

## Prioridades a otorgar a los RNF de la red intra-nube/DCN

Las prioridades a otorgar al cumplimiento de los Requerimientos no Funcionales (RNF) de la red intra-nube/ Red del Centro de Datos (DCN<sup>1</sup>) deben ser heredadas de las prioridades asignadas a los RNF de la Nube Privada (NP)/Centro de Datos Virtualizado (CDV) como un todo y/o especificadas de forma particular para este bloque. Las soluciones a evaluar deben recibir un valor final atendiendo a dos posibles opciones:

- La primera es a través del Indicador de Calidad ( $\alpha$ ). Esta es la manera más sencilla y rápida de evaluar ya que se otorga igual prioridad a todos los RNF. [1]
- La segunda requiere un trabajo matemático extra ya que propone otorgar prioridades a los RNF como se propone al inicio del presente escrito. Esta posición se materializa a través del Indicador de Calidad Ponderado ( $\beta$ ). [1]

Sean  $x_1, x_2, \dots, x_n$  los valores normalizados de los  $n$  atributos a medir de una red intra-nube, se define como  $\alpha$  a la media aritmética de estos  $n$  valores, como muestra la Fórmula 1: [1]

$$\alpha = \frac{1}{n} * (\sum_{i=1}^n x_n) = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

Sean  $x_1, x_2, \dots, x_n$  los valores normalizados de los  $n$  atributos a medir de una red intra-nube, y  $w_1, w_2, \dots, w_n$  de los coeficientes ponderados o prioridades de cada uno de los  $x_i$  respectivamente, se define como  $\beta$  a la media aritmética ponderada de estos  $n$  valores normalizados, como muestra la Fórmula 2: [1]

---

<sup>1</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Data Center Network.

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n x_i * w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = \frac{x_1 * w_1 + x_2 * w_2 + \dots + x_n * w_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n} \quad (2)$$

Una vez evaluada la solución, se calculan sus indicadores de calidad. Los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  dan una medida de la calidad de la solución seleccionada en cuestión. Es deseable  $\alpha < \beta$  ya que da una medida de que los RNF que interesa priorizar en el diseño han tenido mejor cumplimiento que los que no interesa priorizar. Mientras más grande sea la diferencia entre los dos coeficientes más eficiente habrá sido la elección. Mientras más cercano sea  $\beta$  a la unidad mejor será la solución, es decir, cumple con los RNF propuestos. [1]

A su vez en función de los valores de  $\alpha$  y/o  $\beta$  la red intra-nube debe ser evaluada de:

- Excelente:  $0,80 < \alpha \text{ y/o } \beta \leq 1$
- Muy buena:  $0,60 < \alpha \text{ y/o } \beta \leq 0,80$
- Buena:  $0,40 < \alpha \text{ y/o } \beta \leq 0,60$
- Regular:  $0,20 < \alpha \text{ y/o } \beta \leq 0,40$
- Insatisfactoria:  $\alpha \text{ y/o } \beta \leq 0,20$

## Dimensión de Adaptabilidad

Indica la capacidad de la red intra-nube/DCN de soportar el aumento de nodos de cómputo garantizando el tipo de interfaces y el Ancho de Banda (BW<sup>2</sup>) requerido, sin implicar un rediseño en la infraestructura de red; así como el grado de personalización que ofrece la infraestructura de la red para ajustar

---

<sup>2</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Bandwidth.

tecnológicamente la solución ante las necesidades presentes y futuras de la entidad cliente.

### Categoría de Escalabilidad

Indica la capacidad del diseño físico y lógico de la DCN de soportar el aumento de nodos de cómputo garantizando el tipo de interfaces y el ancho de banda requerido, sin implicar un rediseño en la infraestructura de red. Posee como atributos la Escalabilidad Horizontal (EH) y la Escalabilidad Vertical (EV), siendo su evaluación general como indica la Fórmula 3:

$$Escalabilidad = \frac{EH+EV}{2} \quad (3)$$

Cualitativamente:

- Excelente: Escalabilidad  $\geq 0,9$
- Muy bien:  $0,8 \leq Escalabilidad < 0,9$
- Bien:  $0,7 \leq Escalabilidad < 0,8$
- Regular:  $0,6 \leq Escalabilidad < 0,7$
- Mal: Escalabilidad  $< 0,6$

### Atributo de Escalabilidad Horizontal (EH)

Indica el número y tipos<sup>3</sup> de nodos de cómputo que pueden ser agregados a la DCN sin implicar un rediseño lógico y físico de la red. Se encuentra limitado por dos factores fundamentales:

- Capacidad de los enlaces y razones de sobresuscripción de cada una de las capas de la topología de la red.

---

<sup>3</sup> Número y tipos de interfaces por nodo.

- Número máximo de servidores que soporta la topología de la red.

El número máximo de nodos que se puede escalar horizontalmente estará determinado por el valor mínimo impuesto por alguna de los factores anteriores. La Fórmula 4 muestra esta expresión.

$$\#maxnodos = \min\{topología\ de\ la\ red, capacidad\ y\ sobreesuscripción\} \quad (4)$$

#### *Mecanismo para evaluar la EH de la DCN*

En post de caracterizar/evaluar la EH de la red se deben responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuántos nodos de cómputo, con las prestaciones requeridas, permite soportar la topología de red empleada?
- ¿Cuántos nodos de cómputo, con las prestaciones requeridas, permite soportar la infraestructura de la red sin afectar las razones de sobreesuscripción deseadas?

Se debe emplear la Fórmula 4 para determinar cuál es el número máximo de nodos a soportar por la DCN. Si satisface los requerimientos del cliente debe ser evaluada de Excelente (1), de lo contrario de Mal (0).

#### *Atributo de escalabilidad Vertical (EV)*

Indica si los conmutadores de paquetes de la infraestructura de la DCN satisfacen el número de nodos de cómputo, y sus requerimientos, a corto y largo plazo. Si para soportar el crecimiento de la NP/CDV se necesitase reconfigurar las interfaces de algún dispositivo o reemplazarlo, la EV de la Red ( $EV_R$ ) debe ser evaluada de Mal (0), de lo contrario Excelente (1).

#### *Mecanismo para evaluar la EH de la DCN*

Debe identificarse si para soportar el crecimiento de la NP/CDV requerido a largo plazo se necesita reconfigurar las interfaces de algún dispositivo o reemplazarlo. De ser necesario las modificaciones mencionadas la EV de la red debe ser evaluada de Mal (0), de lo contrario Excelente (1).

#### *Categoría de Personalización*

La categoría de Personalización indica las capacidades que brinda la red intra-nube/DCN para adaptar tecnológicamente la infraestructura de la NP/CDV, ante las necesidades presentes y futuras de la entidad cliente. Posee como atributos a la interoperabilidad, la flexibilidad y la compatibilidad.

#### *Atributo de Compatibilidad y mecanismo para su evaluación*

Indica el grado de soporte que posee la DCN a estándares, recomendaciones, protocolos y/o tecnologías legadas y vigentes. La métrica a evaluar es “Nivel de Compatibilidad de la DCN ( $NC_{DCN}$ )” y debe ser evaluada de:

- Excelente: si soporta el 100% de los Requerimientos Funcionales (RF) mostrados en la Tabla 1. (1)
- Muy Bien: si soporta más del 90% de los RF mostrados en la Tabla 1. (0,9)
- Bien: si soporta más del 80%, pero menos del 90% de los RF mostrados en la Tabla 1. (0,8)
- Regular: si soporta más del 60%, pero menos del 80% de los RF mostrados en la Tabla 1. (0,6)
- Mal: si soporta menos del 60% de los RF mostrados en la Tabla 1. (0)

Tabla 1. Protocolos a soportar por los conmutadores de paquetes

RF	Clasificación		
	Obligatorio	Recomendable	Opcional
<b>Soporte de Redes Definidas por Software (SDN<sup>4</sup>):</b>			
OpenFlow	x		
<b>Protocolos para la Capa de Red<sup>5</sup>:</b>			
Protocolo de Internet (IP <sup>6</sup> ) versión cuatro (IPv4)	x		
IPv6	x		
Protocolo de Puerta de Enlace (BGP <sup>7</sup> )	x		
<u>Multiprotocol Extensions for BGP (MP-BGP)</u>	x		
<u>Open Shortest Path First (OSPF) v2/v3</u>	x		
<u>Internet Group Management Protocol (IGMP) v2/v3</u>	x		
<u>Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)</u>	x		
<u>Protocol Independent Multicast - Sparse-Mode (PIM-SM) / PIM Source-Specific Multicast (PIM-SSM) / Bidirectional PIM (PIM-BIDIR)</u>	x		
<u>Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)</u>	x		
Protocolo de Resolución de Direcciones Virtual (VARP <sup>8</sup> )			x
<u>Equal Cost Multipath Routing (ECMP)</u>		x	
<b>Protocolos para la Capa de Enlace:</b>			
<u>Generic Virtual Local Area Network (VLAN) Registration Protocol (GVRP)</u>	x		
<u>IEEE 802.1ad Provider bridges (VLAN stacking, Q-in-Q)</u>	x		

<sup>4</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Software-Defined Networking.

<sup>5</sup> En los conmutadores de paquetes que trabajen a nivel de red.

<sup>6</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Internet Protocol.

<sup>7</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Border Gateway Protocol.

<sup>8</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Virtual Address Resolution Protocol.

