

HOSTING DEDICADO E INFRAESTRUCTURA TIPO IaaS APLICADO EN EL SISTEMA HOSPITALARIO. UN CASO DE ESTUDIO.

**Trabajo Final Integrador presentado para obtener el grado de
Especialista en Cómputo de Altas Prestaciones y Tecnología
Grid**



Autor: Daniel Martín Morales
Instituto de Ingeniería y Agronomía
Universidad Nacional Arturo Jauretche

Director: Ing. Armando E. De Giusti
Facultad de Informática
Universidad Nacional de La Plata

**FACULTAD DE INFORMÁTICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

Enero 2017

Índice

1. Introducción	
1.1 - Objetivo	4
1.2 - Contexto	6
2. Paradigma del Cloud Computing	10
2.1 - Antecedentes: Clúster y Grid Computing	10
2.2 - Cloud Computing	11
2.2.1 - Clasificación de los Clouds	11
2.2.1.1 -Clasificación por Tipo de Servicio	11
2.2.1.1.1 -PaaS - Plataforma como Servicio	12
2.2.1.1.2 -IaaS - Infraestructura como Servicio	12
2.2.1.1.3 -SaaS - Software como servicio	12
2.2.1.2- Clasificación por despliegue	13
2.2.1.2.1 -Cloud Público	13
2.2.1.2.2 -Cloud Privado	13
2.2.1.2.3 -Cloud Mixto o Híbrido	14
2.2.2 - Ventajas de un Cloud	14
2.2.2.1 - Escalabilidad y Elasticidad	14
2.2.2.2 - Accesibilidad desde cualquier punto	14
2.2.2.3 - Disponibilidad de recursos bajo demanda y pago por uso	15
2.2.2.4 - Ahorro de problemas físicos y de configuración	15
2.2.2.5 - Ahorro de energía	15
2.2.3 - Desventajas de un Cloud	15
2.2.3.1 - Seguridad	15
2.2.3.2 -Velocidad de acceso	16
2.3 – Virtualización	16
2.3.1 - Virtualización por Hardware (full virtualización)	16
2.3.2 - Para virtualización	17
2.3.3 - Virtualización asistida por Hardware	17
2.3.4 - Virtualización Parcial	17
2.3.5 - Virtualización a Nivel de Sistema Operativo	17
2.3.6 - XEN	18
2.3.7 - KVM	18
3. Estructura Tecnológica del Hospital El Cruce	19
3.1 - Centro de Cómputos del HEC	19
3.2 - Utilización del Hardware	20
3.3 - Política de Backup	21
3.4 - Disponibilidad de Recursos Humanos	21
4. Sistemas de Información en Salud del Hospital El Cruce	22
4.1 – Principales Sistemas Informáticos	23
4.2 – Sistema Informático en Salud no considerado para la Migración	25
4.3 – Sistema Informático en Salud considerados para la Migración	26
5. Estructura Tecnológica requerida para la Migración	27
5.1 – Marco de Requerimientos	27
5.2 – Servidores y Máquinas Virtuales	28
5.3 – Conectividad Terrestre e Internet	29
5.4 – Política de Backup	30
5.5 – Disponibilidad y Calidad de Servicio	31
5.6 – Servicio de Soporte Técnico	31
5.7 – Mantenimiento y monitoreo	32
5.7.1 – Mantenimiento preventivo	32

5.7.2 – Mantenimiento correctivo.....	33
5.7.3 – Monitoreo.....	33
5.8 – Servicio de mitigación de Ataques.....	33
6. Trabajo Experimental.....	34
6.1 – Contexto.....	35
6.2 – Plataforma AZURE.....	35
6.2.1 – Componentes de la plataforma.....	35
6.2.1.1 – Compute.....	37
6.2.1.2 – Data Management.....	37
6.2.1.3 – Networking.....	37
6.2.1.4 – Developer & IT Services.....	38
6.2.1.5 – Identity & Access.....	38
6.2.1.6 – Mobile.....	38
6.2.1.7 – Backup.....	39
6.2.1.8 – Messaging & Integration.....	39
6.2.1.9 – Compute Assistance.....	39
6.2.1.10 – Performance.....	39
6.2.1.11 – Big Compute & Big Data.....	40
6.2.1.12 – Media.....	40
6.2.1.13 – Commerce.....	40
6.3 – Desarrollo Experimental.....	40
6.3.1 – Generación de una RPV que contenga un servidor virtual y equipos físicos.....	40
6.3.2 – Migración de una base de datos local a la nube.....	49
6.3.3 – Creación de un storage de red privada dentro del Cloud accesible desde dentro y fuera del cloud.....	54
6.3.4 – Desarrollo de un sistema de respaldo fuera del Cloud con la posibilidad de hacer modificaciones en las políticas de backup.....	59
6.3.5 – Conclusiones del Desarrollo Experimental.....	62
7. Conclusiones y Trabajo Futuro.....	63
Referencias.....	66

Capítulo 1: Introducción

1.1 - Objetivo

El objetivo general de este trabajo apunta a explorar y describir el alojamiento de diferentes sistemas de información en salud del Hospital Público de Alta Complejidad En Red **El Cruce “Néstor Carlos Kirchner”**, HEC [1], en un Proveedor de Servicios que pueda ofrecer: Hosting dedicado, IAAS en la nube, Conectividad y servicios de soporte técnico y mantenimiento pertinentes para el caso.

De este modo se estudiará el estado del arte del paradigma de Cloud Computing, como así también la estructura del Centro de Cómputo propio del HEC, tanto en software como de hardware. Se realizará una especificación de los requerimientos mínimos en referencia al entorno de máquinas virtuales, software, hardware y sistema de conectividad pretendidos.

Por otro lado, se definirá el soporte técnico y de mantenimiento que se le solicitará al Proveedor de Servicios para la plataforma de Hosting dedicado, IAAS en la nube y Conectividad. Asimismo resulta valioso a los fines de este informe determinar cuáles son las aplicaciones informáticas en salud que no son susceptibles a migrar y el porqué de dicha situación.

En tal sentido y para el cumplimiento del objetivo planteado, se define que el proveedor de servicios debe realizar la configuración de las máquinas virtuales requeridas, además de la configuración y administración de productos con licenciamiento requeridos específicamente por el HEC. Asimismo debe brindar soporte técnico y mantenimiento de la plataforma que involucra los tres ítems anteriormente mencionados: Hosting dedicado, IAAS en la nube y Conectividad. Esto es, ejecución directa de acciones sobre el equipamiento provisto. Por su parte el soporte técnico de los sistemas de información en salud u otros componentes ajenos a la plataforma suministrada por el proveedor de servicios es responsabilidad del HEC, como así también la administración de las aplicaciones mencionadas.

De esta manera y considerando lo anteriormente desarrollado se proponen los siguientes temas de investigación a saber:

- Paradigma de Cloud Computing.
- Migración de aplicaciones de servidores convencionales a un entorno de Hosting dedicado y IAAS en la nube.
- Sistemas de información del ámbito hospitalario.
- Desarrollo experimental que colabore en determinar la viabilidad de la migración planteada.

Observación

Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto de Investigación “**Modelado y Simulación en Cómputo de Altas Prestaciones (HPC). Aplicaciones en arquitecturas multiprocesador, sistemas paralelos y redes de datos**”, de la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), acreditado según resolución interna 186/15. Se debe destacar que el tema de esta línea de investigación se encuentra incluido dentro del convenio de colaboración en actividades de Investigación y Postgrado, que llevan adelante el Instituto de Investigación en Informática – LIDI de la Universidad Nacional de La Plata y la Carrera Ingeniería en Informática de la Universidad Nacional Arturo Jauretche.

Director: Mg. Ing. Diego Omar Encinas.

1.2 - Contexto

El Hospital Público de Alta Complejidad En Red El Cruce “Néstor Carlos Kirchner”, HEC, [1] fue inaugurado en el año 2008 en el Partido de Florencio Varela, Provincia de Buenos Aires. El mismo nace como un hospital modelo siendo parte de una red de ocho (8) hospitales regionales. El HEC es el nodo principal de esta red de salud integrada por los hospitales: Mi Pueblo de Florencio Varela; Evita Pueblo de Berazategui; Arturo Oñativia de Almirante Brown; Isidoro Iriarte; el Hospital Subzonal Especializado Materno Infantil Dr. Oller de San Francisco Solano de Quilmes; el Hospital Zonal General de Agudos Lucio Meléndez de Adrogué; el Hospital Subzonal Especializado en Rehabilitación Motriz Dr. José María Jorge de Burzaco y el Centro Integral de Salud, Diagnóstico y Rehabilitación “Julio Méndez” de Bernal, como se detalla en la Figura 1.1.

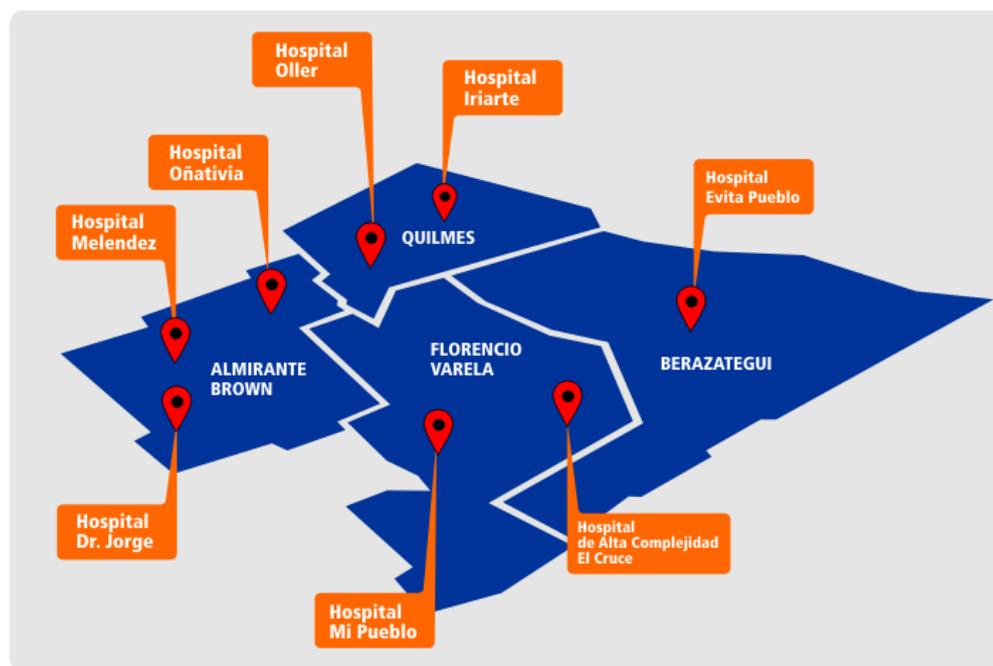


Figura 1.1 – Hospitales que conforman la RED.

El HEC, junto al Hospital Garrahan, es ente SAMIC (Servicio de Atención Médica Integral para la Comunidad)¹. A este modelo se están sumando nuevos hospitales que aún están en proceso de creación o de reciente apertura como el Hospital de Cañuelas, el Hospital de Laferrere del Partido de La Matanza, el Hospital de Rafael Castillo del Partido de La Matanza, el Hospital El Calafate de Santa Cruz y el Hospital El Dorado de Misiones.

¹ <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/15773/norma.htm>

El modelo de atención del HEC funciona por pedido de derivación de pacientes por parte de los hospitales de segundo nivel de la Red, que requieran alta complejidad de atención las 24 horas de los 365 días del año. Por otro lado estos siete hospitales son cabecera de atención de más de 150 Centros de Atención Primaria de la Salud (CAPS). Por tanto el HEC brinda cobertura a una población de dos millones de habitantes aproximadamente. Además de esto, por ser un hospital público de alta complejidad que provee tratamientos que otros hospitales públicos no realizan (algunos ejemplos de esto son: trasplante cardíaco, trasplante hepático, trasplante de médula, etc), recibe derivaciones de toda la zona sexta de la Provincia de Buenos Aires.

El plan estratégico del HEC trabaja a partir de un mecanismo de funcionamiento fundamental denominado “Atención al Usuario” a través del área “Gestión de Pacientes”. Desde este sector se impulsa el uso por parte de los usuarios del Portal Web para pacientes del hospital [2]. A partir del mismo los pacientes pueden acceder a su Historia Clínica Digital Unificada, dentro de la cual se encuentran resultados digitalizados de todos los servicios como por ejemplo diagnósticos de laboratorio entre otras informaciones de importancia. Asimismo el usuario puede programar estudios, solicitar nuevos turnos de consulta y realizar preguntas vía telemedicina a profesionales del hospital, entre otros aspectos que se impulsan con el propósito de dar cumplimiento a la Ley 26.529 de Derechos de Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de Salud. Una de las propuestas de este proyecto es incorporar a la base de datos de este servicio dos millones de habitantes de la zona sur del conurbano bonaerense, siendo estas personas las que habitan dentro del radio de influencia de la Red Hospitalaria como se mencionó anteriormente. Cabe señalar que en la actualidad, dentro del partido de Florencio Varela, los 42 centros de atención primaria y el hospital de segundo nivel ya usan este sistema. Es decir que todos los ciudadanos que han pasado por centros hospitalarios, de cualquier nivel en Florencio Varela, disponen de su Historia Clínica Digital Unificada.

EL HEC cuenta con un portal web llamado “Dr. Red, Telemedicina” [3], el mismo se constituye como un facilitador entre los servicios altamente especializados propios del hospital con aquellos servicios con menor acceso a tecnologías para resolver problemáticas de alta complejidad. Estos servicios pueden ser hospitales, centros de salud de primer nivel de atención, secretarías de salud municipales o provinciales, y otros interesados en la propuesta. El servicio, cuyo objetivo es conectar profesionales del ámbito de la salud, ofrece:

- Ateneos Académicos
- Interconsultas
- Cursos o seminarios
- Participación en jornadas.

Por otro lado el Hospital Público de Alta Complejidad En Red El Cruce “Néstor Carlos Kirchner” forma parte de la Red Federal de Infraestructura y Servicios para la Salud, CIBERSALUD [4]. La misma consiste en fortalecer y ampliar las redes de colaboración entre los equipos de salud de todo el país para, de esta manera, colaborar en la resolución de problemas sanitarios a distancia. El propósito de esta iniciativa es promover las interconsultas entre profesionales de distintos establecimientos del país e impulsar la actividad asistencial y docente a través de la provisión de equipamiento tecnológico y desarrollo de aplicaciones que permitan realizar videoconferencias entre los establecimientos que integran el sistema nacional de salud, Ver Figura 1.2.

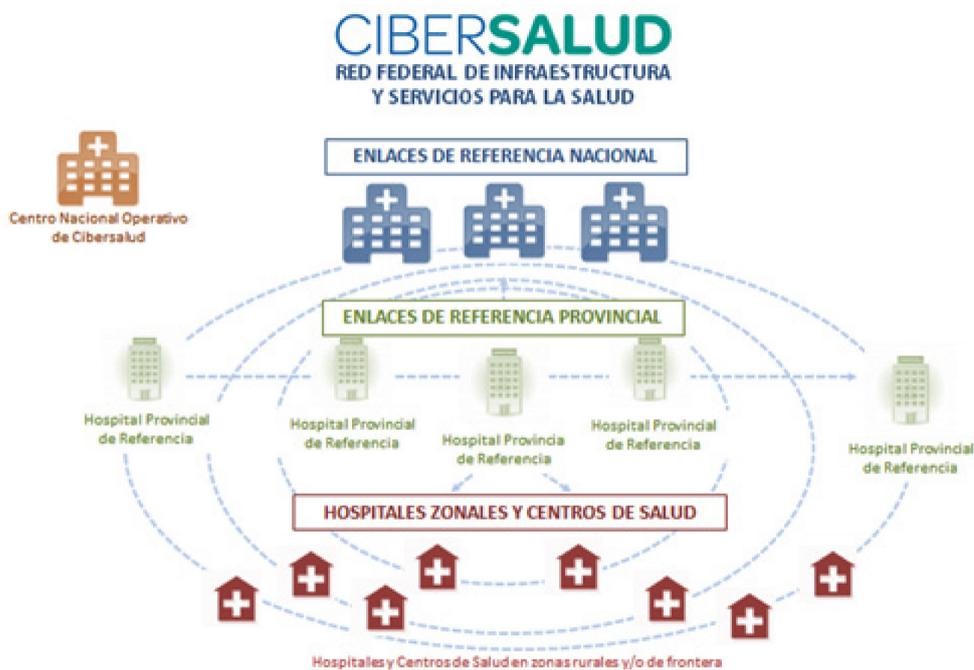


Figura 1.2. – Esquema de enlaces en CIBERSALUD

Dentro de esta red existen ocho centros de salud pública nacional destacados en distintas especialidades de alta complejidad, siendo referentes nacionales de consulta en cada una de estas temáticas. El Hospital de Alta Complejidad El Cruce es uno de ellos.

En el ámbito de la investigación se destaca la creación de un Centro de Medicina Traslacional (CEMET)². El mismo brindará servicios de tecnologías “ómicas” de última generación (como genómica, proteómica y metabolómica) y contará con seis laboratorios para investigación biomédica, un laboratorio de referencia en biología molecular y un área de investigación clínica.

Por último resulta interesante destacar que la revista “América Economía” realiza anualmente un ranking de los mejores hospitales y clínicas, tanto públicas como privadas, de América Latina. En dicho ranking el Hospital de Alta Complejidad el Cruce se encuentra cuarto dentro de las Instituciones Públicas de América Latina y en el puesto número cuarenta considerando tanto las instituciones públicas como privadas [5].

Capítulo 2: Paradigma del Cloud Computing

² <http://www.hospitalelcruce.org/html/cemet.html>

2.1 – Antecedentes: Clúster y Grid Computing

Cluster:

Un Cluster se puede definir como un sistema de procesamiento paralelo compuesto por un conjunto de computadoras interconectadas vía algún tipo de red. Dichas computadoras colaboran recíprocamente configurando un recurso que se ve como único e integrado, al margen de la distribución física de sus componentes. Cada procesador puede tener diferente hardware y sistema operativo, e incluso puede ser un multiprocesador, en cuyo caso se lo conoce como cluster de multicores, [6].

Grid Computing:

En el esquema Grid Computing propone un enfoque colaborativo, cuyo nacimiento data de la década del 90. En Grid Computing las redes pertenecientes a ámbitos educativos como universidades y centros de investigación, congregan los recursos conectados a las mismas con el objeto de poder brindar soporte a problemas que, por su tipo, demanden un uso intensivo de procesamiento y/o almacenamiento. Estas redes se componen como Organizaciones Virtuales (VOs) con el fin de proporcionar un acceso controlado a los recursos distribuidos que serán compartidos por los usuarios y programas dentro de la misma. Por otra parte, varias VOs pueden conectarse para beneficiarse unas a otras ampliando así su rango de disponibilidad. Bajo este concepto, tareas y/o datos pertenecientes a una VOs podrían encontrarse alojados dentro de la misma o distribuidos en varias VOs cooperando de forma biunívoca, [7].

