sus centros de datos. También nos demuestra que en las empresas ya existe una gran adopción de la virtualización como modelo de computación, por tanto, se puede ratificar que el proyecto de infraestructura como

servicio de la empresa Adexus es viable y puede generar un gran negocio a mediano y largo plazo.

Además, en las preguntas de la encuesta número 10 – 11 – 12 – 13 se respalda la selección de IaaS como solución de computación en la nube ya que permite a los clientes obtener un mayor control de sus aplicativos, así como una mayor versatilidad al momento de realizar tareas y configuraciones a nivel del sistema operativo instalado en las máquinas virtuales contratadas.

#### 5.2.1. Biblioteca de plantillas

Existen varias maneras de monetizar los consumos en un IaaS, entre los más populares tenemos:

- Facturación por conjunto de recursos contratados
- Facturación por consumo

En el primer caso un cliente puede contratar un conjunto de recursos de procesamiento, memoria y almacenamiento predeterminado en los cuales podrá desplegar una o varias máquinas virtuales hasta consumir el total de estos recursos. Este modelo económico, aunque se muestra más llamativo al cliente a la hora de realizar la administración tecnológica de su conjunto, o pool, de recursos para el despliegue de máquinas virtuales, puede desembocar en una subutilización de los mismos debido a un sobredimensionamiento al momento de contratar el servicio.

Por el lado del proveedor la facturación por conjunto de recursos contratados puede complicar la implementación y administración de la plataforma IaaS debido a la variedad de requerimientos que se pueden encontrar en el mercado. Así también para los departamentos comercial y financiero establecer un valor por el conjunto de recursos puede tornarse en una tarea muy laboriosa.

Teniendo estas consideraciones en cuenta, la facturación por consumo resulta en un modelo de negocio más atractivo al momento de implementar la solución. El proveedor puede establecer un conjunto de máquinas virtuales con características de

hardware virtual pre-establecido y diversificarlas con diferentes tipos de sistemas operativos pre-instalados, de esta manera el valor por cada máquina virtual puede ser establecido previamente de una manera sencilla.

Al cliente se presentará una biblioteca o catálogo de máquinas virtuales de donde podrá elegir uno o más servidores virtuales que se adapten a sus necesidades.

De la recolección de información realizada en entrevistas previas con la Gerencia Comercial y General de Adexus y las encuestas realizadas a los clientes de la empresa, se mantuvo reuniones de trabajo internas en donde se definió la siguiente biblioteca de plantillas:

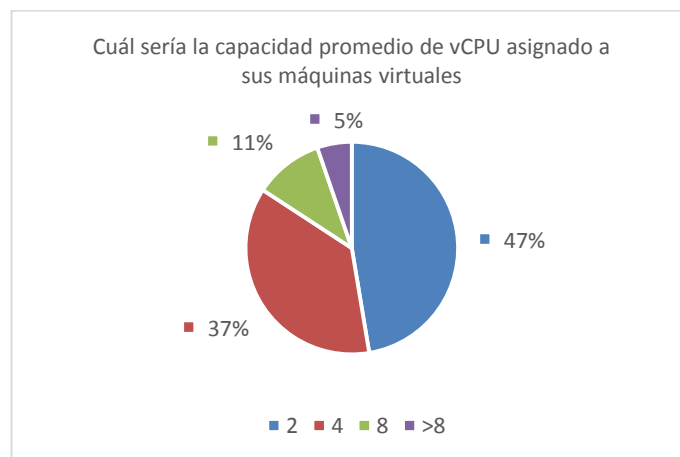
#### División del catálogo por características de hardware virtual

Como estrategia comercial, Adexus decidió que se realizaran, en la primera fase del proyecto, dos categorías de máquinas virtuales determinadas por el hardware virtual con el que serán creadas. Estas categorías son:

- Plantillas de máquinas virtuales de nivel de entrada
- Plantillas de máquinas virtuales de nivel medio

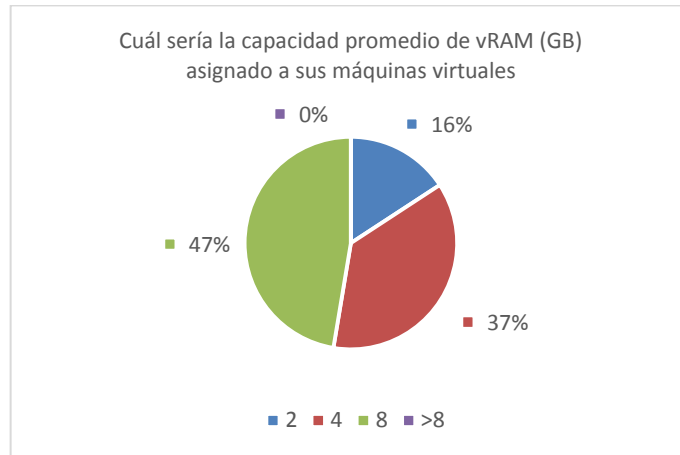
Ahora, para establecer las características de hardware virtual que serán configuradas en las máquinas virtuales de estas dos categorías, se utilizaron las respuestas de las siguientes preguntas de la encuesta como referencia:

Configuración de procesador virtual vCPU por máquina virtual:



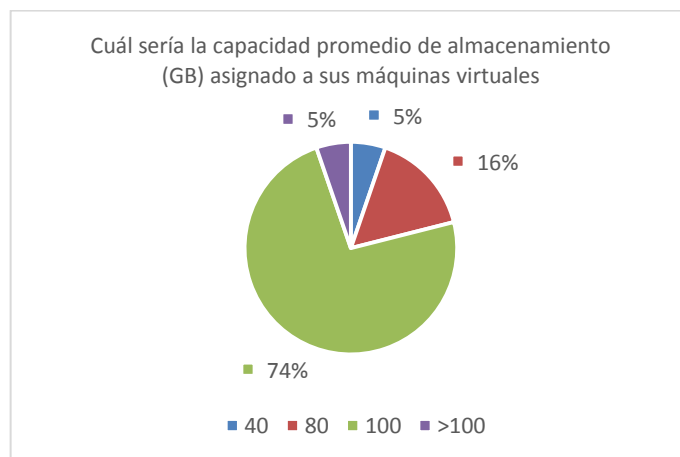
**Figura 5.10.** Resultados de pregunta número 6 de la encuesta. Capacidad promedio de vCPU.

### Configuración de memoria virtual vRAM por máquina virtual:



**Figura 5.11.** Resultados de pregunta número 7 de la encuesta. Capacidad promedio de vRAM.

### Configuración de espacio de almacenamiento vHDD por máquina virtual:



**Figura 5.12.** Resultados de pregunta número 8 de la encuesta. Capacidad promedio de vHDD.

La tabulación de los porcentajes de las respuestas de cada pregunta permite establecer una idea base de las configuraciones requeridas para las máquinas virtuales. Por otro lado, la cantidad de máquinas virtuales promedio que manejan los clientes, obtenido en la pregunta número 5 de la encuesta, es sumamente alto y el análisis de la tabla de configuraciones promedio de cada servidor virtual permite confirmar la consolidación que se puede lograr utilizando técnicas de virtualización en el centro de datos. Los resultados demuestran que hoy en día las máquinas virtuales tienden a ser configuradas con una menor potencia en términos de vCPU y vRAM debido principalmente a que las aplicaciones tienden a construirse basadas en

un diseño por capas que permite segregar los componentes en diferentes servidores virtuales, obteniendo de esta manera un mejor rendimiento y aislando posibles fallos que puedan afectar a la aplicación en su totalidad. Esta reducción también se debe a que los recursos del servidor físico son optimizados de una mejor manera tendiendo a no desperdiciar los recursos con un sobredimensionamiento de los servidores virtuales.

**Tabla 5.1**

*Promedio de recursos de hardware virtual utilizado por usuarios.*

vCPU		vRAM (GB)		vHDD (GB)	
Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje
2	47%	8	47%	100	74%
4	37%	4	37%	80	16%
8	11%	2	16%	40	5%
>8	5%	>8	0%	>100	5%

Si asumimos que los valores con un mayor porcentaje de configuración pueden tomarse como línea base para establecer las máquinas virtuales del catálogo de nivel medio, podemos también determinar que los valores siguientes en los porcentajes pueden servir para establecer las máquinas virtuales del catálogo de nivel de entrada.

Para que las configuraciones de virtual hardware se encuentren correctamente enmarcados dentro de las categorías establecidas, debe hacerse una excepción para la variable de vCPU de la tabla expuesta anteriormente. Para los valores de 2vCPU y 4vCPU de la tabulación los puntos porcentuales no guardan una gran diferencia entre ellos, significando que los valores forman parte de una configuración típica en un centro de datos de los clientes encuestados. Por tal motivo el valor de 4vCPU será utilizado para las máquinas virtuales de la categoría del catálogo de nivel medio y el valor de 2vCPU a su vez será utilizado para las máquinas virtuales de la categoría del catálogo de nivel de entrada.

Con esta modificación las características a utilizar para las máquinas virtuales de la biblioteca de plantillas serán:

**Tabla 5.2**  
*Características de hardware virtual que se utilizará en la plataforma virtual IaaS.*

<b>Nivel de Entrada</b>	
<b>vCPU</b>	2
<b>vRAM</b>	4
<b>vHDD</b>	80
<b>Nivel medio</b>	
<b>vCPU</b>	4
<b>vRAM</b>	8
<b>vHDD</b>	100

Los sistemas operativos que serán ofrecidos para estas dos categorías, fueron establecidos por las gerencias de la empresa Adexus basados en las alianzas comerciales que se mantiene con las principales marcas de software. Cabe recalcar que estos sistemas operativos también son los más utilizados en los centros de datos a nivel mundial.

- Microsoft Windows 2008 R2 Standard
- Microsoft Windows 2012 R2 Standard
- RedHat Enterprise Linux 6
- CentOS Linux 6

#### 5.2.2. [Calculo de las capacidades de hardware requeridas](#)

Una vez establecida la biblioteca de plantillas, se realizó una reunión con la gerencia comercial para obtener información que permita dimensionar las capacidades de los servidores físicos que serán la columna vertebral de la solución. Los parámetros establecidos se detallan a continuación:

- Número de años soportados por la inversión inicial de hardware: 4
- Proyección de clientes para el primer año: 15
- Crecimiento esperado en los siguientes años: 30% anual

Si tomamos en cuenta que en la actualidad las soluciones informáticas se construyen en 3 capas que son front-end, negocio y base de datos, podemos calcular el número de máquinas virtuales que serán desplegadas en el primer año:

$$\text{Número de clientes} * \text{número de capas} = \text{VM primer año}$$

$$15 * 3 = 45 \text{ máquinas virtuales}$$

Debido a que la capacidad de hardware realizada en la inversión inicial debe soportar 4 años, el cálculo del crecimiento en máquinas virtuales para los 3 años siguientes es:

$$\text{Crecimiento anual} * \text{número de años} = \text{VM crecimiento}$$

$$\text{Crecimiento anual} = \text{Número de clientes} * \text{número de capas}$$

El crecimiento proyectado por la empresa es de 30% que equivaldría a 4,5 que implicaría 5 clientes nuevos cada año con las mismas consideraciones planteadas para el primer año que es un aplicativo utilizando un modelo de 3 capas.

$$\text{Crecimiento anual} = 5 * 3$$

$$\text{Crecimiento anual} = 15 \text{ máquinas virtuales}$$

El crecimiento total de máquinas virtuales sería entonces:

$$15 * 3 = 45 \text{ máquinas virtuales crecimiento total}$$

De estos valores podemos determinar que el total de máquinas virtuales encendidas pertenecientes a los clientes al final de los cuatro años es:

$$\text{VM inicial} + \text{VM crecimiento total} = \text{VM total clientes}$$

$$45 \text{ VM} + 45 \text{ VM} = 90 \text{ máquinas virtuales clientes}$$

Se considerará el consumo de 6 máquinas virtuales adicionales destinadas al funcionamiento propio de la solución y la implementación a futuro de posibles soluciones complementarias.

$$\text{VM TOTAL} = 96 \text{ máquinas virtuales}$$

Para calcular los recursos físicos de cada servidor se utilizará la configuración de las máquinas virtuales del catálogo de nivel medio alcanzando una sobreasignación de vCPU del 400%.

$$vCPU\ TOTAL = VM\ TOTAL * 4$$

$$vCPU\ TOTAL = 384$$

$$vRAM\ TOTAL = VM\ TOTAL * 8\ GB$$

$$vRAM\ TOTAL = 768GB$$

Configurar una solución altamente redundante, capaz de soportar el fallo en uno o varios componentes de la plataforma, es un punto clave para la configuración física de los equipos. Por este motivo se decidió configurar un clúster de 4 servidores con la capacidad de soportar el fallo completo de uno de los mismos.

$$Capacidad\ CPU\ por\ servidor = vCPU\ TOTAL / 3$$

$$Capacidad\ CPU\ por\ servidor = 384 / 3$$

$$Capacidad\ CPU\ por\ servidor = 128$$

Para lograr la sobreasignación del 400% en vCPU se puede considerar utilizar servidores con dos procesadores físicos de 8 núcleos cada uno que apoyados en tecnologías que permitan un uso más eficiente de los recursos de procesamiento como Intel Hyper-Threading, permitirá obtener 32 threads por servidor. Cada thread o hilo de ejecución representará un vCPU en el ambiente virtual lo que implica que por servidor se cumplirá con el 400% de sobreasignación del procesador.

$$Capacidad\ RAM\ por\ servidor = vRAM\ TOTAL / 3$$

$$Capacidad\ RAM\ por\ servidor = 768\ GB / 3$$

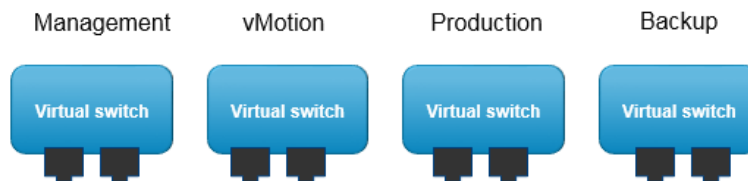
$$Capacidad\ RAM\ por\ servidor = 256\ GB$$

El cálculo de las tarjetas de red necesarias para cada servidor se realiza tomando en cuenta el número de redes necesarias para el correcto funcionamiento de la solución. En esta plataforma específica se requerirá de 8 interfaces por cada servidor.

**Tabla 5.3**

*Detalle de las interfaces de red físicas utilizadas para las redes virtuales.*

Red	Descripción	Interfaces	Velocidad mínima
Producción	Conexión de VM de clientes	2	10Gbps
Backup	Conexión de VM de clientes acceso alternativo para soporte del proveedor	2	10Gbps
Administración	Conexión de servidores físicos y VM propias de la infraestructura	2	1Gbps
Movimiento	Movimiento de VM entre servidores físicos	2	1Gbps



**Figura 5.13.** Distribución de los puertos físicos para las redes virtuales.

El espacio de almacenamiento será provisto por un equipo especializado dentro de una red SAN que permita apalancar toda la funcionalidad de una infraestructura virtual en donde las máquinas virtuales pueden ser desplazadas entre servidores físicos sin necesidad de perder conectividad o funcionalidad de las mismas.

$$vHDD\ TOTAL = VM\ TOTAL * 100GB$$

$$vHDD\ TOTAL = 9,375\ TB == 10\ TB$$

Las tarjetas HBA que requiere cada servidor se detalla a continuación:

**Tabla 5.4**

Detalle de las interfaces HBA físicas utilizadas para la red de almacenamiento.

Red	Descripción	Interfaces	Velocidad mínima
SAN de almacenamiento	Conectividad entre servidores y equipo dedicado de almacenamiento.	2	8Gbps

Los equipos físicos complementarios que serán utilizados para el despliegue de la solución son:

- **Firewall:** que permita brindar seguridad y acceso basado en políticas a las máquinas virtuales y administración de toda la solución.
- **Switches:** que permita la comunicación entre los servidores, firewall y enlaces de datos.
- **SAN Switches:** que permita la interconexión entre el equipo de almacenamiento y los servidores para la transferencia de datos.

### 5.2.3. Equipamiento físico

Para seleccionar los equipos que se ajusten a los requerimientos de hardware calculados en el punto anterior, la empresa Adexus considerará únicamente a los fabricantes con los cuales mantienen relaciones comerciales.

Adexus es aliado estratégico y comercializa principalmente las siguientes marcas de equipos tecnológicos:

- Cisco
- NetApp
- HP
- Citrix

Los indicadores que se establecieron para la selección de la solución se detallan a continuación:

**Tabla 5.5**

*Indicadores directos para el análisis comparativo de los equipos de hardware.*

<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>
Capacidad	Los equipos deben cumplir con los requisitos de capacidad calculados	1
Convergencia	Los equipos deben formar parte de una solución convergente.	1
Configuración basada en políticas	La administración de los equipos debe permitir la configuración basada en políticas de tal manera que sea posible generar una sola plantilla y aplicarla a todos los servidores de la solución.	1
Costo	La solución deberá cumplir con los requisitos de capacidad calculados y ofrecer la mejor propuesta económica.	1

Las marcas que proporcionan equipos convergentes capaces de cumplir con los requerimientos de hardware son:

- Cisco + NetApp: La solución de convergencia FlexPod proporciona una solución certificada para las capas de computación, almacenamiento, redes y virtualización.
- HP: Posee una solución convergente basada en productos propios para computación, almacenamiento y redes. La solución también es certificada para virtualización.

## FlexPod: Cisco + NetApp

La siguiente tabla describe las características principales y de interés en este estudio de los equipos ofertados.

**Tabla 5.6**

*Propuesta técnica de equipamiento FlexPod.*

Servidores		
Descripción	Requerimiento	Indicador
Cisco UCS 5108 AC2	Chasis: >= 8 cuchillas	Cumple Soporta 8 cuchillas
UCSB B200 M4	>= 4 cuchillas	Cumple
2 x Intel E5-2630v3 2.4 GHz 8-core	>= 8 núcleos	Cumple
16 x 16GB DDR4 PC4-17000 RDIMM	>= 256 GB	Cumple
Cisco UCS VIC 1340 modular LOM	Ethernet: >= 8 Interfaces 10Gbps HBA: >= 2 interfaces 8Gbps	Cumple. Permite crear hasta 256 interfaces
Almacenamiento		
NetApp FAS2552 24 x 600GB	>= 10 TB	Cumple Soporta 14TB
24 x 600GB SAS 15K	SAS @ 15000rpm	Cumple

FlexPod desarrollado por Cisco y NetApp es una solución convergente que ofrece tecnologías pre-validadas de computación, almacenamiento y redes. Ha sido diseñada para mejorar la agilidad de los recursos tecnológicos y reducir el tiempo de puesta en marcha de las aplicaciones empresariales.

La administración de esta solución permite la configuración de los servidores basado en políticas de tal manera que se puede crear una plantilla con los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de la plataforma una sola vez y asignarlos a todos los servidores.

## HP

La siguiente tabla describe las características principales y de interés en este estudio de los equipos ofertados.

**Tabla 5.7**

*Propuesta técnica de equipamiento HP.*

Servidores		
Descripción	Requerimiento	Indicador
HP BLc C7000	Chasis: >= 8 cuchillas	Cumple Soporta 16 cuchillas
HP BL460c Gen9 Svr	>= 4 cuchillas	Cumple
2 x Intel E5-2640v3 2.6 GHz 8-core	>= 8 núcleos	Cumple
8 x 32GB DDR4 PC4-2133P-R	>= 256 GB	Cumple
HP FlexFabric 10Gbps DualPort 536FLB	Ethernet: >= 8 Interfaces 10Gbps HBA: >= 2 interfaces 8Gbps	Cumple. Permite crear hasta 4 interfaces Ethernet por puerto y 1 interfaz HBA
Almacenamiento		
HP 3PAR StoreServ 8200 2N	>= 10 TB	Cumple Soporta 14TB
24 x HP 3PAR 8000 600GB SAS 15K	SAS @ 15000rpm	Cumple

HP es una de las pocas empresas que dispone de un catálogo de productos completo, ofreciendo a sus clientes una variedad de equipo tecnológico en las áreas de servidores, almacenamiento, redes y seguridad. Esta característica define una convergencia certificada en la arquitectura de soluciones implementadas con productos HP.

Aunque HP presenta una excelente integración entre las diferentes capas de hardware, a diferencia de la solución FlexPod la configuración de los parámetros de los servidores debe realizarse individualmente, teniendo como configuración basada en políticas únicamente la creación de plantillas para configuraciones de red y SAN.

El análisis de los indicadores se presenta en las siguientes tablas:

**Tabla 5.8**

*Análisis comparativo de los indicadores.*

	Capacidad	Convergencia	Config. Políticas	Costo
FlexPod	Cumple	Cumple	Cumple	\$87.734,46
HP	Cumple	Cumple	No cumple	\$113.933,78

\* El extracto de la propuesta económica se presenta en la sección de Anexos.

