

**DISEÑO DEL SERVICIO DE TELETRABAJO PARA EL ÁREA DE O&M DE LA  
EMPRESA GLOBAL-IPGUZ, BASADO EN TECNOLOGÍAS DE RED DE HARDWARE  
CONVENCIONAL Y VIRTUALIZADAS**

ANDREA JOHANNA GUZMÁN ARIAS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE REDES DE DATOS  
BOGOTÁ D.C.  
2016

**DISEÑO DEL SERVICIO DE TELETRABAJO PARA EL ÁREA DE O&M DE LA  
EMPRESA GLOBAL-IPGUZ, BASADO EN TECNOLOGÍAS DE RED DE HARDWARE  
CONVENCIONAL Y VIRTUALIZADAS**

**Presentado Por:**

Andrea Johanna Guzmán Arias

**Dirigido por:**

**ING. CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO NARVAEZ**

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE REDES DE DATOS  
BOGOTÁ D.C  
2016

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Bogotá, 20 de Agosto de 2016

## RESUMEN

A medida que pasa el tiempo el ser humano es cada vez más dependiente de los dispositivos electrónicos e internet, utilizándolos como medio para desempeñar sus tareas rutinarias y en especial sus obligaciones laborales. Convirtiéndose internet en un medio para el desempeño de actividades remuneradas sin necesidad del contacto entre el trabajador y empleador o sin requerirse la presencia física del trabajador en un sitio específico de trabajo.

Es por esta razón que los proveedores de servicios, aplicaciones y dispositivos electrónicos, deben encontrarse a la par en continuo desarrollo, seguridad e innovación, con el fin de poderle brindar la mejor experiencia y comodidad al usuario final.

Este desarrollo ha aumentado la exigencia en cuanto a la capacidad ofrecida por los proveedores de Internet, ya que las aplicaciones y servicios cada vez demandan mayor ancho de banda para su correcto rendimiento. En cuanto al acceso de los dispositivos electrónicos a Internet, la exigencia también se hace notable, las Compañías y usuarios adquieren con mayor frecuencia gran número de dispositivos electrónicos que requieren conectar a la vez a internet, por lo que surge la necesidad de adquirir por parte de estos nuevo hardware para acceso, con el fin de establecer la conexión .

Por todas las necesidades actuales sobre Internet y en la búsqueda de escalabilidad y bajos costos de capital, operación y mantenimiento, se desarrolla la tecnología (SDN y NFV) las cuales alejan las redes del hardware para acercarlas al software, simplificando y facilitando su evolución y gestión.

## Palabras Clave

VPN: Tecnología de red que se utiliza para conectar una o más computadoras a una red privada utilizando internet.

Firewall: Dispositivo o conjunto de dispositivos configurados para permitir, limitar, cifrar, y descifrar el tráfico de red.

SDN: Hace referencia a redes definidas por software.

NFV: Hace referencia a virtualización de las funciones de red.

Red Lan: Red que conecta los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada (como una habitación, un edificio o conjunto de edificios).

Red Wan: Tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100 hasta unos 1000 km, dando el servicio a un país o un continente.

Router: Dispositivo de red que permite el enrutamiento de paquetes entre redes independientes.

Switch: Dispositivo de interconexión de redes informáticas.

Teletrabajo: “Forma de organización laboral, que consiste en el desempeño de actividades remuneradas utilizando como soporte las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para el contacto entre el trabajador y la empresa, sin requerirse la presencia física del trabajador en un sitio específico de trabajo”. (**mintrabajo. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de <http://www.mintrabajo.gov.co/teletrabajo.html>**)

Servidor: Ordenador remoto que provee los datos solicitados por parte de los navegadores de otras computadoras.

[Cloud Computing: Se basa en que las aplicaciones software y los equipos hardware con capacidad de proceso y almacenaje de datos no están en el PC o equipos del usuario, sino que están ubicado en un datacenter que permite a los usuarios acceder a las aplicaciones y servicios disponibles a través de Internet.

Iaas: Solución basada en virtualización en la que se paga por consumo de recursos como (espacio en disco utilizado, tiempo de CPU, espacio en base de datos y transferencia de datos.

Paas: Abarca el ciclo completo para desarrollar e implantar aplicaciones desde internet.

Saas: Aplicación ofrecida por su creador a través de internet para su utilización por varios clientes, manteniendo la privacidad de sus datos y la personalización de la aplicación.]

**(Revista Cloud Computing. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de <http://www.revistacloudcomputing.com/glosario-cloud-computing/#>)**

# Tabla de Contenidos

---

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
<b>PROBLEMA</b>	<b>13</b>
<b>PREGUNTA PROBLEMA</b>	<b>15</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>15</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>21</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>21</b>
<b>ESTADO DEL ARTE</b>	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>24</b>
<b>ENCUESTA REALIZADA AL ÁREA DE O&amp;M</b>	<b>43</b>
<b>SOLUCION</b>	<b>47</b>
<b>DISEÑO DE LA RED DE TELETRABAJO POR MEDIO DE TECNOLOGIA CONVENCIONAL</b>	<b>51</b>
<b>DISEÑO DE LA RED DE TELETRABAJO POR MEDIO DE TECNOLOGIAS VIRTUALIZADAS</b>	<b>66</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 1-INVENTARIO DEL HARDWARE DE GLOBAL-IPGUZ</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO 2- INVENTARIO DEL SOFTWARE DE GLOBAL-IPGUZ</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>74</b>

# Tabla de Figuras

---

Pág.

FIGURA 1. TECNOLOGÍAS DE ACCESO.....	30
FIGURA 2. SERVICIO ETHERNET LINE (E-LINE).....	32
FIGURA 3. SERVICIO ETHERNET LINE (E-LAN) .....	33
FIGURA 4. VPN SITE-TO-SITE .....	34
FIGURA 5. VPN CLIENT TO SITE .....	34
FIGURA 6. CONTROLADOR SDN QUE UTILIZAN LAS APIS.....	39
FIGURA 7. VIRTUAL SWITCH (NFV).....	41
FIGURA 8. ARQUITECTURA DE NFV .....	42
FIGURA 9. RESPUESTA ENCUESTA DEL CARGO DESEMPEÑADO .....	44
FIGURA 10. RESPUESTA ENCUESTA HERRAMIENTAS UTILIZADAS .....	44
FIGURA 11. RESPUESTA ENCUESTA DE LA FRECUENCIA A UTILIZAR LA MODALIDAD DE TELETRABAJO.....	44
FIGURA 12. RESPUESTA ENCUESTA DEL POR QUÉ ESTARÍA DE ACUERDO DE QUE IMPLEMENTARAN LA MODALIDAD DE TELETRABAJO.....	45
FIGURA 13. RESPUESTA ENCUESTA DE SI CUENTA CON UN EQUIPO DE CÓMPUTO EN EL HOGAR .....	45
FIGURA 14. RESPUESTA ENCUESTA DE SI CUENTA CON EL SERVICIO DE INTERNET EN EL HOGAR .....	45
FIGURA 15. RESPUESTA ENCUESTA CON QUE VELOCIDAD EN EL SERVICIO DE INTERNET CUENTA.....	46
FIGURA 16. TEST VELOCIDAD DE INTERNET DE GLOBAL-IPGUZ .....	48
FIGURA 17. DIAGRAMA DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA COMPAÑÍA GLOBAL-IPGUZ.....	49
FIGURA 18. IMAGEN DE LOS EQUIPOS FÍSICOS DE GLOBAL-IPGUZ .....	49
FIGURA 19. IMAGEN DE LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS POR LOS INGENIEROS .....	51
FIGURA 20. DISEÑO DE LA RED PARA LOS EMPLEADOS EN MODALIDAD DE TELETRABAJO Y EN LA PLANTA FÍSICA .....	52

FIGURA 21. AUMENTO DE USUARIOS EN EL USO DE INTERNET MÓVIL .....	53
FIGURA 22. COBERTURA EN EL ACCESO .....	54
FIGURA 23. BANDA ANCHA EN COLOMBIA 3G Y 4G .....	56
FIGURA 24.DIFERENTES MEDIOS DE ACCESO DEL TELETRABAJADOR .....	56
FIGURA 25.CONEXIÓN A INTERNET FIJA.....	57
FIGURA 26.CONEXIÓN INALÁMBRICA A INTERNET .....	58
FIGURA 27.CONEXIÓN REMOTA DESDE UN SMARTPHONE .....	59
FIGURA 28.CONEXIÓN A LA RED MÓVIL.....	59
FIGURA 29. SIMULACIÓN GNS3 DE VPN SITE-TO-SITE .....	60
FIGURA 30. ESTADO UP DEL FIREWALL PFSENSE DE TELE-MÓVIL Y GLOBAL-IPGUZ.....	61
FIGURA 31. SIMULACIÓN GNS3 DE LA VPN CLIENT-TO-SITE .....	61
FIGURA 32. ESTADO UP DEL FIREWALL ENDIAN Y DE LA VPN DEL TELETRABAJADOR.....	62
FIGURA 33. CREACIÓN DE UNA TOPOLOGÍA BÁSICA EN LA PLATAFORMA MININET .....	67
FIGURA 34. SWITCH CE1800V .....	70

# Índice de Tabla

---

	Pág.
TABLA 1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL TELETRABAJO .....	26
TABLA 2. SOFTWARE DE LA COMPAÑÍA GLOBAL-IPGUZ.....	50
TABLA 3. VELOCIDAD REQUERIDA DE INTERNET FIJA.....	57
TABLA 4. PFSENSE SG-2440 Y ANTIVIRUS KASPERSKY SMALL OFFICE SECURITY .....	63
TABLA 5. COSTOS Y GASTOS DE GLOBAL-IPGUZ.....	64
TABLA 6. REDUCCIÓN DE COSTOS Y GASTOS DE GLOBAL-IPGUZ .....	65
TABLA 7. COMANDOS BÁSICOS PARA LA CREACIÓN DE LA TOPOLOGÍA DE RED EN LA PLATAFORMA MININET ..	67

## INTRODUCCIÓN

[

En los años 70 el físico Jack Nilles, durante la crisis del petróleo crea e implementa el modelo de teletrabajo en una aseguradora en 1973, a partir de terminales sencillas a estaciones remotas de la sede principal. Su idea nació de investigaciones sobre el impacto que tendría la información en la sociedad y como optimizar los recursos no renovables, con el objetivo de ahorrar energía evitando desplazamientos que provocaran consumos derivados del petróleo.