Entre las desventajas del Grid Computing se deben mencionar las limitaciones que se pueden generar en referencia a la red, debido a que los recursos de cómputo pueden estar dispersos, es decir separados por grandes distancias. Lo anterior conlleva a que la velocidad de comunicación entre ellos puede ir en detrimento de la resolución de problemas. Otra desventaja que se puede plantear es que se debe definir una política de uso para evitar problemas de organización, y también conflictos de disponibilidad de los recursos, [8-9].

2.2 - Cloud Computing

Cloud Computing es un paradigma informático de cómputo distribuido, que se muestra como la evolución natural de los conceptos Clusters y Grids mencionados en el apartado anterior. El mismo facilita grandes conjuntos de recursos virtuales tales como hardware, plataformas de desarrollo, almacenamiento y/o aplicaciones, siendo éstas fácilmente accesibles y utilizables por medio de una interfaz de administración web. Estos recursos son proporcionados como servicios y pueden ser ágilmente reconfigurados para adaptarse a una carga de trabajo variable (escalabilidad). De esta manera se obtiene una óptima utilización de los mismos, evitando sobre-provisión e infra-provisión (elasticidad); así los usuarios pueden acceder a servicios tecnológicos a través de internet bajo demanda, [6], [10].

Desde el punto de vista del modelo comercial las Clouds son generalmente utilizadas bajo un modelo de pago acorde al uso, donde el proveedor garantiza las capacidades y posibilidades por medio de acuerdos de nivel de servicio, [6].

2.2.1 - Clasificación de los Clouds

Las clasificaciones más comunes de Cloud Computing son dos: la primera se da considerando el modelo de servicio y la segunda se fundamenta en el tipo de despliegue que lleva el armado del Cloud, [6] [9] [11-13].

2.2.1.1 -Clasificación por Tipo de Servicio

Dentro de la clasificación por modelo de servicio se encuentran tres opciones, basándose cada una de ellas en los tipos de recursos que proveen tal como se detalla en la Figura 2.1

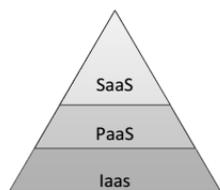


Figura 2.1. – Modelo de Servicios. Créditos [6]

2.2.1.1.1 -PaaS - Plataforma como Servicio

Este modelo ofrece un entorno completo configurado que contiene todas las herramientas de software necesarias para el desarrollo y puesta en marcha de aplicaciones, sin que el usuario tenga que ocuparse de la administración, instalación y mantenimiento de toda la plataforma.

Dentro de estas plataformas las aplicaciones pueden iniciar y terminar de manera íntegra completando un ciclo de vida, siempre disponibles en internet. Lo mismo ocurre con los servicios web, dando así al usuario mucha facilidad en el desarrollo y permitiéndole una optimización de su tiempo al no tener que realizar la configuración general de los equipos.

2.2.1.1.2 -IaaS - Infraestructura como Servicio

Esta opción ofrece recursos virtuales de infraestructura como por ejemplo servidores, dispositivos de almacenamiento, dispositivos de red, etc; que permiten una utilización de manera flexible y escalable, pudiendo así modificar la cantidad y el tipo de recursos que se pidió de origen.

De manera transparente diferentes usuarios trabajan sobre un mismo hardware físico, utilizando estos recursos virtuales sin que el múltiple uso del hardware real afecte a la performance del hardware virtual que es provisto por el Cloud.

2.2.1.1.3 -SaaS - Software como servicio

En este modelo el recurso que se provee es el software, lo que significa que el usuario puede utilizar aplicaciones sin necesidad de tenerlas instaladas en su computadora, dado que las utiliza desde internet.

En este sentido el usuario no tiene que ocuparse de temas de instalación, configuración, mantenimiento o acreditación de la aplicación, ya que sólo la utiliza como un servicio desde el navegador web.

2.2.1.2- Clasificación por despliegue

Esta clasificación está dada por el modelo de despliegue del Cloud, haciendo referencia a si este es propietario o no. En relación a esta característica se distingue cuáles son los usuarios que pueden acceder a los servicios, [6] [9] [10] [13] [14].

2.2.1.2.1 -Cloud Público

Un Cloud público es aquel que brinda servicios de Paas, Iaas y Saas con acceso libre desde internet a cualquier usuario. Es desplegado por un proveedor que generalmente lo hace con un motivo comercial y cobra por su uso a los usuarios. Este pago se realiza por la cantidad de recursos que se usan en una determinada cantidad de tiempo.

Dentro de las ventajas de un Cloud público se debe destacar como prioritario el concepto de tener acceso a los recursos desde cualquier equipo, a través de una conexión a internet. Asimismo otra ventaja significativa es que la utilización de esta tecnología implica un gasto mínimo comparado con tener que comprar el hardware físico para llevar a cabo un proyecto.

En esta línea también es importante señalar que las desventajas a considerar de un Cloud público son las relacionadas a la seguridad y privacidad de los datos alojados en la estructura tecnológica del proveedor.

2.2.1.2.2 -Cloud Privado

Se considera Cloud privado a todo aquel que está desplegado en una red interna propia a una organización. Este despliegue funciona sobre los recursos de Hardware físicos con los que dicha organización cuenta brindando los mismos servicios que un Cloud Público, pero limitando el acceso a los usuarios que son parte de la organización. Este tipo de despliegue no tiene un objetivo comercial dado que no se cobra por uso ya que los integrantes de la organización son los propietarios de los recursos.

Al tener a disposición los recursos físicos se puede hacer un uso óptimo de los mismos mediante la virtualización, siendo ésta una de las principales ventajas de este tipo de Cloud. De igual modo resulta importante señalar como aspecto diferencial la posibilidad de operar de manera específica el nivel y la estrategia de seguridad, ya que la

red es interna, permitiendo una protección de la integridad de los datos a conciencia de la organización.

Cabe destacar además que este tipo de Cloud implica un esfuerzo de configuración y mantenimiento como una de sus desventajas, lo que incluye la obtención de las licencias de software que se utilizan. Por otro lado y en lo que refiere estrictamente al aspecto económico las desventajas son básicamente dos: la inversión en equipos de hardware y el costo de mantenimiento que conllevan (incluyendo el gasto en consumo eléctrico). Finalmente se puede mencionar como una desventaja la necesidad de un espacio físico en las instalaciones de la organización para contener el Hardware.

2.2.1.2.3 -Cloud Mixto o Híbrido

Se clasifica dentro de Cloud Híbrido a todo aquel que tenga una composición mixta con partes de Cloud privado y público; generalmente se presenta cuando una organización extiende su Cloud privado utilizando recursos de un Cloud público de manera segura.

Con esta combinación se puede lograr una mejor utilización de los recursos de infraestructura, como así también una mayor disponibilidad de servicios, además de lograr un nivel de seguridad acorde con el utilizado por la organización.

2.2.2 - Ventajas de un Cloud

2.2.2.1 - Escalabilidad y Elasticidad

Estas características hacen referencia a la posibilidad de aumentar o reducir dinámicamente la cantidad de recursos que el usuario tiene a su disposición en función a la carga de trabajo que requiera, [15].

2.2.2.2 - Accesibilidad desde cualquier punto

El Cloud puede ser accedido desde cualquier equipo (PCs, celular, tablet, etc.) que tenga conexión a internet, y el proveedor va a mostrar los recursos de manera transparente, [16].

2.2.2.3 - Disponibilidad de recursos bajo demanda y pago por uso

Dentro de un Cloud público la organización no debe hacerse cargo de la instalación y configuración de nuevos recursos, sólo debe pedirlos al proveedor y éste va a cobrarle por el uso de los mismos, pudiendo ampliar o disminuir los recursos y pagar lo correspondiente a los cambios realizados.

En otro aspecto los Clouds que no son públicos, permiten la optimización del hardware físico en función de las necesidades de cada aplicación, debido a la utilización de la virtualización, [16].

2.2.2.4 - Ahorro de problemas físicos y de configuración

Al utilizar un Cloud Publico la organización se libera de todos los problemas relacionados a espacios físicos para contener los equipos, liberando espacio edilicio y sin necesidad de un mantenimiento específico de este cuarto.

En el aspecto de la configuración e instalación de equipos también se pueden destacar beneficios, ya que el usuario no debe hacerse cargo de esto sino el proveedor. Dentro de esta ventaja se incluye la administración de licencias del software que utiliza el Cloud, [15-16].

2.2.2.5 - Ahorro de energía

Sin duda, uno de los puntos más críticos de las arquitecturas de HPC es el consumo energético que implica el despliegue de varios equipos; en este ámbito el Cloud libera al usuario de un gasto de energía, lo que implica el ahorro del consumo de los sistemas informáticos como así también el consumo de las unidades de refrigeración para la mantención de estos equipos, [15].

2.2.3 - Desventajas de un Cloud

2.2.3.1 – Seguridad

Dentro de un Cloud público es necesario adaptarse a las condiciones de seguridad que brinda el proveedor, éste da una garantía de privacidad e integridad de datos, parámetro que debe ser evaluado a la hora de adquirir los recursos. Al margen de

la garantía no se puede determinar con exactitud de qué manera son tratados los datos, por lo cual ante casos particulares donde se trabaja con información crítica de la organización no es recomendable usar un Cloud Publico, [17-18].

2.2.3.2 -Velocidad de acceso

Si bien un Cloud brinda la posibilidad de acceder a los recursos desde cualquier equipo con conexión a internet, se debe considerar la velocidad con la que se cuenta para poder utilizar los recursos de manera correcta y sin pérdidas de tiempo por errores de conexión, [17-18].

2.3 – Virtualización

La tecnología que funciona como base para el correcto desempeño de un Cloud es la virtualización. La misma es la creación de abstracciones de dispositivos o recursos físicos con el fin de brindar sus servicios a una o más estructuras de ejecución. Esta técnica permite ocultar funcionalidades de un dispositivo (disco rígido, placa de red, memoria) o recurso (servidor, red, sistema operativo), y sumar las de varios con el fin de mostrarlos como otra unidad con distintos atributos o bien crear un equivalente virtual de los mismos. La virtualización hace independientes las instancias de recursos virtualizados de la estructura física, presentándolas de manera transparente a los usuarios y aplicaciones que los utilizan sin distinguirlos de los reales, [6] [19].

Dado que existen distintas clases de virtualización se considera pertinente detallar algunas:

2.3.1 - Virtualización por Hardware (virtualización completa)

La máquina virtual simula todo el Hardware, esto permite que un sistema operativo Guest se ejecute sin modificaciones, teniendo en cuenta que esté diseñado para el mismo set de instrucciones.

El funcionamiento consiste en capturar instrucciones privilegiadas del sistema operativo Guest, para realizar una traducción binaria y convertirlas en instrucciones que se ejecutan directamente sobre el CPU, [19].

2.3.2 – Paravirtualización

En la paravirtualización existe un Hypervisor, sobre el cual se ejecutan las máquinas virtuales. Éste presenta una API al sistema operativo Guest para que se comunique con él y de esta manera emular al sistema operativo Guest como si estuviera ejecutándose en el hardware. En este caso surgen restricciones ya que requiere la modificación del kernel del sistema operativo Guest para interactuar con esta API [19-20].

2.3.3 - Virtualización asistida por Hardware

Esta técnica que fue implementada desde el año 2005 por Intel y AMD, con sus tecnologías VT-x y AMD-V respectivamente, consta de un hardware que provee soporte para facilitar el trabajo a la VM que mejora las prestaciones.

La principal característica en este tipo de virtualización es que se incorpora un nivel de privilegio en la arquitectura, que permite acceder en forma directa a los recursos de hardware reales, [6] [21].

2.3.4 - Virtualización Parcial

Es la denominada **Address Space Virtualization**. La máquina virtual simula varias instancias del espacio de Hardware, aunque no de todo. En particular se simula el espacio de direcciones. Este entorno permite alojar procesos y compartir recursos, pero no permite que se ejecuten diferentes instancias de sistemas operativos Guest, [22].

2.3.5 - Virtualización a Nivel de Sistema Operativo

En esta técnica todas las instancias se ejecutan sobre el mismo servidor físico estando aisladas entre ellas, pero con la coincidencia de que todos los sistemas

operativos Guest tienen el mismo kernel. Algunas plataformas de este tipo son FreeBSD Jails, OpenVZ y Linux-VServer.

Entre los software para virtualización se destacan dos proyectos OpenSource que son ampliamente utilizados, estos son: XEN y KVM, [18] [21-23].

2.3.6 – XEN

Xen utiliza un hypervisor que permite adaptar el sistema operativo Guest a la capa de virtualización. A través de la utilización de hypercalls le permite al sistema operativo Guest ejecutar operaciones privilegiadas sobre el CPU.

Xen proporciona un aislamiento seguro entre instancias virtuales, control de recursos y migración de máquinas virtuales en ejecución.

Para alcanzar una virtualización de alto rendimiento a través de Xen, es habitual que sea necesario modificar los sistemas operativos a ejecutar sobre este software. Dichas modificaciones tienen que mantener la compatibilidad con las aplicaciones de usuario, [21].

2.3.7 – KVM

KVM son las siglas de Kernel-based Virtual Machine (Máquina Virtual Basada en el Núcleo). Este proyecto de virtualización open source está basado en la tecnología de virtualización asistida por hardware. El kernel de Linux 2.6.20 del año 2007 fue la primera versión en introducir esta funcionalidad.

Esta tecnología requiere que el CPU tenga soporte para VT-X o AMD-V y estén habilitadas ya que se basa en virtualización asistida por hardware. El desarrollo de este tipo de virtualización consiste en no generar un nuevo kernel de virtualización, sino en utilizar KVM como modulo del kernel Linux.

En la arquitectura KVM cada CPU virtual es un thread de Linux, por lo que de esta manera se pueden tener todos los beneficios del kernel. Para emular los dispositivos se utiliza una versión modificada de QEMU (es un emulador de procesadores basado en la traducción dinámica de binarios). Ésta provee emulación de BIOS, bus PCI, controladores de disco IDE/SCSI, interfaces de Red, bus USB, entre otros, [21].

Capítulo 3: Estructura Tecnológica del Hospital el Cruce

3.1 - Centro de Cómputos del HEC

El Hospital Público de Alta Complejidad En Red El Cruce “Néstor Carlos Kirchner”, a partir del Área Sistemas Informáticos, dependiente de la Dirección de Sistemas, cuenta con una Centro de Cómputo destinado a satisfacer la demanda de infraestructura tecnológica que requieran las aplicaciones informáticas en salud utilizadas en este nosocomio. Además de esto, da cobertura tecnológica para el Centro de Medicina Traslacional (CEMET), principalmente en el análisis y procesamiento de grandes cantidades de datos.

Actualmente el Centro de Cómputo dispone de:

- ✓ 8 servidores Blade, marca DELL, doble núcleo y 64 G de RAM cada uno.
- ✓ 14 servidores Stand Alone. De los mismos 8 son HP DL380, el resto de menor potencia de procesamiento.
- ✓ 6 servidores SUN, doble núcleo, que trabajan como un Clúster para brindar la solución de Clientes Ligeros “SUN RAY” que luego se mencionará.
- ✓ Un Servidor Storage, marca EMC, el mismo dispone de 60 Teras Brutos de los cuales quedan disponibles luego de la redundancia 35 Teras. El 60% de los discos que forman cada uno de los Servidores Storage son tecnología SAS, el resto poseen tecnología SATA.

Todos los servidores mencionados trabajan con doble fuente de poder y de forma redundante.

- ✓ Se dispone de un Servidor de FireWall Cisco ASA 5512.

Cabe señalar que la temperatura de trabajo del Centro de Cómputo es de 20 grados centígrados. Los dos racks con los que cuenta este centro poseen un sistema de refrigeración propio con dos entradas de aire frío, además dispone de un generador externo de aire frío para mantener la temperatura mencionada.

A nivel eléctrico el Centro de Cómputos tiene resguardo ante cortes mediante el sistema de grupos electrógenos que el HEC tiene instalado de forma permanente para afrontar imprevistos en la provisión de energía eléctrica. Además dispone de un sistema de UPS que brinda 57 minutos de energía eléctrica, tanto para sostener el funcionamiento del Centro de Cómputos o para generar una bajada “limpia” de todos los sistemas.

Al margen de lo anteriormente detallado, resulta significativo mencionar que a las doscientas terminales de acceso de Cliente Ligeros se le suman otras trescientas computadoras de escritorio conectadas a la red que da acceso a distintas aplicaciones informáticas en salud alojadas en el Centro de Cómputos, además del servicio de ofimática.

3.2 - Utilización del Hardware

En relación a la utilización del hardware se puede decir que son siete los servidores Blade utilizados para generar las distintas máquinas virtuales que se requieren para dar soporte a los sistemas informáticos en salud. Para esto se usa el software de virtualización VMware bajo licencia Essentials.

Una hoja de Blade exclusiva es destinada a generar el entorno virtual requerido para la aplicación “Sistema de almacenamiento digital, transmisión y descarga de imágenes” (PACS), solución propietaria de la empresa Philips.

Asimismo los seis servidores SUN que trabajan en Cluster brindan una solución Clientes Ligeros “SUN RAY”, con arquitectura cliente servidor. Bajo este esquema hay doscientas terminales de acceso a soluciones de ofimática y otras aplicaciones, distribuidas en los sectores administrativos del hospital. Cabe resaltar que esta solución, instalada desde el año 2008, ya no tiene soporte del proveedor tanto en hardware como en software.

Por su parte los servidores Stand Alone se utilizan, entre otras funciones, para controlador de dominio y servidor de respaldo. En particular cuatro de los servidores HP mencionados son dispuestos para generación de distintas máquinas virtuales. Otros dos se utilizan para la base de datos Oracle en una aplicación en particular que se mencionará en el Capítulo 4.

El servidor de Storage provee servicio de almacenamiento a las distintas aplicaciones de los sistemas informáticos en salud utilizados. Finalmente el servidor de Firewall se utiliza para gestionar y filtrar la totalidad de tráfico entrante y saliente a la red del hospital.

3.3 - Política de Backup

En referencia a la política aplicada en este aspecto se puede detallar que se realiza un respaldo en cinta, Cinta LTO 5 de 1,5 Teras cada una, mediante la solución Data Protector de HP. Asimismo se realiza un Full Backup una vez por semana, además de Backup incremental periódico. En este sentido y por estrategia de trabajo hay respaldo en Backup de una franja temporal de sesenta días.

3.4 - Disponibilidad de Recursos Humanos

El Centro de Cómputos tiene atención física mediante el personal del área los días hábiles de 8 hs. a 16 hs. Fuera de esta franja horaria de atención, no hay ningún modelo de guardia activa o pasiva por parte del personal técnico que permita dar soporte ante cualquier inconveniente técnico. Este equipo técnico es además el que da soporte a las doscientas terminales de acceso de Cliente Ligeros y las trescientas computadoras de escritorio que están distribuidas en el Hospital.

Capítulo 4: Sistemas de Información en Salud del HEC

El Cómputo de alta prestación y alta disponibilidad comienza a utilizarse en el ámbito de salud para dar una mayor calidad de servicio a los usuarios. En esta línea resulta valioso destacar los estudios para determinar las variables que pueden influir en el rendimiento y la calidad de servicio del área de emergencias de un hospital, a través de la simulación y el análisis de grandes volúmenes de datos. De este modo se podrá determinar ante eventuales escenarios de emergencias particulares, cuáles son las mejores acciones a tomar, de cara a obtener un mayor rendimiento en la atención de usuarios, como así también los estudios para simular. De esta manera se busca poder construir escenarios virtuales que permitan comprender el fenómeno de la transmisión de ciertos microorganismos propios de ámbitos hospitalarios y a partir de esto predecir el impacto potencial de la aplicación de diferentes medidas en referencias a las tasas de propagación, [24-27].