<u>IEEE 802.1Q Virtual LAN (VLAN) bridges</u>	x		
<u>IEEE 802.1v VLAN classification by protocol and port</u>	x		
<u>IEEE 802.3ac VLAN tagging</u>	x		
802.3ad Link Aggregation/ <u>Link Aggregation Control Protocol (LACP)</u>	x		
<u>Stack</u>	x		
<u>Multi-Chassis Link Aggregation (MC-LAG)</u>	x		
<u>Jumbo Frames</u>		x	
<u>IGMP v1/v2/v3 snooping</u>	x		
<b>Tecnologías “overlay”:</b>			
<u>Virtual Extensible Local Area Network (VXLAN)</u>		x	
<b>RF para el soporte de Calidad de Servicio (QoS<sup>9</sup>): [1]</b>			
Marcado de tráfico		x	
Clasificación de tráfico		x	
Políticas de cola para tráfico diferenciado		x	
Gestión activa de colas		x	
Conformación de tráfico		x	
<b>RF en post de la seguridad:</b>			
Lista de Control de Acceso (ACL <sup>10</sup> )	x		
<u>Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS)</u>	x		
<u>Terminal Access Controller Access-Control System Plus (TACACS+)</u>		x	
Protocolo Ligero de Acceso a Directorios (LDAP <sup>11</sup> )		x	
<u>IPv4 / IPv6 Ingress &amp; Egress ACLs using L2, L3, L4 fields</u>	x		
<b>Gestión:</b>			
Protocolo Simple de Administración de Red (SNMP <sup>12</sup> )	x		

<sup>9</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Quality of Service.

<sup>10</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Access control List.

<sup>11</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Lightweight Directory Access Protocol.

<sup>12</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Simple Network Management Protocol.

### Atributo de Interoperabilidad

Indica la capacidad de la infraestructura de la red intra-nube de interoperar con diferentes soluciones de DCN pertenecientes a diferentes proveedores, tanto de hardware (HW) como de software (SW); así como la capacidad de integrarse a sistemas de gestión de redes existentes, gestor y plataformas de virtualización.

Posee como métricas:

- Compatibilidad con estándares abiertos: soporte de protocolos estandarizados y abiertos. Debe ser evaluado de<sup>13</sup>:
  - Excelente: si soporta el 100% de los protocolos mostrados en la Tabla 2. (1)
  - Muy Bien: si soporta más del 90% de los protocolos mostrados en la Tabla 2. (0,9)
  - Bien: si soporta más del 80%, pero menos del 90% de los protocolos mostrados en la Tabla 2. (0,8)
  - Regular: si soporta más del 80%, pero menos del 90% de los protocolos mostrados en la Tabla 2. (0,6)
  - Mal: si soporta menos del 60% de los protocolos mostrados en la Tabla 2. (0)

Tabla 2. Protocolos abiertos a considerar para evaluar la interoperabilidad

Categorías	RF	Clasificación		
		Obligatorio	Recomendable	Opcional
Soporte de SDN:				
OpenFlow		x		

<sup>13</sup> Deben ser considerados los protocolos de red y/o de enlace en función del role que jugará en la red el dispositivo de interconexión.



<b>Protocolos para la Capa de Red:</b>				
IPv4		x		
IPv6		x		
BGP		x		
MP-BGP		x		
OSPF v2/v3		x		
IGMP v2/v3		x		
MSDP		x		
PIM-SM / PIM-SSM / PIM-BIDIR		x		
VRRP		x		
ECMP			x	
<b>Protocolos para la Capa de Enlace:</b>				
GVRP		x		
<u>IEEE 802.1ad Provider bridges (VLAN stacking, Q-in-Q)</u>		x		
<u>IEEE 802.1Q Virtual LAN (VLAN) bridges</u>		x		
<u>IEEE 802.1v VLAN classification by protocol and port</u>		x		
<u>IEEE 802.3ac VLAN tagging</u>		x		
<u>802.3ad Link Aggregation/LACP</u>		x		
Stack		x		
MC-LAG		x		
<u>Jumbo Frames</u>			x	
<u>IGMP v1/v2/v3 snooping</u>		x		
<b>Tecnologías “overlay”:</b>				
VXLAN			x	
<b>Gestión:</b>				
SNMP		x		

- Interfaces de Programación de Aplicaciones (API<sup>14</sup>) abiertas: soporte de API abiertas para la integración con sistemas de gestión de redes existentes, gestores y plataformas de virtualización. Para ser evaluada de Bien (1) debe

<sup>14</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Application Programming Interface.

soportar como mínimo la API de Transferencia de Estado Representacional (REST<sup>15</sup>).

#### *Mecanismo para evaluar la Interoperabilidad de la DCN*

La solución en explotación en una DCN existente, y/o seleccionada a desplegar en un nuevo diseño debe ser evaluada con las métricas de “Compatibilidad con estándares abiertos” y “API abiertas”. El valor será el promedio de ambas métricas como indica la Fórmula 5:

$$\text{Interoperabilidad} = \frac{\text{Protocolos Abiertos} + \text{API Abiertas}}{2} \quad (5)$$

Cualitativamente:

- Excelente: Interoperabilidad  $\geq 0,9$
- Muy bien:  $0,8 \leq \text{Interoperabilidad} < 0,9$
- Bien:  $0,7 \leq \text{Interoperabilidad} < 0,8$
- Regular:  $0,6 \leq \text{Interoperabilidad} < 0,7$
- Mal: Interoperabilidad  $< 0,6$

#### *Atributo de Flexibilidad y mecanismo para su evaluación*

Indica las capacidades que brinda la infraestructura de la red intra-nube/DCN para personalizar la solución en función de los objetivos y necesidades trazados. La Flexibilidad debe ser evaluada como indica la Fórmula 6:

$$\text{Flexibilidad} = \frac{(\text{Interfaces}) + (\text{plugins; addons; librerías}) + (\text{automatización}) + (\text{integración con terceros}) + (\text{presencia SLCA}) + (\text{COTS})}{6} \quad (6)$$

Puede ser el promedio clásico como muestra la Fórmula 2, o el ponderado en función de los intereses o prioridades de la entidad.

---

<sup>15</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Representational State Transfer.

En donde las métricas secundarias son:

1. Interfaces: soporte de interfaces para el desarrollo de herramientas para los administradores: \_\_ REST API \_\_ Otras: \_\_\_\_\_.

Por cada una que soporte obtiene 2,5 puntos. Las REST API poseen un valor de cinco puntos, así como aquellas que sean declaradas como necesarias por la entidad cliente. El valor máximo a obtener es 10 puntos.

2. Automatización: soporte de herramientas como: \_\_ Puppet \_\_ Ansible \_\_ Chef \_\_ Salt. Otras: \_\_\_\_\_.

Por cada una que soporte obtienen dos puntos. Puppet, Ansible y Chef poseen un valor de tres puntos, así como aquellas que sean declaradas como necesarias por la entidad cliente. Si soporta otras contabilizarán un punto adicional por cada uno hasta obtener un máximo de 10 puntos.

3. Pluggins, addons, librerías: soporte de interfaces de programación para automatizar e integrar soluciones de terceros: \_\_ Modelo de información Común (CIM)<sup>16</sup>, \_\_ REST API, \_\_ Software Development Kits (SDK) abiertas. Otros: \_\_\_\_\_.

La entidad cliente debe otorgar un valor de dos puntos a cada interfaz soportada hasta un máximo de 10 puntos. Se propone un valor de tres puntos para CIM y REST API por sus condiciones de recomendación y estándar de facto respectivamente.

---

<sup>16</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Common Information Model.

4. Presencia de soluciones de tipo Software Libre y Código Abierto (SLCA): número de soluciones SLCA que conforman la infraestructura de red: \_\_ SO de Red (NOS<sup>17</sup>) \_\_ Sistemas de gestión de red.

A cada subsistema se le deben otorgar cinco puntos hasta llegar a 10.

5. HW de tipo Cots of the Shell (COTS): equipamiento de red de propósito general existente en la red.

Debe recibir una evaluación de:

- Excelente: si el 100% del HW es de propósito general. (10)
- Muy Bien: si más del 90% del HW es de propósito general. (8)
- Bien: si más del 80%, pero menos del 90% del HW es de propósito general. (6)
- Regular: si más del 60%, pero menos del 80% del HW es de propósito general. (4)
- Mal: si menos del 60% del HW es de propósito general. (0)

Una vez asignados los puntos, se promedian los resultados y el resultado del promedio constituirá la métrica de portabilidad de la NP/CDV. Para integrar la métrica a la métrica general que evalúa a la NP/CDV se divide entre 10 el resultado para llevarlo a la escala de 0 a 1.

## Dimensión de QoS

Indica los requerimientos de desempeño y disponibilidad capaz de suplir la red intra-nube.

---

<sup>17</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Network Operating System.

## Categoría de Desempeño

Indica los índices de desempeño capaz de lograr la red intra-nube respecto a: capacidad, throughput, tiempo de respuesta y eficiencia.

### Atributo de Throughput

Es la cantidad de información libre de errores que es transferido por unidad de tiempo a través de la red [2], se puede expresar en Mbps. La Tabla 3 muestra las métricas que caracterizan el throughput de la red intra-nube/DCN.

Tabla 3. Métricas que caracterizan el throughput en las redes intra-nubes/DCN

Métrica	Descripción
<u>Throughput</u> de la red	Cantidad de datos libres de errores transferidos por unidad de tiempo a través de la red.

### Pruebas de evaluación

Nombre de la Prueba: Throughput de la red intra-nube/DCN.

Tipo de prueba: Microbenchmark.

Objetivo de las pruebas: Obtener los valores de throughput que se pueden alcanzar en la red intra-nube/DCN.

Número de iteraciones: Cinco.

Parámetros a ser medidos y medios a emplear:

El parámetro a ser medido es el throughput y la herramienta empleada es Iperf.

Descripción del escenario y las pruebas:

La Figura 1 muestra el escenario de la prueba.