**Tabla 5.9**

*Resultados del análisis comparativo.*

	FlexPod	HP
Capacidad	1	1
Convergencia	1	1
Configuración basada en políticas	1	0
Costo	1	0
Total	4	2

El resultado de los indicadores fue presentado al gerente general y comercial de Adexus quienes fueron los encargados de aprobar la adquisición del hardware para la implementación del servicio de nube apalancado en una plataforma FlexPod.

#### 5.2.4. Plataforma de virtualización

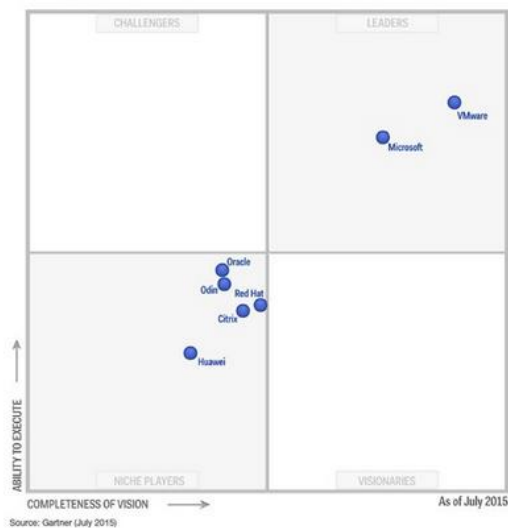
La virtualización se ha establecido como una tecnología de facto en los centros de datos empresariales y de la información recolectada en las encuestas, se puede determinar que las tres principales plataformas de virtualización en el mercado son:

**Tabla 5.10**

*Principales plataformas de virtualización utilizadas en el país.*

Plataforma	Porcentaje de adopción
VMware	90%
XEN	5%
Microsoft Hyper-V	5%

La empresa de investigación Gartner, ha nombrado a VMware por seis años consecutivos como plataforma de virtualización líder en el mercado. No es de extrañarse siendo VMware la empresa con mayor experiencia y más años en el mercado de virtualización x86.



**Figura 5.14.** Cuadrante mágico de Gartner para virtualización, año 2015.

Adexus comercializa en el país VMware como plataforma de virtualización y es partner Enterprise de la marca, motivo por el cual es la plataforma de virtualización seleccionada para el ambiente de computación en la nube. [8]

### 5.2.5. Infraestructura de computación en la nube

La solución que habilita la configuración y puesta en marcha de un servicio de infraestructura en la nube no es más que un conjunto de herramientas que proveen acceso a los recursos de computación en un ambiente virtualizado a través de internet.

Existen una variedad de herramientas dedicadas a la administración de recursos de computación, administración de costos, automatización y control de operaciones. Estas herramientas y funcionalidades son agrupadas como un paquete de software encargado de proporcionar el servicio de computación en la nube. Como en todo campo de la informática, existen versiones de software pagado y gratuito en el mercado, siendo revisadas en este estudio las plataformas IaaS más importantes y de interés en relación al hardware y software de virtualización que será utilizado.

Entre las plataformas gratuitas que han sido mayormente adoptadas para el despliegue de servicios de computación en la nube destacan OpenStack, Eucalyptus, StackCloud. Entre sus características principales se encuentra el soporte para diversos hipervisores como: ESXi, KVM, XEN. Poseen mecanismos de integración con nubes públicas como Amazon AWS, permitiendo la configuración de soluciones híbridas que ayudan a expandir los centros de datos de las empresas. Proporcionan herramientas para monetizar y delimitar el consumo de los recursos físicos de la plataforma.

Por otro lado, en las plataformas comerciales se sitúa con mayor importancia VMware vCloud, siendo tomado por muchas empresas como una solución de referencia. Ha sido principalmente adoptado debido al nivel de penetración de VMware vSphere como plataforma de virtualización. vCloud al igual que sus competidores gratuitos puede ser desplegado sobre varios hipervisores siendo sin lugar a duda ESXi de VMware el que presenta un mayor grado de integración y compatibilidad.

Cisco por su parte ha desarrollado una solución que proporciona la facilidad de una administración centralizada tanto de la infraestructura física como también de los servicios virtuales y de computación en la nube. Cisco UCS Director es una solución

de administración unificada para ambientes FlexPod que permite reemplazar el aprovisionamiento manual de un centro de datos virtual por un flujo de trabajo automatizado. Como una plataforma para la configuración de servicios de infraestructura de computación en la nube, UCSD proporciona herramientas y funciones que le permiten ofrecer características y soporte similares a sus competidores además de los siguientes beneficios:

- Biblioteca de tareas para construir una infraestructura en minutos, abarcando soluciones de hardware Cisco y de terceros.
- Reducción de la complejidad en la administración de un centro de datos físico y virtual, reemplazando las tareas de aprovisionamiento manual por flujos de trabajo que abarcan las capas de computación, redes, almacenamiento y virtualización.
- Capacidades de monitoreo en tiempo real de los recursos consumidos de la plataforma, balanceo de carga dinámico y administración óptima de los recursos.

Desde octubre del 2015 Cisco comercializa UCS Director como una solución de software complementaria a su catálogo de servidores UCS, ofreciendo un descuento significativo si la adquisición se realiza de manera conjunta.

Teniendo en cuenta el modelo de comercialización que utiliza Cisco para sus servidores UCS con la herramienta UCS Director, la integración de la misma con la plataforma FlexPod y el hipervisor VMware vSphere; se ha definido en conjunto con las gerencias de Adexus utilizar UCSD como la plataforma de computación en la nube. [9]

### 5.3. Implementación

#### 5.3.1. Diseño e implementación de la infraestructura física

El diseño físico propuesto para los servicios de infraestructura en la nube está conformado por el siguiente conjunto de hardware:

- Seguridad perimetral
- Conectividad de red
- Equipos de computación
- Almacenamiento

Cada una de estas capas ha sido diseñada teniendo en cuenta conceptos de alta disponibilidad, tolerancia a fallos, rendimiento, redundancia, confiabilidad de la solución, etc.

#### Segmentación de Red

El segmento de red IPv4 10.211.0.0/16 fue asignado por Adexus para la implementación de la solución IaaS, esta red fue a su vez subdividida y segmentada mediante redes virtuales (VLAN) para aislar y asegurar el acceso a los componentes de las capas de hardware, capa de virtualización, administración de la plataforma y los recursos propios contratados por los diferentes usuarios.

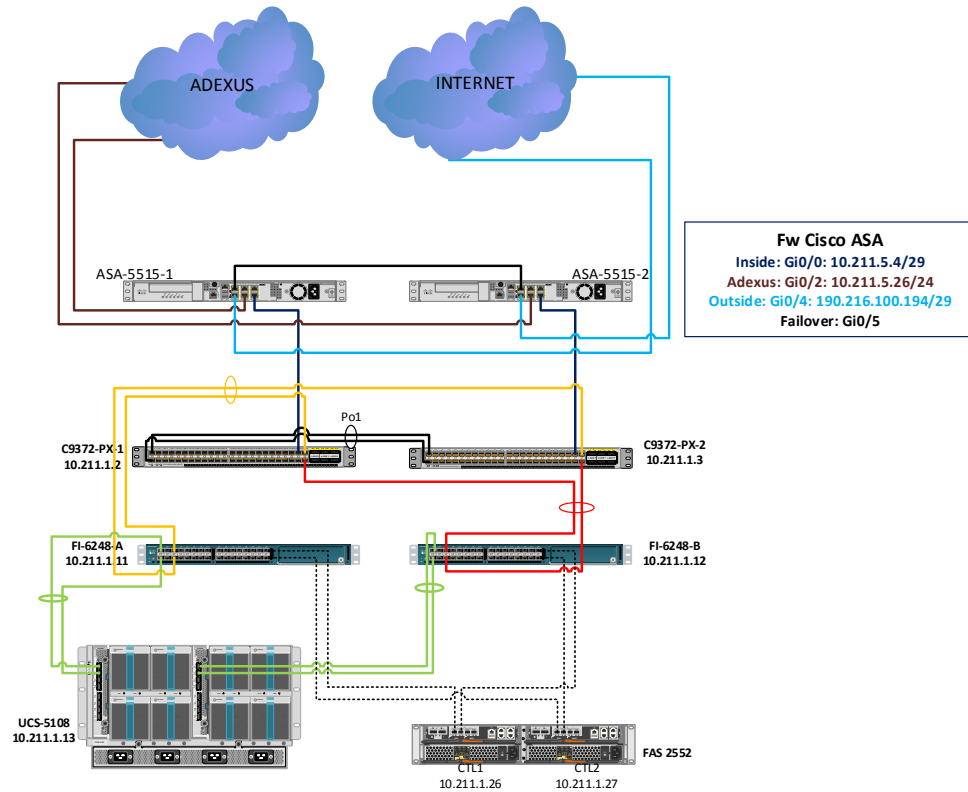
**Tabla 5.11**

*Descripción de la segmentación de red en VLANs.*

VLAN	Red	Descripción
10	10.211.1.0/24	Administración de Hardware
20	10.211.2.0/24	Administración virtual VMware
30	10.211.3.0/24	Movimiento de máquinas virtuales
51	10.211.5.0/24	Interconexión firewall - switches
100 – 1000	10.211.10.0/24 10.211.100.0/24	Conectividad máquinas virtuales de los clientes
1100 – 2000	10.211.110.0/24 10.211.200.0/24	Conectividad de respaldo y tareas de administración para personal de Adexus

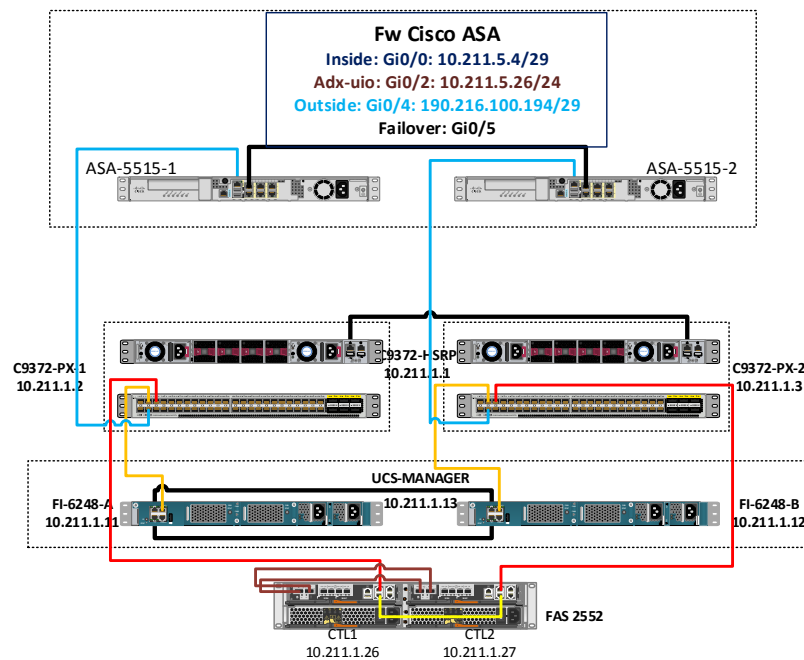
## Diagrama de conectividad

La conexión entre las diferentes capas de hardware se detalla en el siguiente diagrama.



*Figura 5.15.* Diagrama de conectividad física.

El siguiente diagrama muestra las conexiones que permiten la configuración en modo clúster de los componentes de seguridad, redes y almacenamiento. También se muestran las conexiones específicas para la administración de los equipos.



*Figura 5.16.* Diagrama de conectividad administrativa y clúster.

### Infraestructura de conectividad de red

La columna vertebral de la capa de conectividad de red, fue configurada mediante dos switches Cisco Nexus C9372PX que funcionan en modo clúster activo / activo. Estos equipos son los encargados de gestionar las puertas de enlace predeterminadas de todas las redes internas que serán utilizadas en la solución y que fueron definidas anteriormente.

Los switches Nexus son principalmente utilizados en centros de datos debido a su gran rendimiento y versatilidad. Para proporcionar un rendimiento adecuado, NXOS que es el sistema operativo de estos dispositivos, tiene habilitado de fábrica únicamente las funciones de red básicas, y es tarea del usuario activar cualquier característica adicional requerida.

Para cumplir con el diseño físico propuesto y para proporcionar confiabilidad en la solución, se activaron las siguientes características en los dos switches:

- **interface-vlan:** proporciona segmentación de red.
- **hsrp:** proporciona redundancia de la puerta de enlace predeterminada
- **lacp:** permite obtener en cada switch alta disponibilidad, tolerancia a fallos y redundancia en capa 2 del modelo OSI.

- **vpc**: permite extender los beneficios de alta disponibilidad, tolerancia a fallos y redundancia entre los dos switches Cisco Nexus.

Los comandos utilizados para habilitar estas características desde NSOX fueron los siguientes:

```
feature interface-vlan
feature hsrp
feature lacp
feature vpc
```

La primera característica configurada en los switches es vPC que permite establecer port-channels desde dos equipos Nexus diferentes para presentarlos como un único equipo físico, en capa 2 y capa 3, hacia un tercer dispositivo, obteniendo de esta manera redundancia, agregación de enlaces y ancho de banda.

### **vPC - configuración Nexus adx\_n9k\_01**

```
interface mgmt0
 vrf member management
 ip address 10.211.4.1/28

vpc domain 1
 peer-switch
 role priority 10
 peer-keepalive destination 10.211.4.2
 peer-gateway
 auto-recovery

interface port-channel1
 description PEER-LINK
 switchport mode trunk
 spanning-tree port type network
 vpc peer-link

interface Ethernet1/1
 description **Peer-Link**
 switchport mode trunk
 spanning-tree port type network
 channel-group 1 mode active

interface Ethernet1/2
 description **Peer-Link**
 switchport mode trunk
 spanning-tree port type network
 channel-group 1 mode active
```

## **vPC - configuración Nexus adx\_n9k\_02**

```
interface mgmt0
  vrf member management
  ip address 10.211.4.2/28

vpc domain 1
  peer-switch
  role priority 20
  peer-keepalive destination 10.211.4.1
  peer-gateway
  auto-recovery

interface port-channel1
  description PEER-LINK
  switchport mode trunk
  spanning-tree port type network
  vpc peer-link

interface Ethernet1/1
  description **Peer-Link**
  switchport mode trunk
  spanning-tree port type network
  channel-group 1 mode active

interface Ethernet1/2
  description **Peer-Link**
  switchport mode trunk
  spanning-tree port type network
  channel-group 1 mode active
```

A continuación, se procedió con la segmentación de la red realizando la configuración de las redes virtuales (VLAN) y las puertas de enlace predeterminadas utilizando el protocolo de redundancia HSRP. En esta sección se tomará a manera de ejemplo únicamente la configuración del segmento de administración, VLAN 10.

## **VLAN y HSRP - configuración Nexus adx\_n9k\_01**

```
vlan 10
  name AdmHard

interface vlan 10
  description AdmHard
  no shutdown
  no ip redirects
  ip address 10.211.2.2/24
  no ipv6 redirects
  hsrp version 2
  hsrp 10
  preempt
  priority 130
  ip address 10.211.2.1
```

## **VLAN y HSRP - configuración Nexus adx\_n9k\_01**

```
vlan 10
  name AdmHard

interface vlan 10
  description AdmHard
  no shutdown
  no ip redirects
  ip address 10.211.2.3/24
  no ipv6 redirects
  hsrp version 2
  hsrp 10
  preempt
  ip address 10.211.2.1
```

Finalmente se requiere configurar los puertos que forman parte de los port-channel que conectarán el core de conectividad de red con los equipos de computación Cisco UCS. También se configurarán los enlaces que conectarán los switches Nexus con los firewalls Cisco ASA y los puertos para la administración de todos los equipos de la solución.

## **Port-Channel - configuración Nexus adx\_n9k\_01**

```
interface port-channel101
  description FI-6248-A
  switchport mode trunk
  spanning-tree port type normal
  vpc 101

interface port-channel102
  description FI-6248-B
  switchport mode trunk
  spanning-tree port type normal
  vpc 102

interface Ethernet1/47
  description **FI-A P5**
  switchport mode trunk
  spanning-tree port type normal
  channel-group 101 mode active

interface Ethernet1/48
  description **FI-B P5**
  switchport mode trunk
  spanning-tree port type normal
  channel-group 102 mode active
```

## **Interconexión Firewall - configuración Nexus adx\_n9k\_01**

```
interface Ethernet1/45
  description CISCO-ASA1-INSIDE-P0
  switchport access vlan 51

ip route 0.0.0.0/0 10.211.5.4 name GW-ASA
```

## **Interfaces administración - configuración Nexus adx\_n9k\_01**

```
interface Ethernet1/3
  description FI-A_mgmt0
  switchport access vlan 10
  spanning-tree port type edge

interface Ethernet1/4
  description FW-ASA1_mgmt0
  switchport access vlan 10
  spanning-tree port type edge

interface Ethernet1/5
  description NETAPP-CTRL1_e0m
  switchport access vlan 10
  spanning-tree port type edge
```

## **Port-Channel - configuración Nexus adx\_n9k\_02**

```
interface port-channel101
  description FI-6248-A
  switchport mode trunk
  spanning-tree port type normal
  vpc 101

interface port-channel102
  description FI-6248-B
  switchport mode trunk
  spanning-tree port type normal
  vpc 102

interface Ethernet1/47
  description **FI-A P6**
  switchport mode trunk
  spanning-tree port type normal
  channel-group 101 mode active

interface Ethernet1/48
  description **FI-B P6**
  switchport mode trunk
  spanning-tree port type normal
  channel-group 102 mode active
```

## **Interconexión Firewall - configuración Nexus adx\_n9k\_02**

```
interface Ethernet1/45
  description CISCO-ASA2-INSIDE-P0
  switchport access vlan 51

ip route 0.0.0.0/0 10.211.5.4 name GW-ASA
```

## Interfaces administración - configuración Nexus adx\_n9k\_02

```
interface Ethernet1/3
  description FI-B_mgmt0
  switchport access vlan 10
  spanning-tree port type edge

interface Ethernet1/4
  description FW-ASA2_mgmt0
  switchport access vlan 10
  spanning-tree port type edge

interface Ethernet1/5
  description NETAPP-CTRL2_e0m
  switchport access vlan 10
  spanning-tree port type edge
```

### Infraestructura equipos de computación

La solución de servidores desarrollada por Cisco, Unified Computing System (Cisco UCS), está conformada por dos switches de interconexión, Fabric InterConnect, y un chasis de servidores tipo cuchilla.

Los equipos de interconexión Fabric InterConnect son los encargados de administrar el tráfico de comunicación de red y datos, desde los servidores hacia los switches de core y el equipo de almacenamiento. Adicionalmente poseen toda la inteligencia para la administración y configuración de los componentes de la solución UCS mediante una herramienta gráfica embebida en los Fabric InterConnect llamada UCS Manager.

Por otra parte, el chasis y conjunto de servidores proporcionan a la solución toda la capacidad de computación en características de procesador, memoria y almacenamiento interno propio. La principal ventaja de esta arquitectura es la capacidad para agregar un nuevo conjunto de servidores a los Fabric InterConnect para repotenciar las características de computación de la solución, permitiendo administrar todos los chasis y servidores desde una única herramienta de gestión como es UCS Manager.

La configuración inicial de los equipos UCS se realiza mediante la conexión por consola a los Fabric InterConnect para establecer las direcciones IP de administración de los equipos y el levantamiento de la IP virtual para la creación del clúster entre los dos Fabric InterConnect. Esta IP virtual será la utilizada para gestionar la herramienta UCS Manager.