Por otro parte resulta importante señalar que desde su creación en el año 2008 el Hospital Público de Alta Complejidad El Cruce “Néstor Carlos Kirchner” ha trabajado en varios aspectos en lo referente al uso de la tecnología informática, bajo un modelo innovador para el ámbito de la salud pública. Entre los más importantes se destacan:

- El trabajo en Red de Salud con otros nosocomios y los Centros de Atención Primaria de la Salud (CAPS) de la zona de influencia, por ser ente SAMIC (Servicio de Atención Médica Integral para la Comunidad).
- La documentación generada por los distintos sectores del HEC se encuentra completamente digitalizada, eliminando de esta manera la generación de documentación en formato papel.

En referencia a lo anteriormente mencionado, y a los fines de este capítulo, se detallarán los principales Sistemas de Información en Salud del HEC que se entienden apropiados alojar en el Centro de Datos del Proveedor de Servicios. Por otro lado se definirán las aplicaciones no susceptibles a ser consideradas en la migración.

Es valioso aclarar que todos los desarrollos informáticos son provistos al HEC por terceros.

4.1 – Principales Sistemas Informáticos

1) **Galileo (NoemaLife):** Esta aplicación se encarga de la historia clínica electrónica, procesos de internación, procesos ambulatorios y hospital de día. Utiliza motor de base de datos Oracle en su edición estándar.

2) **SiGeHos:** Trabaja también en la historia clínica electrónica. Es registro de los servicios que no tienen sistema propio como por ejemplo medicina nuclear, base maestra de paciente y administración de recursos, como por ejemplo turnos para quirófanos, internación, consultas ambulatorias, etc. Asimismo registra los turnos en donde se requiera el uso de equipamiento, tomógrafo, medicina nuclear, etc.

3) **DNLab:** Es un sistema departamental del área Análisis Clínicos y realiza todo lo referido a este proceso. Además este sistema tiene tres módulos internos.

a) **Módulo Halia:** Motor de integración que orquesta la comunicación entre el sistema DNLAB con los distintos equipamientos para realizar análisis clínicos.

b) **Módulo Toma de Muestra:** Este software permite la trazabilidad del traslado de muestras entre los Centros de Atención Primaria en el HEC. Esto se da en el marco del proyecto Laboratorio en Red.

c) **Módulo portal:** Permite dejar disponible los informes a los usuarios y el Centro de Atención Primaria que generó el envío.

4) **Módulo DNweb:** Embebido en Galileo. Solicitud de estudios realizada por los médicos para paciente internados.

5) **Ris – Pacs(Philips):**

Ris: proceso de atención y generación de informe por parte del profesional.

Pacs: almacenamiento de los archivos multimedia y las herramientas de análisis de imágenes por parte del profesional, contraste, comparación, etc.

6) **Calipso**: Es un ERP (Enterprise Resource Planning) destinado al manejo de todos los procesos administrativos.

7) **Qlikview**: Aplicación de Software destinada al desarrollo de aplicaciones de información. Toma información de los sistemas informáticos del hospital y genera base de datos destinadas a la toma de decisiones, de ahí su importancia desde el punto de vista de la gestión del HEC.

8) **Fichaje**: Módulo de Software destinado a llevar un control histórico del ingreso y egreso del personal del HEC.

9) **Payroll**: Es utilizado por el área de Recursos Humanos, en particular para la liquidación de sueldos, utiliza como herramienta el módulo de software Fichaje.

10) **Ibox quirófano**: Aplicación de software utilizada por los instrumentadores quirúrgicos. En el mismo se llevan todos los registros administrativos de cada procedimiento quirúrgico que se realiza.

11) **ProEthos**: Dado que la investigación con seres humanos debe disponer de la aprobación previa de un comité de revisión ética, este módulo de software tiene como objetivo facilitar dicha revisión y mejorar la protección de las personas que participan en investigaciones.

12) **Athena – Biobanco (NoemaLife)**:

Athena: Se encarga del proceso de análisis de anatomía patológicas
Biobanco: Módulo encargado de la gestión de muestras almacenadas y anonimizadas en el biobanco, destinadas a investigación.

13) **BPMFlex**: Módulos destinados a la calidad

Por un lado se utiliza el proceso de gestión de opiniones que es un sistema donde los usuarios pueden dejar su opinión en relación a su contacto con cualquier área del hospital y personal del mismo. También pueden usar este sistema familiares y amigos del usuario del establecimiento.

Asimismo existe el proceso de gestión de riesgos asistenciales que está destinado a llevar una estadística en relación a los riesgos que padecieron los pacientes del Hospital (como por ejemplo caerse de una cama), con el fin de que el equipo de calidad tome acciones superadoras para el caso.

14) **Plataforma Moodle:** Considerando que la capacitación del personal del HEC es una política prioritaria para la institución, el uso de esta plataforma On Line, da la posibilidad de ofrecer formación al personal que trabaja, en horarios alejados de la franja clásica de 9 hs a 16 hs. En este sentido existe una extensa grilla de cursos, muchos de ellos realizados en conjunto con la Universidad Nacional Arturo Jauretche.

15) **Página Web del Hospital:** Medio de comunicación del HEC con la comunidad. Desde la misma se puede acceder al Portal del Paciente, solicitar turnos, entre otros servicios.

16) **Intranet:** Comunicación interna del HEC donde se detallan normas, procedimientos, capacitaciones, mensajería interna, etc.

Cabe destacar que la aplicación SiGeHos se encuentra funcionando en dos Hospitales de la red y en Centros de Atención Primaria de la Salud (CAPS). En este sentido el objetivo apunta a seguir avanzando en el resto de los nodos de la Red de Salud. Para estos nuevos nodos se está analizando la posibilidad de alojar las aplicaciones en el Centro de Cómputos del HEC, para posteriormente en una segunda etapa avanzar en la migración de estas aplicaciones al Entorno del Centro de Datos del Proveedor de Servicios.

4.2 – Sistema Informático en Salud no considerado para la Migración

En relación a los sistemas informáticos en salud mencionados, no se considera oportuno migrar a la aplicación PACS, principalmente por el peso de las imágenes almacenadas. En ellos se guardan imágenes/archivos multimedia de radiografías, resonancia magnética, tomografías computadas, ecografías, imágenes de medicina nuclear y angiografías. A modo de referencia se indica un consumo promedio de:

- Tomografías: 45 por día, cada una 350 MB.
- Resonancias: 40 por día, cada una 85 MB.
- Ecografías: 50 por día, cada una 10 MB.

- Placas: 50 por día, cada una 3 MB.

Estos datos reflejan un consumo diario promedio mayor a 19.8 G, cuando el resto de las aplicaciones o texto, en conjunto no superan el cuarto Giga diario de generación de datos.

Además las imágenes y los archivos multimedia son constantemente consultados por distintos sectores médicos, por lo que disponer de la base de datos primaria de este servicio en la plataforma suministrada por el proveedor no se considera eficiente.

De igual forma se propone continuar con la actual política de Backup, mencionada en el capítulo 3, además de analizar la realización de un Backup en la plataforma suministrada por el proveedor pero en horarios de bajo tráfico en la red de conectividad.

4.3 Sistemas Informáticos en Salud considerados para la Migración

Como se ha detallado en el presente trabajo, desde un punto de vista informático el Hospital Público de Alta Complejidad El Cruce “Néstor Carlos Kirchner” trabaja desde su creación completamente digitalizado. Además por lo expuesto en otros pasajes del informe quedó evidenciado el interés de continuar ampliando la cantidad de nodos de la Red en Salud que se acerquen total o parcialmente a este modelo de trabajo.

Dicho escenario conlleva a una estructura tecnológica que permita satisfacer índices de disponibilidad altos. Asimismo es importante tener presente que un funcionamiento no adecuado de los sistemas informáticos en salud afectan directamente al trabajo de los profesionales involucrados y de manera directa o indirecta a los pacientes de los centros asistenciales que utilizan estas herramientas tecnológicas.

Es de valor tener presente como se mencionó anteriormente, que el área de recursos humanos que da mantenimiento al Centro de Cómputo del HEC (como así también al resto de la infraestructura tecnológica del nosocomio), da cobertura los días hábiles de 8hs a 16 hs.

Considerando los puntos mencionados previamente y teniendo en cuenta además que la generación de datos diaria no es relevante, se propone el alojamiento en el centro de datos del proveedor de servicios de todos los sistemas informáticos en salud detallados en el punto 4.1, exceptuando de estos al sistema Pacs como se mencionó en el punto 4.2.

Capítulo 5: Estructura Tecnológica requerida para la Migración

5.1 – Marco de Requerimientos

Con el objetivo de implementar la migración de los sistemas de información en salud definidos, se propone contratar un proveedor de servicios que ofrezca:

- Hosting Dedicado
- IAAS en la nube
- Conectividad

El proveedor de servicios debe brindar soporte técnico y mantenimiento de la plataforma que involucra los tres ítems anteriores. Esto es ejecución directa de acciones sobre el equipamiento provisto. El soporte técnico de los sistemas de información en salud u otros componentes ajenos a la plataforma suministrada por el proveedor de servicios es responsabilidad del HEC, como así también la administración de las aplicaciones mencionadas.

Los dos primeros servicios, Hosting Dedicado y IAAS en la nube, deben estar alojados en un ambiente físico adecuado para garantizar el funcionamiento de manera ininterrumpida de la infraestructura informática, cumpliendo con todas las normativas internacionales de seguridad edilicia y protección ambiental. En esta línea se pretende que el centro de datos que dé cobertura a los servicios mencionados cumpla con el estándar TIA-942 de la “Telecommunication Industry Association”, [28].

Dicho estándar se basa en una serie de especificaciones para comunicaciones y cableado estructurado, además de adoptar el sistema de categorización por TIERs del “Uptime Institute”, [29]. Al adoptar esta última categorización se unifican en un estándar los criterios de redundancia tanto de comunicaciones, como para infraestructura de los centros de datos, [30-31].

Las cuatro categorías planteadas por el Uptime Institute y la TIA-942 para sus áreas de aplicación se corresponden con la disponibilidad de la información: a mayor número de TIER, mayor disponibilidad, [32]. Como se detalla en la Figura 5.1.

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Tipo de edificación	Interna	Interna	Independiente	Independiente
Personal	Ninguno	1 turno	1+1 turno	24*7
Carga crítica usable	100% N	100% N	90% N	90% N
Watts por pie cuadrado inicial	20-30	40-50	40-60	50-80
Watts por pie cuadrado final	20-30	40-50	100-150	150+
Refrigeración ininterrumpida	no	no	quizás	sí
Relación piso elevado/espacio	20%	30%	80%-90%	100%+
Altura piso elevado	12”	18”	30”-36”	30”-36”
Voltaje	208-480	208-480	12-15Kv	12-15Kv
Puntos de falla	Muchos + error humano	Muchos + error humano	Algunos + error humano	Ninguno + error humano
Anual downtime	28,8 horas	22 horas	1,6 horas	0,4 horas
Disponibilidad	99,671%	99,749%	99,982%	99,995%
Primer año de implementación	1965	1970	1985	1995

Figura 5.1. – Créditos [32]

Por lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta los requerimientos de disponibilidad que se plantean, se considera que el proveedor que preste los servicios mencionados tenga certificación TIER 3 como mínimo, para de esta manera tener una disponibilidad igual o superior al 99,982%. Esto significa que la infraestructura podría fallar como máximo hasta 1.6 horas al año, sin interrupciones.

5.2 – Servidores y Máquinas Virtuales

Se propone que el proveedor de servicios implemente en su centro de datos una estructura tecnológica que ofrezca similares prestaciones a las que actualmente brinda en el centro de cómputos del HEC, para dar servicios a los sistemas de información en salud detallados en el Capítulo 4.

Para tal fin se entiende que se deben cumplir los siguientes requerimientos mínimos:

1. Cinco (5) máquinas virtuales, compuestas por un (1) procesador virtual, 2 Gb de RAM y almacenamiento interno de 40 Gb. Una VM con sistema operativo Windows Server y cuatro con sistema operativo Red Hat.

2. Cinco (5) máquinas virtuales, compuestas por dos (2) procesadores virtuales, 4 Gb de RAM y almacenamiento interno de 40 Gb. Dos VMs con sistema operativo Windows Server y tres con sistema operativo Red Hat.

3. Cinco (5) máquinas virtuales, compuestas por cuatro (4) procesadores virtuales, 8 Gb de RAM y almacenamiento interno de 40 Gb. Dos VMs con sistema operativo Windows Server y tres con Sistema operativo Red Hat.

4. Dos (2) servidores estándar: 2 procesadores y 8 núcleos. Memoria RAM 256 GB y disco local de 146 Gb.

5. Oracle Base de datos edición estándar configurado RAC en alta disponibilidad.

6. Capacidad inicial de 3.5 TB, en arquitectura de almacenamiento, acorde a las necesidades de almacenamiento de los servicios del HEC.

Se suma a todo lo anterior un Firewall que debe ser de características similares al que el HEC utiliza actualmente, Cisco ASA 5512 “Security Plus License”, según se puede observar en la Figura 5.2.

5.3 – Conectividad Terrestre e Internet

El HEC deberá disponer de un acceso simétrico a internet de al menos 30 Mbps. El mismo deberá ser transportado desde el centro de datos de proveedor de servicios mediante un enlace físico terrestre de 30 Mbps.

Asimismo se considera conveniente que el servicio cuente con equipamiento que permita la mitigación de ataques.

Debido a que la conectividad entre ambos nodos es crítica, de cara al funcionamiento de la solución global, se evalúa conveniente que la estructura cuente con un servicio redundante a través de dos enlaces LAN to LAN de al menos 30 Mbps con securización simple.

Parámetros de Calidad

Además sería propicio alcanzar los siguientes parámetros de calidad:

- Disponibilidad mensual de al menos 99.2% con una tasa de 1 bit de error cada 107 bit transmitidos
- Tiempo mínimo entre fallas de al menos 15h
- Tiempo máximo de restauración del servicio de al menos 4 horas
- Máximo número de microcortes de al menos 3/h
- Pérdida de paquetes máxima de al menos 0.5%
- Retardo máximo de al menos 100 ms
- Jitter máximo aceptable de al menos 20 ms
- Latencia menor a 5 mseg

Diagrama de Componentes

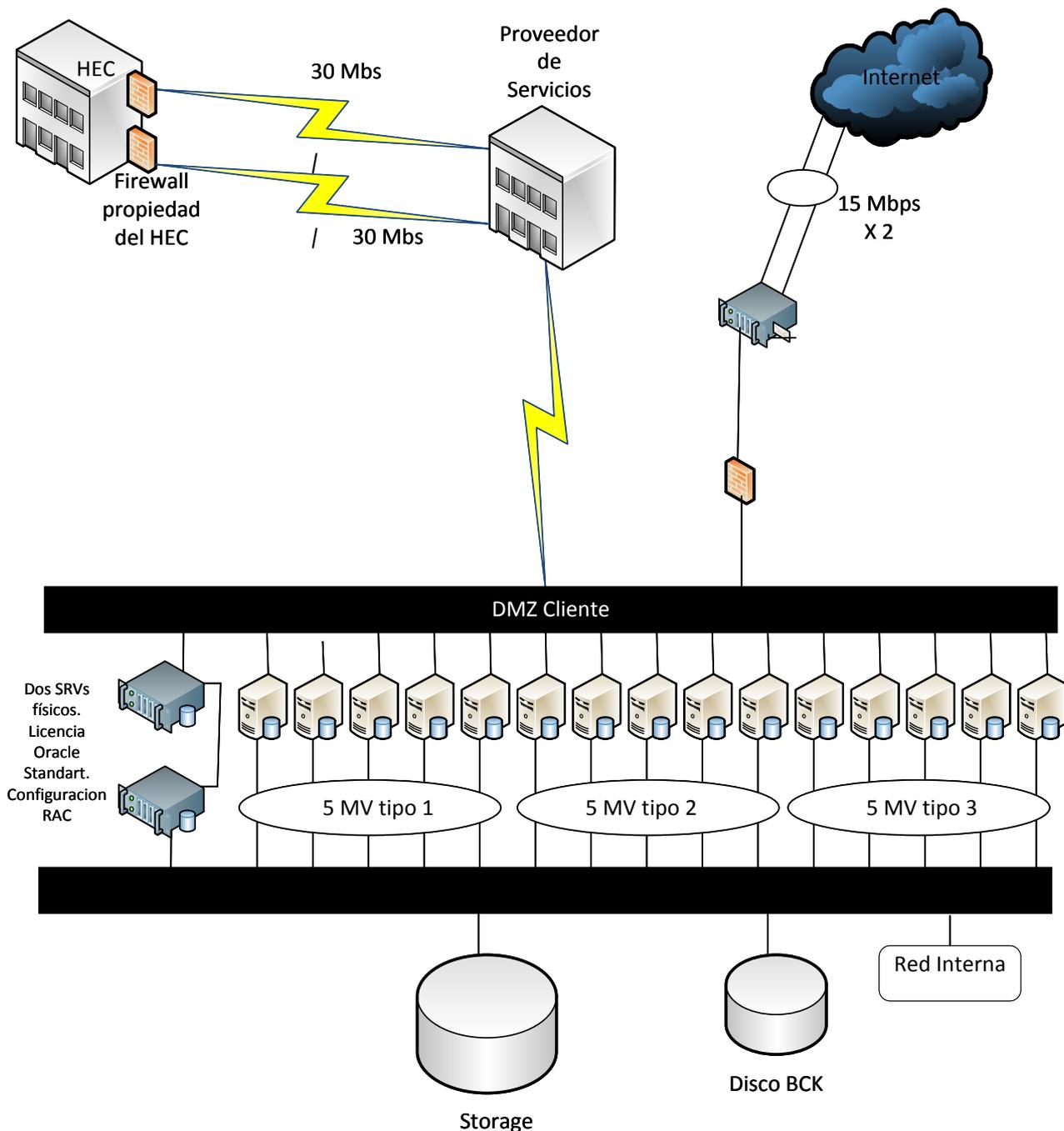


Figura 5.2. – Diagrama de Componentes

5.4 – Política de Backup

Dado que el resguardo de la información es de suma importancia ante posibles eventos fortuitos, se propone entre otras consideraciones, que la solución contemple un servicio de backup mediante espacio en disco de 0.5 TB y cintas TL05 con la siguiente retención:

Diario: treinta días (incremental utilizando un total de al menos siete cintas TL05)

Semanal: cuatro semanas (full utilizando un total de al menos cuatro cintas TL05)

Mensual: doce meses (full utilizando un total de doce al menos cintas TL05)

Con el fin de que el servicio de backup sea consecuente con los estándares solicitados al proveedor de servicios en el punto 5.1, se procura almacenar las cintas en una cintoteca ubicada en una sala de máxima seguridad, certificada conforme a las normativas EN 1047/2 y/o NBR ABNT 15.247.