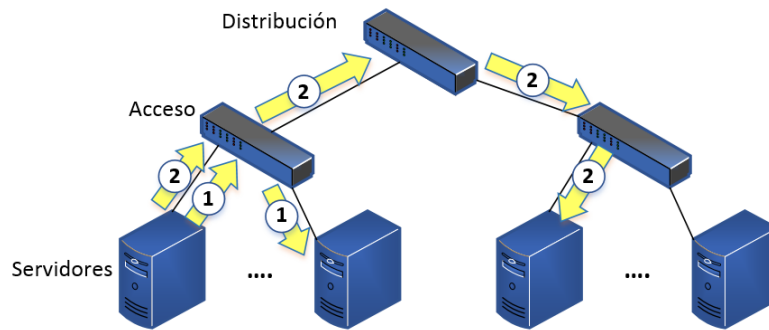


Figura 1. Escenario para la prueba de throughput

Para caracterizar varios posibles casos se recomienda realizar esta prueba entre servidores que se encuentren en diferentes posiciones:

1. Servidores conectados al mismo conmutador de la capa de acceso.
2. Servidores conectados a conmutadores diferentes de la capa de acceso.

Es aconsejable realizar esta prueba en horarios donde no se afecte la jornada laboral.

Instalación y configuración:

1. Instalar Iperf en los servidores a emplear como origen y destino.
2. Configurar Iperf en dependencia del requerimiento de la prueba.

Pruebas:

1. Ejecutar Iperf en modo cliente y servidor para enviar paquetes Protocolo de Control de Transporte (TCP<sup>18</sup>) durante 60 segundos y medir el throughput.

Limpieza del escenario:

1. Desinstalar la herramienta Iperf.

Cálculo y agregación de métricas:

1. Calcular el throughput promedio de las iteraciones para cada escenario.

<sup>18</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Transport Control Protocol (TCP).

2. El throughput de la red intra-nube/DCN será el menor de los throughput promedio obtenido en el paso anterior.

Análisis de los resultados:

Emitir criterios de evaluación: Satisfactorio (=1) o Insatisfactorio (=0).

#### Atributo de Tiempo de Respuesta

Es la cantidad de tiempo entre la solicitud de un servicio de red y la respuesta a dicha solicitud. En [2] se plantea que debe ser menor a 100 ms en aplicaciones interactivas. La Tabla 4 recoge las métricas del tiempo de respuesta en redes intra-nubes/DCN.

Tabla 4. Métricas que caracterizan el tiempo de respuesta en las redes intra-nubes

Métrica	Descripción
Tiempo de Respuesta	Tiempo que demora en llegar la solicitud a través de la red y luego regresar la respuesta.
Tiempo de Respuesta mínimo	Mínimo de todos los tiempos de respuesta obtenidos durante todo el tiempo de medición.
Tiempo de Respuesta Promedio	Promedio de todos los tiempos de respuesta obtenidos durante todo el tiempo de medición.
Tiempo de Respuesta máximo	Máximo de todos los tiempos de respuesta obtenidos durante todo el tiempo de medición.

#### Pruebas de evaluación

Nombre de la Prueba: Tiempo de respuesta de la red intra-nube/DCN.

Tipo de prueba: Microbenchmark.

Objetivo de las pruebas: Obtener los valores de los tiempos de respuestas propiciados por la red la red intra-nube/DCN.

Número de iteraciones: Cinco.

Parámetros a ser medidos y medios a emplear:

Los parámetros a ser medidos son el tiempo de respuesta mínimo, promedio y máximo. La herramienta a emplear es Ping.

Descripción del escenario y las pruebas:

Se recomienda el mismo escenario e indicaciones que en la prueba de throughput.

Instalación y configuración:

1. Instalar ping en cada Instancia Virtual (IV).

Pruebas:

1. Ejecutar ping entre los nodos para adquirir las métricas. Cada una de las iteraciones se harán variando el tamaño de las tramas con los valores: 84 bytes, 1538 bytes y 9038 bytes. Es recomendable en entornos que los equipos no soporten tramas jumbo no realizar la prueba para ese tamaño de tramas porque se afectaría el valor del tiempo de respuesta. El número de tramas será 20.
2. Recoger métricas especificadas en la Tabla 5.

Tabla 5. Métricas para caracterizar el tiempo de respuesta

Longitud de las tramas (bytes)	84	1538	9038
Tiempo mínimo (ms)			
Tiempo promedio (ms)			
Tiempo máximo (ms)			

Limpieza del escenario:

1. Dejar la herramienta Ping instalada ya que puede ser útil en otro momento.

Cálculo y agregación de métricas:

1. Completar la Tabla 5 para cada escenario con los valores obtenidos de las cinco iteraciones.
2. Calcular el tiempo de respuesta de la red para cada tamaño de trama, promediando los valores de los diferentes escenarios.



Análisis de los resultados:

Emitir criterios de evaluación: Satisfactorio (=1) o Insatisfactorio (=0).

#### Atributo de Demoras/latencia

Se consideran demoras aquellos tiempos de respuesta que sobrepasan umbrales preestablecidos [3], [2]. Es evaluada por medio de la Fórmula 7:

$$Demoras_{GeneralDCN} = \frac{Demoras_{DCN} + Jitter_{DCN}}{2} \quad (7)$$

En donde la evaluación debe ser de:

- Excelente:  $Demoras_{GeneralDCN} = 1$
- Regular:  $Demoras_{GeneralDCN} = 0,5$
- Mal:  $Demoras_{GeneralDCN} = 0/2$

#### Pruebas de evaluación de demoras

Nombre de la Prueba: Demoras de la red intra-nube/DCN

Objetivo: Obtener métricas de demoras de la red intra-nube/DCN.

Duración: Relativa. La duración de esta prueba depende de las habilidades del operador y del conjunto de datos recogido.

Número de iteraciones: Una.

Parámetros a ser medidos y medios a emplear:

La Tabla 6 muestra las métricas que permiten caracterizar la latencia en redes intra-nubes.

Tabla 6. Métricas que caracterizan la latencia en las redes intra-nubes

Métrica	Descripción
%_de_tiempos_de_respuesta [3]	% de tiempos de respuesta que no se consideran demoras.

Umbral de la demora [3]	Valor de tiempo que marca la diferencia entre un tiempo de respuesta aceptable y una demora, se propone 100ms.
Demora promedio [3]	Valor promedio de todas las demoras detectadas.

La Ecuación 8 permite obtener una medida del índice de demoras en la red intra-nube.

$$Latencia = \frac{\%\_de\_tiempos\_de\_respuesta}{100} \quad (8) [3]$$

Se emplea para esta prueba los datos de las pruebas de tiempo de respuesta y herramientas de análisis estadístico como Microsoft Excel.

Descripción de la Prueba:

La realización de esta prueba se hace en base a los datos de Tiempo de Respuesta, donde se define un Umbral de demora por el cliente. Si el cliente no define umbrales, en [7] proponen que sea 100 ms. De los valores que exceden el umbral de tiempo de respuesta seleccionar el mínimo, máximo y el promedio.

Análisis de los resultados:

Emitir criterios de evaluación: Satisfactorio (=1) o Insatisfactorio (=0).

#### *Pruebas de evaluación del jitter*

Nombre de la Prueba: Jitter de la red intra-nube/DCN.

Tipo de prueba: Microbenchmark.

Objetivo: Obtener métricas de jitter de la red intra-nube/DCN.

Número de iteraciones: Cinco.

Parámetros a ser medidos y medios a emplear:

La Tabla 7 muestra las métricas que permiten caracterizar el jitter en redes intra-nube/DCN.

Tabla 7. Métricas que caracterizan el jitter en las redes intra-nubes/DCN

Métrica	Descripción
<i>Jitter</i> promedio	Variación promedio de las demoras
<i>Jitter</i> max	Variación máxima de las demoras
<i>Jitter</i> min	Variación mínima de las demoras

Si el cliente no especifica requerimientos específicos para el jitter una buena regla puede ser que la variación sea menor que el uno o dos % de la demora promedio [2].

La herramienta empleada es Iperf.

Descripción del escenario y las pruebas:

El escenario e indicaciones son las mismas que para el throughput. Se propone realizar estas pruebas solo a los servidores que contienen servicios y/o aplicaciones que sean sensibles a los jitters, como por ejemplo audio y video streaming. Como es una prueba activa se debe realizar en horario no laboral.

Instalación y configuración:

1. Instalar Iperf en los servidores a emplear como origen y destino.
2. Configurar Iperf en dependencia del requerimiento de la prueba.

Pruebas:

1. Ejecutar Iperf en modo cliente y servidor para enviar paquetes Protocolo de Datagramas de Usuario (UDP<sup>19</sup>) a una velocidad constante durante 60 segundos y medir el jitter.

Limpieza del escenario:

1. Desinstalar la herramienta Iperf.

Cálculo y agregación de métricas:

---

<sup>19</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: User Datagram Protocol.

1. Determinar el jitter mínimo, máximo y promedio entre las diferentes iteraciones.

Análisis de los resultados:

Emitir criterios de evaluación: Satisfactorio (=1) o Insatisfactorio (=0).

#### Atributo de Capacidad

Indica la capacidad de los puertos de las diferentes capas que conforman la topología de la red intra-nube, se mide en Mbps. Se propone como métrica a evaluar el “Factor de Precisión de capacidad de la DCN ( $FP_{DCN}$ )”.

#### Pruebas para su evaluación

La métrica que se propone para evaluar el atributo de capacidad en un diseño de red intra-nube/DCN es el “Factor de Precisión de la DCN ( $FP_{DCN}$ )”.  $FP_{DCN}$  indica cuánto se ajusta la capacidad lograda<sup>20</sup>, al BW estimado. Su valor constituye el resultado de aplicar la Fórmula 10.

$$FP_{DCN} = \text{Capacidad lograda} - \text{Capacidad estimada} \quad (10)$$

La “capacidad lograda” es la sumatoria de las capacidades de los enlaces de la capa de acceso de la topología de la DCN. Mientras más cercano a cero el resultado, más preciso fue el diseño logrado. De ser negativo el resultado, el diseño debe ser considerado insuficiente, dado un subdimensionamiento, y ha de realizarse un rediseño (Valor 0). De ser positivo, y la diferencia ser menor o igual a:

- el 25% de la capacidad estimada, la evaluación de la precisión debe ser evaluada de Muy buena (Valor 0,25), si la razón de sobresuscripción de las capas superiores es de como máximo 3:1, de lo contrario Mal (Valor 0).