Jack, consideraba que las personas podían trabajar usando las comunicaciones remotas, basadas en la tecnología para evitar desplazamientos. Hacia los años 80, el desarrollo tecnológico conduce a un paso importante en la disposición del teletrabajo en las empresas. Algunos países europeos, deciden adoptar el nuevo modelo para equilibrar las altas tasas de desempleo y fomentar la apropiación de las nuevas tecnologías.

Para esto, fue necesario mejorar la infraestructura técnica de telecomunicaciones en las organizaciones, y establecer metas con los teletrabajadores para la implementación exitosa y sostenible. Mediada por la descentralización, el recorte de gastos y la agilización de servicios, según John Dvorak columnista y locutor de tecnología e informática.

Las empresas descubrieron que el teletrabajo ofrece ciertos beneficios que aportan a la organización y a los empleados. Las tecnologías digitales y las telecomunicaciones son de gran ayuda en el diseño, la fabricación, el marketing y en el manejo gerencial de un negocio, generando rentabilidad y rendimiento en lo que se refiere a la reducción de costos y mejoras en la productividad, por la flexibilidad y descentralización en la organización. Proceso que ha contribuido al crecimiento del autoempleo y al fomento del desarrollo de las infraestructuras de las comunicaciones, en un entorno competitivo integrando a grupos tradicionalmente menos favorecidos y al uso y aplicación de las nuevas tecnologías.

] **(Historia del teletrabajo. Recuperado el 2016, de <http://comunidadteletrabajo.com/historia-del-teletrabajo/>)**

El presente documento se realiza con la intención de analizar las ventajas y desventajas que conllevaría implementar la modalidad de teletrabajo en la compañía y a los empleados de GLOBAL-IPGUZ, además de conocer el diseño tecnológico de red que se debería implementar para el modelo de teletrabajo.

Con el fin de conocer la posibilidad tecnológica de implementar la modalidad de teletrabajo en la compañía GLOBAL-IPGUZ, se realiza análisis actual de la red y se diseña la infraestructura tecnológica necesaria para implementar la modalidad de teletrabajo por medio de dos diseños de red, convencional y otro con las nuevas tecnologías de virtualización que actualmente ofrece la empresa privada multinacional china Huawei Technologies, investigando la diferentes tecnologías de acceso a la red, transporte y seguridad.

Se realiza encuesta a los empleados de la compañía GLOBAL-IPGUZ, con el fin de conocer las características tecnológicas de red con que cuentan en sus hogares y el gusto o disgusto por la modalidad de teletrabajo.

## **PROBLEMA**

La empresa GLOBAL-IPGUZ brinda el soporte de O&M al cliente Tele-Móvil, con el fin de garantizar la calidad en el servicio de telefonía móvil ofrecido por el cliente.

El área de O&M está compuesta por un grupo de 14 ingenieros distribuido de la siguiente forma: 6 ingenieros ofensores, 6 ingenieros super-core, 1 ingeniero satelital y 1 ingeniero CRC. A diferencia de los ingenieros ofensores, el grupo de O&M debe cumplir un horario administrativo de 8 horas, comprendido entre las 8:00 am y las 5:00 pm de lunes a viernes, realizando como tarea la creación de informes que suministran la información del estado actual de la red de telefonía celular.

El grupo de 6 ingenieros ofensores atienden, realizan acciones, escalan y reportan las fallas de fuera de servicio y degradaciones existentes en la red de telefonía celular, por tal motivo es necesario que el personal se encuentre disponible las 24 horas del día.

Con el fin de cumplir con la disponibilidad del personal las 24 horas del día, por turno se cuenta con dos ingenieros y se realizan turnos rotativos cada 7 días en un horario de 8 horas por turno, organizados de la siguiente forma:

- 06:00 - 14:00 Horas = Turno mañana
- 14:00 - 22:00 Horas= Turno tarde
- 22:00 - 06:00 Horas= Turno nocturno

Sin embargo el grupo de ingenieros ofensor ha expresado no sentirse a gusto en el trabajo, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Rotación frecuente en el mes para iniciar el turno nocturno, por la disponibilidad de solamente 2 ingenieros en el mismo turno durante la semana.
- La no disponibilidad con su familia los fines de semana y días festivos.

- Número de personal insuficiente, dado a que durante los turnos realizados se revisan en promedio 48 estaciones base, los ingenieros no alcanzan a realizar el seguimiento correspondiente, causando aumentos de SLAs establecidos y tiempo extra por los ingenieros en las entregas de turno ya que comparten el mismo equipo de cómputo.
- Frecuentemente los ingenieros, después de terminar el turno laboral, son solicitados por el cliente para verificar el cumplimiento de los KPIs y la solución al caso radicado. El Ingeniero quien en el momento de la solicitud del cliente, no se encuentra en su puesto de trabajo, requiere algún medio que le permita establecer conexión hacia las herramientas de gestión utilizadas durante su turno laboral, con el fin de responder la solicitud del cliente.
- Cuando se presentan fallas masivas, el personal programado en el turno no alcanza a atender la falla en el tiempo estimado por el cliente, causando aumentos de SLA establecidos y recarga laboral para los ingenieros.
- Los ingenieros deben recorrer largas distancias para llegar a la compañía, así como excesivos gastos de transporte, dado a que se cuenta con personal de sitios como (Bosa, Zipaquirá, Chía, Madrid, Tabio, Tenjo, entre otros).
- El personal se encuentra en riesgo constante debido al horario de ingreso y salida, teniendo en cuenta que la compañía se localiza en la zona de los mártires, caracterizada por la alta peligrosidad, principalmente en el horario nocturno.

## **PREGUNTA PROBLEMA**

¿Conociendo la infraestructura tecnológica con la que actualmente cuenta la empresa Global IPGUZ, de qué manera se podría implementar un modelo de teletrabajo en el área de O&M?

## **JUSTIFICACIÓN**

Las ventajas y beneficios al implementar la modalidad de teletrabajo en las organizaciones pueden entenderse desde distintos ámbitos:

[

### **Para el negocio**

- Mayor productividad equivale a mayores ingresos y mayor crecimiento del negocio.
- Costos predecibles asociados a la flexibilidad de la inversión en planta física, tecnología y recursos humanos que responderán a la demanda.
- Reducción de costos fijos en planta física, mantenimiento y servicios públicos.

### **Para las operaciones:**

- Control y seguimiento permanente al desarrollo de las tareas programadas a través de las herramientas tecnológicas.

### **Para el área de recursos humanos:**

- Mayor índice de retención del personal capacitado.
- Equilibrio entre los espacios laborales y personales de los empleados que generan mayor calidad de vida que se traduce en mayor productividad.

### **Para el área de tecnología:**

- Reducción del costo en adquisición de hardware y software.
- Política “Bring Your Own Device -BYOD-” que aprovecha los dispositivos de propiedad del trabajador y no aumenta costos para la organización.
- Control total sobre los escritorios virtuales y el flujo de la información.

### **Para los programas de responsabilidad social:**

- Reducción de la huella de carbono al evitar el desplazamiento de los trabajadores hacia la empresa.
- Inclusión socio-laboral de población vulnerable gracias a las TIC: situación de discapacidad, aislamiento geográfico, cabezas de familia.
- Aporte al mejoramiento de la movilidad de las ciudades y reducción del tráfico asociado a las jornadas de trabajo.

### **Beneficios para los trabajadores**

- Ahorros en tiempos por desplazamientos entre hogar y oficina.
- Ahorros en dinero derivados de la disminución de desplazamientos, tangibles en la reducción de costos de combustible o pagos de transporte público.
- Ahorros y mejoras significativas en la alimentación y la salud de los trabajadores, al consumir alimentos preparados en sus hogares.
- Mejoras en la salud al reducir el estrés derivado de los desplazamientos y los gastos asociados.
- Mejora en los lazos familiares y vecinales al tener mayor presencia física en el hogar y otros espacios de socialización.
- Optimización de las actividades personales gracias al desarrollo de habilidades para la gestión del tiempo y las tareas.