5.5 – Disponibilidad y Calidad de Servicio

La disponibilidad, (tiempo total anual en el cual la arquitectura está disponible), y calidad de servicio son parámetros prioritarios de cara a brindar a los usuarios de la Red de Salud las prestaciones detalladas en el capítulo cuatro.

Desde este lugar se concibe que la arquitectura debiera procurar para las caídas de servicio (tiempo que no se puede acceder a los aplicativos), las siguientes instancias:

1. Programado: es la ventana de tiempo que puede llegar a utilizar el proveedor para realizar tareas de mantenimiento. Esta ventana de tiempo necesaria, debe ser coordinada con HEC con un mínimo de 72 horas de anticipación.

2. Inesperado: es la duración del tiempo en la que HEC no puede acceder al servicio. No incluye el tiempo resultante a fallas no inherentes al servicio del proveedor.

En referencia al Nivel de Servicio, Service Level Agreement, (SLA) para la infraestructura del centro de datos se pretende al menos un 99,9% anual, no incluyéndose las caídas de servicio programadas.

Desde el punto de vista de la conectividad, punto crítico para el funcionamiento de la solución, se proyecta una disponibilidad del enlace de al menos 99,7% medida en términos anuales y de al menos 99,2% en términos mensuales.

5.6 – Servicio de Soporte Técnico

Se concibe un esquema de soporte técnico para los tres servicios de la plataforma, Hosting Dedicado, IAAS en la nube y Conectividad, que tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

- En el caso de ocurrir un incidente con los servicios suministrados al HEC el Hospital reportará la falla al soporte técnico del proveedor de servicios.
- El proveedor de servicios debe ofrecer un servicio técnico siete días por veinticuatro horas los 365 días del año. Además de esto debe establecer dos niveles más de escalamiento a ser utilizados en caso de que se requiera.
- Los incidentes deberán ser registrados y documentados.

El Tiempo de respuesta (tiempo transcurrido entre la hora que el HEC reporta el incidente y la hora en la que el proveedor diagnostica y se da una respuesta ante la falla), es un parámetro para el cual se aspira a tener una clara definición. En relación a esto se insta un esquema de tiempo que de respuesta ante fallas del sistema con las siguientes características.

Falla de grado 1: Fallas que implican indisponibilidad total del servicio (dentro de una hora)

Falla de grado 2: Fallas que implican la indisponibilidad parcial del servicio (dentro de dos horas)

Falla de grado 3: Fallas que no comprometen a la operatividad del sistema (dentro de las 12 horas)

5.7 – Mantenimiento y Monitoreo

En pos de establecer metodologías que permitan trabajar de manera pro activa con el propósito de acotar el margen de problemas que lleven a la caída de servicio parcial o total del sistema, se formula un esquema como el que se detalla a continuación.

5.7.1 – Mantenimiento preventivo

Para este ítem se propone que el proveedor de servicios realice las tareas de mantenimiento en sus servidores y red en forma programada.

En el caso en que las tareas de mantenimiento impliquen dejar los servicios fuera de línea, no se podrán ocupar más de dos horas por mes para la realización de las mismas. Éstas deben ser coordinadas con el HEC con al menos 72 horas de anticipación.

Se sugiere además chequear en forma constante con un sistema de monitoreo el uso del espacio de almacenamiento contratado y sus picos de uso. En caso de detectar

un crecimiento anormal o al verificar que el mismo está alcanzando un umbral del 85 % se debe dar aviso al HEC.

5.7.2 – Mantenimiento correctivo

En el caso de que la falla de algún componente de hardware de la solución afecte los niveles de disponibilidad y performance del servicio, el proveedor de servicios debe reemplazar el mismo en un plazo no mayor a dos horas a partir de la detección del problema, en caso que la falla provoque una caída del servicio, y en un término no mayor a 24 horas en caso que la falla genere un deterioro en la performance del servicio.

5.7.3 – Monitoreo

Se pretende que el proveedor de servicios cuente con un sistema de monitoreo que envíe alertas en caso de fallas de algún nivel de la infraestructura de servicios, utilizando al menos las metodologías SNMP, traps, ping, y otros según el dispositivo.

5.8 – Servicio de Mitigación de Ataques

Es de esperarse que los servidores que contengan la solución provista por el proveedor de servicios reciban tráfico de usuarios finales, tanto sea genuino como malicioso. Desde ese lugar es aconsejable que se incluya una plataforma de detección de ataques. El objetivo de esto es que la misma realice un monitoreo continuo de los patrones y perfiles de tráfico para una detección en forma temprana de un ataque DDoS (ataque de denegación de servicios distribuido)

Es necesario que la plataforma contemple al menos la detección de los siguientes tipos de ataques provenientes de los vínculos internacionales de internet:

- Envío de paquetes con una dirección de origen falsificada (spoofed)
- Envío de paquetes con bits o flags encendidos en forma anormal (malformed)
- Envío de paquetes conformados de manera legítima en gran cantidad (floods)
- Envío de paquetes sin contenido (null)
- Envío de paquetes con protocolos ilegítimos (protocol)
- Envío de paquetes fragmentados los cuales nunca serán completados (fragmented)

- Envío de paquetes que exceden el umbral definido de “flow rates” (brut force)

Capítulo 6: Trabajo Experimental

El trabajo experimental tiene como objetivo suministrar información para determinar la viabilidad de la migración. Para tal propósito se analizarán los servicios que ofrece el proveedor de servicios, como así también si estos se corresponden con lo que el HEC requiere.

Se debe tener presente que el HEC pretende un proveedor de servicios que pueda ofrecer Hosting dedicado, IAAS en la nube, Conectividad y los servicios de soporte técnico y mantenimiento pertinentes para el caso. Lo anterior conlleva a que los posibles proveedores que pretendan brindar la solución deben tener un modelo de negocio que pueda satisfacer cada uno de los ítems mencionados. A modo de ejemplo y en lo que refiere a nivel local entre las empresas que pueden afrontar esta demanda se pueden mencionar:

- Telecom Argentina, Atención Corporativa Grandes Clientes y Gobierno, [33].
- Telefónica Empresas, Business Solutions, [34].
- ARSAT, [35].
- Claro, Corporaciones, [36].

En esta sección se explican las siguientes pruebas de funcionalidad:

- Creación de una red virtual dentro del Cloud para la comunicación de cada una de las partes del sistema.
- Posibilidad de generar máquinas virtuales con diferentes sistemas operativos para brindar varios servicios.
- Posibilidad de generar una migración de bases de datos desde un servidor local a la nube.
- Conexión de una unidad red privada dentro del Cloud accesible desde dentro y fuera del Cloud.

- Desarrollo de un sistema de respaldo fuera del Cloud con la posibilidad de hacer modificaciones en las políticas de backup.

6.1 – Contexto

El trabajo experimental se desarrolló en la plataforma AZURE de la empresa Microsoft. La elección de esta plataforma por sobre otras de similares características y prestaciones obedece a disponer de una licencia de uso extendida de la misma.

6.2 – Plataforma AZURE

AZURE es el proyecto ofrecido por Microsoft, que se encuentra alojado en sus Datacenters. El mismo brinda toda una plataforma de servicios para correr aplicaciones en la nube con varios componentes que contienen herramientas dedicadas para cada requerimiento que pueda tener un usuario, [37-38].

Características

- Disponibilidad ininterrumpida
- Alto nivel de servicio
- Abierto
- Servidores y almacenamiento ilimitados
- Gran capacidad de cómputo
- Servicio de cache distribuida
- Servicio de red de entrega de contenido

6.2.1 – Componentes de la plataforma

Dentro del Cloud de Microsoft AZURE hay varias componentes para el desarrollo de las diferentes operaciones que los usuarios requieren.

Estas componentes abarcan todos los aspectos necesarios de un desarrollo informático, desde una máquina virtual hasta la conformación de una red de máquinas virtuales.

Con este conjunto de herramientas, AZURE permite que los usuarios no necesiten elementos externos para poder llevar a cabo sus proyectos ya que dentro de la nube se pueden obtener todos los recursos, utilizarlos y combinarlos en función a los requerimientos, [37-38], tal como se puede observar en la Figura 6.1.



Figura 6.1. – Componentes de Microsoft AZURE

6.2.1.1 – Compute

Dentro de esta componente de AZURE se cuenta con tres opciones que brindan soporte para ejecutar aplicaciones, en función a las características específicas de cada aplicación.

Se pueden contratar máquinas virtuales con una amplia variedad de recursos virtuales de hardware y software a disposición del usuario, con la posibilidad de una configuración rápida y sencilla.

Otro aspecto de la componente de compute de AZURE es que da soporte para sitios web, permitiendo la configuración de servidores con disponibilidad completa para el despliegue de páginas o servicios web por parte del usuario.

También brinda servicios de Cloud que permiten el despliegue de un ambiente donde se pueden ejecutar diferentes tipos de aplicaciones con código escalable; por ejemplo una aplicación que tiene que responder a los requerimientos de miles de usuarios.

6.2.1.2 – Data Management

Para el soporte de datos que necesitan las aplicaciones, AZURE cuenta con varias opciones para administrar y almacenar datos. Con cualquiera de las opciones de almacenamiento que ofrece, AZURE garantiza 3 copias de los datos que además cuentan con una sincronización automática.

Dentro de las estructuras se puede contratar un servicio de bases de datos SQL, que proporciona una base de datos relacional que es gestionada desde la nube.

Se pueden utilizar dos servicios de almacenamiento de bajo costo y rápido acceso que son: tablas de almacenamiento de archivos planos no relacional (NoSQL) y Blobs, que permiten almacenar datos binarios no estructurados.

También la plataforma permite importar o exportar discos, para una transferencia masiva de datos más rápida y barata.

Por último AZURE provee un sistema de File Server, para compartir datos por ejemplo entre máquinas virtuales que estén dentro del Cloud.

6.2.1.3 – Networking

Dentro de los servicios de redes que provee AZURE se pueden destacar tres principales. *Virtual Network* que permite la conexión de diferentes servicios que están dentro de la plataforma para compartir datos y asimismo realizar conexiones con recursos locales (físicos).

Express Route que utiliza una red virtual de AZURE pero con conexiones de ancho de banda mayor utilizando líneas dedicadas en lugar de una conexión a internet normal.

Por último AZURE provee *Traffic Manager* que permite encaminar el tráfico de un servicio basado en reglas inteligentes. Esto posibilita tener un acceso más rápido a una aplicación propia que este en el Cloud.

6.2.1.4 – Developer & IT Services

Esta componente de AZURE provee varias herramientas para que los desarrolladores puedan crear, mantener y modificar sus aplicaciones en la nube. Entre las herramientas para desarrollo más importantes con las que se pueden contar está el Visual Studio Online que es un entorno de desarrollo de Microsoft que soporta varios lenguajes.

El mismo cuenta con una herramienta para automatización de procesos de desarrollo lo que permite crear, controlar, gestionar y desplegar recursos dentro del Cloud sin necesidad de la intervención del usuario.

Por último dentro de esta componente se puede tener una gestión de APIs con la posibilidad de desarrollarlas y publicarlas para un uso comercial de las mismas.

6.2.1.5 – Identity & Access

AZURE provee herramientas para el control de las identidades de los usuarios que acceden a las aplicaciones o los desarrollos que están dentro del Cloud.

Active Directory es un servicio que permite la creación y gestión de usuarios con diferentes permisos y roles dentro de la organización para el acceso a las aplicaciones. Facilita la sincronización con Windows Active Directory Server si es que es la herramienta que utiliza dentro de la red local.

Por su parte Multi-Factor Authentication (MFA) le da la posibilidad al usuario de comprobar más de una forma de identificación dentro de su aplicación; tiene como regla cumplir con dos de tres condiciones predefinidas y configuradas, que son “Algo que sabes”, “Algo que tienes” y “Algo que está” (Por ejemplo: una contraseña, un dispositivo electrónico y un dato biométrico).

6.2.1.6 – Mobile

Dentro de los servicios móviles, AZURE da soporte para almacenar todos los datos relacionados a un desarrollo para estas plataformas y la autenticación de usuarios dentro de la aplicación móvil. Cuenta con todas las herramientas para el armado del backend de la aplicación y un desarrollo más simple para la puesta en marcha de la misma.

Permite manejar notificaciones push sin una gran cantidad de código de desarrollo y en este sentido el usuario puede desarrollar sus propias notificaciones. Además AZURE proporciona un Hubs de notificación que permite el envío de millones de notificaciones personalizadas de una manera optimizada.

6.2.1.7 – Backup

AZURE provee herramientas para el resguardo y la recuperación de datos y aplicaciones, que son necesarios en todo desarrollo o institución.

Site Recovery es la opción que proporciona para proteger las aplicaciones. Ésta da un control constante del funcionamiento, y permite una coordinación de replicación y recuperación de servicios para los fallos.

Si se cuenta con servidores Windows dentro de la nube, AZURE permite una copia de seguridad que puede ser gestionada desde el mismo servidor con las aplicaciones que provee Windows Server.

6.2.1.8 – Messaging & Integration

Dentro de la comunicación entre procesos que funcionan en la nube para conformar una aplicación, AZURE provee una herramienta de vital importancia que son las colas de mensajes. Las colas son la herramienta para comunicación más básica entre aplicaciones.

Si se necesita un sistema de comunicación más complejo dentro de la nube AZURE provee tres servicios para casos específicos, Service Bus Relay (para comunicación con firewall intermedio), Service Bus Topics/Suscriptions (para suscripción de mensajes) y BizTalk Services (permite transformar los mensajes XML en la nube).

6.2.1.9 – Compute Assistance

AZURE proporcionar un programador de tareas (AZURE Scheduler) para poder optimizar el uso del tiempo de los recursos, permitiendo definir en qué momento y durante cuánto tiempo hay que desarrollar un trabajo.

6.2.1.10 – Performance

Para mejorar el rendimiento en el acceso a los datos de las aplicaciones que comparten información dentro de la nube, AZURE provee dos opciones, AZURE Cache y Content Delivery Network.

6.2.1.11 – Big Compute & Big Data

AZURE da soporte para que funcionen aplicaciones de alto rendimiento y aplicaciones que requieren del procesamiento de grandes cantidades de datos.

Para las aplicaciones relacionadas a Big Data, HDInsight se trata de un servicio basado en la tecnología dominante en la actualidad dentro de esta área: Hadoop de Apache; Éste permite almacenar datos dentro de un cluster HDFS (propio de Hadoop) y distribuirlos por varias máquinas virtuales, entre otras características del servicio.

Asimismo AZURE permite correr muchas máquinas virtuales en un mismo momento, que procesan paralelamente una aplicación. Estas máquinas virtuales pueden ser muy potentes teniendo varios núcleos y mucha capacidad de memoria RAM, teniendo la posibilidad de unirlos en un Cluster de manera simple. Dentro del cloud hay soporte para tecnologías de desarrollo HPC como MPI.

6.2.1.12 – Media

Como servicio para medios de comunicación AZURE ofrece la plataforma llamada Media Services, que proporciona video y otros medios de comunicación a los clientes del cloud.

Dicha plataforma está constituida por varias componentes que facilitan principalmente la utilización de comunicación por video, estas son: Media Ingest, Encoding, Content Protection, AdInsertion, Streaming y Partner Components.

6.2.1.13 – Commerce

AZURE cuenta con dos plataformas para el comercio AZURE Marketplace y AZURE Store, ambas permiten encontrar y comprar aplicaciones AZURE para los desarrollos de software.

La diferencia es que a AZURE Store se puede acceder desde adentro del cloud, y AZURE Marketplace está fuera del portal de gestión.

6.3 – Desarrollo Experimental

6.3.1 – Generación de una red privada virtual que contenga un servidor virtual y equipos físicos

Dentro del portal del Cloud se realizó la creación de una red virtual para luego conectar las máquinas virtuales que posteriormente se generaron. Se eligió un rango de ip

privadas, y ninguna subred para la configuración general de la red ejemplo, como se detalla en la Figura 6.2.

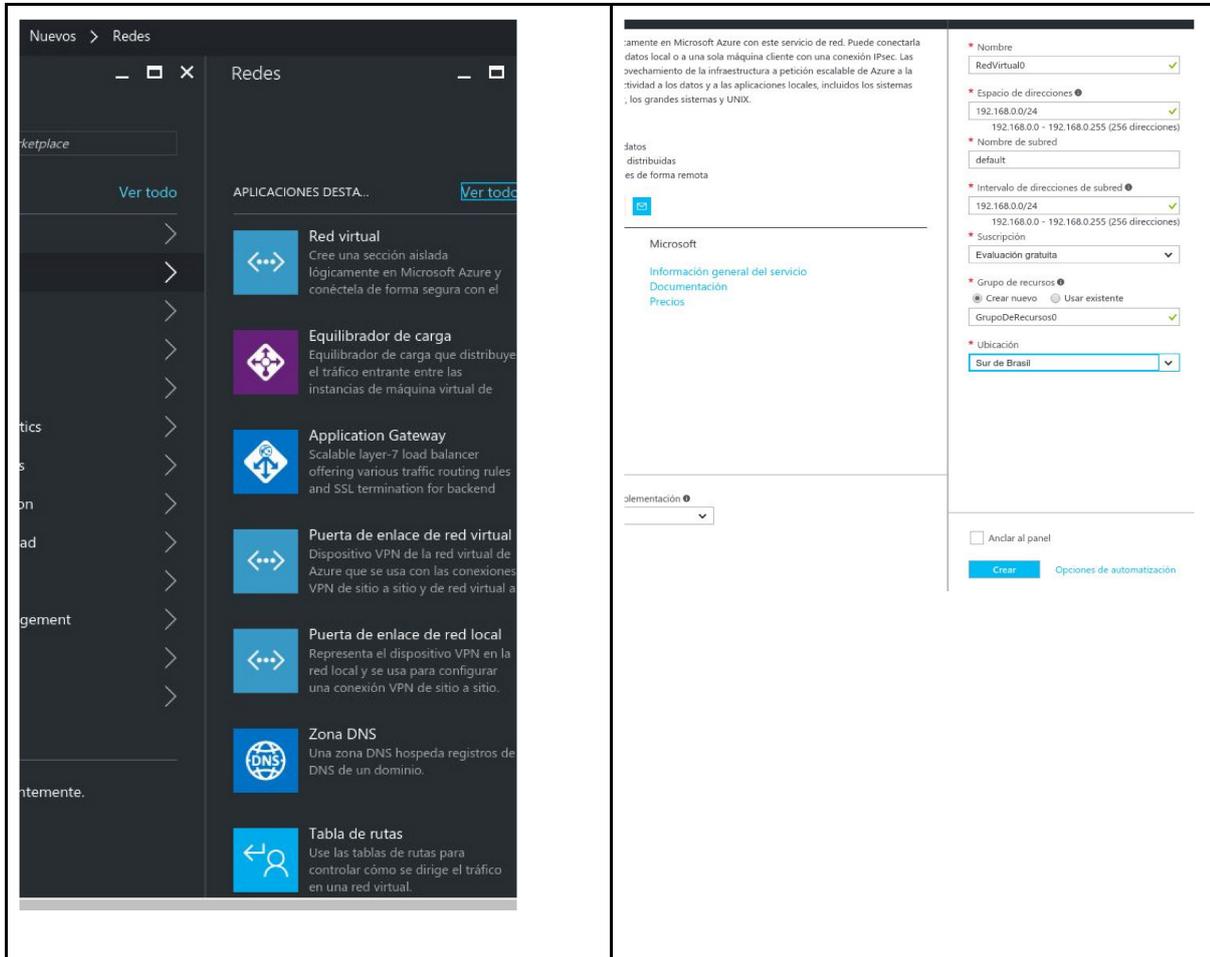


Figura 6.2. – Creación de una red virtual

Se necesita generar un grupo de recursos, “GrupoDeRecursos0”, que es donde se van guardar todos los servicios y recursos pertenecientes a una aplicación específica para llevar un orden. En este paso al crear la red virtual se define un grupo de recursos ejemplo en donde va a estar incluida la misma red virtual recién creada y los demás componentes.