## Configuración Fabric InterConnect A

Enter the installation method (console/gui)? console  
Enter the setup mode (restore from backup or initial setup) [restore/setup]? setup  
You have chosen to setup a new switch. Continue? (y/n): y  
Enter the password for "admin": password  
Confirm the password for "admin": password  
Do you want to create a new cluster on this switch (select 'no' for standalone setup or if you want this switch to be added to an existing cluster)? (yes/no) [n]: yes  
Enter the switch fabric (A/B): A  
Enter the system name: adxswfi01-A  
Mgmt0 IPv4 address: 10.211.1.11  
Mgmt0 IPv4 netmask: 255.255.255.0  
IPv4 address of the default gateway: 10.211.1.1  
Virtual IPv4 address : 10.211.1.13  
Configure the DNS Server IPv4 address? (yes/no) [n]: yes  
DNS IPv4 address:  
Configure the default domain name? (yes/no) [n]: yes  
Default domain name:  
Following configurations will be applied:  
Switch Fabric=A  
System Name=adxswfi01-A  
Management IP Address=10.211.1.11  
Management IP Netmask=255.255.255.0  
Default Gateway=10.211.1.11  
Cluster Enabled=yes  
Virtual Ip Address=10.211.1.13  
DNS Server=  
Domain Name=  
Apply and save the configuration (select 'no' if you want to re-enter)? (yes/no): yes

## Configuración Fabric InterConnect B

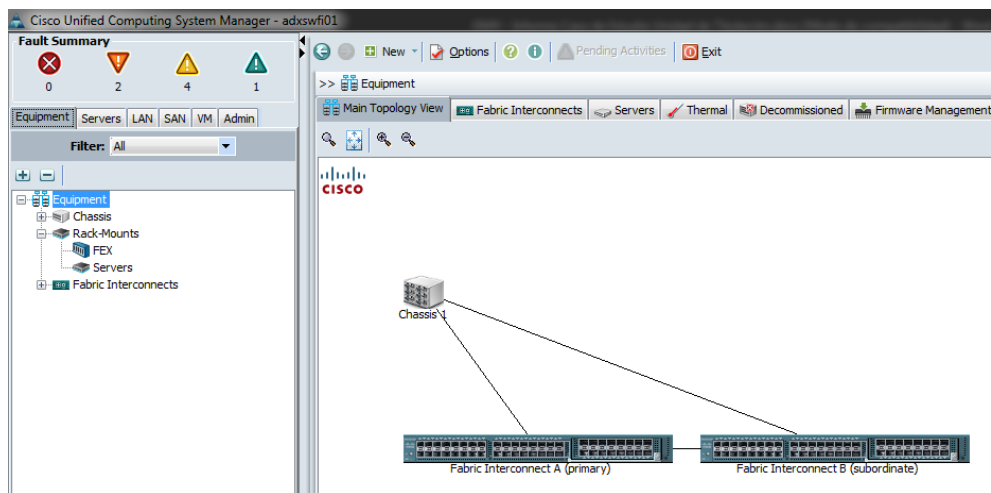
Enter the installation method (console/gui)? console  
Installer has detected the presence of a peer switch. This switch will be added to the cluster. Continue?[y/n] y  
Enter the admin password of the peer switch: password  
Mgmt0 IPv4 address: 10.211.1.12  
Management Ip Address=10.211.1.12  
Apply and save the configuration (select 'no' if you want to re-enter)? (yes/no): yes

Establecidos los primeros parámetros de los equipos Cisco UCS se puede continuar con la configuración utilizando la herramienta gráfica de gestión UCS Manager, para lo cual desde un navegador se debe ingresar a la dirección IP virtual configurada en los equipos Fabric InterConnect.



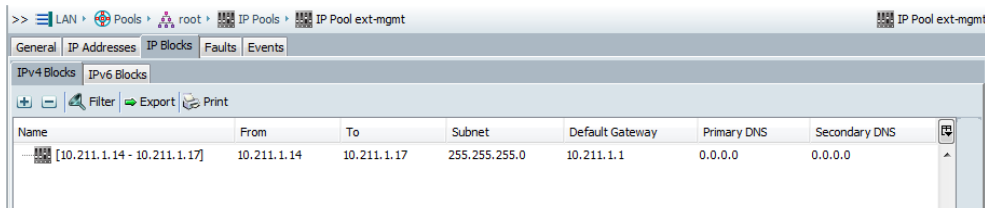
**Figura 5.17.** Interfaz web de Cisco UCS que permite iniciar la herramienta UCS Manager.

Para iniciar la herramienta se requiere tener instalado Java en el computador y hacer clic en el botón de inicio de UCS Manager.



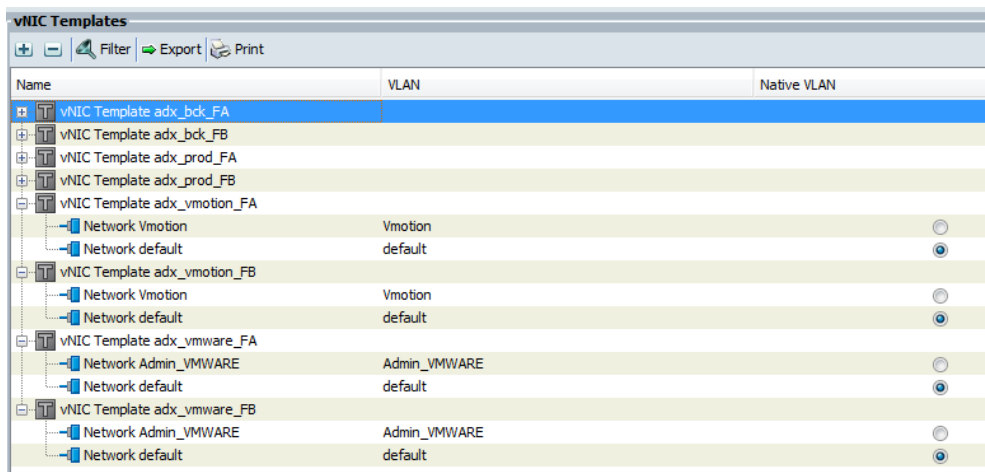
**Figura 5.18.** Pantalla principal de Cisco UCS Manager.

Para empezar la configuración de los servidores es necesario configurar un pool de direcciones IPv4 que serán asignadas a los mismos automáticamente por el UCS Manager. Desde estas direcciones IP es posible administrar mediante una consola KVM virtual cada servidor por separado.



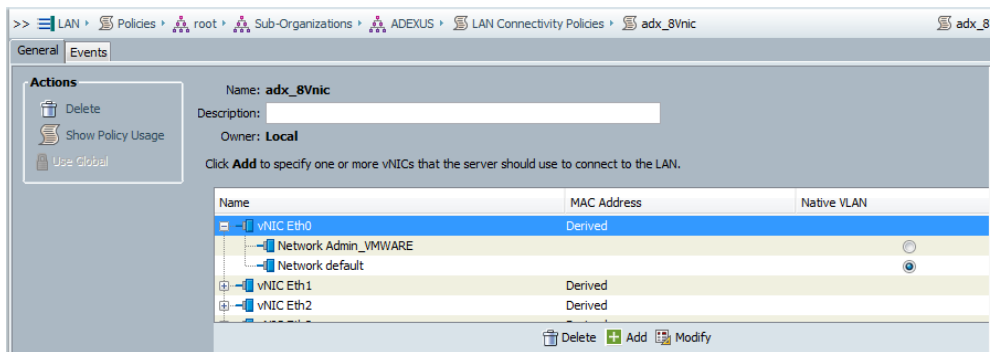
**Figura 5.19.** Bloque de direccionamiento IP para servidores Cisco UCS.

Anteriormente fue planificado que cada servidor deberá contar con 8 tarjetas de red para cumplir propósitos específicos en el tráfico de red que será generado por la solución. Para esto se configuraron 8 plantillas de configuración de interfaces de red en las cuales se detalla las VLAN y las direcciones MAC que serán aplicadas. Las plantillas están organizadas en pares, teniendo en cuenta que cada interfaz de red estará conectado a un Fabric InterConnect distinto para proporcionar redundancia y alta disponibilidad.



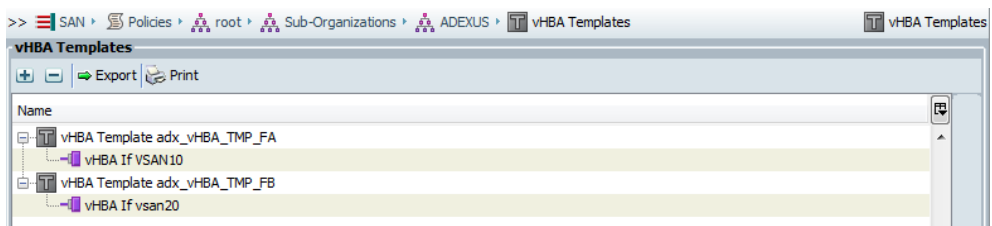
**Figura 5.20.** Plantilla de configuración de adaptadores de red.

Con las plantillas generadas se procedió a configurar la política de conectividad LAN en donde se especifica el número de adaptadores de red para los servidores y las características de cada adaptador respecto a tráfico de redes virtuales permitido.



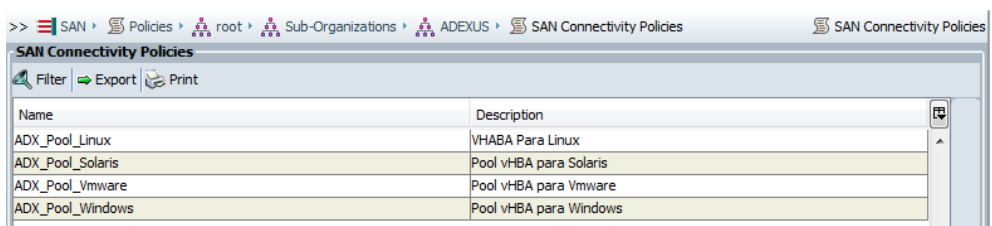
**Figura 5.21.** Configuración de VLAN para adaptadores de red.

La conectividad de los servidores con el equipo de almacenamiento se realiza a través de dos adaptadores HBA mediante protocolo de fibra canal (FC). Al igual que con la configuración de los adaptadores de red, es necesario primero generar una plantilla que especificará la VSAN en la que trabajará cada HBA y que determinará los WWPN de las mismas.



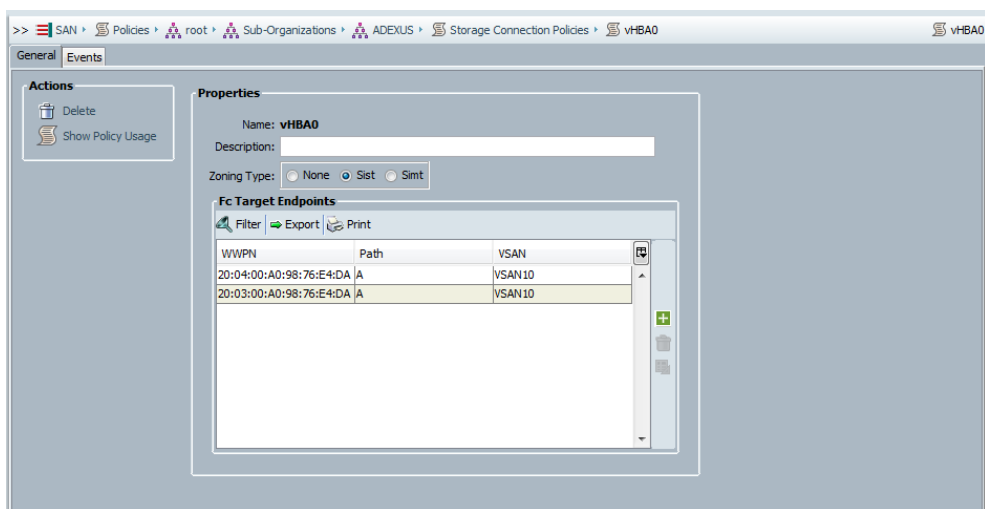
**Figura 5.22.** Configuración de adaptadores HBA para comunicación con equipo de almacenamiento.

Las políticas de conectividad SAN son configuradas a partir de las plantillas y en las mismas se determina el número de adaptadores HBA que serán configurados en cada servidor. Cada política de conectividad representa un tipo de conexión específica dependiendo la finalidad en la que será utilizado el espacio de almacenamiento, esto puede ser: Linux, Windows, Solaris, VMware.



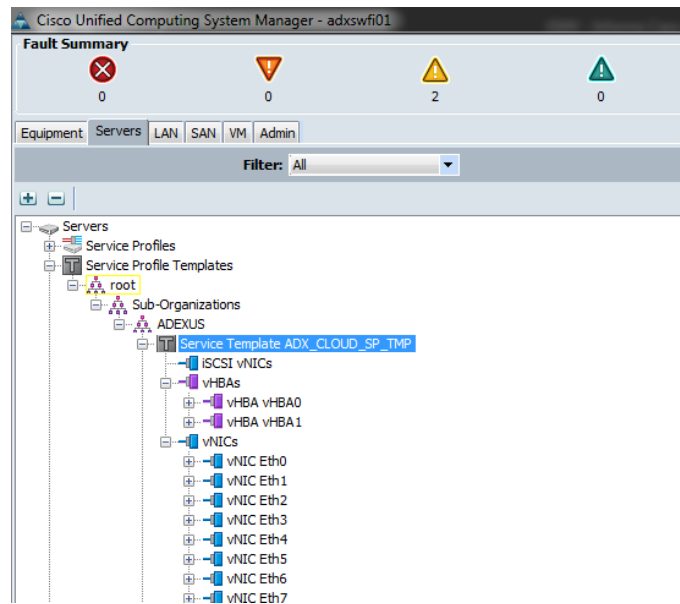
**Figura 5.23.** Configuración de política de conectividad SAN.

El equipo de almacenamiento estará conectado directamente a los Fabric InterConnect por lo que se puede realizar las zonas de conexión de los servidores con las controladoras del equipo NetApp en las políticas de conexión de almacenamiento. Para realizar esta zonificación es necesario especificar los WWPN de cada puerto de las controladoras del equipo de almacenamiento, asociarlas a una tarjeta HBA del servidor y a un perfil de VSAN.



**Figura 5.24.** Zonificación de las tarjetas HBA con el equipo de almacenamiento.

Después de configurar las políticas de conectividad LAN y SAN se procedió a crear una plantilla para los servidores de manera que se puedan asociar estas políticas de conectividad en un mismo perfil y así permitir a los equipos la comunicación con la red de datos y almacenamiento.



**Figura 5.25.** Plantilla de configuración para servidores Cisco UCS.

Con la plantilla de servidor configurada se procedió a generar los perfiles que son asociados a los equipos físicos del chasis y de esta manera pueden tomar efecto todas las configuraciones realizadas.

Name	User Label	Overall Status	Assoc State	Server
Service Profile ADX_ESX_SP4		↑ Ok	↑ Associated	sys/chassis-1/blade-4
Service Profile ADX_ESX_SP1		↑ Ok	↑ Associated	sys/chassis-1/blade-1
Service Profile ADX_ESX_SP2		↑ Ok	↑ Associated	sys/chassis-1/blade-2
Service Profile ADX_ESX_SP3		↑ Ok	↑ Associated	sys/chassis-1/blade-3

**Figura 5.26.** Perfiles asignados a los servidores Cisco UCS.

En este punto los cuatro servidores se encuentran configurados con las siguientes características de conectividad:

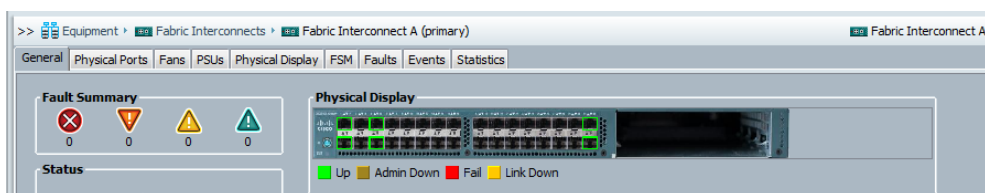
- **2 vHBA:** Utilizadas para la zonificación de los switches Fabric InterConnect hacia el equipo de almacenamiento NetApp.
  - vHBA fc01: Fabric InterConnect A
  - vHBA fc02: Fabric InterConnect B
- **8 vNIC:** Adaptadores de red para la comunicación LAN entre las diferentes capas y dispositivos.

**Tabla 5.12**

*Descripción de las interfaces de red de los servidores virtuales y asignación de VLANs.*

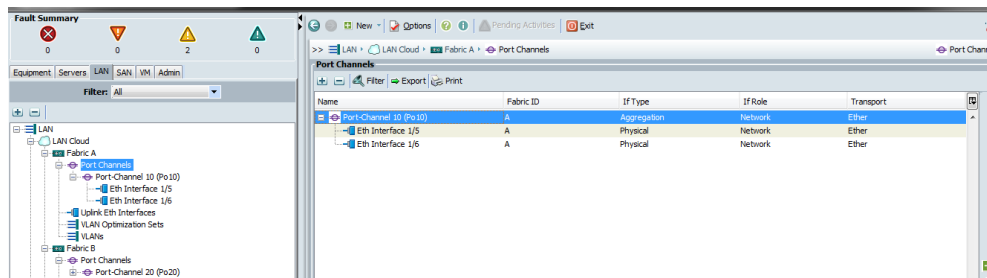
vNIC	Fabric InterConnect	VLAN
0	A	20
1	B	20
2	A	30
3	B	30
4	A	100 – 1000
5	B	100 – 1000
6	A	1100 – 2000
7	B	1100 – 2000

Para concluir con la configuración de los equipos Cisco UCS se debe establecer los puertos de los Fabric InterConnect que serán utilizados como UpLinks de red LAN y SAN. Cada switch Fabric InterConnect posee 32 puertos de los cuales el puerto 1 y 2 de cada equipo están configurados como Puertos de Servidor y son utilizados para conectar los Fabric InterConnect con el chasis de servidores. Los puertos 5 y 6 de cada equipo están configurados como Puertos de Red para conexión de UpLink hacia los switches de core. Los puertos 31 y 32 fueron configurados como Puertos FC Storage y es aquí donde están conectadas las controladoras del equipo de almacenamiento NetApp.



**Figura 5.27.** Configuración de puertos en equipos Fabric InterConnect.

Los puertos de UpLink de red fueron adicionalmente agrupados en un Port-Channel para cada Fabric InterConnect.



**Figura 5.28.** Configuración de Port-Channel para UpLink de red.

### Infraestructura de almacenamiento

La inicialización del equipo de almacenamiento NetApp FAS-2552 se realiza mediante una conexión con cable de consola a sus controladoras. Las controladoras son las encargadas de administrar los discos duros del almacenamiento y poseen un sistema operativo llamado Data ONTAP.

La primera acción a realizar es la inicialización de los discos de cada controladora y la generación de un archivo de configuración completamente nuevo.

```

Please choose one of the following:
(1) Normal Boot.
(2) Boot without /etc/rc.
(3) Change password.
(4) Clean configuration and initialize owned disks (12 disks are owned by this filer).
(5) Maintenance mode boot.
(6) Update flash from backup config.
(7) Install new software first.
(8) Reboot node.
Selection (1-8)? 4

Zero disks, reset config and install a new file system?: yes

This will erase all the data on the disks, are you sure?: yes
  
```

**Figura 5.29.** Inicialización equipo NetApp FAS-2552.

El proceso lleva varios minutos dependiendo de la cantidad de discos que posea el equipo de almacenamiento y una vez terminada la inicialización se configuraran las direcciones IP de administración de cada controladora.

```

Enter the node management interface port [e0M]:
Enter the node management interface IP address: 10.211.1.22
Enter the node management interface netmask: 255.255.255.0
Enter the node management interface default gateway: 10.211.1.1
A node management interface on port e0M with IP address 10.211.1.22 has been created.
  
```

**Figura 5.30.** Configuración direccionamiento IP controladora 0.

```

Enter the node management interface port [e0M]:
Enter the node management interface IP address: 10.211.1.23
Enter the node management interface netmask: 255.255.255.0
Enter the node management interface default gateway: 10.211.1.1
A node management interface on port e0M with IP address 10.211.1.23 has been created.

This node has its management address assigned and is ready for cluster setup.

To complete Cluster setup after all nodes are ready, download and run the System Setup utility from the NetApp Support Site and use it to discover the configured nodes.
For System Setup, this node's management address is: 10.211.1.23.

Alternatively, you can use the "cluster setup" command to configure the cluster.

```

**Figura 5.31.** Configuración direccionamiento IP controladora 1.

Establecidas las direcciones IP de administración de las controladoras, se puede proceder a la configuración del sistema operativo Data ONTAP. Para esto se utilizará la herramienta System Setup de NetApp que se ejecuta desde una computadora que se encuentre configurada con una dirección IP en el mismo segmento de red que el de las controladoras.



**Figura 5.32.** Configuración NetApp Data ONTAP Cluster Mode.

El asistente nos guiará a través de la configuración del equipo de almacenamiento y requerirá información adicional como licenciamiento y direccionamiento IP para la configuración de del sistema operativo. Al finalizar la ejecución del asistente se empezará a establecer la definición de la organización de los datos dentro del equipo para lo cual primeramente se realizará una agrupación de discos por cada controladora llamado agregado. Los agregados definen el nivel de protección de datos mediante la configuración RAID; NetApp por defecto recomienda la utilización de RAID-DP que es una funcionalidad propia de Data ONTAP y permite proteger a la información de doubles fallos de disco. En el equipo FAS-2552 se configuró los agregados *sas\_data\_1* y *sas\_data\_2* para las controladoras *ADX-NETAPP01* y *ADX-NETAPP02* respectivamente.

```

ADX-CLUSTER::> aggr show

Aggregate      Size Available Used% State  #Vols  Nodes      RAID Status
-----
aggr0          368.4GB  17.85GB  95% online  1 ADX-NETAPP01  raid_dp,
normal
aggr0_ADX_CLUSTER_02_0
368.4GB  17.85GB  95% online  1 ADX-NETAPP02  raid_dp,
normal
sas_data_1    3.90TB   748.2GB  81% online  2 ADX-NETAPP01  raid_dp,
normal
sas_data_2    3.90TB   749.2GB  81% online  1 ADX-NETAPP02  raid_dp,
normal
4 entries were displayed.