]

**(El libro blanco del ABC de teletrabajo en Colombia. Recuperado el 10 de 06 de 2016, de [http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-8228\\_archivo\\_pdf\\_libro\\_blanco.pdf](http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-8228_archivo_pdf_libro_blanco.pdf))**

En cuanto a los beneficios que el empleador debe aportar al teletrabajador son por ejemplo afiliación al sistema de seguridad social integral, mantenimiento del equipo de trabajo, conexiones y programas. El empleador tiene la obligación de proveer las herramientas tecnológicas para que el teletrabajador pueda desempeñar sus funciones. No obstante, y como excepción, las partes pueden pactar que el empleado suministre el equipo informático. En ese caso, el empleador debe compensar el costo que le generó esa herramienta al trabajador o una prima extra en compensación por la utilización de las herramientas tecnológicas para fines laborales.

En todo caso, la prima extra no representa mayores egresos para la empresa, que si el trabajador acude a la empresa de manera presencial. “Según las empresas Compufácil y Savantti, cuando tienen trabajando desde sus oficinas a sus empleados implican inversiones realizadas desde los \$2'000.000 millones hasta los \$8'000.000 millones mensuales por empleado, por la adecuación de un puesto de trabajo exclusivo para cada empleado, acceso a internet, obras civiles, cableados, servicios públicos y refrigerios entre otros.” **(Dinero. (16 de 10 de 2013). Recuperado el 14 de 08 de 2016, de Teletrabajo reduce costos: <http://www.dinero.com/pais/articulo/teletrabajo-reduce-costos-empresariales/186219>)**

Para el caso de la empresa GLOBAL-IPGUZ se ahorraría el costo de arriendo en equipos de cómputo y los gastos en arriendo y servicios públicos del sitio de trabajo. Los costos y gastos se deben cancelar mensualmente.

[

Legalmente, en cuanto a la contratación laboral del teletrabajador para una entidad privada, la reglamentación de la Ley 1221 de 2008 mediante el Decreto 884 de 2012, establece que se debe firmar un documento anexo al contrato vigente en el que se establezca:

- Voluntariedad del teletrabajo: El empleado o empleador puede proponer esta modalidad al trabajador, y este último puede aceptar o rechazar tal solicitud. En ambos casos no se está vulnerando ningún derecho ni incumpliendo alguna obligación.
- Acuerdo de teletrabajo: El acuerdo de teletrabajo es el documento anexo al contrato de trabajo, el cual incorpora las especificidades en que opera el teletrabajo entre el trabajador y la empresa.
- Modificación del reglamento interno de trabajo: El Decreto 884 de 2012 en los artículos 5° y 8° establece que el empleador debe incorporar en el reglamento interno de trabajo las condiciones especiales de cómo operará el teletrabajo en el interior de la entidad, como por ejemplo las reglas bajo las cuales esta modalidad laboral se practicará en el interior de la organización e incluir un reglamento interno de trabajo relacionando el uso de equipos, programas y manejo de la información.
- Reporte ante la administradora de riesgos laborales: El artículo 9° del Decreto 884 de 2012 establece que se debe reportar a un teletrabajador ante la administradora de riesgos laborales. El empleador deberá reportar en el formulario único de afiliación, novedades y retiro de trabajadores, la novedad de que el empleado tiene la condición de teletrabajador.
- Reversibilidad del teletrabajo: Los trabajadores que actualmente realicen su trabajo en las instalaciones del empleador, y pasen a ser teletrabajadores, conservan el derecho de solicitar en cualquier momento, volver a la actividad laboral convencional. La reversibilidad es una facultad que tiene el empleador y un derecho del teletrabajador. Esta consiste en la posibilidad de que el teletrabajador retorne a su puesto habitual de trabajo, es decir, perder la calidad de teletrabajador y ocupar su puesto de trabajo en las instalaciones del empleador.

]

**(mintrabajo. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de <http://www.mintrabajo.gov.co/teletrabajo.html>)**

En cuanto a los beneficios técnicos al implementar el teletrabajo, se deben aplicar políticas de seguridad en redes para garantizar la seguridad de la información de la compañía, por lo que en el diseño de la red se contaría con el uso de: (VPN, Firewall, realizar actualizaciones periódicas de los antivirus, activar mecanismos de autenticación, configurar y habilitar bloqueo de sesiones por

inactividad, realizar copias periódicas de respaldo, cifrar la información sensible, actualizar el control de acceso a la infraestructura, combinar dos o más factores de autenticación de acceso directo, cambiar con regularidad las claves de acceso, utilizar claves de alta complejidad, incluir múltiples factores de autenticación, establecer procesos seguros de entrega de claves, crear perfiles de acceso a determinada aplicación, cifrar datos sensibles y cifrar correo electrónico entrante y saliente). Al implementar las políticas de seguridad con el fin de incorporar el teletrabajo, se estaría brindando un beneficio extra para la compañía ya que actualmente no cuenta con los procesos rutinarios que aconseja las políticas de seguridad, además que evitaría que los trabajadores utilizaran software libre con el fin de realizar conexiones remotas a los computadores que se encuentran en la planta física de la compañía.

[

Con el fin de reducir costos y gastos al realizar la implementación técnica del teletrabajo, se elige realizar el diseño de la red basado en tecnología (SDN y NFV), las cuales alejan las redes del hardware para acercarlas al software, simplificando y facilitando su evolución y gestión.

Beneficios obtenidos al implementar la tecnología NFV en una infraestructura de red:

- Reducción de los costos de operación y de capital.
- Reducción del consumo energético.
- Reducción del tiempo de lanzamiento al mercado de nuevos servicios de red.
- Incremento de la Rentabilidad de la inversión.
- Flexibilidad para escalar rápida y dinámicamente diferentes servicios en función de la demanda.
- Despliegue de nuevos servicios innovadores de bajo riesgo.
- Apertura al mercado de dispositivos virtuales y a los participantes de software puro.

NFV y SDN no depende una de la otra, sin embargo son compatibles. NFV provee la infraestructura sobre la que el software de la SDN se ejecuta.

Ventajas de realizar la combinación de NFV y SDN.

- El hardware propietario que es comúnmente costoso y cumple una función específica es reemplazado por hardware genérico con software avanzado que permite funciones de virtualización.
- El plano de control en software, se puede mover de un hardware costoso (en una plataforma dedicada) a una ubicación que optimiza su uso.
- El plano de control se abstrae de la infraestructura utilizada para enviar y recibir datos, y se estandariza para permitir la innovación en la red y en sus aplicaciones, sin la necesidad de actualizar los equipos de red.

]

**(Herrera, u. G., & Botero, J. F. (2015). Network Functions Virtualization: A Survey.)**

Una de las modalidades de teletrabajo se denomina teletrabajo suplementario y se aplicaría en la empresa GLOBAL-IPGUZ, la modalidad aplica para los trabajadores que actualmente tienen un contrato laboral y alternan sus tareas en distintos días de la semana entre la empresa y un lugar fuera de ella usando las TIC para dar cumplimiento a sus labores.

La modalidad de teletrabajo suplementario se adecua a los empleados de GLOBAL-IPGUZ, porque para realizar las labores correspondientes no es necesaria la presencia del empleado en la empresa, dado a que se realiza monitoreo remoto al hardware del cliente.

## **OBJETIVO GENERAL**

Realizar una propuesta técnico-económica del diseño de red de teletrabajo, comparando una solución virtualizada versus una solución de red convencional en el área de O&M de la empresa GLOBAL-IPGUZ, con el fin de mejorar la calidad de vida laboral de los trabajadores y reducir los costos y gastos de la empresa.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los equipos de red con que cuenta la compañía, con el fin de realizar el diseño técnico.
- Identificar los servicios de red que requieren los ingenieros en la jornada laboral, con el fin de realizar el respectivo diseño, instalación y configuración en la red y dispositivos de acceso remoto.
- Diseño de la red de teletrabajo, aplicando la tecnología convencional y tecnologías virtualizadas.
- Determinar el costo de cada una de las soluciones de red.
- Comparación técnico-económica del diseño de una solución convencional vs una solución virtualizada.

## ESTADO DEL ARTE

La compañía Cisco dedicada a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría de equipos de telecomunicaciones ha desarrollado varios equipos y herramientas seguras con las que se da solución a la hora de pensar en implementar teletrabajo en las compañías o en los hogares del teletrabajador.

Aplicaciones como Cisco Webex permiten realizar conferencias de voz y video al mismo tiempo que es posible compartir el escritorio o alguna aplicación específica. Cisco Jabber es una aplicación de chat corporativo y anexo de voz y vídeo. Cisco Spark permite realizar mensajes de texto, voz y vídeo, adicionalmente permite crear grupos de trabajo donde se almacena información tal como presentaciones y documentos.

En cuanto a hardware la compañía ha generado las siguientes soluciones:

[  
**Cisco RVXXX:** Es un router VPN multifunción, flexible de alto rendimiento y fácil de usar, adecuado para las pequeñas empresas. Ofrece alta seguridad, banda ancha, conectividad por cable e inalámbrica para pequeñas oficinas y empleados remotos. Puede ser utilizado como un router inalámbrico independiente, punto de acceso, puente o repetidor para implementaciones flexibles además que cuenta con un puerto USB para permitir 3G y 4G.