Una vez creada la red virtual se puede reconfigurar, así como también se pueden agregar componentes dentro de la red.

Luego de armar la red virtual, el segundo paso es la creación y configuración de las máquinas virtuales. Dos de ellas se crearon con Windows Server 2012 y 14 con Ubuntu Server 14.04.

Durante la creación de la máquina virtual se debe elegir el sistema operativo con el cual se desea operar y la configuración de los componentes de hardware.

La plataforma AZURE provee estructuras de hardware predeterminadas para las máquinas virtuales, recomendadas en función de la aplicación en que se va a utilizar la máquina, como se puede apreciar en la Figura 6.3.

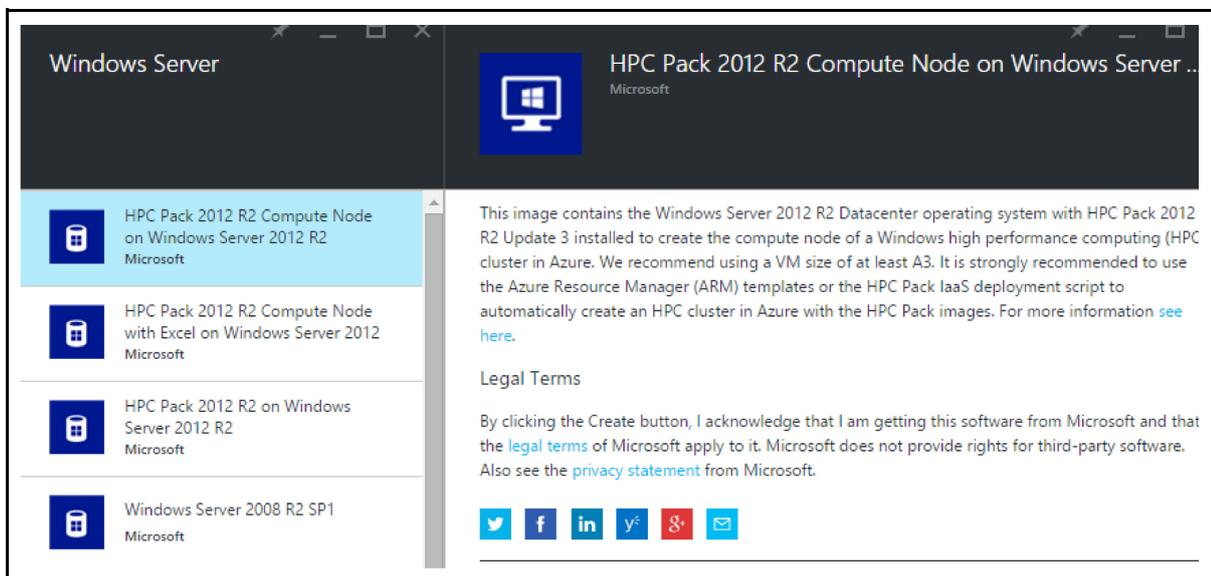


Figura 6.3. – Elección del sistema operativo Windows

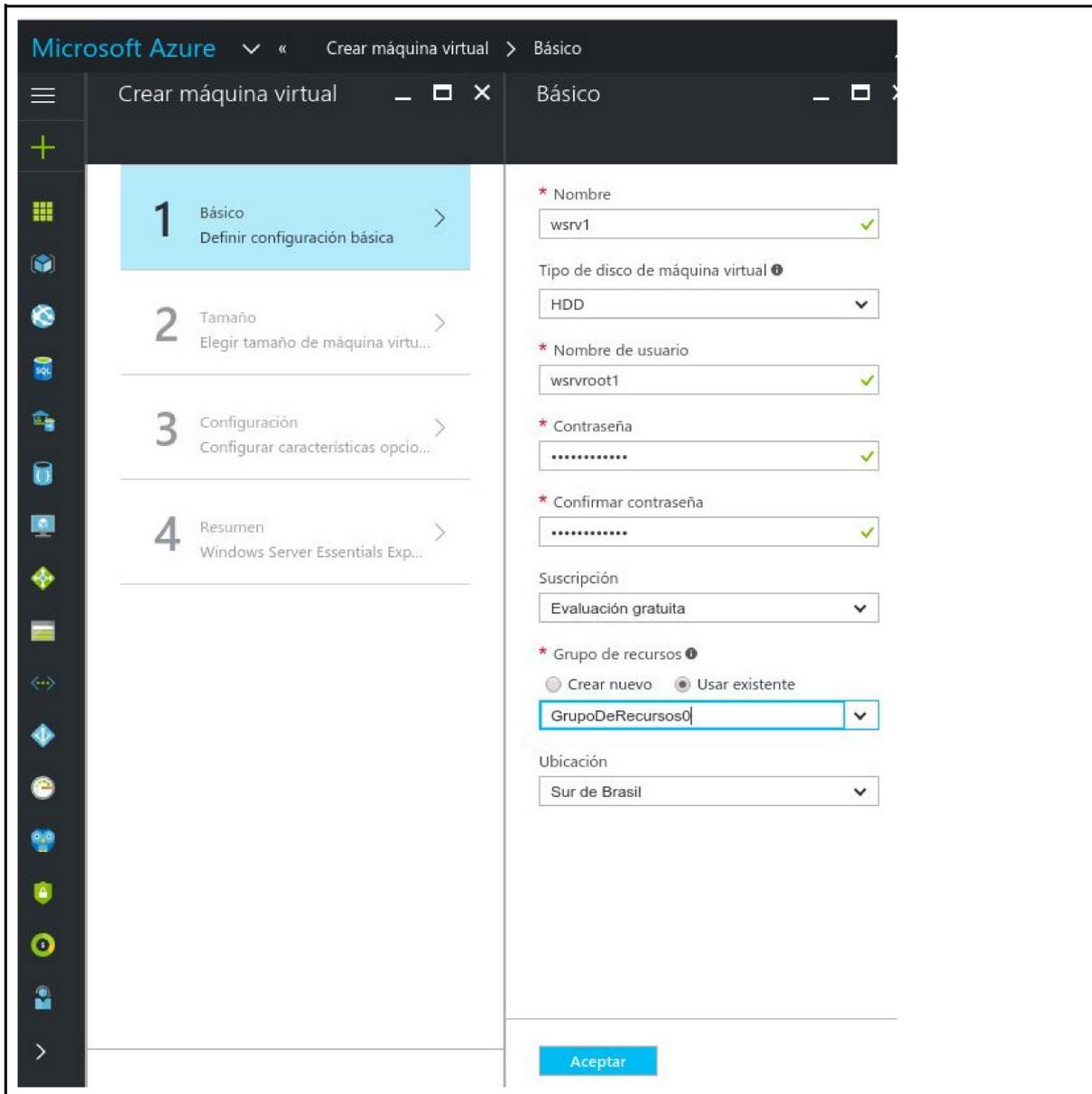


Figura 6.4. – Selección de parámetros del grupo de recursos y acceso

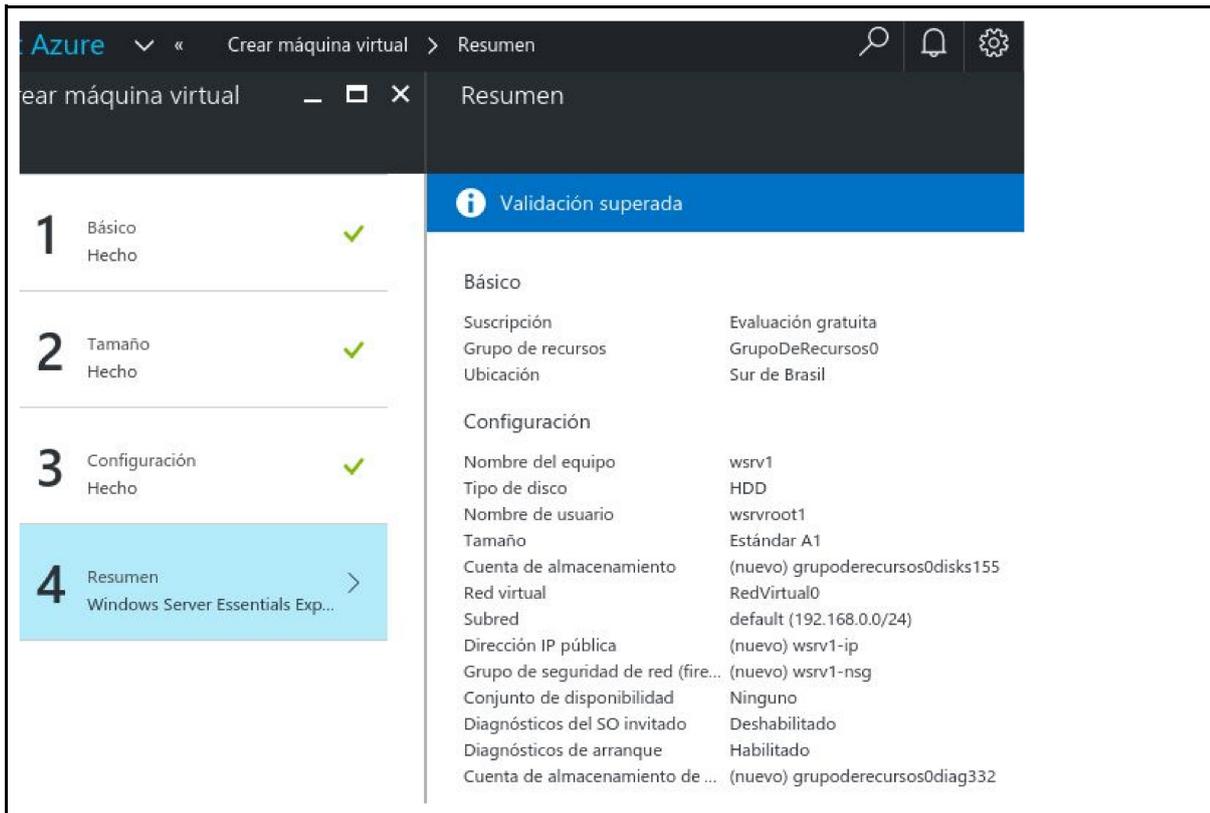


Figura 6.5. – Verificación final

Durante la creación de la máquina virtual, Figura 6.5, se puede definir a qué red pertenece y a qué grupo de recursos. En este caso se eligió la red privada previamente creada y el grupo de trabajo en donde está guardada dicha red.

De este modo se inicia la sesión con: `$ xfreerdp /u:wsrvroot1 /p:windowsToor1 /v:191.234.178.169:3389`. O bien usando el dns configurado: `$ xfreerdp /u:wsrvroot1 /p:windowsToor1 /v:wsrv1.brazilsouth.cloudapp.AZURE.com:3389`

Cabe mencionar que la creación de las máquinas con Ubuntu Server sigue los mismos pasos que la desarrollada anteriormente con Windows Server. Se debe elegir qué versión del sistema operativo se desea, luego la configuración de hardware y finalmente seleccionar la red virtual. Detalles en la Figura 6.6.

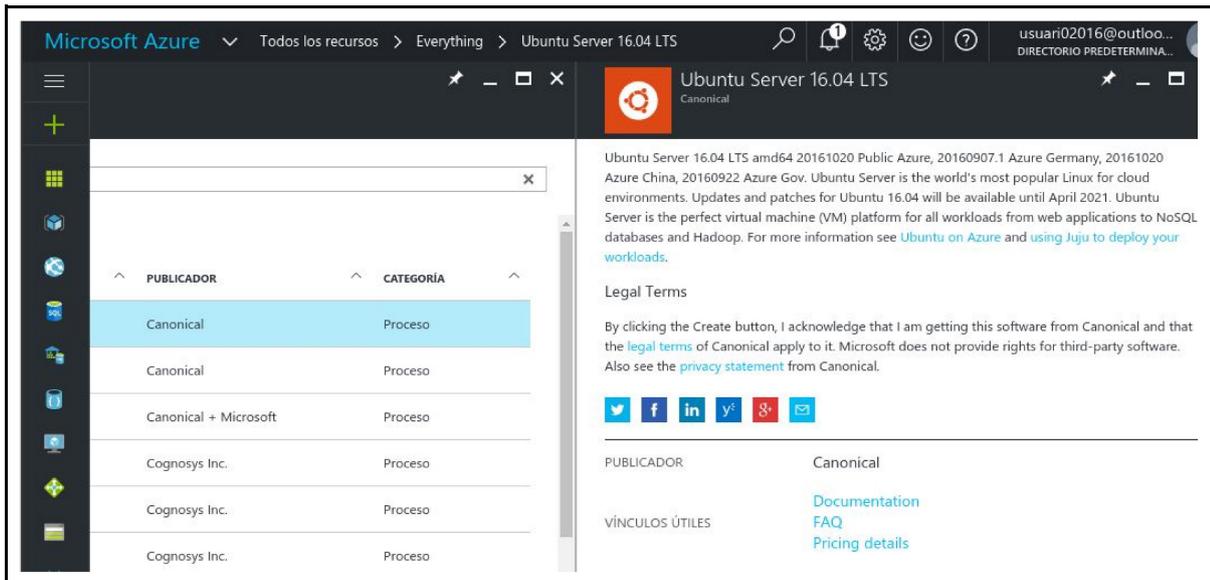


Figura 6.6. – Elección del sistema operativo Ubuntu

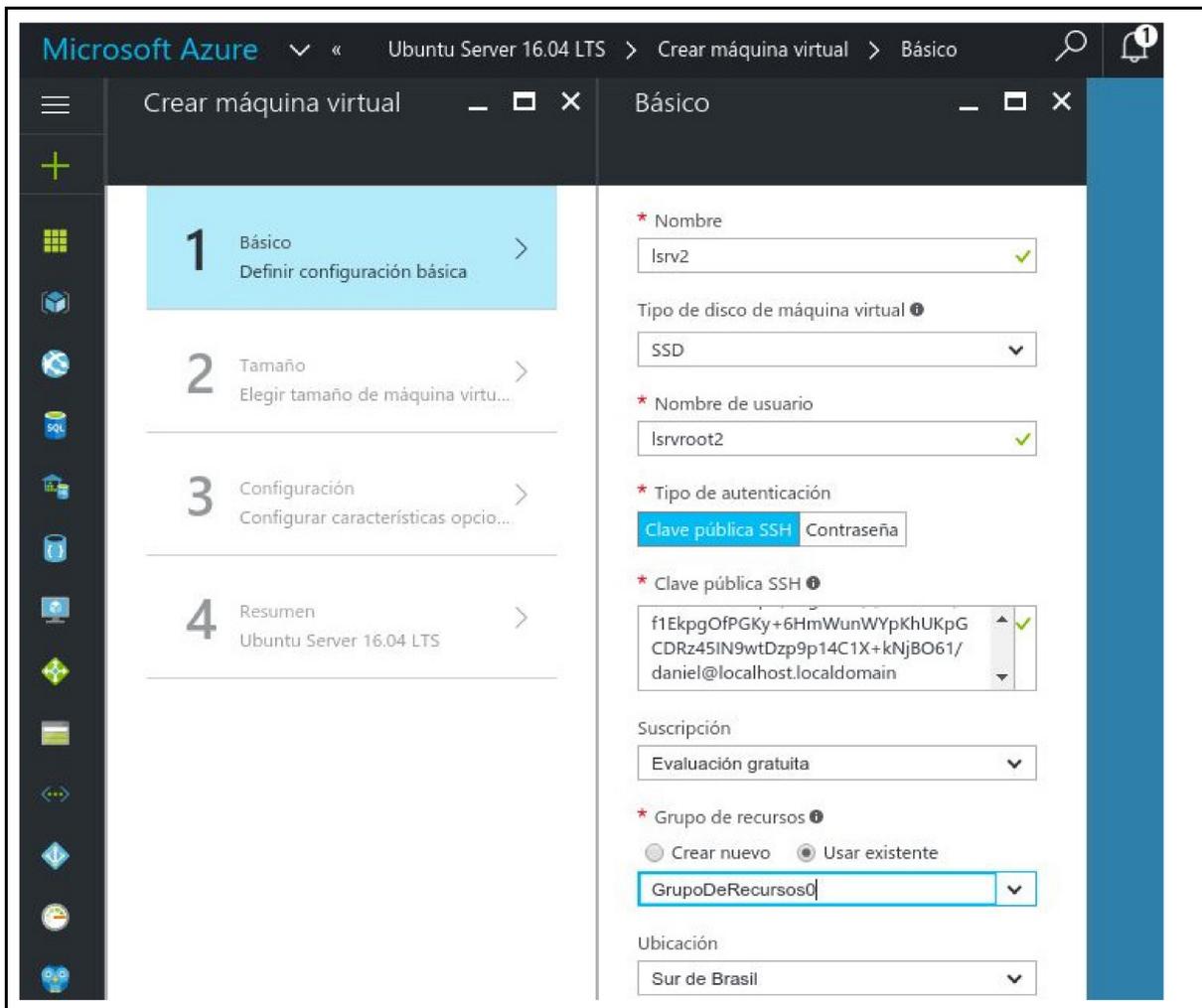


Figura 6.7. – Elección de parámetros de hardware virtual y acceso

La contraseña es linuxToor1 encriptada con el comando `$ ssh-keygen -t rsa` desde una máquina local y se puede leer con el comando `$ cat .ssh/id_rsa.pub` para pegarlo en el campo “Clave pública ssh”. Esto se debe tener en cuenta para recrear la conexión desde otra terminal Linux.

Los siguientes servidores tienen las características de acceso incrementadas en 1 es decir que (lsrv4 u: lsrroot4 p: linuxToor3 dns: lsrv4.braz...), (lsrv5 u: lsrroot5 p: linuxToor4 dns: lsrv5.braz...), ... hasta lsrv15.

Los dns se configuran una vez implementada la interfaz de red virtual de cada servidor. A continuación se detalla en la Figura 6.8.