```

*Figura 5.33.* Agregados de discos con raid\_dp.

Dentro de cada agregado se crearon contenedores llamados volúmenes dentro de los cuales finalmente se crearán los espacios de almacenamiento (LUN) que serán utilizados por los servidores. Los volúmenes creados por cada agregado son ***VOL\_CTRL1\_CLOUD*** y ***VOL\_CTRL2\_CLOUD*** y dentro de cada volumen se definió la creación de cuatro LUN según el siguiente detalle:

**Tabla 5.13**  
*Espacio de almacenamiento presentado a los servidores Cisco UCS.*

Agregado	Volumen	LUN	Tamaño
sas_data_1	VOL_CTRL1_CLOUD	LUN_CTRL1_1	1TB
sas_data_1	VOL_CTRL1_CLOUD	LUN_CTRL1_2	1TB
sas_data_1	VOL_CTRL1_CLOUD	LUN_CTRL1_3	500GB
sas_data_1	VOL_CTRL1_CLOUD	LUN_CTRL1_4	500GB
sas_data_2	VOL_CTRL2_CLOUD	LUN_CTRL2_1	1TB
sas_data_2	VOL_CTRL2_CLOUD	LUN_CTRL2_2	1TB
sas_data_2	VOL_CTRL2_CLOUD	LUN_CTRL2_3	500GB
sas_data_2	VOL_CTRL2_CLOUD	LUN_CTRL2_4	500GB

```

ADX-CLUSTER::> lun show
Vserver      Path                                                    State  Mapped  Type      Size
-----
ADX-VMCLUSTER
/vol/VOL_CTRL1_CLOUD/LUN_CTRL1_1                      online mapped  vmware    1TB
ADX-VMCLUSTER
/vol/VOL_CTRL1_CLOUD/LUN_CTRL1_2                      online mapped  vmware    1TB
ADX-VMCLUSTER
/vol/VOL_CTRL1_CLOUD/LUN_CTRL1_3                      online mapped  vmware    500.1GB
ADX-VMCLUSTER
/vol/VOL_CTRL1_CLOUD/LUN_CTRL1_4                      online mapped  vmware    500.1GB
ADX-VMCLUSTER
/vol/VOL_CTRL2_CLOUD/LUN_CTRL2_1                      online mapped  vmware    1TB
ADX-VMCLUSTER
/vol/VOL_CTRL2_CLOUD/LUN_CTRL2_2                      online mapped  vmware    1TB
ADX-VMCLUSTER
/vol/VOL_CTRL2_CLOUD/LUN_CTRL2_3                      online mapped  vmware    500.1GB
ADX-VMCLUSTER
/vol/VOL_CTRL2_CLOUD/LUN_CTRL2_4                      online mapped  vmware    500.1GB

```

**Figura 5.34.** LUNs creadas para la plataforma virtual.

Las LUN creadas en el equipo de almacenamiento deben ser configuradas de manera específica para el sistema operativo final que hará uso de estos recursos, en este caso el tipo de LUN establecido es *vmware* ya que serán utilizadas para almacenar las máquinas virtuales de la plataforma de virtualización.

En la configuración de los servidores Cisco UCS se estableció la zonificación con el equipo de almacenamiento haciendo uso de los identificadores de puerto WWPN de cada controladora. Utilizando el comando *network interface show* se puede validar que la información ingresada en los equipos UCS es correcta.

```

ADX-VMCLUSTER
  lif_N1_FCP_0c      up/up      20:04:00:a0:98:76:e4:da
                    ADX-NETAPP01 0c      true
  lif_N1_FCP_0d      up/up      20:05:00:a0:98:76:e4:da
                    ADX-NETAPP01 0d      true
  lif_N2_FCP_0C      up/up      20:03:00:a0:98:76:e4:da
                    ADX-NETAPP02 0c      true
  lif_N2_FCP_0d      up/up      20:06:00:a0:98:76:e4:da
                    ADX-NETAPP02 0d      true

```

**Figura 5.35.** WWPN de los puertos de las controladoras del equipo NetApp.

Finalmente, para que los servidores físicos puedan acceder a los recursos de almacenamiento configurados en el equipo NetApp es necesario asociar las LUN a

los servidores mediante la creación de un grupo de identificadores de puerto con los WWPN de cada servidor UCS.

```

ADX-CLUSTER::> igroup show
Vserver      Igroup      Protocol OS Type  Initiators
-----
ADX-VMCLUSTER
          ADX_CLOUD    fcp      vmware   20:00:00:25:b5:10:1a:00,
          20:00:00:25:b5:10:1a:01,
          20:00:00:25:b5:10:1a:02,
          20:00:00:25:b5:10:1a:03,
          20:00:00:25:b5:10:1a:04,
          20:00:00:25:b5:10:1b:00,
          20:00:00:25:b5:10:1b:01,
          20:00:00:25:b5:10:1b:02,
          20:00:00:25:b5:10:1b:03,
          20:00:00:25:b5:10:1b:04
  
```

*Figura 5.36.* igroup del clúster de servidores Cisco UCS.

Utilizando el comando *lun show -m* se puede validar que la presentación del espacio de almacenamiento a los servidores UCS mediante el grupo de identificadores de puerto *ADX\_CLOUD*.

```

ADX-CLUSTER::> lun show -m
Vserver      Path                                               Igroup  LUN ID  Protocol
-----
ADX-VMCLUSTER
          /vol/VOL_CTRL1_CLOUD/LUN_CTRL1_1              ADX_CLOUD  0      fcp
ADX-VMCLUSTER
          /vol/VOL_CTRL1_CLOUD/LUN_CTRL1_2              ADX_CLOUD  1      fcp
ADX-VMCLUSTER
          /vol/VOL_CTRL1_CLOUD/LUN_CTRL1_3              ADX_CLOUD  4      fcp
ADX-VMCLUSTER
          /vol/VOL_CTRL1_CLOUD/LUN_CTRL1_4              ADX_CLOUD  5      fcp
ADX-VMCLUSTER
          /vol/VOL_CTRL2_CLOUD/LUN_CTRL2_1              ADX_CLOUD  2      fcp
ADX-VMCLUSTER
          /vol/VOL_CTRL2_CLOUD/LUN_CTRL2_2              ADX_CLOUD  3      fcp
ADX-VMCLUSTER
          /vol/VOL_CTRL2_CLOUD/LUN_CTRL2_3              ADX_CLOUD  6      fcp
ADX-VMCLUSTER
          /vol/VOL_CTRL2_CLOUD/LUN_CTRL2_4              ADX_CLOUD  7      fcp
  
```

*Figura 5.37.* Presentación de LUN a los servidores UCS.

### Infraestructura de seguridad perimetral

La solución IaaS cuenta con un sistema de seguridad perimetral conformado por dos dispositivos Cisco ASA 5515-X instalados en modo de clúster activo / pasivo. Se configuró el clúster de tal manera que refleje fielmente el diseño de la infraestructura física planteada.

Para la comunicación con internet se dispuso de una ruta estática por defecto que apunta hacia el enrutador del proveedor de servicios de internet. El enlace WAN

hacia las oficinas de Adexus está configurado mediante el protocolo L2PT que proporciona una conectividad de capa 2 entre los equipos de la infraestructura de nube y las oficinas de la empresa. Por otro lado, la comunicación local, firewall – infraestructura de nube, está definida por una ruta estática apuntando hacia los switches Nexus.

### **Configuración interfaces físicas Cisco ASA**

```
interface GigabitEthernet0/0
description INTERFAZ INTERNA
speed 1000
duplex full
nameif inside
security-level 100
ip address 10.211.5.4 255.255.255.248

interface GigabitEthernet0/2
description Enlace ADX UIO - DC L3
nameif adx-uio
security-level 50
ip address 10.211.5.26 255.255.255.248

interface GigabitEthernet0/4
nameif outside
security-level 0
ip address 190.216.100.194 255.255.255.248

interface Management0/0
management-only
nameif management
security-level 100
ip address 10.211.5.33 255.255.255.248
```

### **Configuración rutas estáticas**

```
route outside 0.0.0.0 0.0.0.0 190.216.100.193 1
route inside 10.211.0.0 255.255.0.0 10.211.5.1 1
route adx-uio 172.16.1.1 255.255.255.255 10.211.5.25 1
```

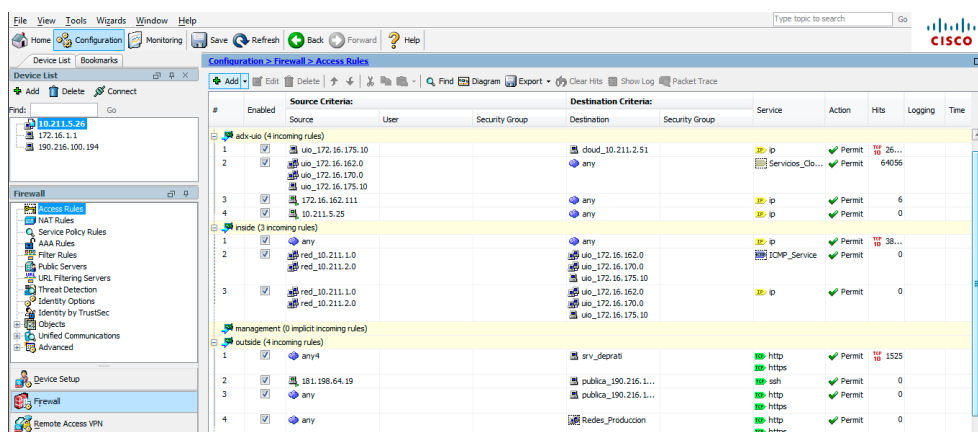
Una vez establecidas y verificadas las comunicaciones entre los equipos de la infraestructura IaaS hacia el internet y las oficinas de Adexus se procedió a configurar el control de acceso hacia las diferentes redes y equipos. Para aplicar las políticas de control de acceso se utilizó el módulo de firewall de los equipos ASA 5515-X. En un nivel general se definieron las siguientes reglas para las interfaces configuradas anteriormente.

**Tabla 5.14**

*Reglas de filtrado aplicadas en el clúster de firewall ASA 5515-X.*

Enlace	Interfaz	Red origen	Red destino	Puertos
IaaS – Oficinas Adexus	GigabitEthernet0/3	172.16.1.0/16	10.211.0.0/16	- SSH - VMware - RDP - ICMP
Internet – IaaS	GigabitEthernet0/4	0.0.0.0/0	190.216.100.193	- HTTP - HTTPS - VPN
IaaS – Internet	GigabitEthernet0/4	10.211.10.0/24 10.211.100.0/24	0.0.0.0/0	- Todos

Utilizando el cliente Cisco Adaptive Security Device Manager (ASDM) se puede realizar la configuración de los equipos Cisco ASA de manera gráfica. ASDM permite al usuario tener una mayor visibilidad y facilidad al momento de configurar las reglas de seguridad.



**Figura 5.38.** Cisco ASDM, reglas de seguridad firewall ASA.

La conectividad de los clientes hacia los servicios de infraestructura en la nube se realiza principalmente de dos maneras:

1. A través del portal de auto aprovisionamiento para la gestión administrativa de los recursos contratados.

2. A través de VPN para la administración y configuración del sistema operativo de los servidores virtuales.

Para permitir el acceso mediante VPN a los clientes se definieron perfiles de conexión remota hacia los servicios de nube. Cada perfil proporciona control de acceso a una red específica que será utilizadas de forma exclusiva por cada cliente.

Los usuarios fueron creados con anterioridad en los equipos Cisco ASA 5515-X basados en credenciales genéricas que deberán ser cambiadas por el cliente de forma obligatoria una vez conectados a la VPN. El formato está definido de la siguiente manera *acs\_ec<número de cliente>*.

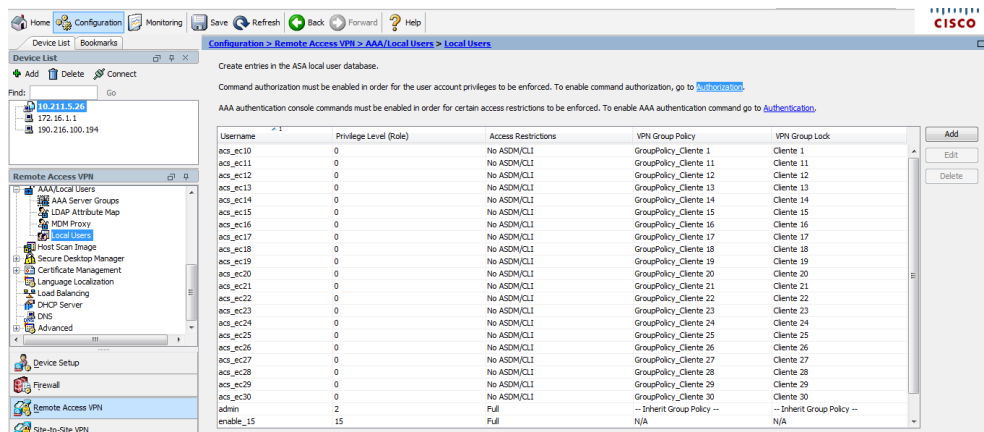


Figura 5.39. Cisco ASDM, creación de usuarios para conexión VPN.

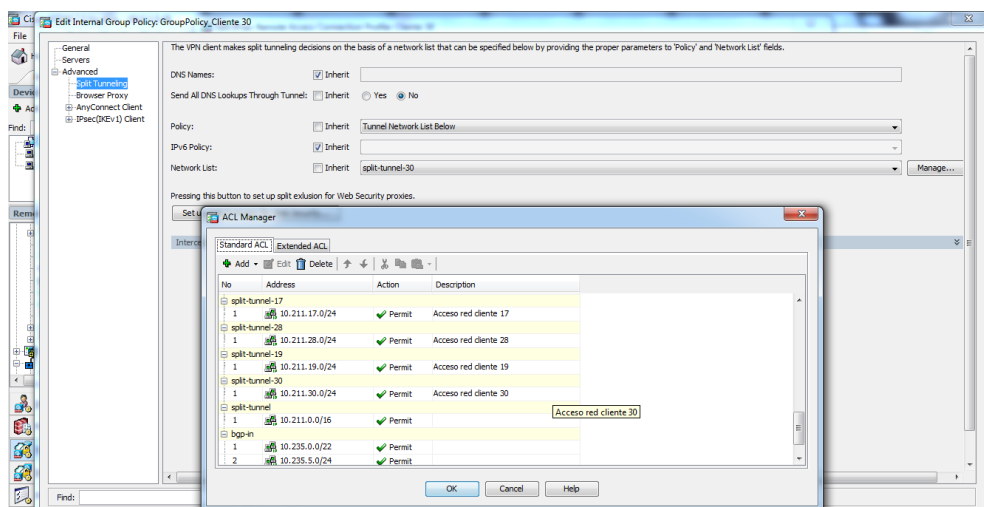


Figura 5.40. Configuración de perfiles de conexión VPN.

## Configuración perfiles de usuario VPN

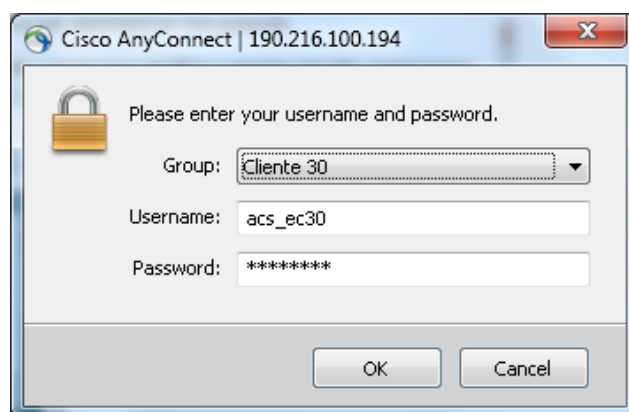
```
tunnel-group "Cliente 1" type remote-access
tunnel-group "Cliente 1" general-attributes
address-pool ra_dhcp_pool_137
default-group-policy "GroupPolicy_Cliente 1"
tunnel-group "Cliente 1" webvpn-attributes
group-alias "Cliente 1" enable

group-policy "GroupPolicy_Cliente 1" internal
group-policy "GroupPolicy_Cliente 1" attributes
wins-server none
dns-server value 10.211.2.51 8.8.8.8
vpn-tunnel-protocol ikev2 ssl-client
split-tunnel-policy tunnelspecified
split-tunnel-network-list value split-tunnel-1
default-domain value cloud.adexus.local

username acs_ec1 password ienM31quInj.9Tg encrypted privilege 0
username acs_ec1 attributes
vpn-group-policy "GroupPolicy_Cliente 1"
group-lock value Cliente 1
service-type remote-access
```

El cliente de conexión VPN que será utilizado por los usuarios es Cisco AnyConnect Secure Mobility Client y puede ser descargado directamente de la IP pública configurada en el clúster de equipos Cisco ASA 5515-X.

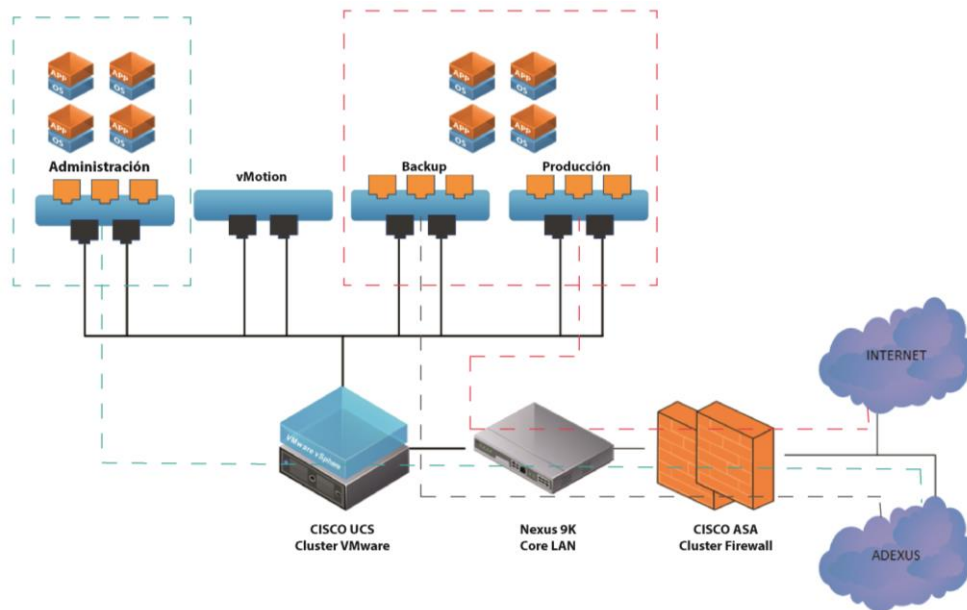
Los parámetros necesarios para la conexión son: IP pública, perfil del cliente, usuario y contraseña. Esta información será entregada por la empresa Adexus al cliente una vez que se contraten los servicios de infraestructura en la nube.



**Figura 5.41.** Conexión VPN hacia los servicios de Infraestructura en la nube.

### 5.3.2. Diseño e implementación de la plataforma virtual

El diagrama lógico de la infraestructura virtual muestra las configuraciones realizadas en la plataforma de virtualización y la relación que guarda con la infraestructura física.



*Figura 5.42.* Diagrama de conectividad lógica de la plataforma virtual.

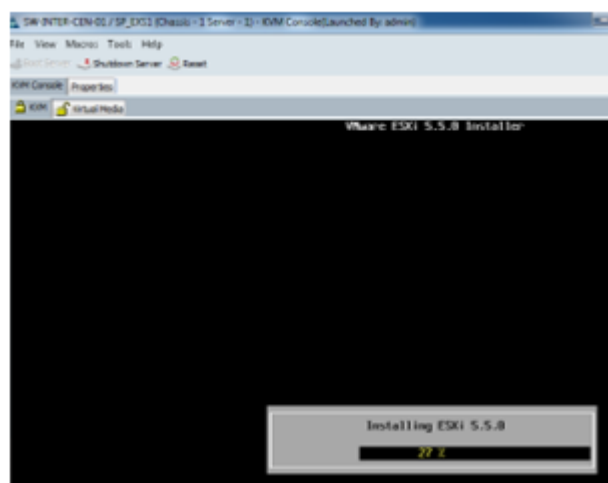
El licenciamiento adquirido por Adexus para la instalación y configuración de la plataforma de virtualización es VMware ESXi 5.5 Enterprise Plus y vCenter 5.5 Standard.