---

<sup>20</sup> O existente, si se fuese a caracterizar un sistema inicial. De ser el caso debe ser evaluado si el HW heredado es suficiente o no en cuanto a la capacidad para el soporte de los servicios a desplegar.

- el 50% de la capacidad estimada, la evaluación de la precisión debe ser evaluada de Aceptable (Valor 0,5), si la razón de sobresuscripción de las capas superiores es de como máximo 3:1, de lo contrario Mal (Valor 0).
- Un valor superior arroja una evaluación de mala precisión, y debe considerarse un rediseño por sobredimensionamiento (Valor 0).

#### Atributo de Utilización y modo de uso<sup>21</sup>

Indica el porcentaje de utilización de la capacidad de la red intra-nube. Este atributo a través de la métrica mostrada en la Tabla 8, debe ser medido en todos los segmentos de red de la DCN como parte de su gestión de desempeño, y analizar sus valores después de un ciclo típico de trabajo de la entidad. En [2] se recomienda que la utilización promedio de la red debe ser alrededor del 70% de la capacidad total disponible, lo que significa que los picos en el tráfico de red puedan ser manejados sin degradarse el desempeño.

Tabla 8. Métricas que caracterizan la utilización de las redes intra-nubes/DCN

Métrica	Descripción	Herramienta
utilización_enlaces	BW utilizado en los enlaces de cada uno de los niveles de jerarquía de la red intra-nube/DCN	Herramienta de gestión de red.

#### Atributo de Eficiencia y método de evaluación

Indica el uso eficiente del BW de la red intra-nube/DCN. Se debe evaluar por la métrica “% de utilización de los enlaces de la red”. En donde la evaluación debe ser de:

- Excelente: el 100% de los enlaces se encuentran en explotación. (1)

<sup>21</sup> No se incluye en la evaluación y/o caracterización inicial.

- Mal: si el 50% de los enlaces se encuentran en standby, dada una arquitectura de red en donde se emplee la configuración Activo/Standby de los enlaces redundantes debido al empleo de una arquitectura de red en donde la tolerancia a fallos se asegure mediante alguna de las variantes de la familia de Protocolos de Árbol Expandido (xSTP<sup>22</sup>). (0)

### Categoría de disponibilidad

Indica la capacidad de la red intra-nube de mantener sus servicios activos, accesibles y operables. Posee los atributos: % de servicio activo, confiabilidad, tolerancia ante fallos y recuperación ante fallos. Para integrar el atributo al sistema general que evalúa a la red intra-nube/DCN se debe emplear la métrica general Disponibilidad<sub>DCN</sub>, a través de la Fórmula 11, que permite una escala de 0 a 1.

*Disponibilidad<sub>DCN</sub> =*

$$\frac{\% \text{ Servicio Activo} + \text{Confiabilidad} + \text{Tolerancia a Fallos} + \text{Recuperación ante Fallos}}{4} \quad (11)$$

### Atributo de Porcentaje de Servicio Activo<sup>23</sup> y mecanismo de evaluación

Evalúa el nivel de disponibilidad de los servicios brindados por la red intra-nube/DCN [2]. Se adoptó la propuesta de plantilla de métricas para el porcentaje de servicio activo propuesto por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST<sup>24</sup>) en [4]. En el documento “[RNF pruebas NP/CDV](#)” se explica cómo trabajar con las métricas propuestas. Debe ser evaluado de satisfactorio (1) o no (0).

<sup>22</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Spanning Tree Protocols.

<sup>23</sup> En el caso de la valoración de la reutilización o no de equipamiento legado, debe identificarse las causas de los downtimes.

<sup>24</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: National Institute of Standards and Technology.

#### Atributo de Confiabilidad<sup>25</sup> y mecanismo de evaluación

Indica la capacidad de la red intra-nube/DCN de operar sin fallas bajo condiciones dadas durante un período de tiempo determinado [5], [6], [7], [8], [9]–[11]. Se propone como métrica para su evaluación el Tiempo Medio entre Fallos (MTBF<sup>26</sup>). Al igual que el % de servicio activo su valor debe ser obtenido luego de un periodo de observación convenido. Debe ser evaluado de satisfactorio (1) o no (0).

#### Atributo de Tolerancia ante Fallos

Es la capacidad de la red intra-nube de mantenerse funcionando correctamente ante el fallo planificado o no de uno o más componentes. Está determinada por la redundancia de enlaces y dispositivos en los diferentes niveles de la topología seleccionada, así como la utilización activa/standby o activa/actica de los enlaces y dispositivos redundantes. Su caracterización y evaluación se encuentra en función de cuál de los niveles que se proponen a continuación seleccione el cliente. Debe ser evaluado de satisfactorio (1) o no (0).

#### **Propuesta de niveles de disponibilidad**

Es necesario encuestar al cliente en cuanto al nivel de disponibilidad que desea para la red intra-nube. Se proponen cuatro niveles para caracterizarla, con el nivel uno como el más básico y el nivel cuatro que proporciona la mayor disponibilidad posible.

Nivel 1: topología jerárquica de dos niveles como muestra la Figura 2, responde al Rated 1 de los estándares internacionales. Infraestructura de red intra-nube/DCN

---

<sup>25</sup> Para evaluar el MTBF de un dispositivo de red nuevo se pueden usar los datos suministrados por el proveedor del equipo [2] .

<sup>26</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Mean time Between Failures.

básica, recomendada en los casos de que el presupuesto sea limitado y/o el personal de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) posea niveles bajos en la administración de DCN, y no pueda ser debidamente capacitado:

- La red presenta enlaces redundantes entre la capa de acceso y los servidores, con como mínimo dos enlaces agrupados mediante el protocolo LACP, conectados a un dispositivo de interconexión de esa capa.
- Entre los dispositivos de acceso y los de distribución deben existir enlaces lógicos conformados mediante el protocolo LACP, los que a su vez deben ser troncales mediante el protocolo 802.1Q.
- En caso de fallo o mantenimiento de algún dispositivo de interconexión se afecta el acceso a los servidores, por lo que presenta el nivel más bajo de tolerancia a fallos de las cuatro topologías propuestas.
- Se propone en post de disminuir el Tiempo Medio de Recuperación (MTTR<sup>27</sup>) que se mantenga en almacén un dispositivo de interconexión extra de cada tipo de la red intra-nube/DCN, correctamente configurado para que en caso de fallo sea rápidamente intercambiado por el equipo defectuoso y puesto en producción.
- Topología con mayor facilidad de Operación, Administración y Mantenimiento (OAM).
- Topología más económica.

---

<sup>27</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Mean Time to Repair.



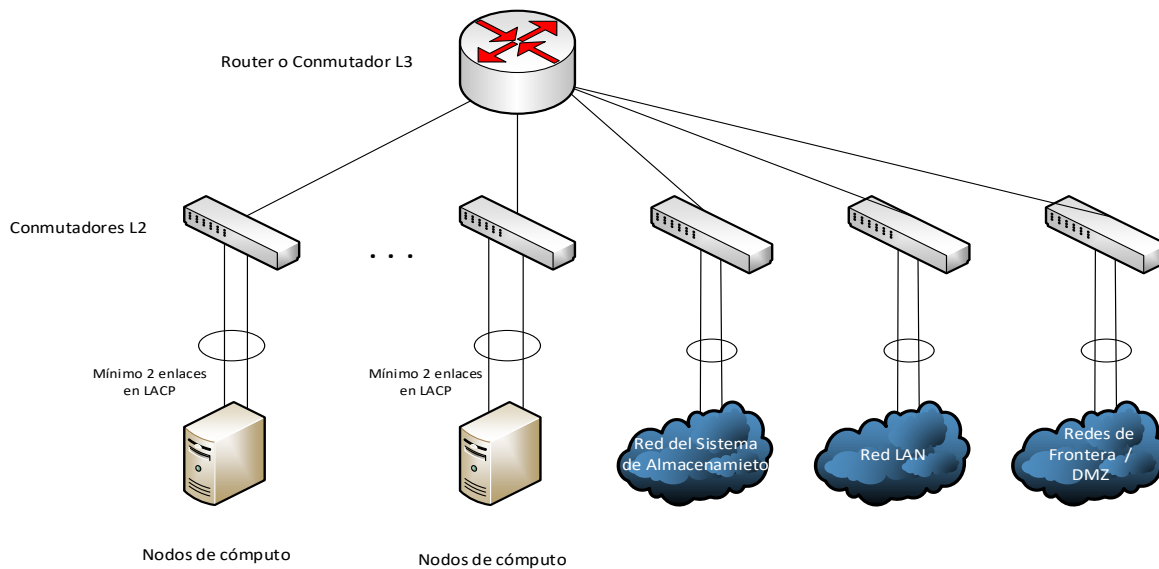


Figura 2. Topología jerárquica de dos niveles.

Nivel 2: topología Layer 2 Leaf and Spine (L2LS) Single-Homed Leaf, infraestructura parcialmente redundante y múltiples trayectorias activas como muestra la Figura 3, responde al Rated 2 de los estándares internacionales. Recomendada para cuando se requiere desempeño y alta disponibilidad, se posea personal capacitado, pero el presupuesto no permita una topología L2LS con Dual Homed en la capa de acceso:

- En caso de fallo o mantenimiento de algún dispositivo de acceso, Leafs, se afecta el acceso a los servidores que este atiende. Por ende, se recomienda mantener en almacén un equipo Leaf con la configuración necesaria para en caso de fallo sustituir el dispositivo defectuoso rápidamente y disminuir el MTTR.
- En cambio, sí hay tolerancia a fallos a nivel de enlaces en toda la red intra-nube mediante el empleo del protocolo 802.3ad (LACP) y el empleo de las tecnologías MC-LAG o Stack en los dispositivos Spine.