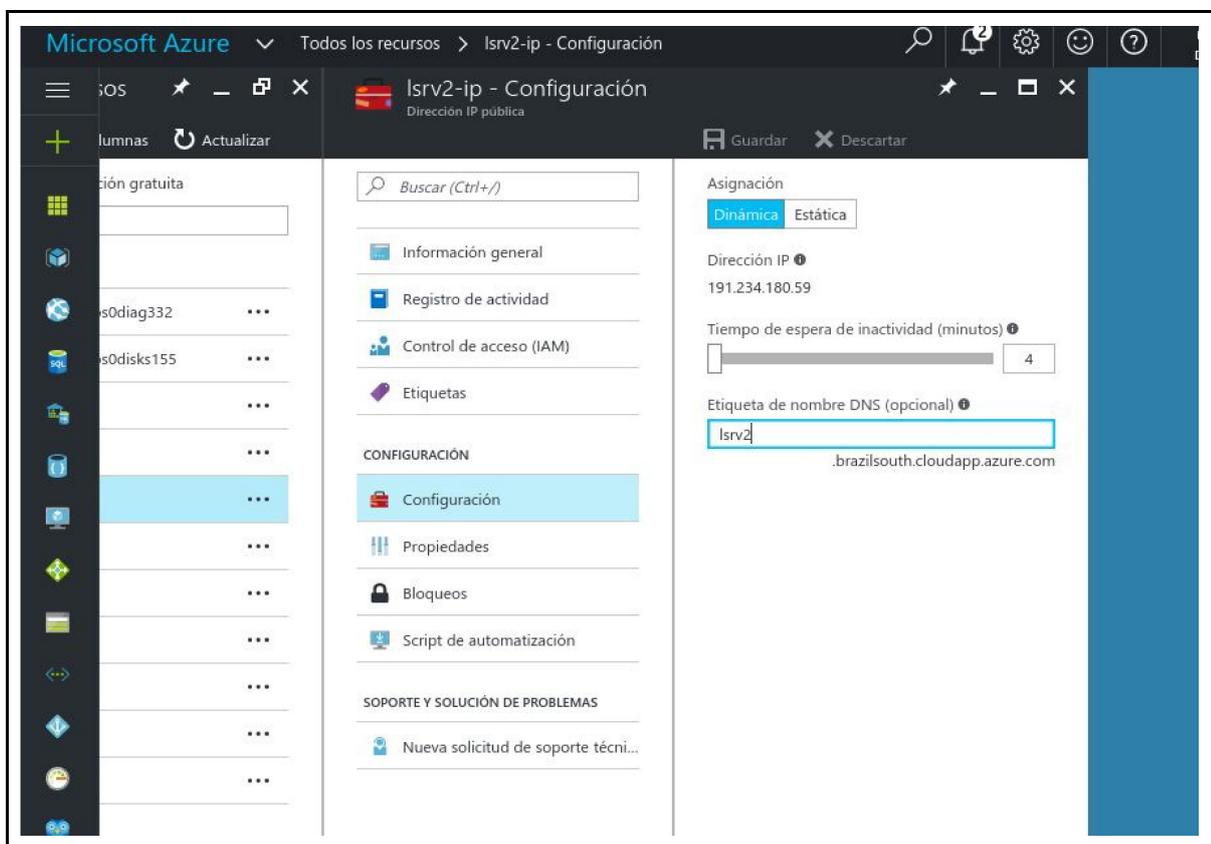


Figura 6.8. – Configuración del dns desde el portal AZURE.

Una vez creadas correctamente las máquinas virtuales se detalla la conexión remota de cada servidor virtual en la Tabla 6.1.

vm	Usuario	Contraseña	comando de conexión remota
wsrv-1	wsrvroot1	windowsToor1	xfreerdp /u:wsrvroot1 /p:windowsToor1 /v:wsrv1.brazilsouth.cloudapp.AZURE.com:3389

lsrv2	lsrvroot2	linuxToor1	ssh lsrvroot2@lsrv2.brazilsouth.cloudapp.AZURE.com
lsrv3	lsrvroot3	linuxToor2	ssh lsrvroot3@lsrv3.brazilsouth.cloudapp.AZURE.com
lsrv4	lsrvroot4	linuxToor3	ssh lsrvroot4@lsrv4.brazilsouth.cloudapp.AZURE.com
lsrv5	lsrvroot5	linuxToor4	ssh lsrvroot5@lsrv5.japaneast.cloudapp.AZURE.com
lsrv6	lsrvroot6	linuxToor5	ssh lsrvroot6@lsrv6.japaneast.cloudapp.AZURE.com
lsrv7	lsrvroot7	linuxToor6	ssh lsrvroot7@lsrv7.japaneast.cloudapp.AZURE.com
lsrv8	lsrvroot8	linuxToor7	ssh lsrvroot8@lsrv8.japaneast.cloudapp.AZURE.com
lsrv9	lsrvroot9	linuxToor8	ssh lsrvroot9@lsrv9.canadacentral.cloudapp.AZURE.com
lsrv10	lsrvroot10	linuxToor9	ssh lsrvroot10@lsrv10.canadacentral.cloudapp.AZURE.com
lsrv11	lsrvroot11	linuxToor10	ssh lsrvroot11@lsrv11.canadacentral.cloudapp.AZURE.com
lsrv12	lsrvroot12	linuxToor11	ssh lsrv12@lsrv12.canadaeast.cloudapp.AZURE.com
lsrv13	lsrvroot13	linuxToor12	ssh lsrv13@lsrv13.canadacentral.cloudapp.AZURE.com
lsrv14	lsrvroot14	linuxToor13	ssh lsrv14@lsrv14.canadaeast.cloudapp.AZURE.com
lsrv15	lsrvroot15	linuxToor14	ssh lsrv15@lsrv15.canadaeast.cloudapp.AZURE.com

Tabla 6.1. – Detalles de conexión de los servidores virtuales

Resulta importante mencionar que se realizaron pruebas de conexión para verificar que la red virtual funcione en todas las máquinas. Se procede con mediciones del canal de comunicación con iperf. Para ello se tiene que habilitar el puerto 5001 en cada firewall de cada vm dejándolo como se indica en la Figura 6.9.

The image shows two side-by-side configuration windows for Azure Firewall rules. The left window is titled 'iperf-in0' and the right window is titled 'iperf-out0'. Both windows are under the 'GrupoDeRecursos0' resource group. Each window has a 'Guardar' (Save) button and a 'Descartar' (Discard) button. The configuration fields are as follows:

Field	iperf-in0	iperf-out0
Nombre	iperf-in0	iperf-out0
Prioridad	1001	100
Origen	Any	Any
Servicio	Personalizado	Personalizado
Protocolo	Any	Any
Intervalo de puertos	5001	5001
Acción	Permitir	Permitir

Figura 6.9. – Configuración de firewall desde el portal de AZURE

De este modo se pudieron establecer las siguientes mediciones en la Figura 6.10

```
lsrvroot2@lsrv2:~$ iperf -s
-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
-----
[ 4] local 192.168.0.5 port 5001 connected with 192.168.0.4 port 49543
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 4]  0.0-10.4 sec  588 MBytes   476 Mbits/sec
[ 5] local 192.168.0.5 port 5001 connected with 191.234.178.169 port 49549
[ 5]  0.0-10.4 sec  589 MBytes   476 Mbits/sec
[ 4] local 192.168.0.5 port 5001 connected with 191.234.178.169 port 49550
[ 4]  0.0-10.4 sec  588 MBytes   474 Mbits/sec
[ 5] local 192.168.0.5 port 5001 connected with 52.185.158.193 port 60858
[ 5]  0.0-10.2 sec  89.5 MBytes  73.3 Mbits/sec
[ 4] local 192.168.0.5 port 5001 connected with 52.185.158.193 port 60872
[ 4]  0.0-10.1 sec  89.6 MBytes  74.8 Mbits/sec
```

Figura 6.10. – Conectividad entre servidores del cloud con múltiples clientes conectados

6.3.2 – Migración de una base de datos local a la nube.

Se instala PostgreSQL en el servidor wsrv1 y en los servidores Linux. Se debe habilitar el puerto 5432 en el firewall correspondiente a wsrv1 que es wsrv1-nsg y a lsrv2, 3, 4,...,15 corresponde isrv2-nsg de forma similar a lo expuesto en la Figura 6.9. Además en el sistema operativo de wsrv1, en 'Windows firewall' se deben configurar las mismas reglas de wsrv1-nseg como se ve en la Figura 6.11.

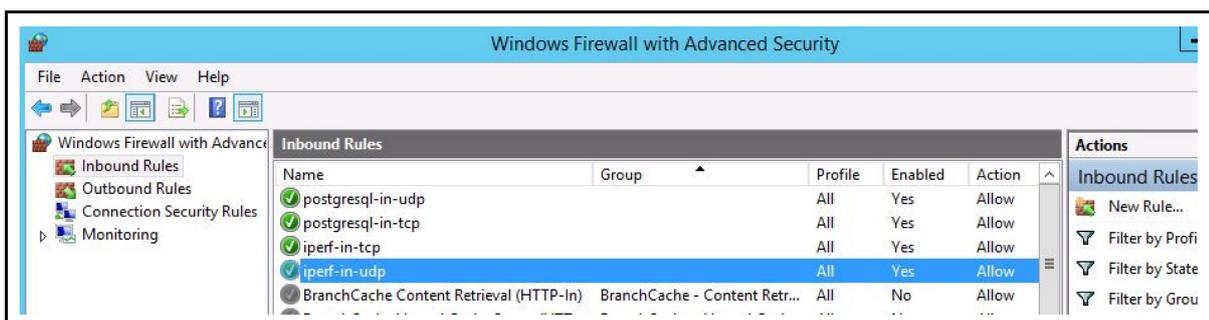


Figura 6.11. – Configuración de windows firewall en wsrv1

En los servidores Linux, se instala y se inicia PostgreSQL de la siguiente manera:

```
$ sudo apt install postgresql
```

```
$ sudo systemctl enable postgresql
```

```
$ sudo systemctl start postgresql
```

```
$ sudo passwd postgres /*mismo password que el usuario lsrvrootX para simplificar*/
```

```
$ sudo sed -i "$ a # IPv4 remote connections:" /etc/postgresql/9.5/main/pg_hba.conf
$ sudo sed -i "$ a host all all 0.0.0.0/0 trust" /etc/postgresql/9.5/main/pg_hba.conf
$ sudo sed -i "$ a listen_addresses = '*' " /etc/postgresql/9.5/main/postgresql.conf
$ sudo systemctl restart postgresql
```

La instalación de PostgreSQL en wsv1 se ve en la Figura 6.12.

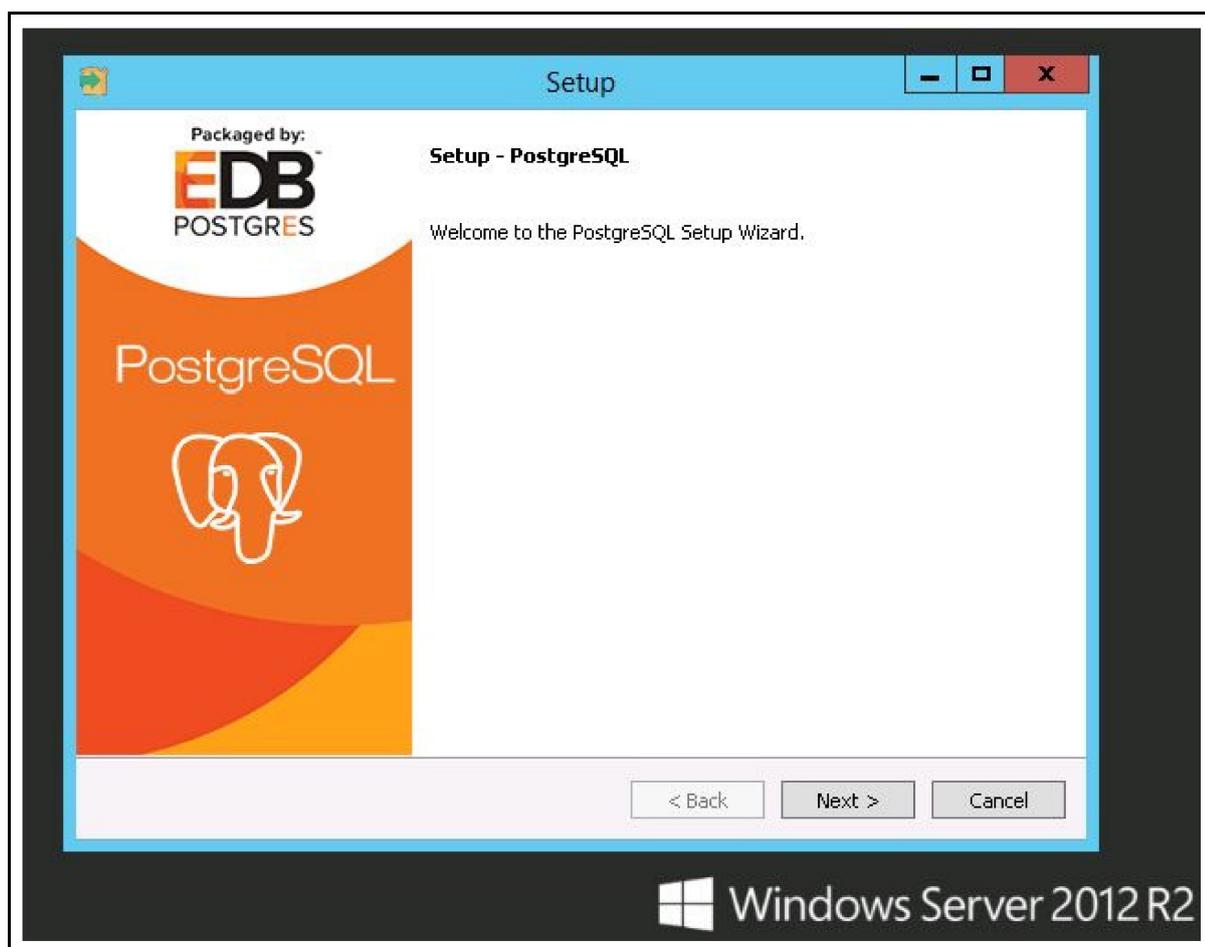


Figura 6.12. – PostgreSQL en wsv1

Se tiene una base de datos de prueba en un terminal local Linux [gtwy1@localhost ~]\$ con una base de datos de prueba de 12Mb que se migrará a todos los servidores creados en cada uno de las vm AZURE y se tomarán estadísticas de cada uno de los costos de tiempo. En la Figura 6.13 se observa que, ingresando a la db se chequea el tamaño de la db que se migrará.

```

Terminal - gtwy1@localhost:~
[gtwy1@localhost ~]$ psql -U postgres -d postgres
psql (9.6.1)
Digite «help» para obtener ayuda.

postgres=# \timing on
El despliegue de duración está activado.
postgres=# \l+ postgres
Listado de base de datos
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Nombre | Dueño   | Codificación | Collate | Ctype | Privilegios | Tamaño | Tablespace | Descripción
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
postgres | postgres | UTF8         | es_ES.UTF-8 | es_ES.UTF-8 |              | 12 MB  | pg_default | default administrative connection database
(1 fila)
postgres=#

```

Figura 6.13. – Chequeo de la base de datos a migrar desde gtwy1@ocalhost

Para comenzar la migración y obtención de estadísticas se sale de psql y en la consola Linux del usuario postgres que se configura con la instalación de la base de datos se utiliza el siguiente comando:

```

[postgres@localhost ~]$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres |
psql                                                                    -h
wsrv1.brazilsouth.cloudapp.AZURE.com -U postgres

```

En este caso apunta a wsrv1 pero se hace repetidamente a todos los servidores y se obtienen los resultados en la Tabla 6.2

Ex p Nr o	Origen – Destino	Comando	Tiemp [Seg]	Detalle
1	Local - wsrv1	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h wsrv1.brazilsouth.cloudapp.AZURE.com -U postgres	35,717	link1
2	Local - lsrv2	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv2.brazilsouth.cloudapp.AZURE.com -U postgres	22,150	link2
3	Local - lsrv3	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv3.brazilsouth.cloudapp.AZURE.com -U postgres	22,397	link3
4	Local - lsrv4	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv4.brazilsouth.cloudapp.AZURE.com -U postgres	40,135	link4
5	Local - lsrv5	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres	78,216	link5

		postgres postgres psql -h lsrv5.japaneast.cloudapp.AZURE.com -U postgres		
6	Local - lsrv6	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv6.japaneast.cloudapp.AZURE.com -U postgres	92,359	link6
7	Local - lsrv7	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv7.japaneast.cloudapp.AZURE.com -U postgres	76,696	link7
8	Local - lsrv8	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv8.japaneast.cloudapp.AZURE.com -U postgres	77,014	link8
9	Local - lsrv9	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv9.canadacentral.cloudapp.AZURE.com -U postgres	49,841	link9
10	Local - lsrv10	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv10.canadacentral.cloudapp.AZURE.com - U postgres	64,407	link10
11	Local - lsrv11	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv11.canadacentral.cloudapp.AZURE.com - U postgres	49,476	link11
12	Local - lsrv12	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv12.canadaeast.cloudapp.AZURE.com -U postgres	51,062	link12
13	Local - lsrv13	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv13.canadacentral.cloudapp.AZURE.com - U postgres	48,975	link13
14	Local - lsrv14	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U postgres postgres psql -h lsrv14.canadaeast.cloudapp.AZURE.com -U postgres	53,884	link14
15	Local - lsrv15	\$ time pg_dump -v -C -h localhost -U	52,025	link15

		postgres postgres psql -h lsrv15.canadaeast.cloudapp.AZURE.com -U postgres		
--	--	--	--	--

Tabla 6.2. – Resultado de la migración a la nube

Se verifica la transferencia de la base de datos del resultado en wsrv1 en la Figura 6.14.