El router tiene un costo de \$174 dólares y es útil para los empleados que necesitan conectarse desde su casa, en la carretera, o desde oficinas remotas, el Cisco RVXXX posee funciones integradas de encriptación de clase empresarial y autenticación, incluyendo soporte para IPsec, Point-to-Point Protocol (PPTP), conexiones de clientes VPN e IPsec -Gateway-to-Gateway túneles VPN. El soporte de red permite configurar puntos de acceso de invitados inalámbricos para proporcionar conectividad de alta seguridad para clientes y visitantes.

**Firewalls de próxima generación Cisco ASA de la serie 5500-X:** La familia ASA de dispositivos de seguridad de Cisco ASA protege las redes empresariales de todos los tamaños. Proporciona a los usuarios un acceso sumamente seguro a los datos: en cualquier momento, en cualquier lugar y con cualquier dispositivo. Estos dispositivos representan más de 15 años de liderazgo demostrado en seguridad de la red y firewalls, con más de 1 millón de dispositivos de seguridad instalados en todo el mundo.

El software Cisco Adaptive Security Appliance (ASA) es el núcleo del sistema operativo en el que se basa la familia Cisco ASA. Proporciona funciones de firewall de clase empresarial para los dispositivos ASA en una variedad de formatos: dispositivos autónomos, módulos blade y virtuales. El software ASA se integra además con otras tecnologías esenciales de seguridad a fin de ofrecer soluciones completas que satisfacen en todo momento las necesidades de seguridad en constante evolución.

Entre las ventajas del software Cisco ASA destacan:

- Ofrece funciones integradas de IPS, VPN, y Comunicaciones Unificadas
- Ayuda a las organizaciones a aumentar su capacidad y mejorar su rendimiento a través de formación de clústeres
- Ofrece aplicaciones de alta disponibilidad y gran capacidad de recuperación
- Proporciona identificación del contexto con etiquetas de grupos de seguridad de Cisco TrustSec y firewall con detección de identidad
- Facilita el routing dinámico y VPN entre sitios en función del contexto
- El software Cisco ASA es compatible con las normas de cifrado de próxima generación, incluidas el conjunto Suite B de algoritmos criptográficos. Además se integra con Cisco Cloud Web Security para ofrecer protección contra amenazas basadas en la Web.
- En cuanto a software de gestión, Cisco ha desarrollado (Cisco Network Access Manager) brindando los siguientes beneficios:
- Software instalado al cliente para proporciona una red de capa 2 de alta seguridad que cumple con las políticas establecidas por los administradores de redes empresariales.
- Gestiona los protocolos de la red de acceso en cuanto a la identidad de usuario y el dispositivo, necesarios para obtener un acceso seguro.

- Los administradores pueden controlar cualquier red o recurso de los puntos finales que se conectan.

]

**(Cisco. Obtenido de Software de Cisco Adaptive Security Appliance (ASA):  
[http://www.cisco.com/c/es\\_es/products/security/adaptive-security-appliance-asa-software/index.html](http://www.cisco.com/c/es_es/products/security/adaptive-security-appliance-asa-software/index.html))**

## MARCO TEÓRICO

[

En Colombia el concepto de Teletrabajo es una forma de organización laboral, que consiste en el desempeño de actividades remuneradas o prestación de servicios a terceros utilizando como soporte las tecnologías de la información y comunicación TIC para el contacto entre el trabajador y la empresa, sin requerirse la presencia física del trabajador en un sitio específico de trabajo, que se establece en la Ley 1221 de 2008.

El 30 de abril de 2012, el Gobierno Nacional profirió el Decreto 884 de 2012, por medio del cual reglamentó parcialmente la Ley 1221 de 2008, ocupándose del teletrabajo en relación de dependencia, es decir, el que opera en el marco de un contrato de trabajo, o una relación laboral vigente tanto en el sector público, como el privado.

]

**(mintrabajo. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de  
<http://www.mintrabajo.gov.co/teletrabajo.html>)**

Hay que aclarar que teletrabajo no es una profesión, no es un call center, no es un servicio a domicilio y no es manufactura en casa.

[

### **1. Modalidades del teletrabajo**

1.1 Teletrabajo autónomo: Trabajadores independientes o empleados que se valen de las TIC para el desarrollo de sus tareas, ejecutándolas desde cualquier lugar elegido por ellos.

1.2 Teletrabajo suplementario: Trabajadores con contrato laboral que alternan sus tareas en distintos días de la semana entre la empresa y un lugar fuera de ella usando las TIC para dar cumplimiento. Se entiende que teletrabajan al menos dos días a la semana

1.3 Teletrabajo móvil: Trabajadores que utilizan dispositivos móviles para ejecutar sus tareas. Su actividad laboral les permite ausentarse con frecuencia de la oficina. No tienen un lugar definido para ejecutar sus tareas.

]

**(El libro blanco del ABC de teletrabajo en Colombia. Recuperado el 10 de 06 de 2016, de [http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-8228\\_archivo\\_pdf\\_libro\\_blanco.pdf](http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-8228_archivo_pdf_libro_blanco.pdf))**

**Ventajas y desventajas del teletrabajo:**

	<b>Posibles ventajas</b>	<b>Posibles inconvenientes</b>
<b>Para el individuo</b>	Mejora el rendimiento y la productividad. Menos tiempo de desplazamiento al trabajo. Menos estrés laboral. Más tiempo con la familia. Única posibilidad de entrar al mercado laboral.	Menos oportunidades para las relaciones personales. Más estrés relacionado con el hogar.
<b>Para la organización</b>	Mayor productividad Ahorro de espacio de oficina. Menos absentismo. Imagen de empresa flexible.	Más aislamiento profesional. Menos seguridad en el empleo. Desafío a la posibilidad de control y motivación de los teletrabajadores. Empleados menos comprometidos Pérdida de trabajo en equipo
<b>Para la sociedad</b>	Menos desplazamientos, menos (contaminación, congestión de tráfico y accidentes) Menos discriminación laboral	Individuos más aislados de las instituciones sociales (sociedad autista)

*Tabla 1. Ventajas y desventajas del teletrabajo*

**(Domingo Verano Tacorontea, H. S. (2013). El teletrabajo y la mejora de la movilidad en las ciudades. European Research on Management and Business Economics, 41-46 )**

En cuanto a la solución tecnología para realizar el diseño de una red para teletrabajo, se requiere:

2. Red de acceso: “También denominada red de última milla, es la parte de la red que conecta a los usuarios finales (residenciales o corporativos) a las redes de las operadoras de telecomunicaciones.” **(ms.gonzalez. (05 de 11 de 2012). redstelematicas. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de <http://redstelematicas.com/la-ultima-milla/>)**

Existen dos tipos de tecnologías de acceso, tecnologías de acceso guiado y tecnologías de acceso no guiado.

[

**2.1 Tecnologías de acceso guiado:** Son aquellos accesos que requieren una conexión por medio de un cable hasta el terminal del usuario, por lo que la ubicación del usuario es relativamente fija. Este es el caso de la mayoría de servicios de banda ancha domésticos.

El acceso guiado se basa en las siguientes tecnologías:

**2.2 xDSL:** Es la familia de tecnologías comúnmente conocidas como "ADSL" y que proveen acceso a internet de banda ancha a través de la red telefónica tradicional, es decir a través de cables de pares de cobre. Estas redes aunque son muy comunes, tienen límites en cuanto a la velocidad máxima y distancia de cobertura, por lo que están viéndose progresivamente sustituidas por redes basadas en fibra óptica con mejores características para la transmisión de datos a alta velocidad y a largas distancias.

]

**(Tecnologías de acceso. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de <http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/bandaancha/tecnologias/cableado/Paginas/acceso-cableado.aspx>)**

**2.3 HFC:** “El término HFC se refiere a una red de comunicaciones que utiliza cableado de fibra óptica en la red de distribución y cable coaxial en la red de acceso. Este tipo de redes se desplegaron en muchos casos para ofrecer servicios de televisión por cable, aunque en la actualidad estas redes se han adaptado para ofrecer a través de ellas servicios de acceso a Internet.” (ms.gonzalez. (05 de 11 de 2012). redestelematicas. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de <http://redestelematicas.com/la-ultima-milla/>)

[

**2.4 FTTH:** Esta tecnología se basa exclusivamente en fibra óptica para ofrecer acceso a Internet. La fibra óptica es un medio de transmisión con muy buenas características en cuanto a alta capacidad y baja atenuación, lo que lo hace un medio idóneo para ser utilizado en las redes de telecomunicaciones, permitiendo enviar grandes cantidades de datos a largas distancias.

Las redes puras de fibra óptica están compuestas enteramente por cables de fibra óptica, por lo que también son denominadas como redes de fibra hasta el hogar, en inglés, Fiber To The Home (FTTH).

Las redes FTTH pueden ser de dos tipos según su topología:

- Redes punto-a-punto: si cada usuario está conectado mediante una fibra individual a la central.
- Redes punto-multipunto: si varios usuarios comparten un mismo tramo de fibra desde su vivienda a la central.

]

(Tecnologías de acceso. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de <http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/bandaancho/tecnologias/cableado/Paginas/acceso-cableado.aspx>)

[

**2.5 Tecnologías de acceso no guiado:** Son aquellos accesos que no requieren una conexión por cable hasta el terminal del usuario, dado que la comunicación se produce de forma inalámbrica a través de ondas electromagnéticas, pero que requieren que el usuario esté a una distancia del punto de acceso no superior al alcance del mismo.