- Aumenta el desempeño de la red al balancearse la carga entre los enlaces redundantes, los que se mantienen en configuración activo/activo, logrando explotar el 100% de los enlaces de la red.
- La OAM se complejiza ante la infraestructura de red básica, pero es más simple que la topología jerárquica de dos capas redundante con los protocolos xSTP.
- Infraestructura de red más costosa que la básica debido al soporte de las tecnologías Stack o MC-LAG, pero menos costosa que la topología jerárquica de dos capas redundante con los protocolos xSTP<sup>28</sup>.

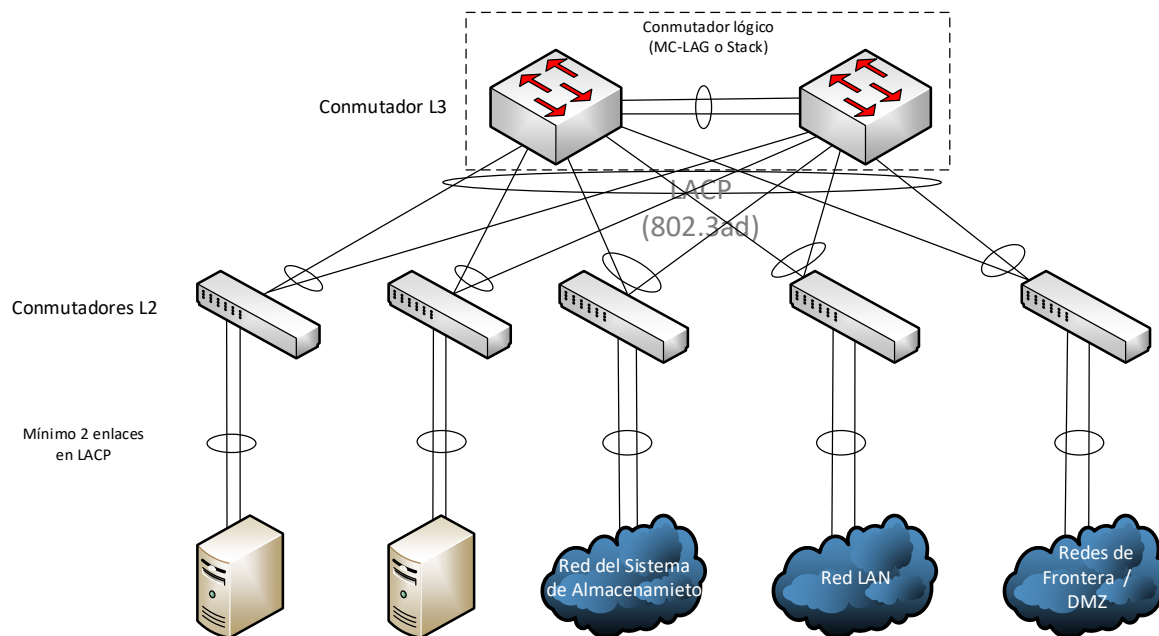


Figura 3. L2LS – Single-Homed Leaf

Nivel 3: topología jerárquica de dos niveles con enlaces y dispositivos de interconexión redundantes como muestra la Figura 4, responde al Rated 3 de los estándares internacionales, no recomendada por la ineficiencia en el uso de los enlaces y su complejidad:

<sup>28</sup> La mayoría de los conmutadores de paquetes de CD soportan tanto los protocolos xSTP, el protocolo IEEE 802.3ad (LACP), como las tecnologías Stack y MC-LAG, por lo que los precios no son considerablemente mayores.

- En caso de fallo o mantenimiento de algún dispositivo no se afecta el acceso a los servidores.
- Esta topología redundante y tolerante a fallos se logra con los protocolos xSTP, los que poseen como deficiencia que inhabilitan la mitad de los enlaces de la red, impactando negativamente en la eficiencia del uso de los recursos.
- La OAM de la red es compleja, debido a la configuración de los protocolos xSTP.
- Más costosa que la infraestructura de red intra-nube básica y la L2LS-Single-Homed Leaf. En el caso de que el número de Tarjetas de Interfaces de Red (NIC<sup>29</sup>) por nodo de cómputo sea de: 2 x 1 Gbps, 3 x 1 Gbps, 2 x 10 Gbps o superior deben ser duplicadas el número de interfaces. Si el número de NIC por nodos fuese de: 4 x 1 Gbps o 6 x 1 Gbps esta topología no está considerada como factible.

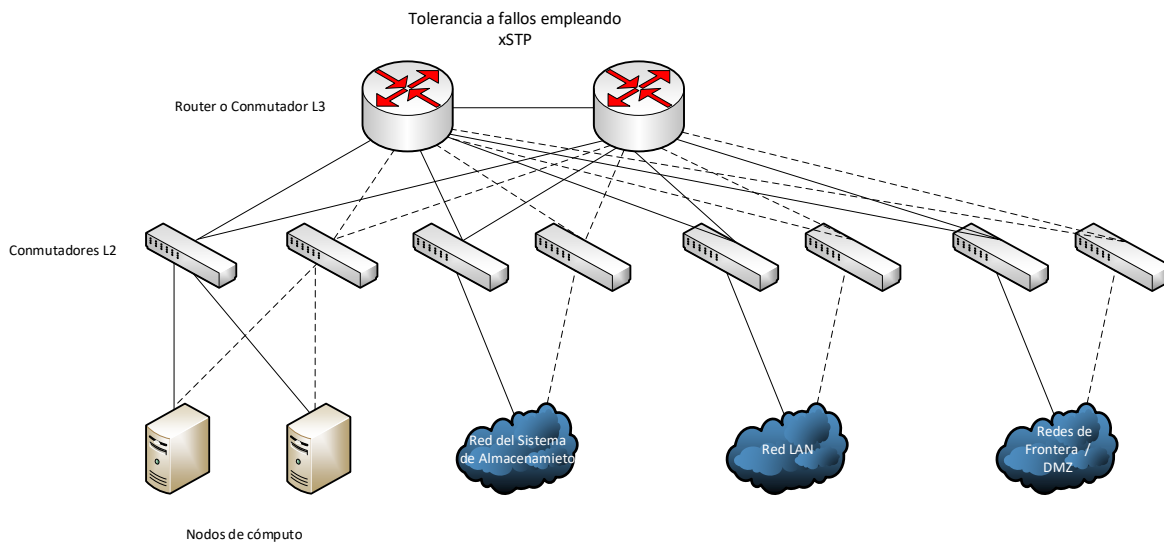


Figura 4. Topología jerárquica de dos niveles empleando los protocolos xSTP.

<sup>29</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Network Interface Card.

Nivel 4: topología Layer 2 Leaf and Spine (L2LS) Dual-Homed Leaf, infraestructura redundante y múltiples trayectorias activas como muestra la Figura 5, responde al Rated 4 de los estándares internacionales. Recomendada en los casos de que lo permita el presupuesto y el personal de TI posea los niveles necesarios de conocimientos y habilidades en la administración de DCN, o pueda ser debidamente capacitado:

- En caso de fallo o mantenimiento de algún dispositivo o enlace no se afecta el acceso a los servidores.
- Aumenta el desempeño de la red al balancearse la carga entre los enlaces redundantes, los que se mantienen en configuración activo/activo, logrando explotar el 100% de los enlaces de la red.
- La OAM se simplifica frente a la topología jerárquica de dos capas redundante con los protocolos xSTP.
- Es la topología más costosa debido al soporte de las tecnologías Stack o MC-LAG<sup>30</sup> y el número de conmutadores Leafs.

---

<sup>30</sup> La mayoría de los conmutadores de paquetes de CD soportan tanto los protocolos xSTP, el protocolo IEEE 802.3ad (LACP), como las tecnologías Stack y MC-LAG, por lo que los precios no son considerablemente mayores.

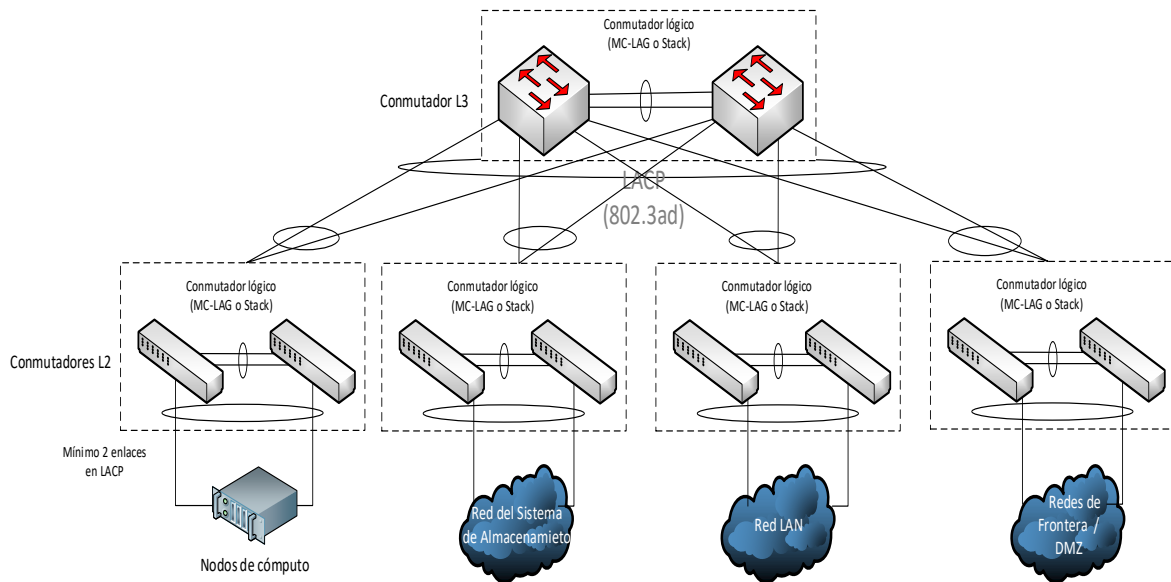


Figura 5. L2LS – Dual-Homed Leaf

#### *Pruebas para su evaluación*

Para evaluar el nivel de tolerancia a fallos de la red intra-nube/DCN se sugiere ejecutar pruebas de concepto:

Nombre de la Prueba: Tolerancia a fallos de la red intra-nube/DCN.