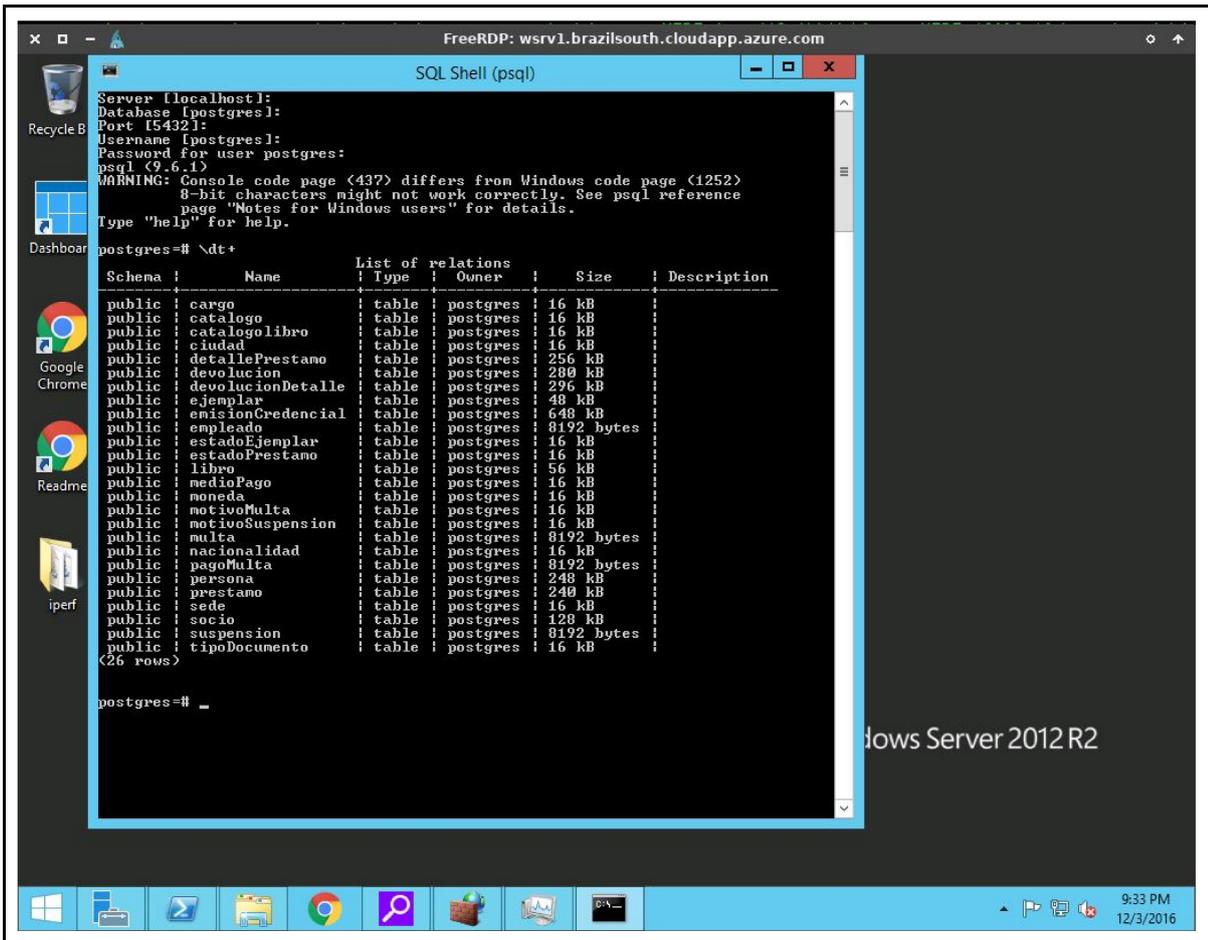
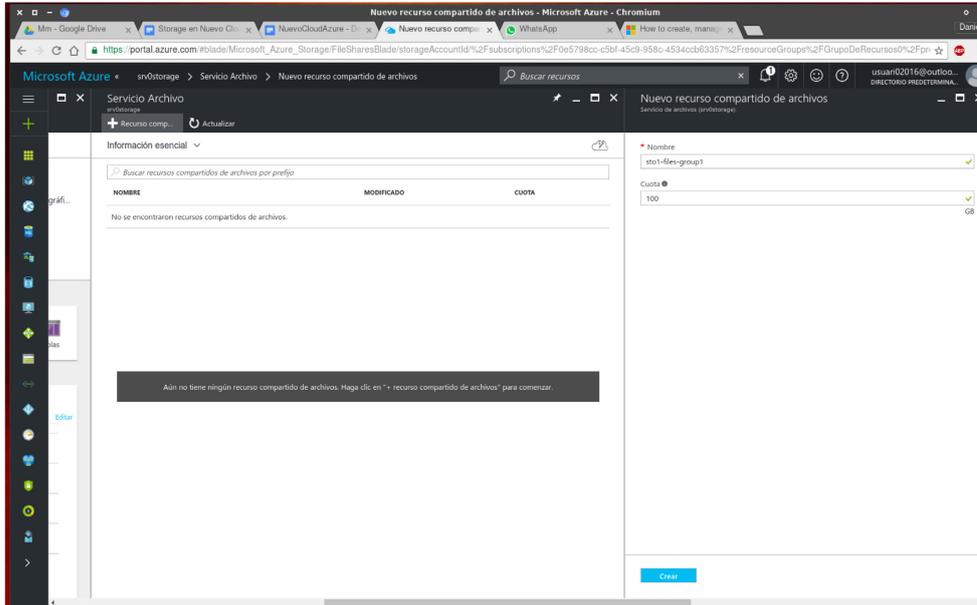


Figura 6.14. – Base de datos transferida a wsrv1

6.3.3 – Creación de un storage de red privada dentro del cloud accesible desde dentro y fuera del Cloud.

En el portal se crea el servicio dentro del storage virtual.



Se clickea en el nuevo servicio creado y al clickear en conectar aparece el comando de conexión. Se detalla en la Figura 6.15.

```
>net use z: \\srv0storage.file.core.windows.net\sto1-files-group1
/u:sv0storage
wIEzY13UaVa6CIIZMMHJwTG7Xlp6Df4DUBpGkAgKb7PRwIMlrz1KdU8hbT7YWGWmraa
lMn10g/ckOBCrfs3dg==
```

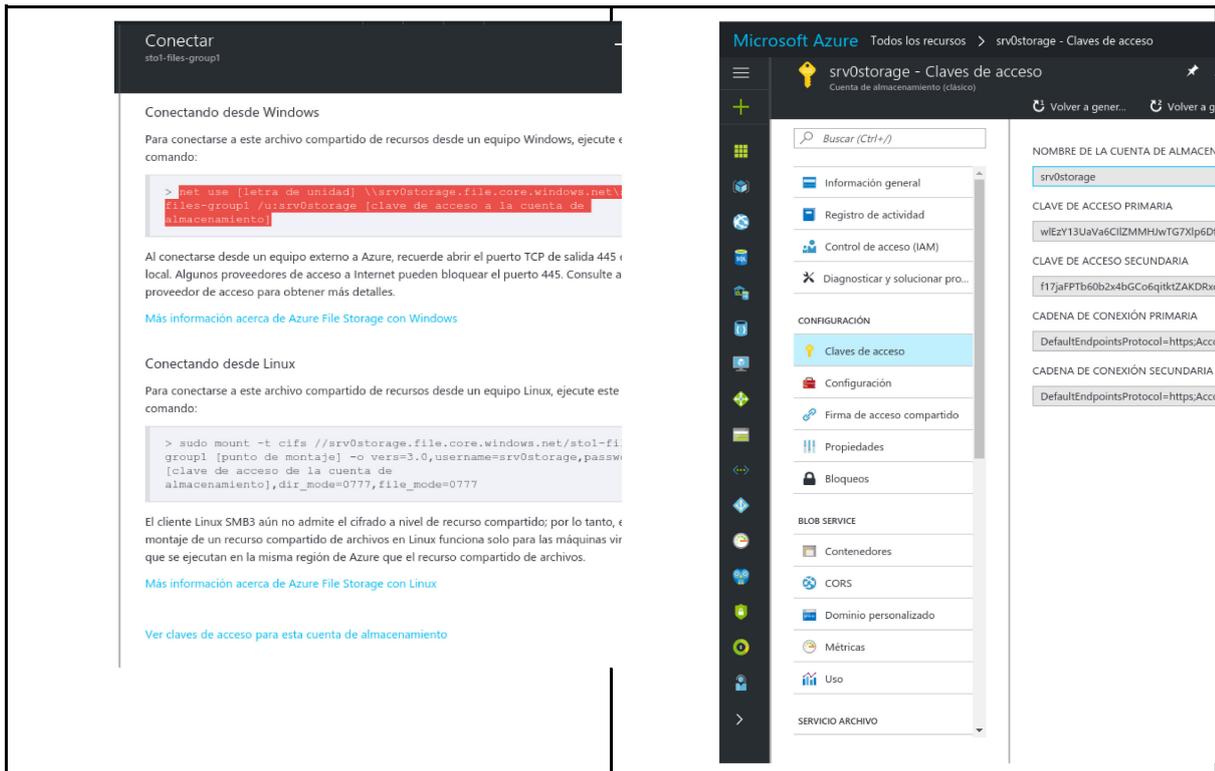


Figura 6.15. – AZURE provee del comando de conexión remota a srv0storage.

Se ejecuta el comando en Cmd de Windows para conectar la unidad de red, como se ve en las Figuras 6.16 y 6.17.

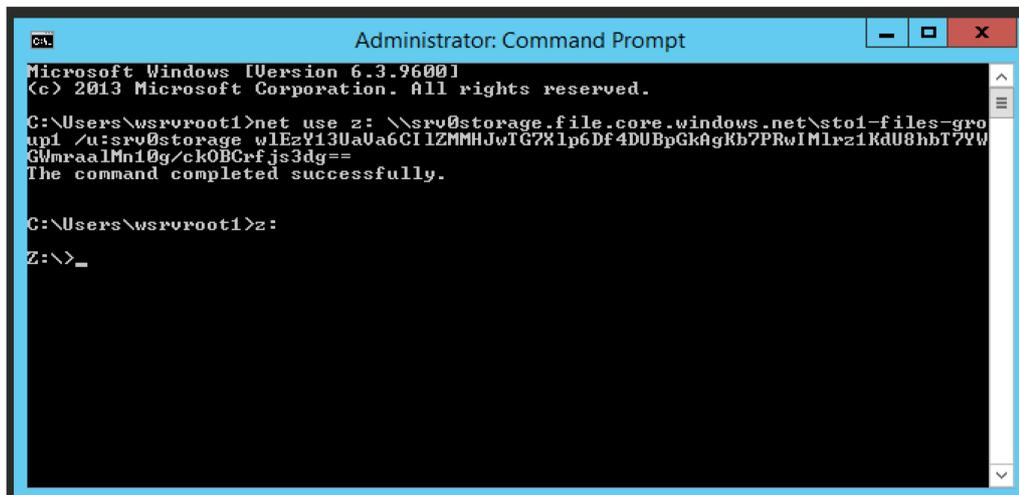


Figura 6.16. – Aplicación de la conexión del cloud storage.

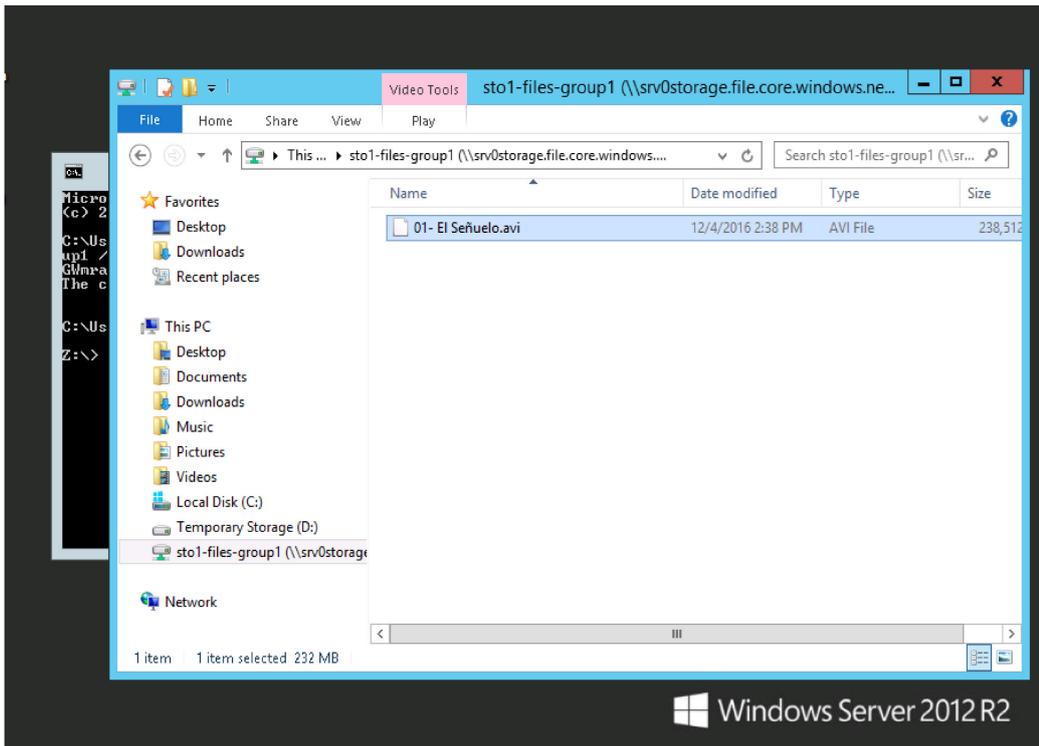


Figura 6.17. – Copia de archivo de prueba

En Linux se utiliza a lsrV10 para compartir srv0storage porque son de la misma región.

Se instalan las siguientes dependencias en lsrV10:

```
$sudo apt install cifs-utils samba bind9 bind9utils ctdb ldb-tools ntp
smbldap-tools winbind ntfs-3g
```

Luego se crea el punto de montaje a la unidad compartida:

```
$ sudo mkdir /sto1-files-group1
```

Posteriormente se ejecuta el siguiente comando proporcionado por AZURE:

```
$ sudo mount -t cifs //srv0storage.file.core.windows.net/sto1-files-group1
/sto1-files-group1 -o
vers=3.0,username=srv0storage,password=wIEzY13UaVa6CIIZMMHJwTG7XIp6D
f4DUBpGkAgKb7PRwIMlrz1KdU8hbT7YWGWmraalMn10g/ckOBCrfs3dg==,dir_m
ode=0777,file_mode=0777
```

El resultado es inmediato:

```
lsrvroot10@lsrv10:~$ sudo mount -t cifs //srv0storage.file.core.windows.net/sto1-files-group1 /mnt/sto1-files-group1 -o vers=3.0,use
dU8hbT7YWGwmraalMn10g/ckOBCrfjs3dg==,dir_mode=0777,file_mode=0777
lsrvroot10@lsrv10:~$ ls -la /mnt/sto1-files-group1
total 238512
-rwxrwxrwx 1 root root 244236288 Dec  4 14:38 01- El Señuelo.avi
lsrvroot10@lsrv10:~$
```

Cuando se procede a medir el tiempo de transferencia del archivo desde la carpeta de red hasta la carpeta del usuario "copyz" el resultado es de 3.197 seg.

```
lsrvroot10@lsrv10:~$ time cp /mnt/sto1-files-group1/"01- El Señuelo.avi" ~/copyz/
real    0m3.197s
user    0m0.000s
sys     0m0.456s
lsrvroot10@lsrv10:~$ ls -la copyz/
total 238520
drwxrwxr-x 2 lsrvroot10 lsrvroot10    4096 Dec  4 15:10 .
drwxr-xr-x 5 lsrvroot10 lsrvroot10    4096 Dec  4 15:08 ..
-rwxrwxr-x 1 lsrvroot10 lsrvroot10 244236288 Dec  4 15:10 01- El Señuelo.avi
```

De la misma forma se conecta sto1-files-group1 a lsrv11, lsrv13, y lsrv9 que son de la misma región. Para mantener la conexión luego del reinicio se agrega la siguiente línea en archivo /etc/fstab, para ello se utiliza el comando sed.

```
sudo sed -i "$ a //srv0storage.file.core.windows.net/sto1-files-group1 /sto1-files-group1 cifs
vers=3.0,username=srv0storage,password=wIEzY13UaVa6CIIZMMHJwTG7Xlp6Df4DU
BpGkAgKb7PRwIMlrz1KdU8hbT7YWGwmraalMn10g/ckOBCrfjs3dg==,dir_mode=077
7,file_mode=0777" /etc/fstab
```

La unidad de red sto1-files-group1 no tendrá problemas en ser compartida en cualquier computadora con sistema operativo Windows, pero como cifs no soporta la conexión por recurso compartido. Como alternativa en los servidores Linux fuera de la ubicación del recurso compartido, se implementa AZURE-cli.

Se procede a su instalación y login en todos los servidores Linux en la nube o también externos de la siguiente manera:

```
lsrvroot2@lsrv2:~$ sudo apt install npm
lsrvroot2@lsrv2:~$ sudo npm install -g AZURE-cli
lsrvroot2@lsrv2:~$ sudo ln -s /usr/bin/nodejs /usr/bin/node
lsrvroot2@lsrv2:~$ AZURE login
info:   Executing command login
|info:   To sign in, use a web browser to open the page https://aka.ms/devicelogin and enter
the code FCSHADKV5 to authenticate.
|info:   Added subscription Evaluación gratuita
info:   Added subscription Pase para AZURE
info:   Setting subscription "Evaluación gratuita" as default
```

```
+  
info: login command OK
```

Para la autenticación de la cuenta de AZURE, AZURE-cli exige ingresar el código aleatorio en el portal <https://aka.ms/devicelogin> como se ve en la Figura 6.18.

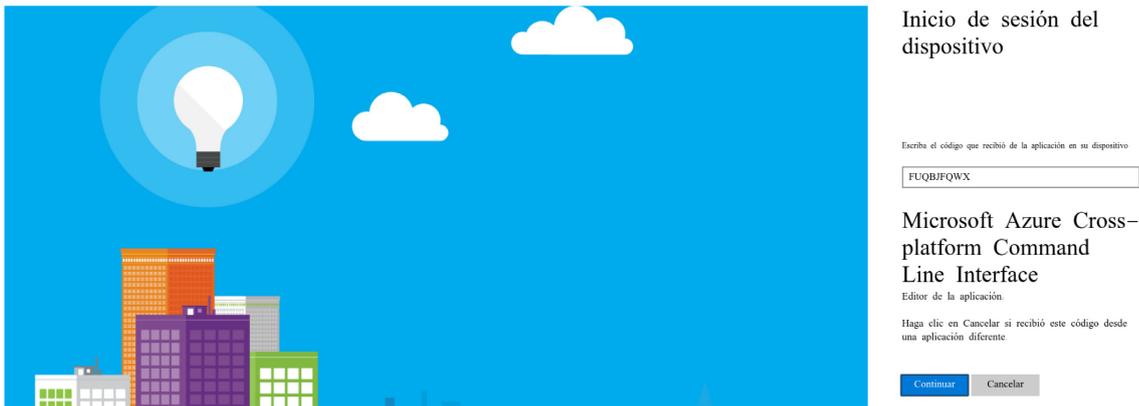


Figura 6.18. – Habilitación de AZURE-cli

En esta instancia se configura el entorno de AZURE-cli para ser usado como file share con los datos de la cuenta de almacenamiento de la nube

```
lsrvroot2@lsrv2:~$ export AZURE_STORAGE_ACCOUNT=srv0storage  
lsrvroot2@lsrv2:~$ export  
AZURE_STORAGE_ACCESS_KEY=wIEzY13UaVa6CIIZMMHJwTG7Xlp6Df4DUBpG  
kAgKb7PRwIMlrz1KdU8hbT7YWGwmraalMn10g/ckOBCrfs3dg==  
lsrvroot2@lsrv2:~$ AZURE storage file list stol-files-group1  
lsrvroot2@lsrv2:~$ time azure storage file list stol-files-group1  
info: Executing command storage file list  
+ Getting storage files under '' of share stol-files-group1  
data: Name Length Type  
data: -----  
data: 01- El Señuelo.avi 244236288  
data: lsrv9.txt 56  
info: storage file list command OK  
  
real 0m3.958s  
user 0m2.468s  
sys 0m0.124s  
lsrvroot2@lsrv2:~$
```

AZURE-cli es ahora una interfaz configurada para compartir con la cuenta de almacenamiento, si se necesita descargar el archivo avi:

```
lsrvroot2@lsrv2:~$ AZURE storage file download stol-files-group1 '01- El Señuelo.avi'
```

```
lsrvroot2@lsrv2:~$ azure storage file download sto1-files-group1 '01- El Se\u00f1uelo.avi'
info:   Executing command storage file download
+ Download remote file '01- El Se\u00f1uelo.avi' from share sto1-files-group1 to local path '01- El Se\u00f1uelo.avi'
Percentage: 100.0% (232.92MB/232.92MB) Average Speed: 7.51MB/S Elapsed Time: 00:00:31
info:   File saved as 01- El Se\u00f1uelo.avi
info:   storage file download command OK
^C
lsrvroot2@lsrv2:~$
```

Para subir un archivo se utiliza el siguiente comando:

```
lsrvroot2@lsrv2:~$ AZURE storage file upload a.avi sto1-files-group1
lsrvroot2@lsrv2:~$ azure storage file upload a.avi sto1-files-group1
info:   Executing command storage file upload
+ Checking file or directory '' in share sto1-files-group1
+ Uploading file 'a.avi' to '' under share sto1-files-group1
Percentage: 100.0% (232.92MB/232.92MB) Average Speed: 10.13MB/S Elapsed Time: 00:00:23
info:   Successfully uploaded file 'a.avi' to share sto1-files-group1
info:   storage file upload command OK
```

Los cambios en la unidad srv0storage, servicio de file share sto1-files-group1 se reflejan al actualizar la interfaz web como se ve en la Figura 6.19.