Este tipo de accesos normalmente complementan a los accesos cableados, sustituyendo el último tramo de cable que conecta el terminal de usuario a la red, por un enlace inalámbrico, como sucede en las redes Wi-Fi domésticas. Estos accesos, aunque dan cierta movilidad al usuario, ésta no es total, ya que está limitada a una zona concreta que depende de la cobertura del punto inalámbrico de acceso. Cabe destacar que, a pesar de las velocidades permitidas por cada tecnología de acceso inalámbrico, la velocidad real de acceso a Internet dependerá de la velocidad que se tenga contratada con el proveedor de servicio de acceso a Internet.

Entre las tecnologías de este tipo se encuentran:

**2.6 Wi-Fi:** Permite la comunicación entre dispositivos de forma inalámbrica a través de ondas electromagnéticas. Debido a su facilidad de instalación y funcionamiento se ha convertido en una de las tecnologías inalámbricas más populares, y es ampliamente utilizada en redes domésticas, sustituyendo la conexión por cable desde el terminal de usuario hasta el router o módem que da acceso a Internet.

La velocidad máxima y el alcance de las conexiones Wi-Fi dependen de la versión del estándar utilizado según la familia de normas IEEE 802.11. En la actualidad, los estándares más extendidos son los correspondientes a las normas IEEE 802.11b, IEEE 802.11g e IEEE 802.11n que permiten velocidades de hasta 11 Mbit/s, 54 Mbit/s y 150 Mbit/s, respectivamente. La nueva versión del estándar, IEEE 802.11ac, permite velocidades teóricas de más de 800 Mbps.

El alcance de una conexión Wi-Fi ronda los 30 metros en interiores, y puede llegar a más de 100 m en el exterior. Tanto la velocidad como el alcance de los accesos Wi-Fi pueden variar dependiendo del número de usuarios conectados simultáneamente a un mismo punto de acceso, de los obstáculos entre el usuario y el punto de acceso y de otros factores que pueden reducir la velocidad y el alcance de las conexiones

**2.7 WiMax:** Permite la comunicación inalámbrica entre dispositivos a través de ondas electromagnéticas. WiMax ofrece un rendimiento similar al de Wi-Fi, pero permite una cobertura y calidad de servicio mayores, consiguiendo un alcance teórico de hasta 50 Km para accesos inalámbricos desde una ubicación fija y alrededor de 15 Km para accesos en movilidad.

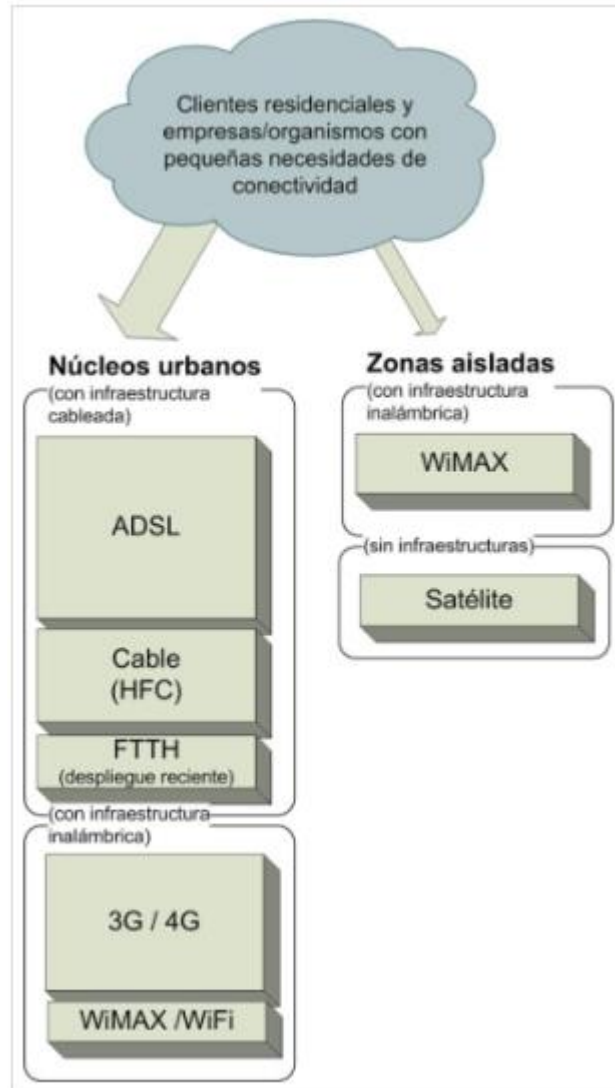
**2.8 Satélite:** Las comunicaciones por satélite también están basadas en tecnologías inalámbricas, y sirven para la provisión de servicios tanto de telefonía y televisión como de acceso a internet de banda ancha.

El acceso a Internet mediante un satélite es la única opción viable en muchas zonas, especialmente zonas rurales, montañosas o de difícil acceso donde no existe tendido de cable ni cobertura 3G. Para utilizar un acceso por satélite es necesario el uso de una antena parabólica y de un módem DVB-S específico para este tipo de conexiones que permite comunicación bidireccional.

]

**(ms.gonzalez. (05 de 11 de 2012). redstelematicas. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de <http://redstelematicas.com/la-ultima-milla/>)**

La figura #1 representa el resumen de las tecnologías de acceso existentes.



*Figura 1. Tecnologías de acceso*

(ms.gonzalez. (05 de 11 de 2012). redstelematicas. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de <http://redstelematicas.com/la-ultima-milla/>)

3. **Red de transporte:** “Consiste en la infraestructura, medios de transmisión y equipos necesarios para transportar las señales de telecomunicaciones. Esta red está constituida por enlaces que unen distintas zonas de una misma ciudad, así como las diversas regiones y provincias del país, y utiliza principalmente tres clases de medios de transporte: fibra óptica, enlaces microondas y enlaces satelitales.” (Espinoza, E. E. (2013). **Diseño de la red para el proyecto de banda ancha rural.**)

[

**3.1 Red Metro Ethernet:** Es una arquitectura tecnológica para la red del operador, destinada a suministrar servicios de conectividad de datos en una red de área metropolitana de capa 2 en el modelo OSI, a través de interfaces (UNIs) Ethernet. Estas redes soportan una amplia gama de servicios, aplicaciones, y cuentan con mecanismos donde se incluye soporte a tráfico en tiempo real, para aplicaciones como telefonía IP y video IP. La interfaz ofrece la flexibilidad de ancho de banda 10/100/1000/10000 Mbps y puede utilizar distintas tecnologías de transporte y de provisión de servicio SONET/SDH, WDM, PON, RPR, MAC-in-MAC, QiQ (VLAN stack), MPLS.

**3.2 EVC:** Es la asociación entre una o más interfaces UNIs (User Network Interface). Es un tubo virtual que proporciona al usuario servicio extremo a extremo atravesando múltiples redes MEN (Metro Ethernet Network).

Un EVC tiene dos funciones:

- Conectar dos o más sitios (UNIs) habilitando la transferencia de tramas Ethernet entre ellos.
- Impedir la transferencia de datos entre usuarios que no son parte del mismo EVC, permitiendo privacidad y seguridad.

El MEF (Metro Ethernet Forum) ha definido dos tipos de EVC, punto a punto (E-Line) y multipunto a multipunto (E-LAN).

**3.3 E-LINE:** El servicio E-Line proporciona un EVC punto a punto entre dos interfaces UNI (User Network Interface). Dentro del tipo de servicio E-Line se incluye una amplia gama de servicios, el más sencillo consistente en un ancho de banda simétrico para transmisión de datos en ambas direcciones y no fiable, entre dos interfaces UNI a 10 Mbit/s. Un servicio más sofisticado considerado dentro del tipo de servicio E-Line sería, por ejemplo, una línea E-Line, que ofrezca una CIR concreta junto con una CBS, y una EIR junto con una EBS, y un retardo, variación del retardo y ver máximos asegurados entre dos interfaces UNI.

En la figura 2 se puede observar la estructura de un servicio ethernet line (E-LINE).