Tipo de prueba: Prueba de concepto.

Objetivo de la prueba: Determinar si la red intra-nube/DCN tiene el nivel de tolerancia a fallos deseado por el cliente.

Número de iteraciones: Dos.

Parámetros a ser medidos y medios a emplear:

El parámetro a ser medido es la tolerancia a fallos que presenta los elementos, tanto enlaces como dispositivos, que componen cada capa de la topología de la red intra-nube/DCN. La herramienta que se utilizará es Ping.

Descripción del escenario y las pruebas:

El escenario y las pruebas dependen del nivel de disponibilidad seleccionado por el cliente y la topología implementada. La Figura 6 muestra el escenario para evaluar un nivel de disponibilidad uno.

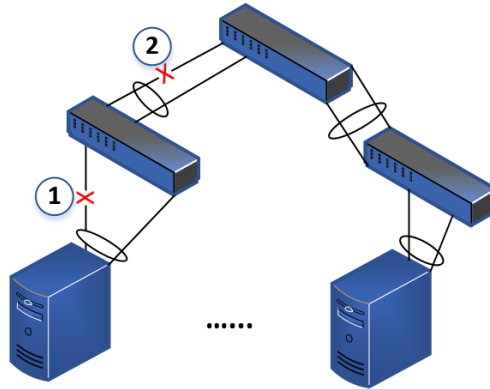


Figura 6: Escenario para evaluar nivel de disponibilidad uno

1. Se propone ejecutar ping a un servidor que cuente con duplicidad en los enlaces y LACP. Mientras se está ejecutando de debe desconectar uno de los enlaces, si se mantiene dando respuesta el ping se puede decir que existe tolerancia a fallos y que el protocolo LACP está correctamente configurado.
2. Ejecutar ping desde un servidor que se encuentre conectado a otro conmutador de la capa de acceso para que tenga que pasar por la capa de distribución, desconectar uno de los enlaces que une las dos capas y aplicar el análisis del paso anterior.

La Figura 7 muestra el escenario para evaluar los niveles de disponibilidad 3 y 4, el nivel 2 es muy parecido, su diferencia es que los servidores se encuentran conectados a un mismo conmutador de acceso. Vale destacar que el escenario es lo más genérico posible para contemplar todas las variantes, pero la prueba depende de la topología de red seleccionada.

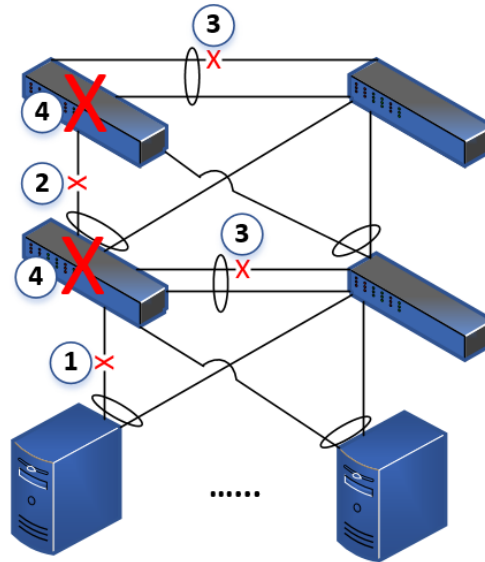


Figura 7: Escenario para evaluar los niveles de disponibilidad tres y cuatro

1. Este paso es aplicable tanto para el nivel dos, tres y cuatro. Se ejecutará el comando ping, luego se desconectará uno de los enlaces, si es nivel tres se encuentra configurado con Multiple STP (MSTP), Rapid STP (RSTP) o STP por lo que dejará de dar respuesta hasta que conmute hacia la otra ruta que la conforma el enlace no caído. Se sugiere obtener el tiempo que se demora en cambiar la ruta, pues es útil para caracterizar el atributo de Recuperación ante Fallos. Si es nivel cuatro se encuentra configurado con Stack o MC-LAG y LACP, por lo que al desconectar el enlace debe continuar dando respuesta sin ninguna interrupción, si no ocurre existen problemas de tolerancia a fallos.
2. En caso de que la topología presente dos capas, ejecutar el procedimiento del paso anterior, pero desconectando un enlace entre la capa de acceso y distribución.
3. Este paso solo es válido para los niveles dos y cuatro donde se utilizan dispositivos que soportan Stack o MC-LAG. Se propone hacer ping a un servidor,

luego desconectar uno de los enlaces que unen a los dispositivos de la misma capa y comprobar si continúa funcionando correctamente el protocolo MC-LAG o Stack y sigue dando respuesta el servidor.

4. Ejecutar el mismo procedimiento que en el paso uno, pero en lugar de desconectar un enlace se deben desconectar los dispositivos.

Instalación y configuración:

1. Instalar ping en cada servidor.
2. Configurar correctamente los protocolos que demanden cada nivel de tolerancia a fallos.

Limpieza del escenario:

1. Dejar la herramienta Ping instalada ya que puede ser útil en otro momento.

Cálculo y agregación de métricas: Solo será necesario recoger los valores del tiempo que se demora en conmutar de una ruta a la otra según el protocolo empleado en el nivel tres, se promediarán los valores de las iteraciones. Debe ser evaluado de satisfactorio (1) o no (0).

#### Atributo de Recuperación ante Fallos

Indica la capacidad de la red intra-nube/DCN de recuperarse ante algún fallo que afecte su correcto funcionamiento. No trata de evitar fallos, sino de recuperarse rápido de ellos para que los servicios no se vean afectados. La Tabla 9 muestra las métricas que permiten caracterizar la recuperación ante fallos en una red intra-nube/DCN.

Tabla 9. Métricas que caracterizan la tolerancia a fallos en las redes intra-nubes/DCN

Métrica	Descripción
---------	-------------



MTTSR <sup>31</sup>	Tiempo promedio para la restauración del servicio
MxTTSR <sup>32</sup>	Tiempo máximo para la restauración de un servicio

### Pruebas para su evaluación

Para caracterizar la recuperación ante fallos se propone utilizar la prueba empleada en el por ciento de servicio activo o apoyarse en un registro de incidencias de la entidad para obtener las métricas MTTSR y MxTTSR. También se pueden utilizar los tiempos obtenidos en la prueba de tolerancia a fallos. Emitir criterios de evaluación: Satisfactorio (=1) o Insatisfactorio (=0).

## Dimensión de Factibilidad

Indica el grado de factibilidad de la red intra-nube desde las perspectivas de: costos, facilidades de gestión y robustez de la solución.

### Categoría de Usabilidad

Indica el grado en que la red intra-nube/DCN puede ser OAM para cumplir con los objetivos trazados con efectividad, eficiencia y satisfacción. Se evaluará en función de los resultados de la Fórmula 12:

$$Usabilidad_{DCN} = \frac{\sum_1^n Atributo\ de\ Usabilidad_n}{n} \quad (12)$$

Cualitativamente:

- Excelente:  $Usabilidad_{DCN} \geq 0,9$
- Muy bien:  $0,8 \leq Usabilidad_{DCN} < 0,9$
- Bien:  $0,7 \leq Usabilidad_{DCN} < 0,8$
- Regular:  $0,6 \leq Usabilidad_{DCN} < 0,7$

<sup>31</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Mean Time to Service Restoration.

<sup>32</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Maximum Time to Service Restoration.

- Mal: Usabilidad<sub>DCN</sub> < 0,6

#### Atributo Eficiencia de Uso y modo de evaluación

Indica los esfuerzos y recursos dedicados a la red intra-nube/DCN para obtener los resultados deseados. Puede ser evaluada numéricamente mediante la métrica “Indicador de la Facilidad de Uso (I<sub>FU</sub>)”, como indica la Fórmula 13:

$$I_{FU} = \frac{\sum_1^n \text{valor asignado al parámetro } o_n}{n} \quad (13)$$

Cualitativamente:

- Excelente: I<sub>FU</sub> ≥ 0,9
- Muy bien: 0,8 ≤ I<sub>FU</sub> < 0,9
- Bien: 0,7 ≤ I<sub>FU</sub> < 0,8
- Regular: 0,6 ≤ I<sub>FU</sub> < 0,7
- Mal: I<sub>FU</sub> < 0,6

En donde los parámetros a evaluar son<sup>33</sup>:

- Facilidad de aprendizaje: esfuerzos requeridos por los administradores de TI para comprender y aprender a OAM la arquitectura de la red intra-nube.
- Facilidad de instalación y puesta a punto: tiempo y esfuerzos requeridos para tener a la red intra-nube lista para su explotación.
- Facilidad de operación: capacidad de que la red intra-nube permita una OAM sencilla e intuitiva de la infraestructura virtualizada y física.
- Preparación de los administradores de TI en relación a las áreas de conocimientos de redes intra-nube como: Sistemas Operativos (SO) Linux,

---

<sup>33</sup> Pueden ser incluidos nuevos parámetros a considerar.

programación, topologías de redes para DCN, protocolos, estándares y funcionalidades de redes de computadoras, stack de protocolos TCP/IP, virtualización de redes y Redes Definidas por Software (SDN<sup>34</sup>).

- Soporte de herramientas de gestión SLCA en la infraestructura de la red intranube que facilitan la administración a los administradores de TI.

Los parámetros deben ser evaluados en las categorías que a continuación se proponen, las que poseen un valor numérico:

Facilidad de aprendizaje:

Muy difícil ____ (0)	Difícil ____ (0,25)	Normal ____ (0,50)	Fácil ____ (0,75)	Muy fácil ____ (1)
-------------------------	------------------------	-----------------------	----------------------	-----------------------

Facilidad de instalación y puesta a punto:

Muy Complejo ____ (0)	Complejo ____ (0,25)	Normal ____ (0,50)	Simple ____ (0,75)	Muy simple ____ (1)
-----------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------------

Facilidad de operación:

Muy Complejo ____ (0)	Complejo ____ (0,25)	Normal ____ (0,50)	Simple ____ (0,75)	Muy simple ____ (1)
-----------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------------

Preparación de los administradores de TI:

Altos estudios, certificaciones y experiencia ____ (0)	Altos estudios y certificaciones ____ (0,25)	Estudios superiores y certificaciones ____ (0,50)	Técnico superior ____ (0,75)	Técnico medio ____ (1)
---	--	---	------------------------------------	------------------------------

---

<sup>34</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Software-Defined Networking.