Figura 6.19. – portal AZURE actualizando srv0storage

6.3.4 – Desarrollo de un sistema de respaldo fuera del Cloud con la posibilidad de hacer modificaciones en las pol\u00edticas de backup

La plataforma para el respaldo de la unidad de red srv0storage con el servicio file share sto1-files-group1 ser\u00e1 un servidor local Linux con acceso del usuario gtwy1@ocalhost. Se deben utilizar alguno de los servidores virtuales del Cloud que tengan montado la unidad de red /sto1-files-group1 para poder utilizar el comando Rsync. Asimismo se deben instalar las siguientes dependencias en el servidor de destino, en este caso es de la siguiente manera por ser una distribuci\u00f3n Arch - Linux:

```
[gtwy1@localhost ~]$ sudo pacman -S rsync ssh at
```

Entonces se debe utilizar rsync de la siguiente manera siendo la fuente lsv9 y el destino el servidor externo gtwy1@localhost

```
rsync -avzP --delete -e ssh user@server_IP:source-dir /destination_dir_on_local_machine/
```

- -a indica la preservación de los metadatos de los archivos.
- -v indica las respuestas del comando activadas (verbose).
- -z indica la compresión de datos durante la transferencia.
- -P habilita el progreso parcial.
- --delete elimina los ficheros antiguos en el servidor de destino de la copia. Los archivos que ya han sido eliminados, no se incluyen en el sistema de copias de seguridad y se borran de los backups.

Los servidores que están en condiciones de producir el backup son lsv9, 10,11 y 13 ya que acceden a la unidad de red en el punto de montaje /sto1-files-group1. Si bien se describe el establecimiento de las tareas de backup en lsv9 podría estar en cualquiera de los nombrados anteriormente.

De este modo se comienza realizando la conexión ssh desde gtwy1@localhost hasta lsvroot9@lsv9.canadacentral.cloudapp.AZURE.com

```
[gtwy1@localhost ~]$ ssh-keygen -t rsa
[gtwy1@localhost ~]$ cat ~/.ssh/id_rsa.pub
ssh-rsa AAAAB3...

lsvroot9@lsv9:~$ echo ssh-rsa
AAAAB3NzaC1yc2EAAAADAQABAAQDG/rN+2QNr/CYNDPu3nOtb5ZwKx+qt
UO+CAuZW5Qog8VQZZkV4pEE88wGfMclB7rR6+XkeP2ObMeh3FrNQ2+cO0+xMB1i
jk51zBFjzZljfnFMwm/5PTx4+K4/NLwb86cwiSg+AzGKolHAbLsSi467ufucOnZW+YIIU
wvK5TdUQUasjiKvmXQ5hb3j9KIY0BTG5dpTNID78tuTgc+DJvT0UHoXpq4VilvsGif0J
CkA4BaCiDCIBdy611aBCjrHNzshd+FKFmLm/6Kb8LshLecDnPjLK8nPkJA5So0QQGZ
gfIY4GrnOcCK7S/6oUqvzDLZFNzvqrPziSVxnIv/9J+tvR >> ~/.ssh/authorized_keys

[gtwy1@localhost ~]$ ssh lsvroot9@lsv9.canadacentral.cloudapp.AZURE.com
The authenticity of host 'lsv9.canadacentral.cloudapp.AZURE.com (52.228.41.7)' can't be
established.
```

```
lsvroot9@lsv9:~$ ssh gtwy1@181.165.6.172
Enter passphrase for key '/home/lsvroot9/.ssh/id_rsa':
[gtwy1@localhost ~]$ ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue sta
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eno1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
    link/ether 98:90:96:c7:fa:ab brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.0.102/16 brd 10.0.255.255 scope global eno1
```

Se chequea la conexión

Dado que Rsync debe ser llamado desde At en una sólo línea se desarrolla el siguiente bash en el servidor gtwy1:

```
backup.exp <carpeta> <password del servidor origen>

#!/usr/bin/expect
set folder [lindex $argv 0]
set password [lindex $argv 1]
spawn rsync -avzP --delete -e ssh
lsrvroot9@lsrv9.canadacentral.cloudapp.AZURE.com:../../sto1-files-group1/ $folder
expect "Enter passphrase for key '/home/gtwy1/.ssh/id_rsa':"
send "$password\r"
expect eof
exit
```

Como podría ser necesario que el resguardo sea guardado cronológicamente, aplicando modularidad, se desarrolla el siguiente script que llama a backup.exp.

```
backup.sh

#!/bin/bash

STR="${USER}-BK-sto1-files-group1-$(date +%Y-%m-%d)"
echo $STR
mkdir $STR
RSYNC_PASSWORD=linuxToor8
./backup.exp $STR $RSYNC_PASSWORD
```

Cabe resaltar que es fácilmente editable la programación de la variable \$STR que proporciona el directorio de destino del respaldo.

Finalmente el último módulo del sistema de respaldo es la temporización proporcionada por At. Ésta consiste en utilizar un script que se llama en forma recursiva, pero con la ventaja que en ese script se ejecuta el comando at que agenda la ejecución para dentro de una semana. En el medio del código se hace el llamado al script backup.sh anterior.

```
atbak.sh

#!/bin/bash
./backup.sh
at -f atbak.sh now + 1 week
```

El comando AT se puede configurar también para otras referencias temporales que se pueden editar y condicionar

- \$ at -f <cmd> timspec
- \$ at -f <cmd> 10 am tomorrow
- \$ at -f <cmd> 11:00 next month
- \$ at -f <cmd> 22:00 today
- \$ at -f <cmd> 11 am may 20

Además AT puede ser configurado con smpt para enviar reportes por email. Para que funcione tiene que estar corriendo el proceso atd antes de arrancarlo por primera vez. Se ejecutan los siguientes comandos para establecer el backup al inicio.

```
[gtwy1@localhost ~]$ sudo systemctl enable atd
[gtwy1@localhost ~]$ sudo systemctl start atd
[gtwy1@localhost ~]$ echo at -f ~/atbak.sh 02:00 today >> ~/.bashrc
[gtwy1@localhost ~]$ sh atbak.sh
```

Primera ejecución de atbak.sh, notar que el comando At devuelve cuando será la próxima ejecución.

```
[gtwy1@localhost ~]$ sh atbak.sh
gtwy1-BK-stol-files-group1-2016-12-06
spawn rsync -avzP --delete -e ssh lsrvrroot9@lsrv9.canadacentral.cloudapp.azure.com:../../stol-files-group1/gtwy1-BK-stol-files-group1-2016-12-06
Enter passphrase for key '/home/gtwy1/.ssh/id_rsa':
receiving incremental file list
./
01- El Señuelo.avi
 244,236,288 100% 754.87kB/s  0:05:15 (xfr#1, to-chk=2/4)
a.avi
 244,236,288 100% 735.94kB/s  0:05:24 (xfr#2, to-chk=1/4)
lsrv9.txt
   56 100%  0.17kB/s  0:00:00 (xfr#3, to-chk=0/4)

sent 84 bytes  received 482,834,092 bytes  749,160.86 bytes/sec
total size is 488,472,632  speedup is 1.01
warning: commands will be executed using /bin/sh
job 32 at Tue Dec 13 03:09:00 2016
```

6.4 – Conclusiones del Desarrollo Experimental

El desarrollo realizado en el punto anterior colaborara en la definición de la viabilidad de la migración planteada ya que en el mismo se puede observar que la plataforma seleccionada para la prueba puede ofrecer servicios que son requeridos en el proyecto de migración planteado.

Capítulo 7: Conclusiones y Trabajo Futuro

Con el propósito de establecer algunas aproximaciones finales en relación a los objetivos planteados por el siguiente trabajo, resulta valioso destacar que en el informe se presentó acabadamente el estado actual de los sistemas de información en salud, principalmente los que tienen foco en la interacción con el usuario, que utiliza el Hospital Público de Alta Complejidad En Red El Cruce “Néstor Carlos Kirchner”. Asimismo se hizo especial hincapié en la infraestructura tecnológica interna del mismo, el esquema de soporte y mantenimiento de este Centro de Cómputo tanto internamente como por parte de proveedores.

Por otra parte y en función de lo planteado en el trabajo quedo evidenciada la importancia de expandir las aplicaciones informáticas en salud con foco en el usuario en los demás nosocomios y los Centros de Atención Primaria de la Salud (CAPS) que integran la Red de Salud. De esta manera es prioritaria la aplicación que permite que los usuarios puedan acceder de manera Online a su Historia Clínica Unificada, cumpliendo con Ley de Derechos de Paciente, y de este modo poder brindar este servicio a los potenciales 2.000.000 de usuarios del HEC.

En pos de satisfacer estos objetivos se entiende apropiado que para el Centro de Cómputo del HEC se debería considerar

- Inversión constante en infraestructura.
- Mayor nivel de soporte técnico y administración interno
- Mayor soporte de los proveedores de tecnología.

Asimismo es fundamental la migración de la mayoría de los sistemas de información en salud a un entorno de Cloud Computing que ofrezca

- Hosting Dedicado.
- IAAS en la nube, [14].
- Cumplimiento del estándar TIA-942.

En este sentido se considera que esta propuesta es una alternativa superadora al estado actual, principalmente para los esquemas de trabajo en Red de Salud que proponen los entes de salud que son SAMIC (Servicio de Atención Médica Integral para la Comunidad) como el HEC, y prontamente los nuevos cinco nosocomios inaugurados o prontos a inaugurar que también serán entes SAMIC.

Dentro de las principales ventajas que se plantean al realizar la migración de los sistemas informáticos del HEC y con el correr del tiempo de todos los sistemas utilizados en distintos nodos de la Red de Salud, se pueden destacar:

- ✚ Tal como se mencionó en el Capítulo 1 un tópico principal del plan estratégico del HEC está centrado en la atención al usuario a través de gestión de pacientes. Desde este lugar la migración planteada da la posibilidad de disponer de servicios informáticos destinados a los usuarios del nosocomio con mayor disponibilidad temporal, además de una mayor tasa de velocidad para acceder a los mismos. Ejemplo de esto son los portales web mencionados con anterioridad.
- ✚ Siguiendo esta línea la alta disponibilidad que ofrece la migración a un entorno de Cloud Computing, se debe considerar ya que esto colabora con la mejora de la calidad en los procesos de trabajo del Hospital, teniendo en cuenta que el HEC se encuentra desde su origen totalmente digitalizado y no hay soporte técnico los siete días de la semana, las veinticuatro horas.
- ✚ Actualmente hay dos Hospitales de la Red en Salud y varios Centros de Atención Primaria que utilizan uno de los sistemas informáticos en salud de manera local, SiGeHos. Además está planificado sumar dos nuevos Hospitales a este sistema. Superadas las etapas de pruebas en estos centros asistenciales el sistema debería ser migrando al DataCenter en cuestión. Lo anterior no debería generar complicaciones ya que en el paradigma del Cloud Computing se proporciona a los recursos como servicios, siendo los mismos dinámicamente reconfigurados, para de esta manera adaptarse a una carga de trabajo variable: concepto de “escalabilidad”.
- ✚ Otro aspecto a destacar que brinda la migración y quedó reflejado en este trabajo, es contar con una estructura tecnológica optimizada, evitando de esta manera la sobre-provisión e infra-provisión. Dicha propiedad parte del concepto de “elasticidad” que propone el paradigma del Cloud Computing.

Finalmente y en referencia al trabajo a futuro se plantea en un horizonte cercano la definición a nivel tecnológico, tanto en Hardware como en Software, que debería dar

cobertura al Centro de Medicina Traslacional (CEMET)³, además de utilizar varios de los sistemas de información en salud detallados en este trabajo. Dicho centro estará compuesto por seis laboratorios de investigación biomédica/bioinformáticas haciendo foco en tecnologías Genómica, Proteómica y Metabolómica. Este centro de investigación traslacional requiere el manejo y análisis de grandes cantidades de datos recolectados de diversas fuentes. Entre otras se puede mencionar datos clínicos relativos a pacientes, datos genéticos, datos epidemiológicos y datos relativos a agentes biológicos patógenos. En este sentido lo anteriormente explicitado conlleva a disponer de una estructura tecnológica que ofrezca alto rendimiento, alta disponibilidad y alta productividad para de esta manera poder proveer de resultados a las distintas etapas de las líneas de investigación del centro. Esta estructura deberá ser provista por el mismo DataCenter al cual se migrarán las aplicaciones mencionadas en el punto 4.3 de este trabajo.

³ <http://www.hospitalelcruce.org/html/cemet.html>

Referencias

- [1] <http://www.hospitalelcruce.org/html/lared.html>, noviembre 2015
- [2] <http://www.hospitalelcruce.org/portalOriginal/intro/index.html>, noviembre 2015
- [3] <http://drred.hospitalelcruce.org/>, noviembre 2015
- [4] <http://www.cibersalud.gob.ar/>, diciembre 2015
- [5] <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/conozca-el-ranking-2015-de-los-mejores-hospitales-y-clinicas-de-america-latina>, diciembre 2015
- [6] Rodríguez I. P., Pettoruti J. E., Chichizola F., De Giusti A. E.: “Despliegue de un Cloud Privado para entornos de cómputo científico”, La Plata, Buenos Aires, Argentina, Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 2011, (2011).
- [7] Chuburu M., Davicino P., y otros: “Convergencia entre Grid Computing y Cloud Computing”, XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación 2010. (2010).
- [8] Foster I., Kesselman C., Tuecke S.: “The anatomy of the Grid: Enabling scalable virtual organization”. The International. Journal. of HPC Applications, 15(3):200-222, (2001).
- [9] Foster, I., Zhao, I., Raicu, I., Lu, S.: “Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared”. In: IEEE Grid Computing Environments (GCE08) (2008).
- [10] Vaquero, L., Rodero-Merino, L., Caceres, J., Lindner, M.: A “Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition”. In: ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Volumen 39, Numero 1, pp. 50-55, (2009).
- [11] De Giusti A., Rodríguez I. P., Pousa A., Chichizola F., Pettoruti J., Eguren S., Naiouf M.: “Cloud Computing en HPC”, Paraná, Entre Ríos, Argentina XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, (2013).
- [12] Rodríguez, Murazzo, Chávez, Guevara: “Arquitectura de cloud computing híbrida basada en tecnología open source”. La Matanza, Buenos Aires, Argentina CACIC 2014, (2011).
- [13] Bocchio F.: "Modelo Cloud Computing como Alternativa para Escalabilidad y Recuperación de Desastres", Tesis de Maestría en Ingeniería de Sistemas de Información, UTN, Facultad Regional Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, (2014).
- [14] Zaccardi, G., Galarza, B.; Encinas, D., Morales, M.: “Análisis de despliegue de una IaaS utilizando Openstack”. Junín, Buenos Aires, Argentina, Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 2015, (2015).

- [15] Mell P., Grance T.: "The NIST Definition of Cloud Computing". Computer Security Division. Information Technology Laboratory. National Institute of Standards and Technology. Enero 2011, (2011).
- [16] Antonopoulos, Nikos Gillam, Lee.: "Cloud Computing: Principles, Systems and Applications". Editorial Springer Science & Business Media, (2010).
- [17] Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., & Zaharia, M.: "A view of cloud computing". Communications of the ACM, 53 (4), 50-58. (2010).
- [18] Chen, X., Wills, G. B., Gilbert, L., Bacigalupo, D.: "TeciRes Report: Using Cloud for Research: a Technical Review. In: Computing", pp. 1--52. UK. (2010)
- [19] Zabaljáuregui, M.: "Un kernel diseñado para la virtualización", Tesis de Maestría en Cómputo de Altas Prestaciones, UNLP, facultad de Informática, La Plata, Argentina, (2012).
- [20] Encinas, D., Kunyz E., Zaccardi, G., Galarza, B., Morales, M.: "Performance de arquitecturas multiprocesador: técnicas de modelado y simulación, plataformas reconfigurables y cloud computing", Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación 2015. (2015).
- [21] Rodríguez I. P., Pettoruti J. E.: "Cloud Computing en Aplicaciones Científicas. Arquitectura, Configuración y Análisis Experimental de Costo/Performance", Tesina de Licenciatura, UNLP, facultad de Informática, La Plata, Argentina, (2011).
- [22] Pérez J.M.: "Virtualización y Green IT", Tesina de Licenciatura, UNLP, facultad de Informática, La Plata, Argentina, (2011).
- [23] Pessolani P., Cortes T., Gonnet S., Tinetti F. G.: "Sistema de Virtualización con Recursos Distribuidos", Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación 2012. (2012).
- [24] Jaramillo C, Taboada M, Epelde F, Rexachs D, Luque E. "Agent Based Model and Simulation of MRSA Transmission in Emergency Departments". Procedia Computer Science. 51:443-452. (2015).
- [25] Liu Z, Cabrera E, Taboada M, Epelde F, Rexachs D, Luque E. "Quantitative Evaluation of Decision Effects in the Management of Emergency Department Problems". Procedia Computer Science. 51:433-442. (2015).
- [26] Liu Z, Cabrera E, Rexachs D, Luque E. "A Generalized Agent-Based Model to Simulate Emergency Departments". The Sixth International Conference on Advances in System Simulation (SIMUL 2014). (2014).
- [27] Jaramillo C, Rexachs D, Luque E, Epelde F, Taboada M. "Modeling the Contact Propagation of Nosocomial Infection in Hospital Emergency Departments". The Sixth International Conference on Advances in System Simulation (SIMUL 2014). (2014).

- [28] <http://www.tiaonline.org>, diciembre 2015
- [29] <https://uptimeinstitute.com>, diciembre 2015
- [30] V. A. K. V. Niraj Brahmhatt, Virtualized Cloud-Ready Data Center Design Consideration HandBook, USA: Juniper Networks, 2011.
- [31] W. Pitt Turner IV, John H. Seader and Kennet G. Brill, White paper “industry estándar Tier Classifications define site Infraestructure Performance”, 2010.
- [32] J. P. García, Estudios de los Sistemas Paralelos de UPS como factor de la disponibilidad de los datos en los Centros de Cómputo. Gaceta Sansana, 2015.
- [33] <http://institucional.telecom.com.ar/empresas/>, agosto 2016.
- [34] <http://www.empresas.telefonica.com.ar/>, agosto 2016
- [35] <http://www.arsat.com.ar>, agosto 2016
- [36] <http://www.claro.com.ar/portal/ar/pc/corporaciones/>, agosto 2016
- [37] <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/azure/dd163896.aspx>, enero 2016
- [38] <https://azure.microsoft.com/en-us/documentation/articles/fundamentals-introduction-to-azure/>, enero 2016