Las principales características de este licenciamiento son:

- Balanceo de carga automático en el clúster de servidores VMware ESXi mediante el movimiento de máquinas virtuales para equilibrar los recursos físicos consumidos.
- Balanceo de carga automático en el equipo de almacenamiento para equilibrar las operaciones de lectura y escritura.
- Mecanismos de alta disponibilidad que permiten mantener las máquinas virtuales operativas con una mínima pérdida de servicio en caso de ocurrir una falla en un servidor físico del clúster.

- Administración centralizada de la plataforma virtual desde la herramienta de gestión VMware vCenter.
- Administración y configuración centralizada de la red virtual mediante el uso de switches virtuales distribuidos.

La instalación del hipervisor VMware ESXi en los discos locales de los servidores físicos se realizó desde la herramienta UCS Manager mediante la consola KVM de cada servidor.



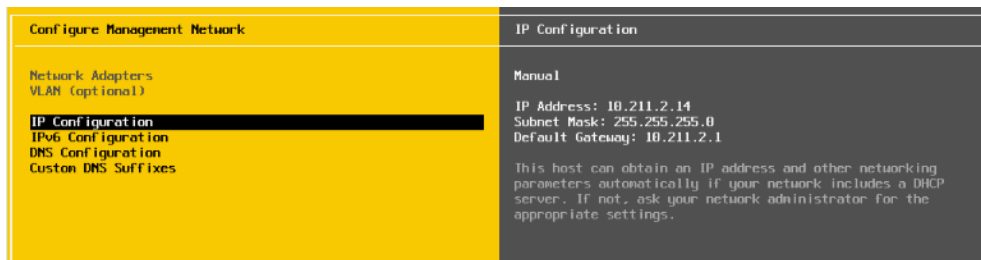
**Figura 5.43.** Instalación del hipervisor VMware ESXi.

Finalizada la instalación se procedió con la configuración del direccionamiento IP y nombre de equipo en cada servidor basados en la siguiente tabla:

**Tabla 5.15**

*Detalle de direccionamiento IP para los hipervisores VMware ESXi.*

HOSTNAME	IP	Descripción
ADXCLD01	10.211.2.14	Servidor UCS ADX_ESX_SP01
ADXCLD02	10.211.2.15	Servidor UCS ADX_ESX_SP02
ADXCLD03	10.211.2.16	Servidor UCS ADX_ESX_SP03
ADXCLD04	10.211.2.17	Servidor UCS ADX_ESX_SP04



**Figura 5.44.** Configuración de direccionamiento IP en el hipervisor VMware ESXi.

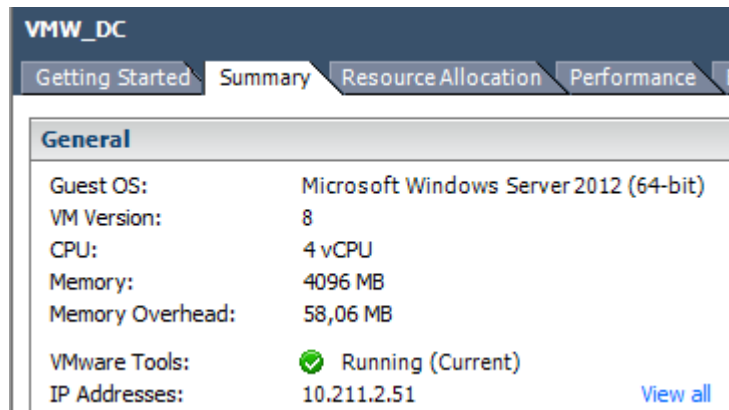
Utilizando la herramienta vSphere Client se realizaron las configuraciones restantes en el ambiente virtual.



**Figura 5.45.** VMware vSphere Client.

Teniendo en cuenta que el servicio de infraestructura en la nube debe ser una solución escalable que tendrá un crecimiento constante de clientes y por ende deberá soportar una carga elevada en el consumo de los recursos, es necesario instalar los servicios de VMware vCenter por separado distribuyendo los componentes en diferentes máquinas virtuales.

La primera máquina virtual creada sirve para la instalación y configuración de los servicios de directorio de dominio y DNS que serán utilizados para configurar los grupos de acceso a la administración de la plataforma virtual, así como también para la resolución de nombres en las configuraciones de los servicios de VMware vCenter.



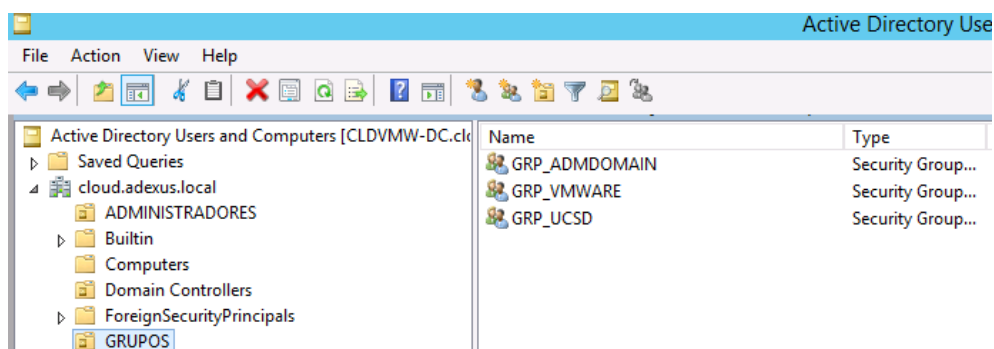
**Figura 5.46.** Especificaciones hardware virtual del servidor controlador de dominio.

El nombre de dominio configurado en Microsoft Active Directory para todo el ambiente IaaS es *cloud.adexus.local*. Dentro de este dominio se crearon tres grupos de usuarios para el acceso y administración de los diferentes servicios de la nube.

**Tabla 5.16**

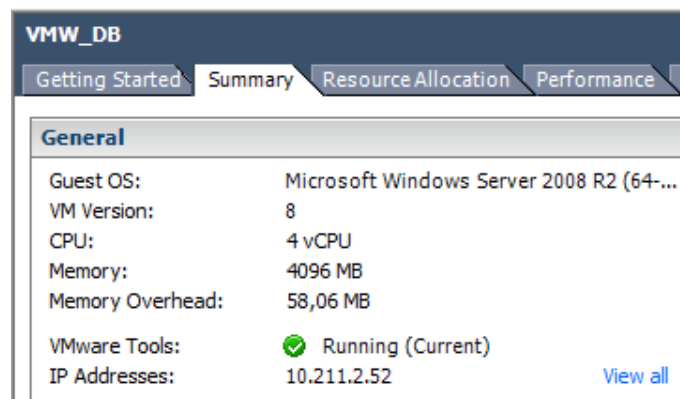
*Grupos de usuarios de dominio creados en el servidor de directorio activo.*

Grupo	Descripción
GRP_ADMDOMAIN	Usuarios destinados a la administración de los servicios de directorio.
GRP_VMWARE	Usuarios destinados a la administración de los servicios de la plataforma de virtualización VMware.
GRP_UCSD	Usuarios destinados a la administración de los servicios de nube privada UCS Director.

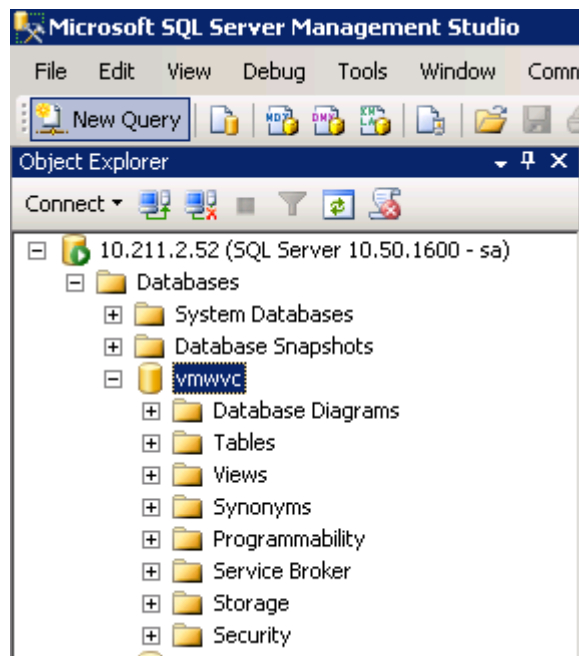


**Figura 5.47.** Grupos de usuarios de dominio cloud.adexus.local.

Los servicios de VMware vCenter requieren de una base de datos que puede ser embebida con todos los componentes de este servicio para un ambiente virtual pequeño, o puede utilizarse una base de datos externa para un ambiente virtual mediano y grande. Debido al tamaño de la solución IaaS, se utilizó una base de datos externa Microsoft SQL Server 2008. El nombre de la instancia que será utilizada para VMware vCenter es vmwvc.

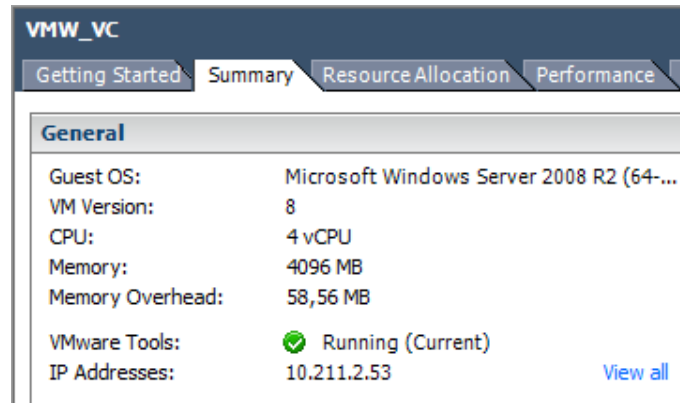


**Figura 5.48.** Especificaciones hardware virtual del servidor de base de datos.

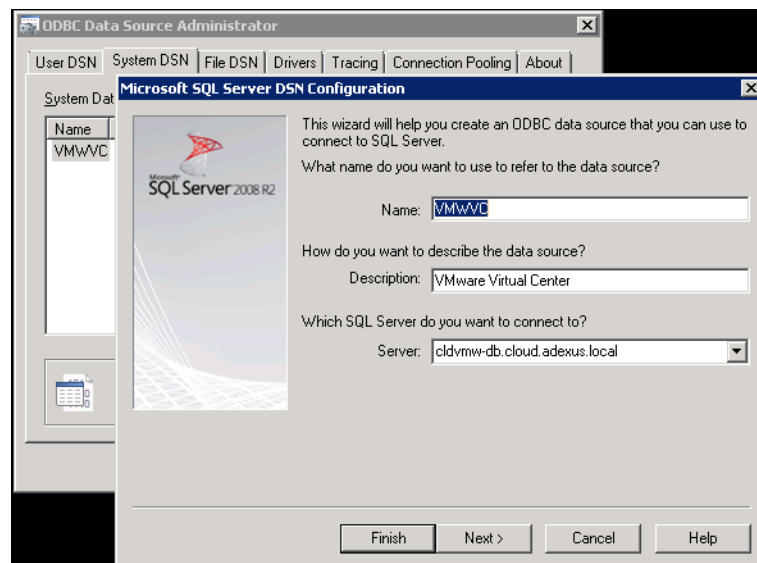


**Figura 5.49.** Base de datos Microsoft SQL Server para servicios de VMware Virtual Center.

Para comunicar los componentes de VMware vCenter con la base de datos configurada, se creó un conector ODBC en la máquina virtual donde estos componentes serán instalados.

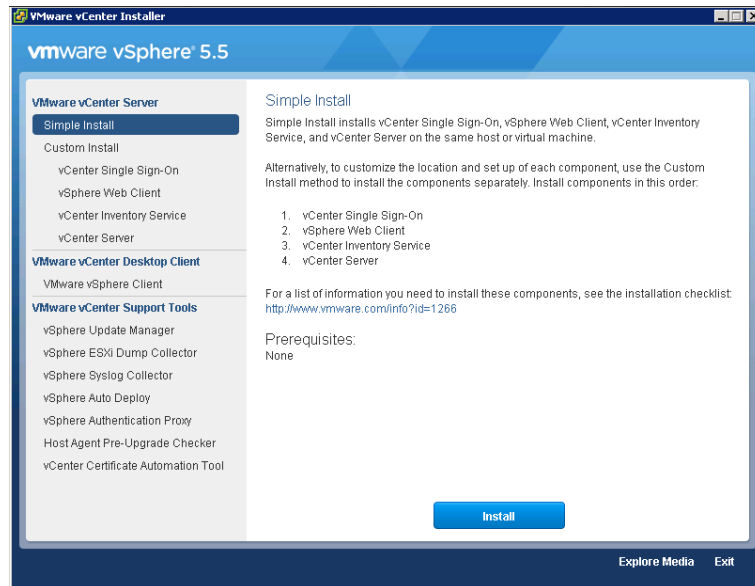


**Figura 5.50.** Especificaciones hardware virtual del servidor de VMware Virtual Center.



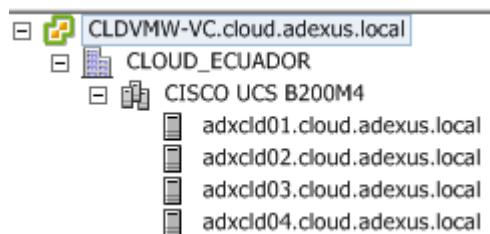
**Figura 5.51.** Creación de cadena de conexión de base de datos para servidor de VMware Virtual Center.

Una vez configurado el conector de base de datos ODBC se procedió con la instalación y configuración de VMware vCenter.



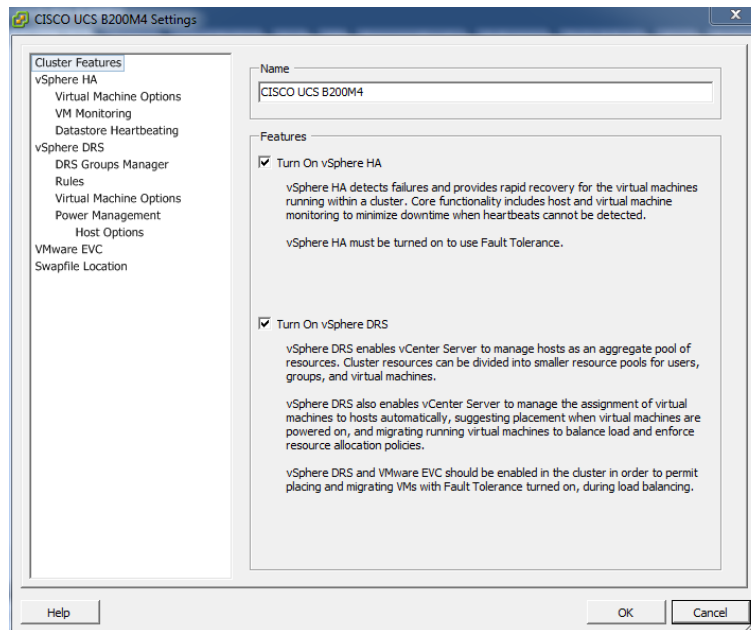
**Figura 5.52.** Instalación de los servicios de VMware Virtual Center.

Utilizando la herramienta vSphere Client es posible conectarse a los servicios de VMware vCenter desde donde se procedió a la creación del centro de datos virtual **CLOUD\_ECUADOR** y la conformación del clúster de servidores que se encuentran instalados con el hipervisor de VMware vSphere ESXi. VMware vCenter puede administrar uno o más centro de datos virtuales y también uno o más clúster de servidores, por este motivo el nombre del clúster creado **CISCO UCS B200 M4** hace referencia al tipo de servidores con el que está conformado.



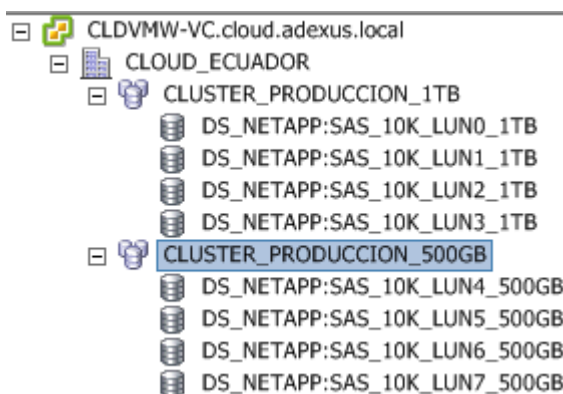
**Figura 5.53.** Creación del centro de datos virtual CLOUD\_ECUADOR.

LA configuración de un clúster permite activar las características de alta disponibilidad y distribución de carga para mantener un ambiente estable y equilibrado.



**Figura 5.54.** Creación del clúster de servidores CISCO UCS B200M4.

Es necesario configurar un repositorio de almacenamiento compartido por todos los servidores del clúster para que la totalidad de las características proporcionadas por VMware vCenter funcionen correctamente. Es en este repositorio donde se almacenarán todas las máquinas virtuales de la infraestructura virtual por lo que con el espacio de almacenamiento presentado desde el equipo NetApp FAS-2552, se procedió a configurar dos clústeres de almacenamiento: **CLUSTER\_PRODUCCION\_1TB** y **CLUSTER\_PRODUCCION\_500GB**. Los clústeres permitirán distribuir la carga en las tareas de escritura y lectura hacia el equipo de almacenamiento logrando así eliminar posibles cuellos de botella que afecten el rendimiento de los servidores virtuales.



**Figura 5.55.** Creación del clúster de espacios de almacenamiento.

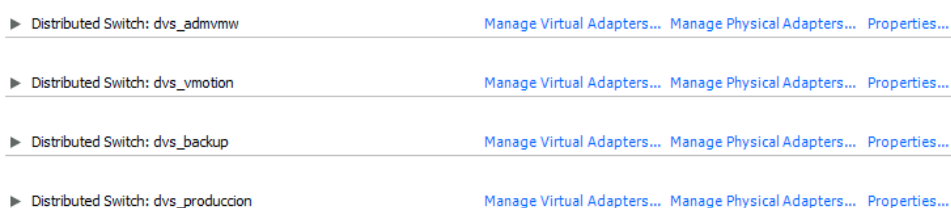
A nivel de red se configuraron varios switches virtuales distribuidos que permiten obtener una administración centralizada de los parámetros de red desde la consola de administración virtual VMware vCenter. Cada switch virtual distribuido posee dos tarjetas de red físicas independientes para cumplir con el diseño lógico establecido de la infraestructura virtual, además esta configuración permite obtener redundancia, un mejor rendimiento en la transmisión de datos y agregación de ancho de banda. Los switches virtuales distribuidos (DVS) creados se detallan a continuación:

**Tabla 5.17**

*Descripción de los switches distribuidos virtuales configurados en la plataforma VMware.*

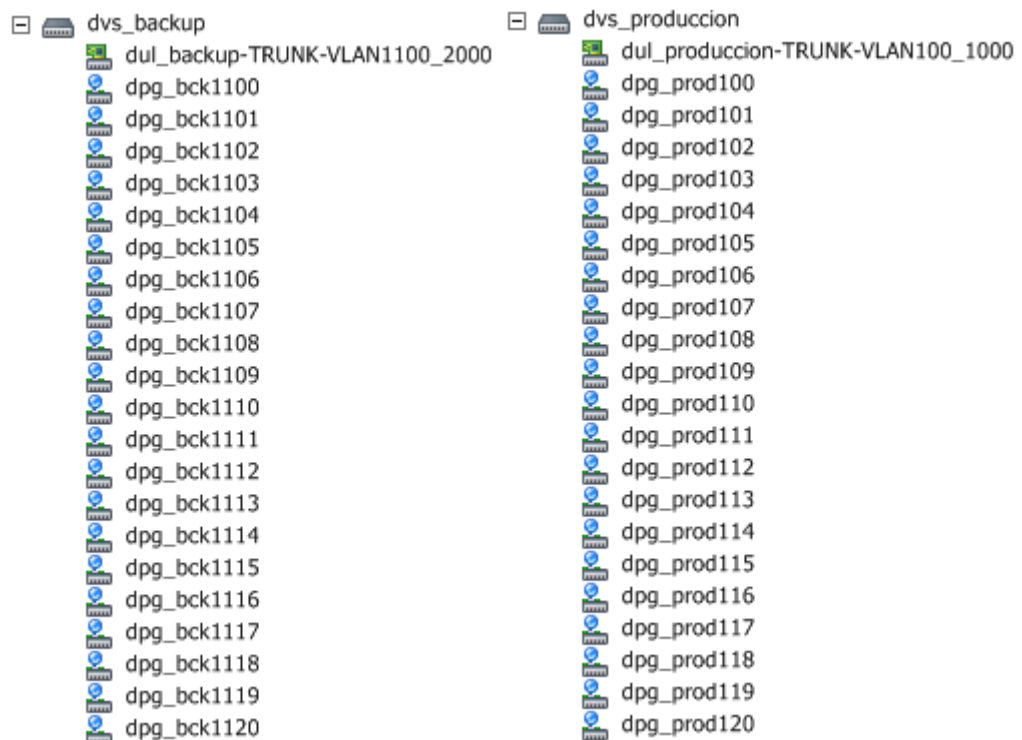
DVS	Descripción
dvs_admvmw	Tráfico de red específico para la administración del ambiente virtual y sus componentes. Configuración en modo acceso VLAN 20.
dvs_backup	Tráfico de red destinado a tareas de soporte por el personal de Adexus en las máquinas virtuales de los clientes. Configuración en modo troncal VLAN 1100 – 2000.
dvs_produccion	Tráfico de red específico para los datos generados por las máquinas virtuales de los clientes. Configuración en modo troncal VLAN 100 – 1000.
dvs_vmotion	Tráfico de red destinado al movimiento de máquinas virtuales entre los servidores físicos del ambiente virtual. Configuración en modo acceso VLAN 30.