#### Atributo de Efectividad y modo de evaluación

Indica el grado de funcionalidad ofrecido por la red intra-nube/DCN para lograr la ejecución exitosa de las tareas y funciones de los administradores de la infraestructura. Se propone se evalúe mediante la métrica Índice de Soporte de RF Correspondientes a la DCN ( $IS_{DCN}$ ) expresada matemáticamente como muestra la Fórmula 14:

$$IS_{DCN} = \frac{I_{DCN}}{I_{totales}} \quad (14)$$

En donde:

$IS_{DCN}$ : cantidad total de RF correspondientes que soporta la red intra-nube/DCN sujeta a evaluación. Los considerados Obligatorios deben ser sumados con un valor de tres puntos, los recomendados con un valor de dos puntos y los opcionales con un valor de un punto.

$I_{totales}$ : cantidad total de RF que pueden ser soportados por la red intra-nube/DCN. Los considerados Obligatorios deben ser sumados con un valor de tres puntos, los recomendados con un valor de dos puntos y los opcionales con un valor de un punto. La autora propone sean considerados como referencia los RF especificados en las [Tablas 14, 21, 24, 25 \(RF generales y los propios de la DCN\), 29, 32 y en la Agrupación Funcional \(AF\) de Control de Acceso de la Arquitectura de Referencia Funcional \(ARF\) de la NP/CDV](#). Deben aplicarse pruebas de configuración a la red intra-nube/DCN para emitir un criterio ante el soporte o no de los RF.

De esta forma se obtiene un valor cuantitativo entre 0 y 1, que refleja el nivel de cumplimiento de los RF por la red intra-nube/DCN.

Se le asignará a  $IS_{DCN}$  una evaluación de Excelente (E), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si  $90\% < IS_{DCN} * 100\% \leq 100\%$ .
- Regular: si  $80\% < IS_{DCN} * 100\% \leq 90\%$ .
- Mal: si  $IS_{DCN} * 100\% \leq 80\%$ .

#### Atributo de Satisfacción del Administrador<sup>35</sup>

Indica el Grado de Satisfacción (GS) del administrador con los resultados obtenidos debido al empleo de la solución de DCN en el CD virtualizado. Debe ser identificado el GS del administrador(es) de TI mediante la encuesta de los siguientes niveles, los que poseen un valor numérico:

Muy bajo ____ (0)	Bajo ____ (0,25)	Normal ____ (0,50)	Alto ____ (0,75)	Muy alto ____ (1)
----------------------	---------------------	-----------------------	---------------------	----------------------

#### Categoría de Robustez

Indica el índice de consolidación y soporte de la red intra-nube/DCN. Se encuentra compuesta por los atributos: consolidación de las soluciones, y documentación y tipos de soporte técnico. La Robustez de la red intra-nube ( $Robustez_{DCN}$ ) viene dada por la fórmula 15:

$$Robustez_{DCN} = \frac{\sum_{i=1}^n Atributo\ de\ Robustez_n}{n} \quad (15)$$

Cualitativamente:

- Excelente:  $Robustez_{DCN} \geq 0,9$
- Muy bien:  $0,8 \leq Robustez_{DCN} < 0,9$

---

<sup>35</sup> No aplica a comparativas de soluciones.

- Bien:  $0,7 \leq \text{Robustez}_{\text{DCN}} < 0,8$
- Regular:  $0,6 \leq \text{Robustez}_{\text{DCN}} < 0,7$
- Mal:  $\text{Robustez}_{\text{DCN}} < 0,6$

#### Atributo - Consolidación de la solución

Indica el grado de aceptación y penetración en el mercado de la solución de la red intra-nube/DCN; así como su estabilidad en el soporte en cinco años. Puede ser evaluado numéricamente mediante la métrica “Indicador de Consolidación en el Mercado ( $I_{\text{CM}}$ )”, como indica la Fórmula 16:

$$I_{\text{CM}} = \frac{\sum_1^n \text{valor asignado al parámetro}_n}{n} \quad (16)$$

Se le asignará a  $I_{\text{CM}}$  una evaluación de Excelente (E), Muy Bien (MB), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si  $90\% < I_{\text{CM}} * 100\% \leq 100\%$ .
- Muy Buena: si  $80\% < I_{\text{CM}} * 100\% \leq 90\%$ .
- Buena: si  $70\% < I_{\text{CM}} * 100\% \leq 80\%$ .
- Regular: si  $60\% < I_{\text{CM}} * 100\% \leq 70\%$ .
- Mal: si  $I_{\text{CM}} * 100\% \leq 60\%$ .

En donde los parámetros a evaluar son<sup>36</sup>:

- Penetración de la solución de la red intra-nube/DCN en las infraestructuras de NP/CDV: Pequeñas y Medianas Empresas (PyME), centros de investigación, universidades, industrias.

---

<sup>36</sup> Pueden ser incluidos nuevos parámetros a considerar.

- Evaluar el roadmap y la proyección de la evolución y soporte de la solución de la red intra-nube/DCN para los tres años de ciclo de vida promedio de la NP/CDV.
- Evaluar el grado de prestigio y posicionamiento en el mercado del proveedor de la solución de la red intra-nube/DCN.

Los parámetros deben ser evaluados en las categorías que a continuación se proponen, las que poseen un valor numérico:

Penetración de la solución de la red intra-nube/DCN en las infraestructuras de NP/CDV: PyME, centros de investigación, universidades, industrias:

Muy bajo ____	Bajo ____	Medio ____	Alto ____	Muy alto ____
(0)	(0,25)	(0,50)	(0,75)	(1)

Evaluar el roadmap y la proyección de la evolución y soporte de la solución de la red intra-nube/DCN para los tres años de ciclo de vida promedio de la NP/CDV:

Muy insuficiente	Insuficiente	Suficiente ____	Grande ____	Muy grande
____	____	____	____	____
(0)	(0,25)	(0,50)	(0,75)	(1)

Evaluar el grado de prestigio y posicionamiento en el mercado del proveedor de la solución de la red intra-nube/CDN:

Malo ____	Regular ____	Bien ____	Muy bien ____	Excelente ____
(0)	(0,25)	(0,50)	(0,75)	(1)

Para la evaluación deberán ser consultados los datos estadísticos de consultoras internacionales reconocidas en la rama como Gartner, Forrester, International Data Corporation (IDC) y RightScale; los datos estadísticos de Google Trend; así como los sitios de los proveedores.

#### Atributo - Documentación y soporte técnico del SA

Brinda una medida de la organización, el respaldo y el soporte que posee la red intra-nube/DCN. Para evaluar este atributo se propone la métrica “Indicador de Soporte Técnico ( $I_{ST}$ )”, como indica la Fórmula 17:

$$I_{ST} = \frac{\sum_1^n \text{valor asignado al parámetro}_n}{n} \quad (17)$$

Se le asignará a  $I_{ST}$  una evaluación de Excelente (E), Muy Bien (MB), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si  $90\% < I_{ST} * 100\% \leq 100\%$ .
- Muy Buena: si  $80\% < I_{ST} * 100\% \leq 90\%$ .
- Buena: si  $70\% < I_{ST} * 100\% \leq 80\%$ .
- Regular: si  $60\% < I_{ST} * 100\% \leq 70\%$ .
- Mal: si  $I_{ST} * 100\% \leq 60\%$ .

En donde los parámetros a evaluar son<sup>37</sup>:

- Documentación oficial y tutoriales en cuanto al diseño, instalación, operación, administración y mantenimiento de la red intra-nube/DCN.
- Certificaciones y/o cursos de entrenamiento para la OAM de la solución de la red intra-nube/DCN.
- El tipo y tiempo de garantía, así como el tipo y tiempo de soporte de la solución de la red intra-nube/DCN:

Respecto a la garantía deben ser tomados en cuenta los criterios:

- Tipo de garantía: reposición de equipo y/o envío de especialistas para reparar el desperfecto?

---

<sup>37</sup> Pueden ser incluidos nuevos parámetros a considerar.



- Tiempo de garantía.

Respecto al soporte deben ser tomados en cuenta los criterios:

- Documentación oficial disponible.
- Tipos de soporte comercial y sus costos.
- Tiempo de soporte aún disponible por parte del proveedor al equipamiento en cuestión. Se recomienda que el equipamiento se encuentre en sus primeros tres años de soporte, ya que como máximo los fabricantes brindan asistencia técnica de cinco años [12]–[20].

Los parámetros deben ser evaluados en las categorías que a continuación se proponen, las que poseen un valor numérico:

Documentación oficial y tutoriales en cuanto al diseño, instalación, operación, administración y mantenimiento de la red intra-nube/DCN:

Mala __	Regular __	Buena __	Muy buena	Excelente __
(0)	(0,25)	(0,50)	(0,75)	(1)

Certificaciones y/o cursos de entrenamiento para la OAM de la solución de la red intra-nube/DCN:

Muy insuficiente	Insuficiente	Suficiente __	Abundante __	Muy abundante __
—	—	(0,50)	(0,75)	(1)
(0)	(0,25)			

El tipo y tiempo de garantía, así como el tipo y tiempo de soporte de la solución de la red intra-nube/DCN:

Muy insuficiente	Insuficiente	Suficiente __	Abundante __	Muy abundante __
—	—	(0,50)	(0,75)	(1)
(0)	(0,25)			

Para la evaluación deberán ser consultados los sitios de los proveedores de la red intra-nube/DCN.