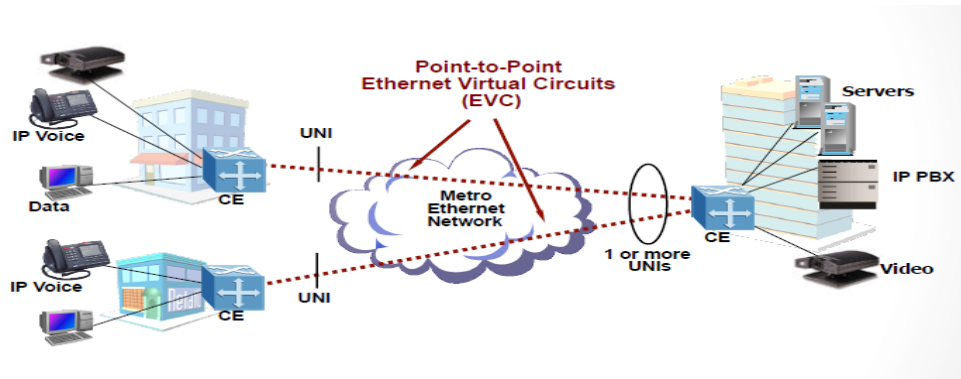
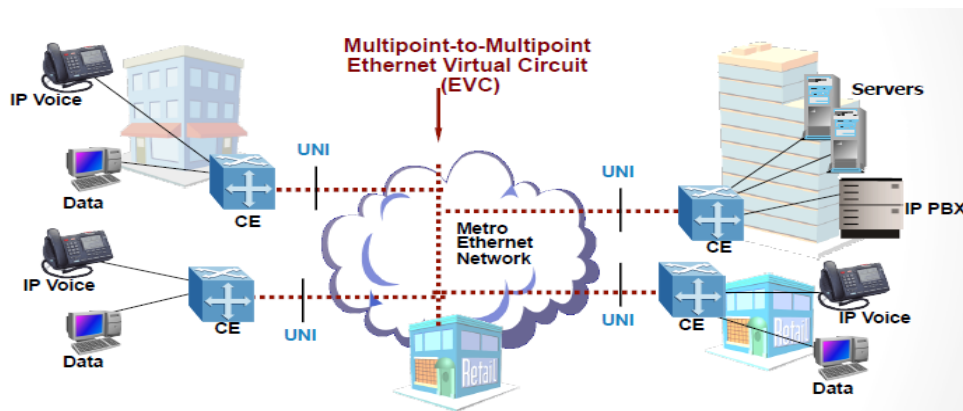


Figura 2. Servicio ethernet line (E-LINE)

(Metro Ethernet. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de <http://redesgrupodiez.blogspot.com.co/>)

**3.4 E-LAN:** El tipo de servicio E-LAN proporciona conectividad multipunto a multipunto. Conecta dos o más interfaces UNI (User Network Interface). Los datos enviados desde un UNI llegarán a 1 ó más UNI destino. Cada uno de ellos está conectado a un EVC multipunto. A medida que va creciendo la red y se van añadiendo más interfaces UNI, éstos se conectarán al mismo EVC multipunto, simplificando enormemente la configuración de la misma. Desde el punto de vista del usuario, la E-LAN se comporta como una LAN. (Metro Ethernet)

En la figura 3 se puede observar la estructura de un servicio ethernet line (E-LAN).



*Figura 3. Servicio ethernet line (E-LAN)*

**(Metro Ethernet. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de <http://redesgrupodiez.blogspot.com.co/>)**

Metro Ethernet pueden brindar algunos servicios como:

- Acceso a internet dedicado: El cliente tiene servicios E-Line por separado.
- Extensión de LAN: Utiliza VLAN soportando (CE VLAN Ids), todas las CE VLAN están mapeadas al mismo EVC.
- Intranet / Extranet L2 VP:

Una VPN (Red Privada Virtual) se utiliza principalmente para conectar dos redes privadas a través de una red pública de datos mediante túneles encriptados. Un túnel es un método para encapsular un protocolo en otro donde se aprovecha esta característica, principalmente cuando hay protocolos no enrutables y hacen que el uso de una VPN sea imprescindible para enviar tráfico. El funcionamiento característico de las VPNs consiste en que los routers encapsulan los paquetes IP con la etiqueta GRE y los envía por la red al router de destino, en el otro extremo del router, que desencapsula los paquetes quitándoles la etiqueta GRE y dejándolos listos para enrutarlos localmente. Aunque el paquete GRE haya cruzado un gran número de routers a través de una gran red intermedia, para éste tan sólo ha efectuado un único salto a destino. Las VPN deben proporcionar: confidencialidad, integridad y autenticación.

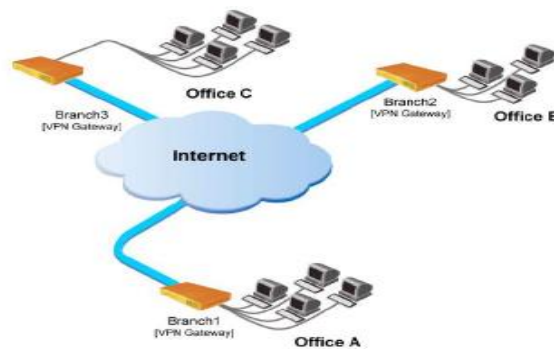
En infraestructura se habla de dos tipos de VPN

- Site-to-Site
- Client-to-Site

### **3.5 VPN Site-to-Site**

- Conecta redes enteras de una sucursal u oficina con otra.
- Los equipos de la red desconocen la existencia de una VPN, incluso si la usan o no.

En la figura 4 se puede observar la estructura de una VPN site to site.



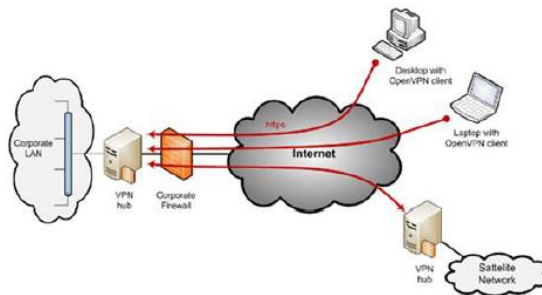
*Figura 4. VPN site-to-site*

(Metro Ethernet. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de <http://redesgrupodiez.blogspot.com.co/>)

**3.6 VPN Client to Site:** Conecta los host desde cualquier lugar a una red LAN privada y hace creer a los clientes que están conectados a esa red LAN, en la figura 5 se puede observar la estructura de una VPN client to site.

]

(Metro Ethernet. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de <https://sites.google.com/site/3cuelectronica/home/ethernet/metroethernet>)



*Figura 5. VPN client to site*

(Metro Ethernet. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de <http://redesgrupodiez.blogspot.com.co/>)

[

4. **Protocolo IPSec:** Es un conjunto de protocolos y algoritmos de seguridad diseñados para la protección del tráfico de red de modo transparente o modo túnel. Su característica principal es la independencia algorítmica que le permite efectuar cambios de algoritmos si fuese necesario, por ejemplo, en el caso de un fallo de seguridad o si se tiene que encontrar un algoritmo más eficaz. Este protocolo está diseñado para proporcionar seguridad sobre la capa IP lo que beneficia el transporte de protocolos o aplicaciones inseguras logrando un alto nivel

de seguridad. Las funcionalidades de IPSec son: encriptar el tráfico de manera segura para que no pueda ser visto excepto en cada uno de los extremos, validar la integración de los datos asegurando que el tráfico no ha sido modificado, autenticar a cada uno de los extremos y anti-repetición evitando la repetición de la sesión segura.

IPSec utiliza dos protocolos importantes de seguridad:

- AH (Authentication Header) que incluye un sistema de autenticación criptográfico en el encabezado del paquete IP y que permite verificar que el tráfico no ha sido manipulado.
- ESP (Encapsulation Security Payload) que proporciona encriptación a la carga útil del paquete para el envío seguro de datos. Se utiliza para proteger tanto la conexión como los datos.

]

**(Pavón, B. C. (2012). Diseño de una red WAN para una compañía nacional)**

[

Entre los tipos de infraestructura informática para el teletrabajo se encuentran los centros de datos, centros de datos compartidos, computación en la nube pública y computación en la nube privada.

5. **Centro de datos:** El centro de datos corresponde a un espacio físico donde se proveen las condiciones ambientales, eléctricas y de seguridad para el adecuado funcionamiento de los equipos de cómputo y almacenamiento de datos que allí se alojan.

**5.1 Centro de datos compartido:** La complejidad, costos o la disponibilidad de espacio para instalar y mantener un centro de datos propio da lugar a la aparición de los centros de datos compartidos, los cuales permiten a las entidades contar con un ambiente seguro sin tener que construir su propio centro de datos para atender las necesidades de los teletrabajadores.

En los centros de datos compartidos se encuentra el servicio de:

**Colocation:** Consiste en disponer de un espacio físico con todas las características necesarias para que allí sean alojados físicamente los servidores y sistemas de almacenamiento de la entidad.

**Hosting:** Es un servicio donde tanto el espacio como los servidores son provistos por el proveedor del centro de datos compartidos.

**5.2 Computación en la nube:** El concepto de computación en la nube resulta del aprovechamiento de las nuevas capacidades de telecomunicaciones que hacen posible la prestación de servicios y aplicaciones directamente en Internet sin contar con un centro de datos propio; esto facilita a las organizaciones soportar las necesidades de los teletrabajadores y facilita el acceso a la infraestructura pues ellos solo necesitan conectarse a Internet para acceder a la información y plataformas alojadas en la nube.

La computación en la nube constituye un nuevo paradigma que simplifica la infraestructura informática de las entidades, donde acceder a aplicaciones y datos no es diferente de acceder a Internet.

En la computación en la nube comúnmente se distinguen tres tipos de servicios

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

Así mismo, dentro de los modelos de infraestructura en la nube también se pueden distinguir tres tipos de nubes:

**Nubes públicas:** Implican la participación de un proveedor u operador externo que administra y opera la infraestructura física. En este tipo de nube, los datos estarán siendo alojados en infraestructura fuera del alcance físico de la entidad y compartida por múltiples usuarios que no podrán acceder a la información de los demás gracias los sistemas de seguridad.

Nubes privadas: Aprovechan la virtualización para estructurar una nube interna, totalmente controlada por el personal de la entidad que administra y opera los recursos disponibles, asignando los espacios y capacidades físicas y virtuales para sus usuarios.