**Networking**



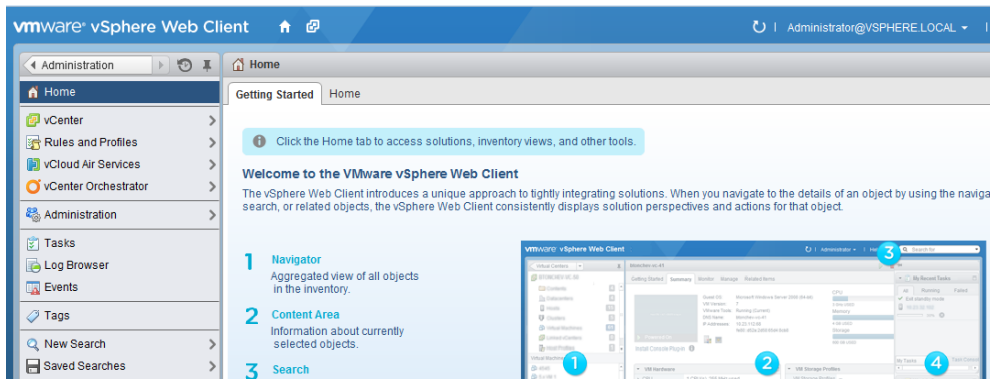
**Figura 5.56.** Creación de switches virtuales distribuidos.

Los switches de backup y producción están configurados de una manera troncal para administrar todas las VLAN destinadas al tráfico de producción y respaldo de los clientes. Para segmentar cada VLAN en la red virtual, se procedió a crear agrupaciones de puertos virtuales que son asignados para el tráfico específico de cada VLAN en cada DVS.



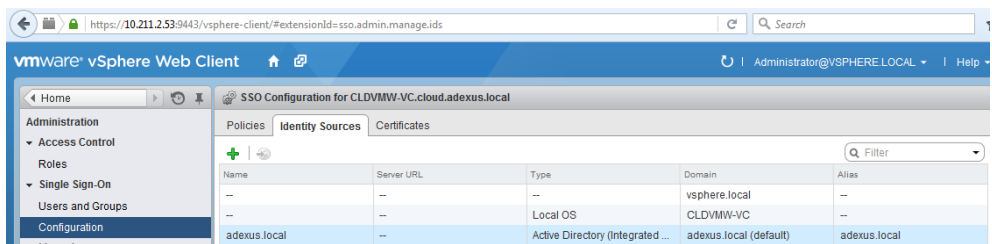
**Figura 5.57.** Creación de grupo de puertos virtuales para producción y backup.

Una vez configurada la plataforma virtual se procedió a realizar la integración de la misma con los servicios de directorio activo configurados anteriormente en la máquina virtual VMW\_DC. Esto permitirá gestionar de una manera centralizada los permisos de autenticación del personal de Adexus para la administración de la plataforma virtual. VMware vCenter además de ser administrador mediante el cliente vSphere Client, proporciona también un cliente web para la administración de sus servicios, este cliente puede ser accedido desde cualquier navegador utilizando la dirección de URL <https://10.211.2.53:9443/>. La integración de VMware vCenter con Microsoft Active Directory debe ser realizada obligatoriamente desde el cliente web.

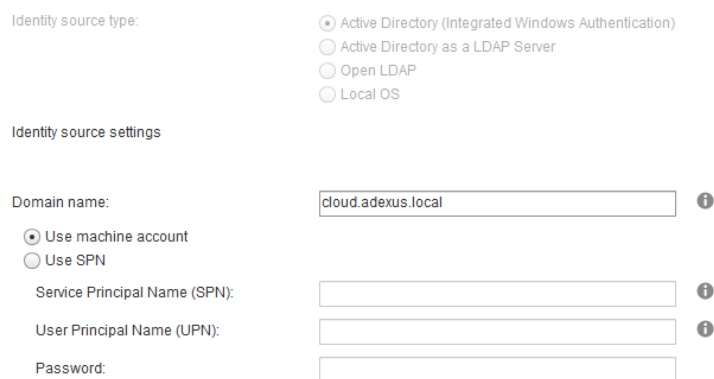


**Figura 5.58.** Pantalla principal de VMware vSphere Web Client.

Debido a que la máquina virtual en la que fueron instalados los servicios de VMware vCenter, forma parte del dominio de Microsoft Active Directory *cloud.adexus.local*, la integración es realizada utilizando la cuenta de máquina de este servidor.

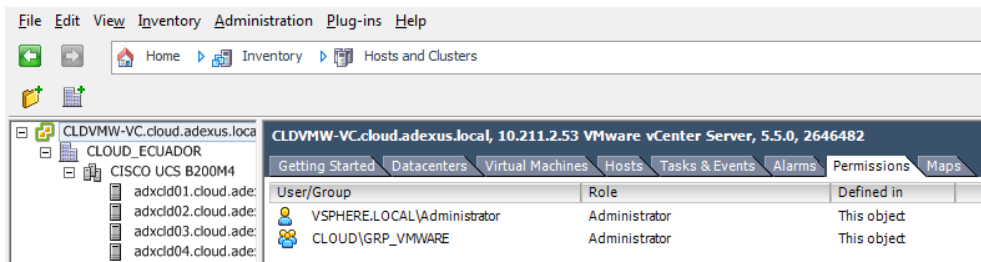


**Figura 5.59.** Integración de VMware Virtual Center con los servicios de Microsoft Active Directory.



**Figura 5.60.** Definición del método de integración con el dominio cloud.adexus.local.

Finalmente se puede asignar permisos a los diferentes objetos de la plataforma virtual basados en los grupos de usuarios definidos en el directorio activo del dominio *cloud.adexus.local*.



**Figura 5.61.** Definición de permisos para grupos de usuarios de dominio en el centro de datos virtual.

### 5.3.3. Implementación y configuración IaaS

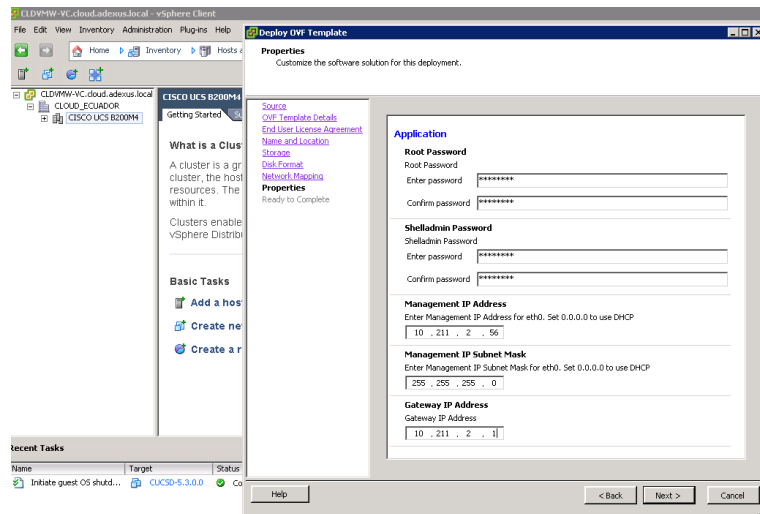
Los servicios de nube se implementarán mediante el despliegue de la máquina virtual de Cisco UCS Director. Los recursos virtuales necesarios se describen a continuación:

**Tabla 5.18**

*Especificaciones de hardware virtual para Cisco UCS Director.*

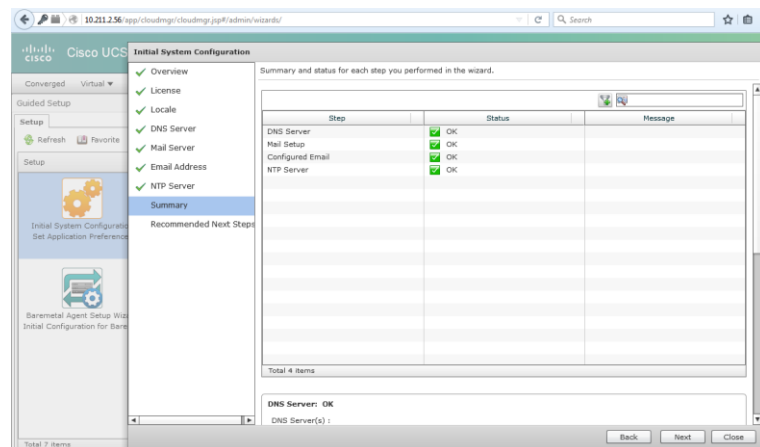
Cisco UCS Director	
vCPU	4
vRAM	8 GB
vHDD	100 GB
vNIC	1

Desde la consola de vCenter se procedió a desplegar la máquina virtual que se distribuye por Cisco empaquetada en formato OVA y desde el asistente se configuraron los parámetros iniciales como son direccionamiento IP y contraseñas de acceso.



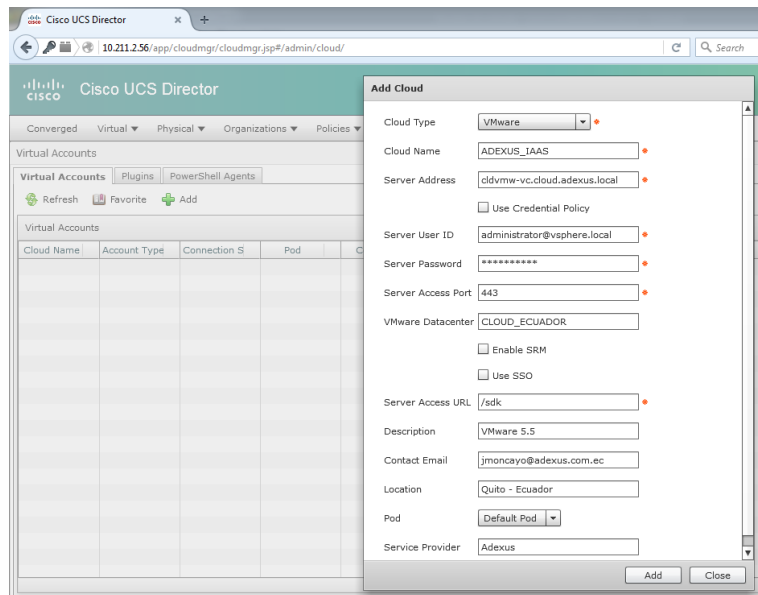
**Figura 5.62.** Despliegue de la máquina virtual de Cisco UCS Director.

Una vez que la máquina virtual de Cisco UCS Director se encuentra desplegada en el ambiente virtual, las configuraciones posteriores se las realiza mediante un navegador web utilizando la dirección IP previamente asignada. Los parámetros básicos que deben ser configurados en la herramienta son DNS, NTP y EMAIL para las notificaciones de salud del sistema, así como también notificaciones a los clientes sobre el estado de sus recursos contratados.



**Figura 5.63.** Asistente de configuración de parámetros básicos de UCSD.

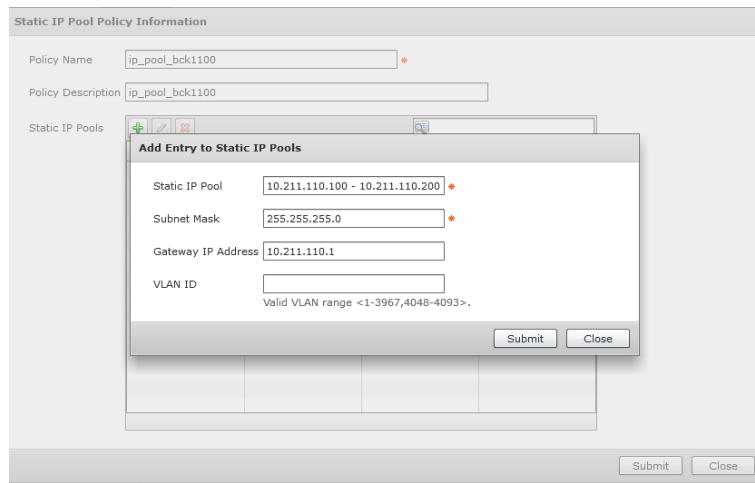
La integración de CUCSD con la plataforma de virtualización VMware se realiza utilizando una cuenta de usuario de VMware Virtual Center que posea permisos de administración del centro de datos virtual. La herramienta IaaS realizará todas las tareas de aprovisionamiento en la plataforma virtual mediante un portal web que será presentado al cliente final.



**Figura 5.64.** Definición de credenciales para establecer los servicios de nube.

Es necesario configurar las políticas de red, almacenamiento y computo que serán asociadas a los perfiles de los usuarios. De esta manera se llegan a relacionar todas las configuraciones realizadas a nivel físico y virtual con los servicios de infraestructura en la nube que se pretenden comercializar.

A nivel de red se generaron políticas para la asignación de direcciones IP en cada segmento de red que fue creado en el mundo físico y después mapeado a la plataforma virtual mediante los grupos de puertos en los switches virtuales. UCSD configurará una dirección IP estática por cada vNIC de la máquina virtual al momento del aprovisionamiento.

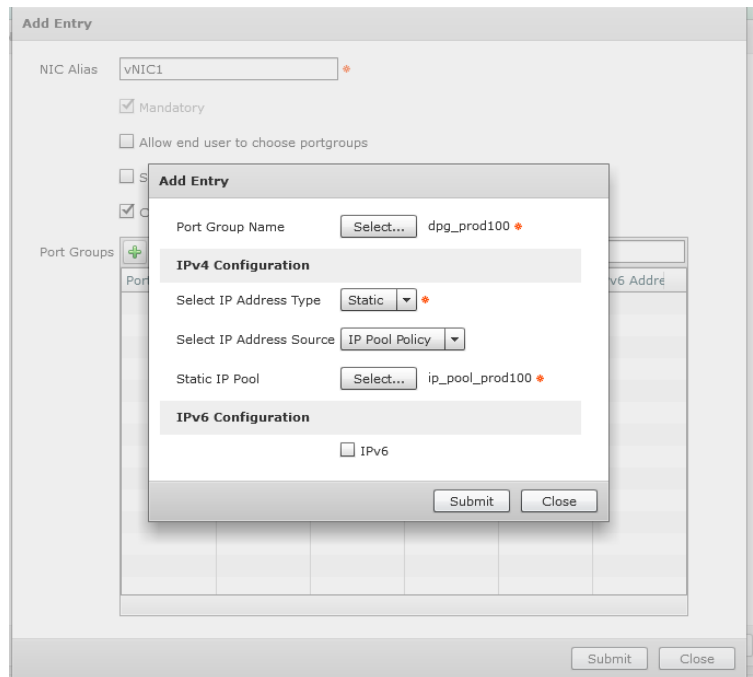


**Figura 5.65.** Conjuntos de direccionamientos IP para las redes virtuales de clientes.

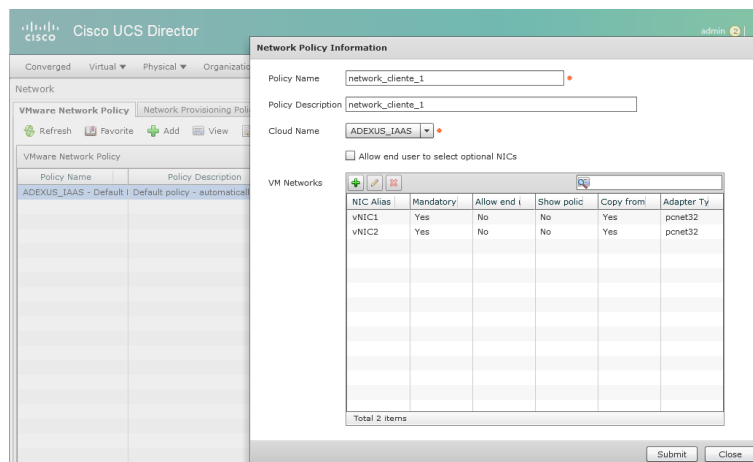
Policy Name	Policy Description	Static IP Pool	Subnet Ma	Gateway I
ip_pool_bck1100	ip_pool_bck1100	10.211.110.100-10.211.110.200	255.255.255.	10.211.110.1
ip_pool_bck1101	ip_pool_bck1101	10.211.111.100-10.211.111.200	255.255.255.	10.211.111.1
ip_pool_bck1102	ip_pool_bck1102	10.211.112.100-10.211.112.200	255.255.255.	10.211.112.1
ip_pool_bck1103	ip_pool_bck1103	10.211.113.100-10.211.113.200	255.255.255.	10.211.113.1
ip_pool_bck1104	ip_pool_bck1104	10.211.114.100-10.211.114.200	255.255.255.	10.211.114.1
ip_pool_bck1105	ip_pool_bck1105	10.211.115.100-10.211.115.200	255.255.255.	10.211.115.1
ip_pool_prod100	ip_pool_prod100	10.211.10.100-10.211.10.200	255.255.255.	10.211.10.1
ip_pool_prod101	ip_pool_prod101	10.211.11.100-10.211.11.200	255.255.255.	10.211.11.1
ip_pool_prod102	ip_pool_prod102	10.211.12.100-10.211.12.200	255.255.255.	10.211.12.1
ip_pool_prod103	ip_pool_prod103	10.211.13.100-10.211.13.200	255.255.255.	10.211.13.1
ip_pool_prod104	ip_pool_prod104	10.211.14.100-10.211.14.200	255.255.255.	10.211.14.1
ip_pool_prod105	ip_pool_prod105	10.211.15.100-10.211.15.200	255.255.255.	10.211.15.1

**Figura 5.66.** Listado de políticas de direccionamiento IP para redes virtuales de clientes.

Los conjuntos de direcciones IP creados fueron agrupados en políticas de configuración de adaptadores de red virtuales y a su vez estas configuraciones agrupadas en políticas de red específicas para cada cliente.



**Figura 5.67.** Asignación de políticas de direccionamiento IP para interfaces vNIC de máquinas virtuales.



**Figura 5.68.** Política de configuración de red para máquinas virtuales de cada cliente.

La política de almacenamiento especifica el lugar en donde se guardarán el conjunto de archivos que representan una máquina virtual en la plataforma de virtualización VMware. Fue definida una sola política de almacenamiento debido a que el espacio de almacenamiento es único para todos los clientes y que la plataforma de virtualización es la encargada de proporcionar un balanceo de carga en las tareas de escritura/lectura. En esta política se asociaron todos los espacios de almacenamiento presentados desde el equipo NetApp FAS-2552 al clúster de servidores y que forman

parte del clúster de almacenamiento **CLUSTER\_PRODUCION\_1TB** y **CLUSTER\_PRODUCION\_500GB**.

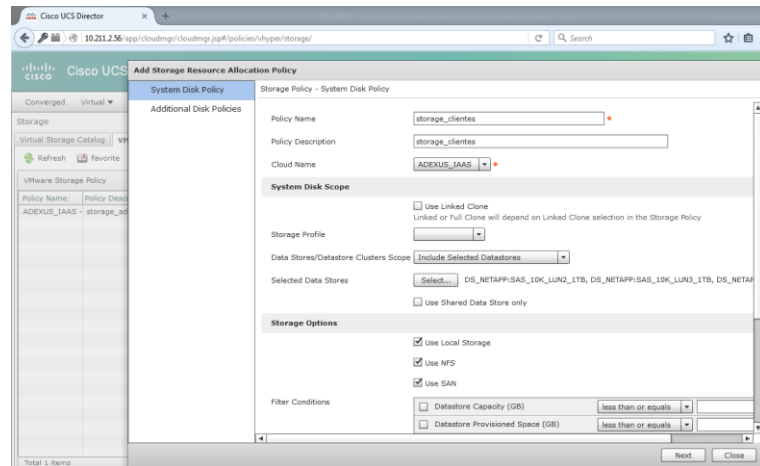


Figura 5.69. Política de asignación de almacenamiento virtual.