#### Categoría de Factibilidad Económica

Define los costos totales de inversión, directos e indirectos a evaluar ante la selección de una solución. Se consideran indispensables a evaluar las Inversiones de Capital (CAPEX<sup>38</sup>) y a los Gastos de Operaciones (OPEX<sup>39</sup>).

#### Atributo – CAPEX<sup>40</sup>

Los costos totales de inversión abarcan todos los costos desde el inicio del proceso de selección de la solución de la red intra-nube/DCN, hasta su puesta en marcha.

Ejemplos de los gastos a tomar en cuenta son los que se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Gastos a tomar en cuenta como parte de la inversión inicial en la selección y puesta en marcha de la red intra-nube/DCN

<b>Gastos:</b>	<b>Especificidades:</b>
Consultoría.	
Costos de adquisición de la solución de red:	Pago de licencia/actualizaciones
	Adquisición de soporte obligatorio.
Compra de la solución de la red intra-nube.	
Capacitación y adiestramiento inicial del personal.	
Pruebas y certificaciones del proyecto.	
Imprevistos.	

Debe serle asignado un valor de 1 a este atributo, si el CAPEX por concepto de selección y puesta en marcha de la red intra-nube/DCN, se encuentra dentro del presupuesto designado, de lo contrario será de 0.

<sup>38</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Capital Expenditure.

<sup>39</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Operational Expenditures.

<sup>40</sup> No aplica a una caracterización inicial.

#### Atributo – OPEX<sup>41</sup>

Los costos de producción total anual consideran todos aquellos costos en que es necesario incurrir de forma continua en el proceso productivo para lograr brindar los servicios proyectados con los niveles de QoS esperados. Los directos incluyen los que están directamente vinculados al funcionamiento de la red intra-nube/DCN como el soporte, el consumo de energía eléctrica, los cursos de capacitación y el salario de los especialistas de las TIC. Los indirectos abarcan los gastos de los recursos que no tributan directamente a la producción, pero sí la facilitan. Ejemplos de tipos de soporte a contratar se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Tipos de soporte a contratar

Tipos de soporte:	Especificidades:
Producción:	24 horas / día
	7 días / semana
	365 días / año
Básico:	12 horas / día
	Lunes - viernes / semana

Debe serle asignado un valor de 1 a este atributo, si el OPEX anual por concepto de la red intra-nube/DCN, se encuentra dentro del presupuesto designado, de lo contrario será de 0.

#### Dimensión de Seguridad

Brinda una medida de los controles de seguridad que pueden ser desplegados en la infraestructura de red de la NP/CDV; y por tanto de cuán segura puede configurarse. Se propone se evalúe mediante la métrica Índice de Cumplimiento de

---

<sup>41</sup> En el caso de la valoración de la reutilización o no de la solución de la red intra-nube legada, deben ser identificados los costos de producción total anual por concepto de SW y de HW.

los RF de Seguridad ( $IC_{Seg}$ ) expresada matemáticamente como muestra la Fórmula 18:

$$IC_{Seg} = \frac{I_{plataforma}}{I_{totales}} \quad (18)$$

En donde:

$I_{plataforma}$ : cantidad total de indicadores que tributan al RNF de seguridad que pueden ser soportados por la solución de la red intra-nube. Los considerados Obligatorios deben ser sumados con un valor de tres puntos, los recomendados con un valor de dos puntos y los opcionales con un valor de un punto.

$I_{totales}$ : cantidad total de indicadores que tributan al RNF de seguridad que pueden ser soportados por la solución de la red intra-nube. Los considerados Obligatorios deben ser sumados con un valor de tres puntos, los recomendados con un valor de dos puntos y los opcionales con un valor de un punto.

De esta forma se obtiene un valor cuantitativo entre 0 y 1, que refleja el nivel de cumplimiento de los RF por la solución de la red intra-nube/DCN que impactan directamente en la seguridad de la NP/CDV. Se proponen que sean tomados en cuenta los RF que se especifican en la Tabla 12. Deben aplicarse pruebas de configuración a la solución de la red intra-nube/DCN para emitir un criterio ante el soporte o no de los RF.

Se le asignará a  $IC_{Seg}$  una evaluación de Excelente (E), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si  $90\% < IC_{Seg} * 100\% \leq 100\%$ .
- Regular: si  $80\% < IC_{Seg} * 100\% \leq 90\%$ .
- Mal: si  $IC_{Seg} * 100\% \leq 80\%$ .

Tabla 12. RF de la solución de la red intra-nube/DCN que tributan al RNF de seguridad

RF	Clasificación		
	Obligatorio	Recomendable	Opcional
VLAN:			
- GVRP	x		
- <u>IEEE 802.1ad Provider bridges (VLAN stacking, Q-in-Q)</u>	x		
- <u>IEEE 802.1Q Virtual LAN (VLAN) bridges</u>	x		
- <u>IEEE 802.1v VLAN classification by protocol and port</u>	x		
- <u>IEEE 802.3ac VLAN tagging</u>	x		
VXLAN		x	
Gestión de políticas de seguridad.	x		
Soporte de ACL:	x		
- <u>IPv4 / IPv6 Ingress &amp; Egress ACLs using L2, L3, L4 fields.</u>	x		
Autenticación y gestión de identidad:	x		
- RADIUS	x		
- TACACS+		x	
- LDAP		x	
Encriptación:	x		
- <u>Secure Shell (SSH)</u>	x		
- <u>Secure Sockets Layer (SSL)</u>	x		
- <u>Transport Layer Security (TLS)</u>		x	
Filtrado de paquetes:	x		
- Inspección profunda de Paquetes (DIP <sup>42</sup> )		x	

## Referencias

- [1] ITU Telecommunication Standardization, «Cloud computing – Functional requirements of Infrastructure as a Service,” ITU-T, Switzerland Geneva, Recommendation ITU-T Y.3513 Y.3513, Aug. 2014.», *ITU-T Recomm.*, 2014.
- [2] P. Oppenheimer, *Top-down network design*, 3rd ed. Indianapolis, IN: Cisco Press, 2011.
- [3] Frank Ernesto Tarrau Prendes, Lilia Rosa García Perellada, y Alain Abel Garófalo Hernández, «PROPUESTA DE REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES PARA EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE NUBES PRIVADAS CON SOPORTE PARA INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO», presentado en

<sup>42</sup> Siglas correspondientes al término en inglés: Deep Packet Inspection.

18 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, Palacio de Convenciones de La Habana, 2016, pp. 881-895.

- [4] J. Durand, T. Rutt, y F. de Vault, «Cloud Computing Service Metric Templates Primer», National Institute of Standards and Technology, Special Publication 500-xxx, dic. 2014.
- [5] «CSMIC | Defining globally accepted measures for cloud services», 20-nov-2014. [En línea]. Disponible en: <http://csmic.org/>. [Accedido: 20-nov-2014].
- [6] «Microsoft Word - SMI\_Overview\_140701.docx - SMI\_Overview\_TwoPointOne1.pdf». .
- [7] J. Siegel y J. Perdue, «Cloud Services Measures for Global Use: The Service Measurement Index (SMI)», en *2012 Annual SRII Global Conference*, 2012, pp. 411-415.
- [8] F. Tarrau Prendes, L. R. García Perellada, y Garófalo Hernández, «PROPUESTA DE REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES PARA EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE NUBES PRIVADAS CON SOPORTE PARA INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO», en *18 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura.*, Palacio de Convenciones de La Habana, 2016, pp. 881-895.
- [9] NIST, «NIST-Cloud Computing Synopsis and Recommendations». may-2012.
- [10] L. Badger, T. Grance, R. Patt-Corner, y J. Voas, «DRAFT Cloud Computing Synopsis and Recommendations», National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, Special Publication 800-146, may 2011.
- [11] «Microsoft Word - CloudFrameworkIR.docx - CloudFrameworkIR.PDF». .
- [12] Devi, «EOS Life Cycle Policy», *Arista Networks*, 09-ene-2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.arista.com/en/support/product-documentation/eos-life-cycle-policy>. [Accedido: 11-ene-2020].
- [13] S. Krishna, «Five Year End of Life Policy - Arista», *Arista Networks*, 04-feb-2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.arista.com/en/support/product-documentation/five-year-end-of-life-policy>. [Accedido: 11-ene-2020].
- [14] A. Admin, «Three Year End of Life Policy - Arista», *Arista Networks*, 04-feb-2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.arista.com/en/support/product-documentation/end-of-life-policy>. [Accedido: 11-ene-2020].
- [15] «Products - End-of-Life Policy», *Cisco*. [En línea]. Disponible en: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/eos-eol-policy.html>. [Accedido: 11-ene-2020].
- [16] «Cumulus Linux Release Versioning and Support Policy», *Cumulus Networks® Knowledge Base*. [En línea]. Disponible en: <http://support.cumulusnetworks.com/hc/en-us/articles/217132357-Cumulus-Linux-Release-Versioning-and-Support-Policy>. [Accedido: 11-ene-2020].
- [17] «Extreme Networks Product Support and End of Life Policy». Extreme Networks, Inc., 20-dic-2019.
- [18] «Product Life Cycle Management Strategy - Product Life Cycle Management Strategy- H3C». [En línea]. Disponible en: [http://www.h3c.com/en/Support/Policy\\_Dynamics/Management\\_Strategy/](http://www.h3c.com/en/Support/Policy_Dynamics/Management_Strategy/). [Accedido: 11-ene-2020].
- [19] «HPE Networking End of Life Information | Hewlett Packard Enterprise». [En línea]. Disponible en: [https://techlibrary.hpe.com/us/en/networking/products/eos/information.aspx#.XhpBP\\_xOnIU](https://techlibrary.hpe.com/us/en/networking/products/eos/information.aspx#.XhpBP_xOnIU). [Accedido: 11-ene-2020].
- [20] «Juniper Networks Product End-of-Life». Juniper Networks, Inc., 01-jun-2018.