Nubes híbridas: Combinan las anteriores, permitiendo operar sobre una nube privada aquellos datos y aplicaciones que se consideren confidenciales, mientras que otros tipos de información son operados sobre una nube pública.

]

**(El libro blanco del ABC de teletrabajo en Colombia. Recuperado el 10 de 06 de 2016, de [http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-8228\\_archivo\\_pdf\\_libro\\_blanco.pdf](http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-8228_archivo_pdf_libro_blanco.pdf))**

[

Las Redes Definidas por Software es una nueva tecnología que tiene como objetivo principal simplificar la creación y gestión de las redes. Para conseguirlo separa el plano de control de la red del plano de reenvío. De este modo se consigue controlar todo el comportamiento de la red mediante un elemento lógico centralizado (software), llamado controlador. Esta separación de los planos proporciona a los usuarios una abstracción lógica de los recursos de red subyacentes.

Muchos servicios se soportan en sistemas independientes de servicios, es decir, cada servicio incluye su propio hardware, software y equipo de operaciones. Con NFV, los proveedores de servicios pueden desplegar un modelo más horizontal en el que la plataforma NFV (con sus recursos de red, almacenamiento y computación) es una capa común que no es necesario duplicar para cada servicio. Virtualización de las Funciones de la Red (NFV, del inglés Network Functions Virtualization) permite implementar funciones de red mediante software, en lugar de hardware, lo que permite eliminar la necesidad de dispositivos de red dedicados, tales como routers, switches y firewalls. Trasladar las funciones de red de hardware específico hacia servidores básicos ayuda a los proveedores a evitar una sobrecompra de equipos y la subutilización de recursos.

6. **Redes definidas por software (SDN):** Son un conjunto de técnicas cuyo objetivo es facilitar a los administradores de red la gestión de servicios de red a través de la abstracción de

funcionalidades de bajo nivel. Estas abstracciones de red se pueden utilizar fácilmente mediante interfaces API.

SDN abstrae las funcionalidades de bajo nivel, separando la capa de software y hardware

- Toma de decisiones (plano de control), que se correspondería con el software.
- Sistema encargado de encaminar el tráfico a su destino (plano de datos), que se correspondería con el hardware.

SDN es una manera de enfrentarse a la creación de redes en la cual el control se desprende del hardware y se le da a una aplicación de software, llamada controlador.

Actualmente las redes convencionales se basan en el uso de routers en los cuales el plano de control (protocolos de routing, listas de acceso, políticas) y el plano de datos (switching, routing) están unidos. Lo que hace que el operador se vea obligado a adaptarse a las características funcionales de cada fabricante de hardware. Además, cuando un paquete llega a un switch, las reglas integradas en el firmware propietario del switch le dicen a este donde debe enviar el paquete. Por lo tanto, el switch envía cada paquete al mismo destino y por la misma trayectoria, es decir, trata todos los paquetes de la misma manera. En cambio, las redes definidas por software se centran en el plano de control y lo utilizan para establecer la lógica de funcionamiento de la red formada por switches/routes. Desde la parte central (SDN controller) se aplica la lógica de switching/routing (flow tables) a los equipos de red por medio de protocolos como OpenFlow. Las operaciones de switching/routing se realizan basándose en las reglas almacenadas en las flow tables de los switches/routes.

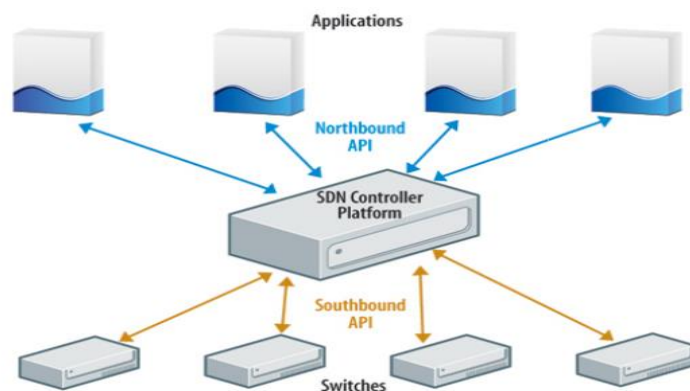
Esto permite a un administrador de red modificar el tráfico desde una consola de control centralizada sin tener que tocar switches individuales. El administrador puede cambiar cualquier regla de los switches de red cuando sea necesario, es decir, le permite tener más control que nunca sobre el flujo del tráfico de red. Actualmente, la especificación más extendida para crear una red definida por software es un estándar abierto llamado OpenFlow, que permite a los administradores de red controlar tablas de enrutamiento de forma remota.

Arquitectura de las redes SDN:

**Controlador SDN:** Es el punto de control estratégico que envía información a través del southbound API a los switches/routers de la capa inferior y a través del northbound API a las aplicaciones y la lógica de negocio de la capa superior. Estos controladores se basan normalmente en un conjunto de módulos que se pueden conectar y desconectar libre y fácilmente. Estos módulos se encargan de diferentes tareas de red, como realizar un inventario de todos los aparatos de red disponibles, guardar sus capacidades y agrupar estadísticas de red.

**API "hacia el sur" (southbound API):** Su finalidad es facilitar el control en la red, permitiendo al controlador realizar cambios en tiempo real de acuerdo a las necesidades y demandas que se presentan.

**API "hacia el norte" (northbound API):** Estas interfaces son las más críticas en las redes SDN, debido a que soportan una gran variedad de servicios y aplicaciones por encima, con la posibilidad de que algunas de ellas no funcionen correctamente. Estas interfaces son el componente más indeterminado de todo el entorno SDN, ya que existe una gran variedad de posibles interfaces de este tipo para controlar los diferentes tipos de aplicaciones a través del controlador SDN.



*Figura 6. Controlador SDN que utilizan las APIs*

(Ibáñez García, F. J. (2016). Estudio de las tecnologías SDN y NFV. Universitat Oberta de Catalunya)

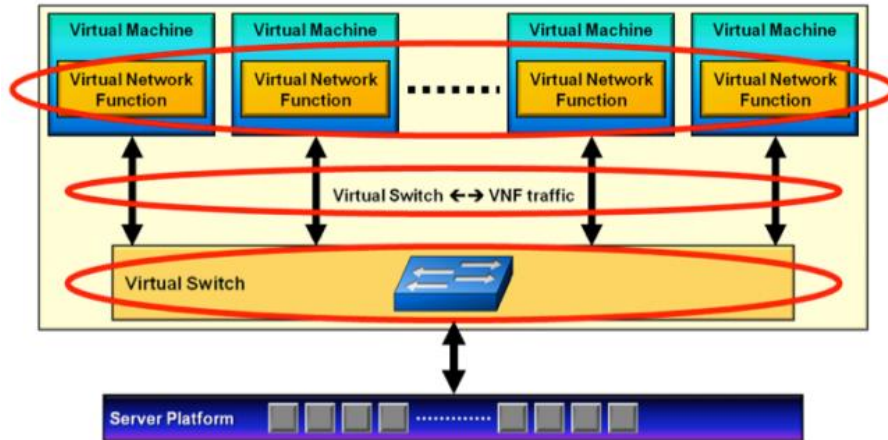
7. **Virtualización de las funciones de Red (NFV):** Está en fase de desarrollo por el Grupo (ETSI) y desde la publicación del documento inicial, se han creado otros materiales que tratan el tema con mayor profundidad. Entre otras cosas incluyen una terminología estándar y casos de uso para NFV con el objetivo que sirvan como referencia para los fabricantes y los operadores que decidan realizar productos o soluciones relacionadas con esta tecnología.

NFV es un concepto de arquitectura de red que propone utilizar técnicas relacionadas con la virtualización de TI, con la finalidad de virtualizar diversos tipos de funciones de nodos de la red, con el objetivo de poder conectarlos para crear servicios de comunicación.

NFV se basa en tecnologías relacionadas con la virtualización de TI, concretamente utiliza funciones de red virtualizadas (VNF) en lugar de dispositivos hardware como hasta ahora. Esto hace que el traslado de los servicios de red al Cloud se pueda realizar de forma ágil, fiable y eficiente. Sin menoscabo de que aquellos servicios que necesitan un hardware dedicado se puedan trasladar a servidores estándar. Todo esto es posible gracias a la infraestructura de red flexible de NFV, en la que las funciones de red están bajo el control de un hipervisor.

**VNF:** Consiste en una o más máquinas virtuales que ejecutan diferentes programas y procesos, sobre servidores estándar de alta capacidad, switches o infraestructuras cloud computing, en lugar de funcionar sobre dispositivos de red especializados. El conjunto de servidores sobre los que corren las VNFs, constituyen la red NFVI. Estos servidores pueden estar situados en cualquier punto de la red del operador.