De igual manera se procedió a configurar una política de recursos de computación para cada cliente. En esta política se especifica el conjunto de recursos de computo que será utilizado para desplegar las máquinas virtuales, en este caso el clúster de virtualización **CISCO UCS B200M4**. Se estableció también el nombre para la creación de una carpeta en el inventario virtual en donde se agruparán todos los servidores virtuales desplegados por cada cliente, organizando de esta manera la estructura del inventario de la plataforma VMware para una mejor visualización de las máquinas virtuales.

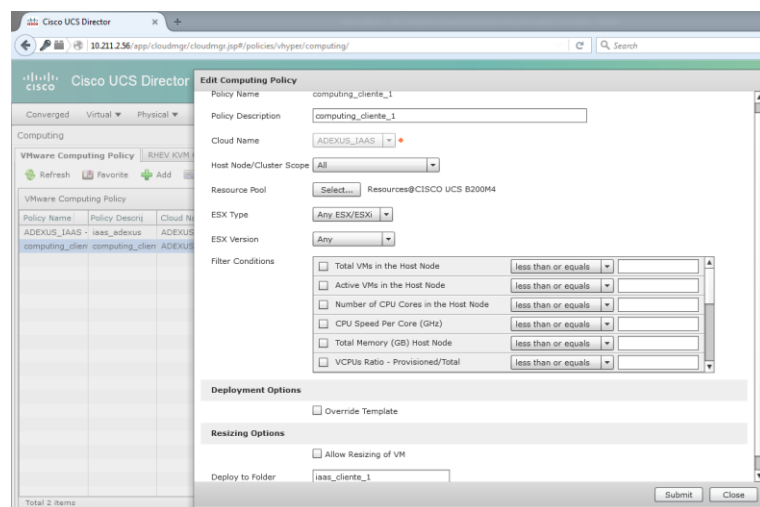


Figura 5.70. Política de asignación de recursos de cómputo para las máquinas virtuales.

Es necesario la configuración de una política de información de sistema en la cual se detallan parámetros básicos de configuración de los sistemas operativos Windows / Linux que serán utilizados en el catálogo del portal de auto aprovisionamiento. Estos parámetros determinan el nombre de la máquina virtual en el inventario de VMware Virtual Center, la zona horaria que será configurada en la máquina virtual, el nombre de la máquina virtual a nivel de sistema operativo, dominio, contraseña de súper usuario (Administrator para Windows, root para Linux), entre otros.

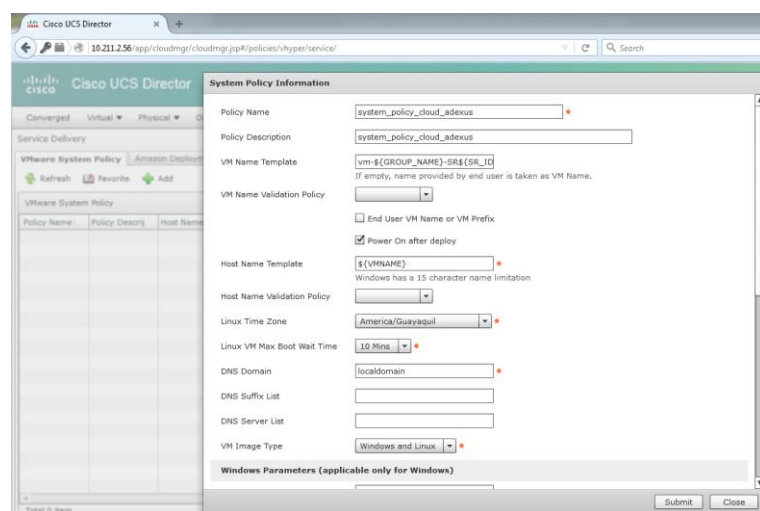
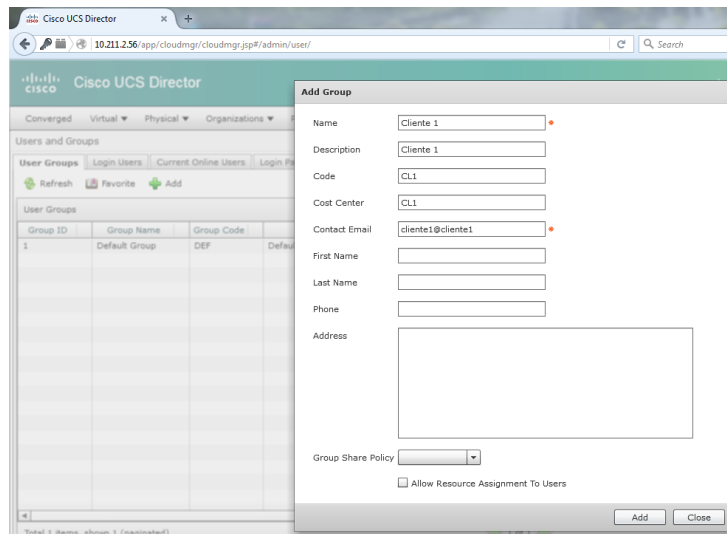


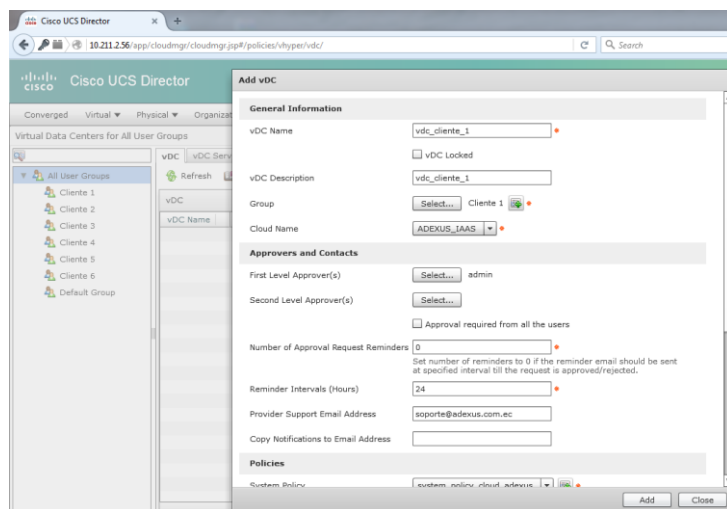
Figura 5.71. Configuración de política de información del sistema operativo.

Configuradas todas las políticas que definen el comportamiento de la solución de infraestructura como servicio, es necesario crear un grupo de usuarios para cada cliente que poseerá la plataforma. El grupo de usuarios estará vinculado a las políticas de red, almacenamiento, computo e información del sistema definidas anteriormente. Los nombres de los grupos fueron preestablecidos utilizando un estándar genérico de formato **Cliente\_<número>**. Una vez que se contrate por parte de un cliente los servicios IaaS ofertados por Adexus, se procederá a actualizar la información de estos grupos con la correspondiente a cada cliente.

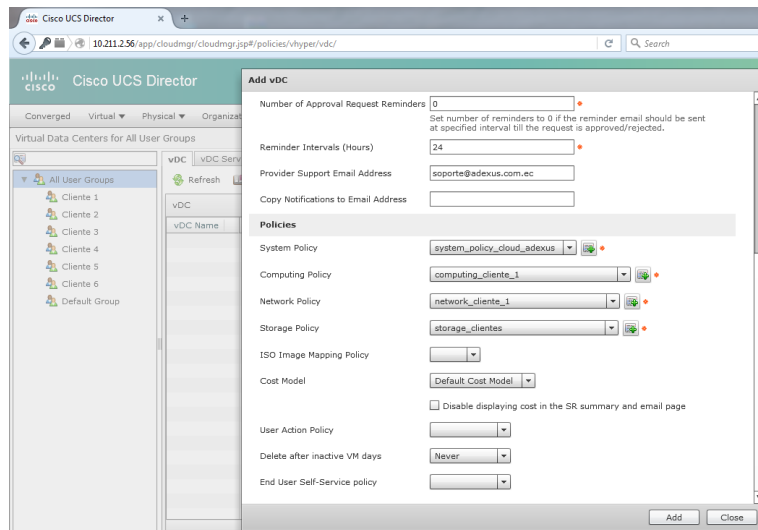


**Figura 5.72.** Creación de grupos de clientes para la plataforma IaaS.

Finalmente se procedió con la creación de los perfiles de centro de datos virtual llamados **vDC**. En estos perfiles se vinculan todas las políticas y grupos de usuarios creados anteriormente y de esta manera se define el comportamiento que tendrá la plataforma al momento de generar máquinas virtuales a partir del catálogo digital para cada cliente. En el perfil **vDC** se definió como requerimiento que un usuario, en este caso un ingeniero de Adexus, apruebe el aprovisionamiento de los servidores virtuales antes de que los mismo sean desplegados en la infraestructura virtual. De esta manera se genera un punto de control tanto para Adexus como también para el cliente, al momento de ejecutar acciones en el portal de autoservicio que involucren una transacción monetaria.



**Figura 5.73.** Creación de los perfiles IaaS para cada cliente.



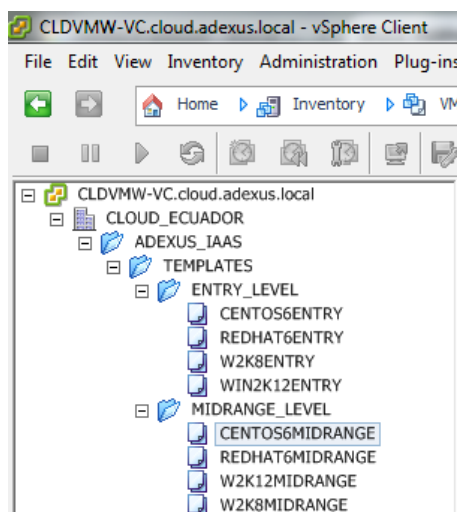
**Figura 5.74.** Asociación de las políticas de red, almacenamiento y computo en el perfil IaaS.

### Configuración de la biblioteca de plantillas

El portal de auto aprovisionamiento que será presentado al cliente de forma web, hace uso de una biblioteca de plantillas que vienen a ser las máquinas virtuales base desde las cuales se desplegarán los servidores virtuales adquiridos por los clientes.

Estas máquinas virtuales se encuentran configuradas con las especificaciones de hardware virtual definido en capítulos anteriores y también se encuentra preinstalado el sistema operativo.

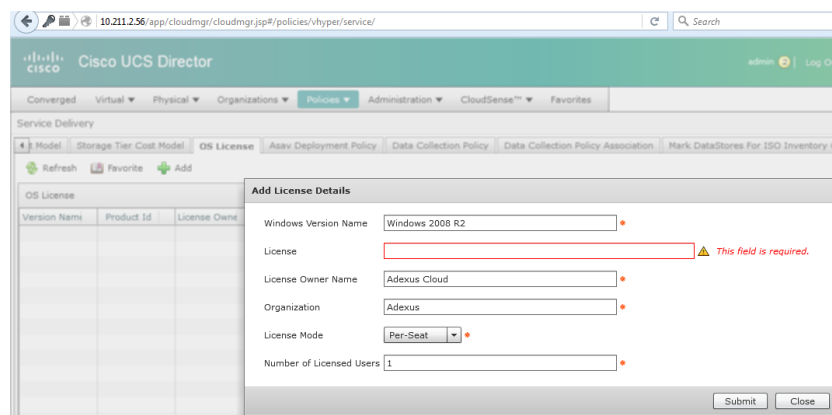
El proceso de creación de las plantillas de máquinas virtuales se ejecutó desde la consola de administración VMware Virtual Center en la plataforma virtual.



**Figura 5.75.** Plantillas de las máquinas virtuales para el catálogo del portal IaaS.

Una vez generadas las plantillas en la plataforma de virtualización, es necesario generar el catálogo que será presentado al cliente desde el portal de UCSD.

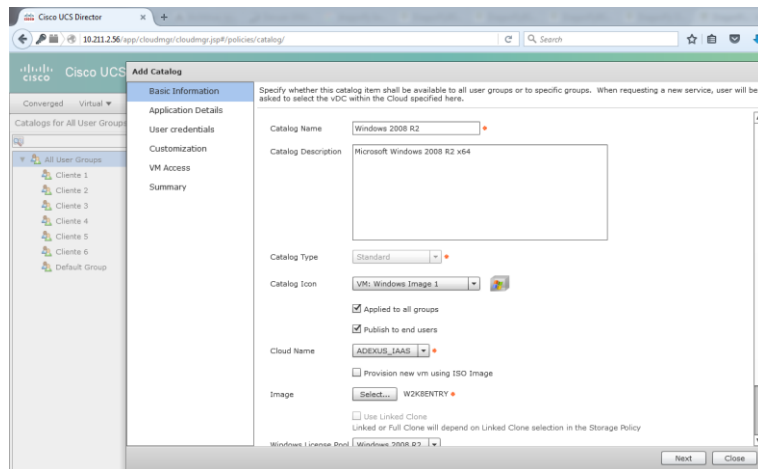
Para generar el catálogo es necesario primero crear una política de licenciamiento de las máquinas virtuales con sistema operativo Microsoft Windows Server. En estas políticas se especificará principalmente que licencia se aplicará al servidor virtual una vez que el cliente decide adquirir los recursos desde el portal de auto aprovisionamiento.



**Figura 5.76.** Pool de licenciamiento para sistemas operativos Microsoft Windows Server.

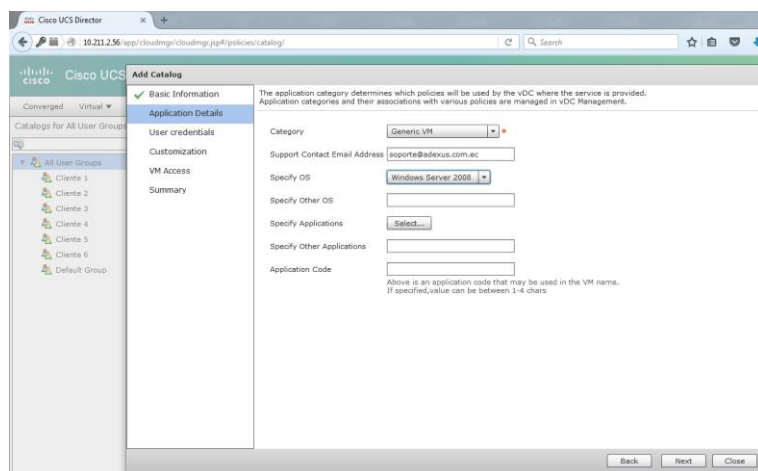
Utilizando el asistente para la creación del catálogo se ingresarán las plantillas de máquinas virtuales en la biblioteca de recursos que está organizada en las dos categorías ya definidas: **Entry** y **Midrange**.

El asistente requiere un nombre para la plantilla dentro de la biblioteca del catálogo, una descripción de la misma, el ícono que representa al sistema operativo instalado en la máquina virtual, los recursos virtuales que serán utilizados para el despliegue de la máquina virtual, la vinculación de la plantilla creada en el ambiente virtual con la plantilla que se generará dentro de la biblioteca y finalmente en caso de ser una máquina virtual con sistema operativo Microsoft Windows Server se requerirá especificar la política de licenciamiento respectiva.



**Figura 5.77.** Creación de la biblioteca de plantillas del catálogo del portal IaaS.

Parámetros adicionales que se especifican en el asistente son el correo electrónico de contacto para el soporte sobre las máquinas virtuales desplegadas a partir de la plantilla que está siendo configurada, la categoría en que podría enmarcarse la finalidad de la máquina virtual, y la versión de sistema operativo instalado.

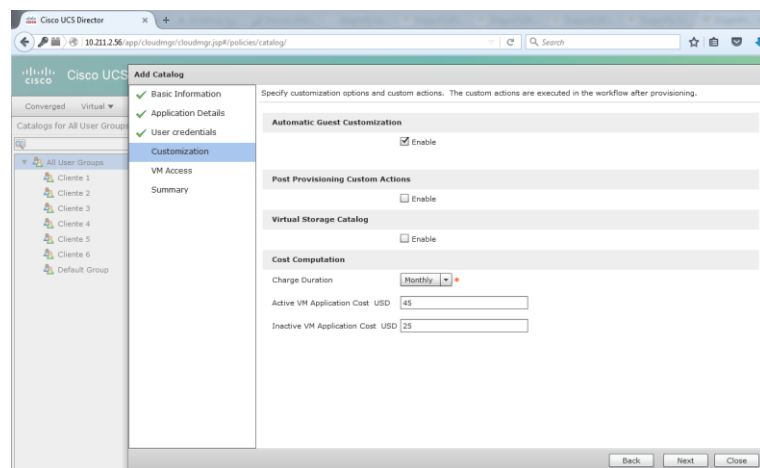


**Figura 5.78.** Descripción de los parámetros informativos de la plantilla de la biblioteca.

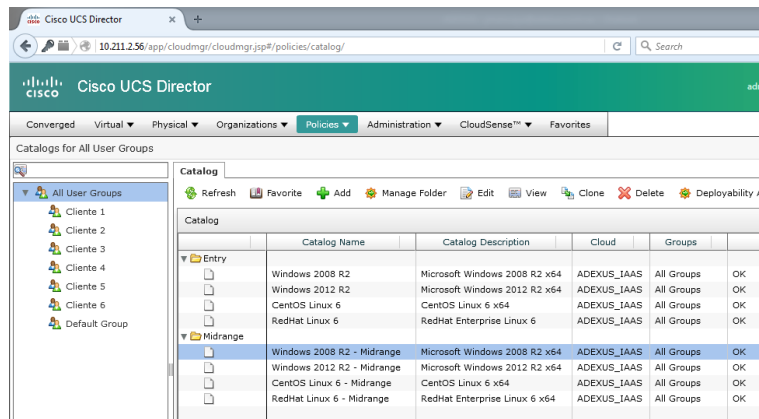
Es importante mencionar que el asistente configurará el comportamiento que se aplicarán a las credenciales de las plantillas de la biblioteca una vez que el usuario despliegue una de las máquinas virtuales, haciendo uso de la política de información del sistema operativo que se configuró anteriormente. De esta manera las opciones con las que se cuentan son:

- Omitir la modificación de las credenciales de las máquinas virtuales y publicarlas en el portal de cada cliente después del despliegue de la máquina virtual.
- Omitir la modificación de las credenciales de las máquinas virtuales y no publicarlas en el portal de cada cliente después del despliegue de la máquina virtual. En este caso el cliente deberá solicitar al correo de soporte las credenciales.
- Realizar la modificación de las credenciales de las máquinas virtuales por unas generadas aleatoriamente y publicarlas en el portal de cada cliente después del despliegue de la máquina virtual. Estas credenciales serán distintas para cada aprovisionamiento.

Como información final se especificará cual es el cálculo para la tarificación del servicio una vez desplegada la máquina virtual. Para el catálogo de auto aprovisionamiento del portal IaaS de Adexus, se utilizará un cobro mensual que establecerá un valor específico cuando la máquina virtual se encuentre encendida y un porcentaje menor cuando la misma se encuentre provisionada, pero en un estado apagado.

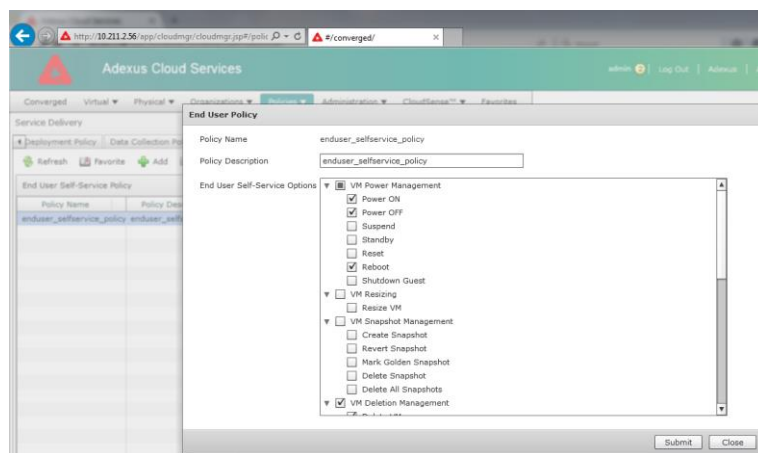


**Figura 5.79.** Establecimiento de costos sobre la plantilla de la biblioteca.



**Figura 5.80.** Listado de plantillas de la biblioteca del catálogo IaaS.

Para complementar la configuración de la solución IaaS de Adexus, se estableció mediante la creación de una política de usuario final, las acciones disponibles para los clientes dentro del portal web de autoservicio. Estas acciones permiten al cliente gestionar actividades de encendido, apagado, reinicio y destrucción de los servidores virtuales. De esta manera se otorga control administrativo esencial sobre las máquinas provisionadas a los respectivos clientes.



**Figura 5.81.** Acciones sobre los servidores virtuales permitidas para los clientes.

Finalmente haciendo uso de tecnologías HTML y CSS se personalizó, aplicando la línea gráfica propia de la compañía, a la pantalla principal del portal web que permite iniciar sesión dentro de la solución de infraestructura como servicio de la empresa Adexus.



**Figura 5.82.** Pantalla principal del portal IaaS de Adexus.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La computación en la nube es una tendencia que va tomando gran importancia en la forma en que se planifican, gestionan y construyen los sistemas informáticos de la actualidad. Las grandes empresas a nivel mundial se encuentran invirtiendo en este tipo de soluciones para poder afrontar los desafíos tecnológicos de esta nueva era digital.
- El análisis económico de la situación actual que atraviesa Ecuador permitió afinar las estrategias comerciales de la empresa Adexus. La recesión económica afecta principalmente a la empresa pública que sin disponibilidad de recursos no puede invertir en la adquisición o renovación de su plataforma de hardware. La empresa privada no está muy lejos de la realidad de la empresa pública, ya que para precautelar su supervivencia prefiere invertir en lo estrictamente necesario. Son estas condiciones las que favorecen la penetración en el mercado de una solución de infraestructura en la nube, principalmente porque el cliente puede realizar inversiones más pequeñas y cómodas para implementar sus sistemas informáticos.
- Utilizando la encuesta como herramienta de investigación, se consiguió generar las características de hardware virtual promedio de las máquinas virtuales configuradas por los clientes en sus centros de datos, con estos parámetros se calculó los requerimientos de hardware físico para procesamiento de computación, almacenamiento y conectividad, necesarios para implementar los servicios de infraestructura en la nube de la empresa Adexus.
- Los equipos y tecnologías propuestas para la solución permiten realizar un crecimiento lineal de los recursos físicos a medida que la solución virtual y el número de clientes crezca. Esta característica permite reducir la complejidad en el mantenimiento y gestión de la plataforma. Reduce también el costo de la inversión inicial sin que se genere un sobredimensionamiento de la plataforma IaaS.
- Para comercializar una plataforma IaaS confiable es necesario diseñar una solución altamente redundante por lo que el diseño físico planteado permite

eliminar puntos únicos de falla. El diseño a su vez permite realizar tareas de mantenimientos sobre cualquier capa de la solución sin que se afecte al servicio brindado a los clientes.

- La plataforma de virtualización de mayor prestación y líder en el mercado es VMware, proporciona características de alta disponibilidad y balanceo de carga de las máquinas virtuales que permiten obtener el más alto rendimiento de los equipos físicos. Gartner ha posicionado a VMware como líder en virtualización por cinco años consecutivos lo que nos demuestra la gran solidez y confiabilidad en la plataforma de virtualización seleccionada. VMware a su vez posee un ecosistema de partners y empresas que trabajan de la mano en la generación de soluciones complementarias 100% compatibles con el hipervisor ESXi.
- Adicionalmente a la ventaja económica que involucró la implementación de Cisco UCS Director como plataforma de computación en la nube, UCS Director permite obtener una gran integración entre todas las capas hardware y virtuales, proporcionando un punto único de administración centralizada.
- La plataforma IaaS se encuentra completamente funcional y es únicamente potestad de la empresa Adexus publicar y comercializar el servicio. Por temas de marketing y propios de Adexus la plataforma se promocionará a finales del segundo trimestre del presente año.
- Se puede analizar a un futuro agregar nuevos servicios a la plataforma IaaS ofreciendo así a los clientes un paquete completo de soluciones. Entre las características adicionales que se pueden ofertar tenemos:
  - respaldo a disco o cinta de los servidores virtuales de los clientes.
  - implementación de virtualización de red con VMware NSX que permite ofrecer características de switching, routing, firewall y balanceadores de carga virtuales para las redes virtuales de los clientes.
  - integración con nubes privadas que permita ofrecer a los clientes un servicio de nube híbrida.
  - soluciones de recuperación ante catástrofes que permita migrar la operación virtual de un cliente a la nube de Adexus.

## 7. BIBLIOGRAFÍA:

- [1] El Universo, enero 2016,  
<http://www.eluniverso.com/noticias/2016/01/20/nota/5356261/petroleo-ecuatoriano-cae-2547>
- [2] El Universo, enero 2015,  
<http://www.eluniverso.com/noticias/2015/01/27/nota/4487706/aranceles-afectan-ventas-almacenes-tecnologia>
- [3] Norberto Figueroa, Infraestructura Convergente (CI),  
<https://articulosit.files.wordpress.com/2014/06/converged-infrastructure.pdf>
- [4] Bernard Golden, Virtualization for Dummies,  
[https://ssl.www8.hp.com/de/de/pdf/virtuallisation\\_tcm\\_144\\_1147500.pdf](https://ssl.www8.hp.com/de/de/pdf/virtuallisation_tcm_144_1147500.pdf)
- [5] VMware, Understanding Full Virtualization, Paravirtualization, and Hardware Assist, [https://www.vmware.com/files/pdf/VMware\\_paravirtualization.pdf](https://www.vmware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf)
- [6] Intel, agosto 2013, Virtualization and Cloud Computing,  
<http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/guides/cloud-computing-virtualization-building-private-iaas-guide.pdf>
- [7] Judith Hurtwiz, Marcia Kaufman, Fern Halper, Cloud Services for Dummies,  
<http://www.ibm.com/cloud-computing/files/cloud-for-dummies.pdf>
- [8] Michael Adams, Julio 2015, Once again VMware named a leader in the Gartner Magic Quadrant, <http://www.vmware.com/radius/vmware-named-leader-gartner-magic-quadrant-x86-server-virtualization-infrastructure/>
- [9] Cisco, diciembre 2015,  
<http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/servers-unified-computing/ucs-director/ucs-director-oneview.pdf>

## 8. ANEXOS:

### A1. Encuesta

---

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES

Análisis del mercado para la implementación de un servicio de infraestructura en la nube.

1. Posee su empresa infraestructura de hardware propia:  
SI NO
2. Qué porcentaje de los recursos de infraestructura se encuentran utilizados  
40% 60% 80% más del 80%
3. Posee su empresa una solución de virtualización:  
SI NO
4. Que solución de virtualización utiliza:  
VMware Hyper-V Xen KVM Otro
5. En que rango establecería usted el número de máquinas virtuales que posee:  
10 20 50 más de 50
6. Cuál sería la capacidad promedio de vCPU asignado a sus máquinas virtuales  
2 4 8 más de 8
7. Cuál sería la capacidad promedio de vRAM (GB) asignado a sus máquinas virtuales  
2 4 8 más de 8
8. Cuál sería la capacidad promedio de almacenamiento (GB) asignado a sus máquinas virtuales  
40 80 100 más de 100
9. Cuál es su estimación del crecimiento promedio en términos de almacenamiento de sus máquinas virtuales (anual)  
5% 10% 15% más del 15%
10. Realiza usted en el día a día tareas referentes a configuraciones, modificaciones, etc. de sistema operativo para la administración de los aplicativos informáticos de su empresa  
SI NO
11. Se sentiría usted a gusto dejando de lado la administración física de los componentes de su centro de datos para concentrarse únicamente en la administración de sistema operativo y aplicativo  
SI NO
12. Ha escuchado sobre el modelo de computación en la nube  
SI NO
13. Cuál de los siguientes servicios de computación en la nube cree usted que le beneficiaría más a su empresa  
IaaS PaaS SaaS Ninguno
14. Posee su empresa una solución de infraestructura como servicio (IaaS)  
SI NO
15. Estaría interesado en contratar una solución de infraestructura como servicio en la nube en un futuro próximo  
SI NO

Elaborado por: Jorge Steven Moncayo

*Figura A1.1.* Encuesta realizada al personal de TI.

## A2. Resultados tabulación

1. Posee su empresa infraestructura de hardware propia:

SI	20
NO	0

2. Qué porcentaje de los recursos de infraestructura se encuentran utilizados

0,4	2
0,6	9
0,8	8
>80%	1

3. Posee su empresa una solución de virtualización:

SI	19
NO	1

4. Que solución de virtualización utiliza:

Vmware	17
Hyper-V	1
Xen	1
KVM	0
Otro	0

5. En que rango establecería usted el número de máquinas virtuales que posee:

10	3
20	5
50	7
>50	4

6. Cuál sería la capacidad promedio de vCPU asignado a sus máquinas virtuales

2	9
4	7
8	2
>8	1

7. Cuál sería la capacidad promedio de vRAM (GB) asignado a sus máquinas virtuales

2	3
4	7
8	9
>8	0

8. Cuál sería la capacidad promedio de almacenamiento (GB) asignado a sus máquinas virtuales

40	1
80	3
100	14
>100	1

9. Cuál es su estimación del crecimiento promedio en términos de almacenamiento de sus máquinas virtuales (anual)

5%	7
10%	10
15%	1
>15%	1

10. Realiza usted en el día a día tareas referentes a configuraciones, modificaciones, etc. de sistema operativo para la administración de los aplicativos informáticos de su empresa

SI	18
NO	2

11. Se sentiría usted a gusto dejando de lado la administración física de los componentes de su centro de datos para concentrarse únicamente en la administración de sistema operativo y aplicativo

SI	16
NO	4

12. Ha escuchado sobre el modelo de computación en la nube

SI	20
NO	0

13. Cuál de los siguientes servicios de computación en la nube cree usted que le beneficiaría más a su empresa

IaaS	16
PaaS	0
SaaS	1
Ninguno	4

14. Posee su empresa una solución de infraestructura como servicio (IaaS)

SI	20
NO	0

15. Estaría interesado en contratar una solución de infraestructura como servicio en la nube en un futuro próximo

SI	13
NO	7

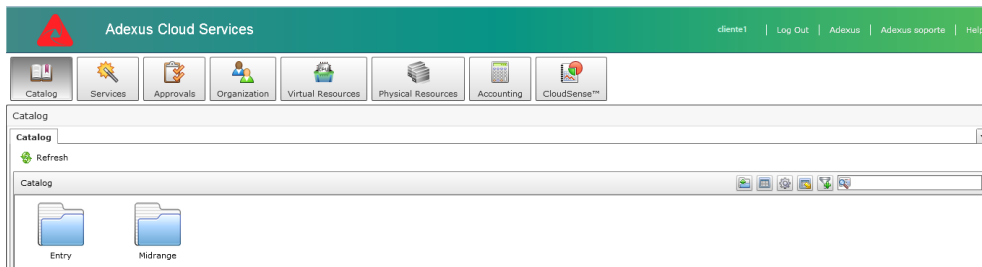
### A3. Extracto de propuestas económicas presentadas por los fabricantes

FlexPod		
Almacenamiento		
Descripción	Cant.	Precio Total
VMWFAS2552A-201-R6 FAS2552,HA,24x600GB	1	\$ 13.486,00
NETX5526A-R6 RACKMOUNT KIT,4-POST,UNI	1	\$ 60,00
NETX1558A-R6 CABINET COMPONENT POWER	2	\$ 0,02
NEWX6553-R6 Cable,Cntrl-Shelf/Switch,2m	8	\$ 600,00
VMWX6596-R6 SFP+ FC Optical 16Gb	4	\$ 2.856,00
VMWOS-ONTAP-CAP2-1P-P OS Enable,Per-0.	144	\$ 3.088,80
VMWFAS2552A-HA-SSA-R6 FAS2552 High Ava	2	\$ 0,02
OCPSW-2-2552A-ISCSI-C SW-2,iSCSI,2552A	2	\$ 0,02
OCPSW-2-2552A-NFS-C SW-2,NFS,2552A,-C	2	\$ 0,02
OCPSW-2-2552A-CIFS-C SW-2,CIFS,2552A,-	2	\$ 0,02
OCPSW-2-2552A-FCP-C SW-2,FCP,2552A,-C	2	\$ 0,02
NETSW-NOC-CORE SW,NETAPP ONCOMMAND	1	\$ 0,01
NEWCS-A2-INST-4R SupportEdge Standard	1	\$ 2.283,08
NEWX6561-R6 Cable.Ethernet.2m RJ45 CA	6	\$ 32,40
NETX6524-R6 CABLE,CNTRL- SHELF/SWITCH	4	\$ 300,00
Servidores		
SW APP SUPP + UPGR Cisco FireSIGHT Mana	1	162,00
10GBASE-CU SFP+ Cable 1 Meter	8	372,00
300GB 6Gb SAS 10K RPM SFF HDD/hot plug/drive sled mounted	8	1.507,84
Cisco R42610 standard rack w/side panels	1	1.097,28
Cable mgt straps (qty 10) Velcro	2	56,32
Filler panels (qty 12) 1U plastic toolless	2	149,12
Cage nuts (qty 50) M6	2	33,28
Rack stabilizer kit	1	163,84
Cisco RP208-30-U-1 Single Phase PDU 2x C13 4x C19	2	508,16
Cable mgt D rings (qty 10) metal	1	28,80
Mounting screws (qty 100) M6	1	11,84
Cisco RP208-30-U-2 Single Phase PDU 20x C13 4x C19	2	435,20
(Not Sold Standalone) UCS SP BASE 5108 Blade Svr AC2 Chassis	1	5.506,20
(Not sold Standalone)B200M4 w/2xE52630 v3,8x16GB 2133MHz	4	21.736,00
(Not Sold Standalone) UCS 6248 FI w/ 12p LIC Cables Bundle	2	7.904,00
(Not sold Standalone)16GB DDR4-2133-MHz RDIMM	32	8.288,00
ONSITE 8X5XNBD Cisco R42610 expansion rack no side pa	1	220,55
ONSITE 8X5XNBD Cisco RP208-30-U-X Single Phase PDU 2x	2	384,02
ONSITE 8X5XNBD Cisco RP208-30-U-X Single Phase PDU 2x	2	384,02
SMARTNET24X7X4 UCS SP BASE 5108 Blade Svr AC2 Chassis	1	551,81
SMARTNET 24X7X4 UCS SP8 B200M4 ENTRY w/2xE5-2630 V3	4	3.348,89
SW APP SUPP + UPGR UCS Director Resource License Single Node	4	7.812,00
SMARTNET24X7X4 UCS 6248 FI w/ 12p LIC, Cables Bundle	2	4.366,88
<b>TOTAL</b>		<b>87.734,46</b>

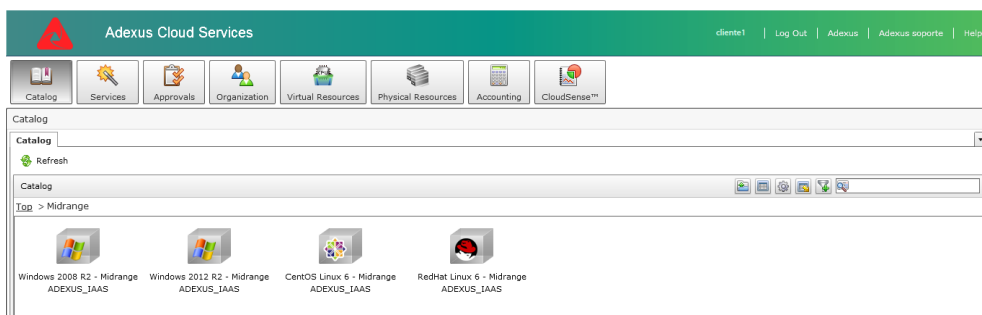
HP

Almacenamiento			
Descripción	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
HP 3PAR StoreServ 8200 2N Fld Int Base	1	\$ 5.202,58	\$ 5.202,58
HP 3PAR 8000 SFF(2.5in) Fld Int Drv Encl	1	\$ 2.273,53	\$ 2.273,53
HP Installation and Startup Service	1	\$ -	\$ -
HP Startup 3PAR 8200 2N Fld Int Base SVC	1	\$ 1.806,45	\$ 1.806,45
HP Startup 3PAR 8000 Fld Int Drv Enc SVC	1	\$ 248,26	\$ 248,26
HP 3PAR StoreServ SPS Service Processor	1	\$ 2.205,89	\$ 2.205,89
HP 3PAR StoreServ Mgmt/Core SW E-Media	1	\$ 10,41	\$ 10,41
HP 3PAR OS Suite Latest E-Media	1	\$ 10,41	\$ 10,41
HP 3PAR SP SW Latest E-Media	1	\$ 2,60	\$ 2,60
HP 3PAR 8200 OS Suite Base E-LTU	1	\$ 1.404,70	\$ 1.404,70
HP 3PAR 8200 OS Suite Drive E-LTU	48	\$ 67,63	\$ 3.246,24
HP 3Y 4 hr 24x7 Proactive Care SVC	1	\$ -	\$ -
HP 3PAR Internal Entitlement Purpose	3	\$ -	\$ -
HP 3PAR StoreServ 8200 2N Base Supp	1	\$ 653,42	\$ 653,42
HP 3PAR 8000 Drive Encl Supp	1	\$ 233,81	\$ 233,81
HP 3PAR StoreServ SPS Srvc Proc Supp	1	\$ 270,97	\$ 270,97
HP 3PAR 8200 OS Suite Base Supp	1	\$ 2.884,65	\$ 2.884,65
HP 3PAR 8200 OS Suite Drive Supp	48	\$ 19,10	\$ 916,80
HP Premier Flex LC/LC OM4 2f 5m Cbl	4	\$ 68,49	\$ 273,96
HP 3PAR 8000 600GB SAS 15K SFF HDD	24	\$ 768,19	\$ 18.436,65
HP 3Y 4 hr 24x7 Proactive Care SVC	1	\$ -	\$ -
HP 3PAR 8000 600GB 15K SFF HDD Supp	24	\$ 88,26	\$ 2.118,19
HP Technical Installation Startup SVC	1	\$ -	\$ -
HP Startup 3PAR 8K Fld Drv - Drv Enc SVC	1	\$ 248,26	\$ 248,26
Servidores			
<b>HP BL460c Gen9 E5-2640v3 1P 32GB Svr</b> Intel Xeon E5-2640v3 8-Core (2.60GHz 20MB L3 Cache) / 32GB (2 x 16GB) DDR4 2133MHz RDIMM / Integrated Matrox G200eh / HP FlexFabric 10Gb 2P 536FLB Adapter / 2 SFF Sin disco duro / Smart Array P244br/1G Controller Module, Raid (0,1) / Hot Plug 2.5in Small Form Factor Smart Carrier Hard Disk / HP iLO Management (standard) / Garantía 3 Year Parts / 3 Year Labour / 3 Year Onsite Warranty Next Business Day	4	\$ 3.695,00	\$ 14.780,00
HP 32GB 2Rx4 PC4-2133P-R Kit	32	\$ 568,00	\$ 18.176,00
HP BL460c Gen9 E5-2640v3 Kit	4	\$ 1.173,00	\$ 4.692,00
<b>HP BLc7000</b> Platinum Enclosure with 1 Phase (6) 2400W Platinum hot-plug power supplies (10) Fans ROHS 16 OneView Licenses. Supports up to 16 blades.	1	\$ 5.934,00	\$ 5.934,00
HP BLc VC FlexFabric-20/40 F8 Module	2	\$ 12.888,00	\$ 25.776,00
HP BLc 10G SFP+ SR Transceiver	4	\$ 462,00	\$ 1.848,00
HP 8Gb Short Wave B-Series SFP+ 1 Pack	4	\$ 70,00	\$ 280,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 113.933,78</b>

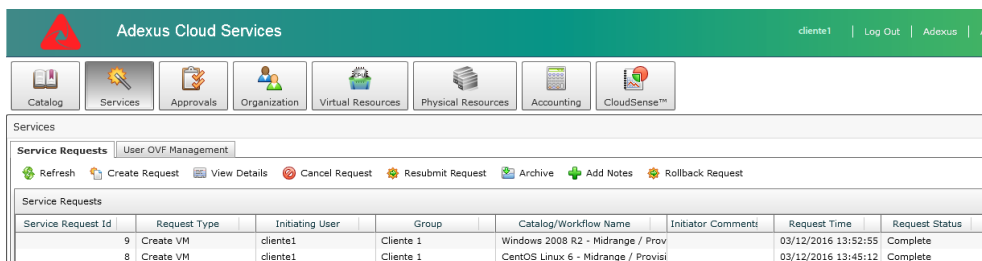
## A4. Imágenes portal web IaaS usuario final.



**Figura A4.1.** Pantalla principal después del ingreso al portal.



**Figura A4.2.** Biblioteca de plantillas de máquinas virtuales.



**Figura A4.3.** Historial de solicitudes realizadas por el cliente en la plataforma IaaS.