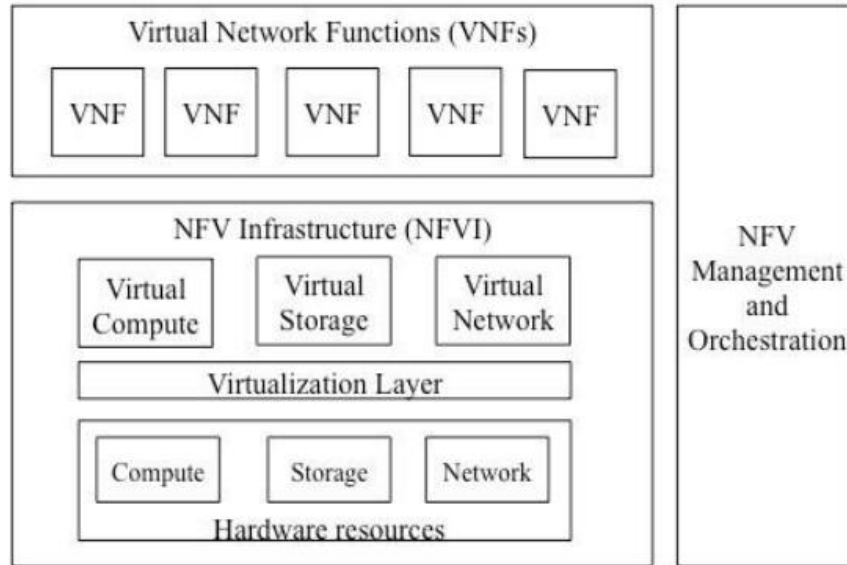
Un elemento muy importante en las soluciones NFV es el vSwitch. El vSwitch es un componente clave de las plataformas NFV ya que es el responsable de proporcionar conectividad tanto entre máquinas virtuales como entre las máquinas virtuales y la red exterior. Su rendimiento determina tanto el ancho de banda de los VNFs como la relación coste-eficiencia de las soluciones de NFV.



*Figura 7. Virtual switch (NFV)*

**(Ibáñez García, F. J. (2016). Estudio de las tecnologías SDN y NFV. Universitat Oberta de Catalunya)**

Otro aspecto importante de la implementación de NFV es el proceso de orquestación. Para construir servicios altamente confiables y escalables, NFV requiere que la red sea capaz de crear instancias de casos VNF, monitorizarlas, repararlas, y (lo más importante para una empresa de servicios) facturar por los servicios ofrecidos. Para conseguir estos objetivos, estos atributos se asignan a una capa de orquestación con la finalidad de proporcionar una alta disponibilidad y seguridad, además de mantener los costes de operación y mantenimiento bajos. Además, mover las funciones de red de dispositivos de red dedicados (routers, switches, firewalls, entre otros) hacia servidores básicos ayuda a los proveedores a evitar una sobrecompra de equipos y la subutilización de recursos. Es importante mencionar que la capa de orquestación debe ser capaz de gestionar VNFs independientemente de la tecnología subyacente dentro de la VNF. Por ejemplo, una capa de orquestación debe ser capaz de gestionar un VNF SBC del proveedor X corriendo en VMware vSphere tan bien como un VNF IMS del proveedor y ejecutado en KVM. A grandes rasgos, la arquitectura de NFV se especifica mediante una serie de bloques de funciones comunes que abarcan la totalidad del hardware y software que se utiliza para construir la red.



*Figura 8. Arquitectura de NFV*

**(Ibáñez García, F. J. (2016). Estudio de las tecnologías SDN y NFV. Universitat Oberta de Catalunya)**

**Funciones de redes virtuales (VNF):** Estas virtualizan un “elemento de red” o una función de elemento de red, como por ejemplo un router, un switch o una estación base. Estas funciones están gestionadas por el correspondiente controlador (VNF manager) que utiliza interfaces abiertas para poder comunicarse con los elementos de red o bien directamente, o bien a través de los sistemas de gestión de elementos de red (EMS) que pueden ser propietarios de cada fabricante.

**Infraestructura NFV (NFVI):** Consiste en el hardware y software que sirve para construir los VNF, por ejemplo los servidores x86, en forma de recursos físicos de hardware.

**Virtualizador o hipervisor:** Desacopla el software del hardware mediante la abstracción de recursos como la memoria virtual y la CPU. Este virtualizador está a su vez gestionado por su gestor de infraestructura virtual (VIM) y el orquestador. Entre ambos generan, mantienen y permiten la provisión de servicios entre diferentes VNF.

]

**(Ibáñez García, F. J. (2016). Estudio de las tecnologías SDN y NFV. Universitat Oberta de Catalunya.)**

## **ENCUESTA REALIZADA AL ÁREA DE O&M**

Se realizó una encuesta a los ingenieros del área de O&M, con el fin de verificar las herramientas que utilizan con mayor frecuencia. También la encuesta determina si a los empleados les gustaría aplicar la modalidad del teletrabajo y el tiempo que lo efectuarían, validando que cuenten con un servicio de internet, equipo de cómputo y la velocidad de internet que tienen contratada.

La encuesta la respondieron 10 ingenieros, de los cuales 6 son ofensor, 1 satelital, 1 crc y 2 de otros cargos, con la que se determina que el 100% de los ingenieros cuentan con el servicio de internet superior a 3Mbps y un equipo de cómputo en sus hogares por lo que todos aplican para la modalidad de teletrabajo.

El 40% de los ingenieros teletrabajaría todos los días, el 30% entre dos y cuatro días, el 20% en turno nocturno y el 10% un día a la semana. Ninguno de los ingenieros respondió que no aplicaría la modalidad de teletrabajo por lo que se determina que están de acuerdo de aplicar la modalidad de teletrabajo. En cuanto a las herramientas utilizadas se valida que los ingenieros todas las requieren, por lo que se deberá contar con la existencia de estas remotamente.

## Resultados:

¿Que cargo desempeña en la Compañía? (10 respuestas)

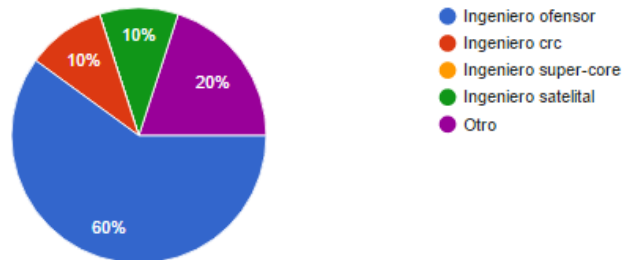


Figura 9. Respuesta encuesta del cargo desempeñado

Seleccione las herramientas que utiliza en el desempeño de sus funciones laborales (puede seleccionar varias opciones)

(10 respuestas)

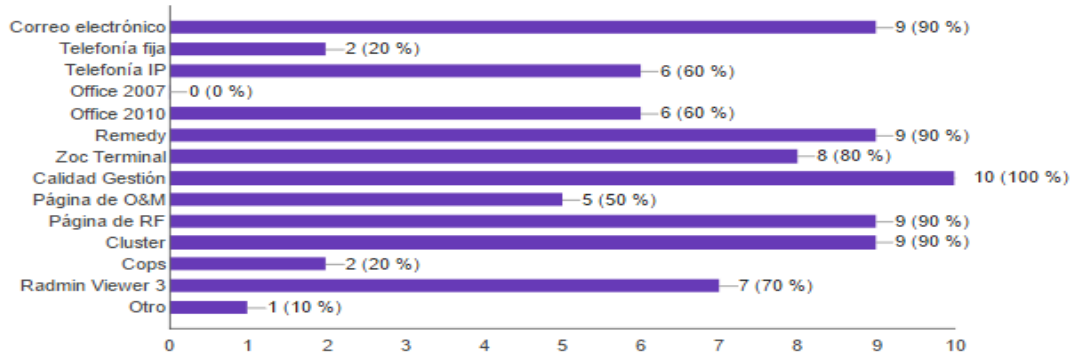


Figura 10. Respuesta encuesta herramientas utilizadas

¿Si se aplicara la modalidad de teletrabajo en su compañía, cuando lo realizaría?

(10 respuestas)

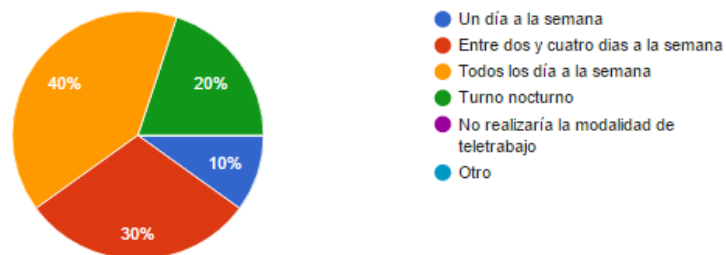


Figura 11. Respuesta encuesta de la frecuencia a utilizar la modalidad de teletrabajo

¿Estaría de acuerdo que en la compañía se aplicara la modalidad de teletrabajo, por que?

(7 respuestas)

- Para evitar desperdicio de tiempo en desplazamiento
- Si, un ambiente cómodo como el del hogar ayuda a mejorar el rendimiento en las funciones laborales y además mejoraría la movilidad de la ciudad al evitar desplazamientos en vehículos
- si, puesto que ahorraría en tiempo en el traslado en buses.
- Por los desplazamientos largos que debo realizar, vivo en Zipaquirá y la compañía queda en Bogotá.
- Si, para continuar con los seguimientos que quedan pendientes.
- Si, porque hay muchas tareas que no se necesita estar presencialmente en la oficina para poder realizarlas.
- si por comodidad, ahorro transporte, comidas así como también tiempo en transportarme

Figura 12. Respuesta encuesta del por qué estaría de acuerdo de que implementaran la modalidad de teletrabajo

¿Cuenta con un equipo de cómputo en su hogar? (10 respuestas)



Figura 13. Respuesta encuesta de si cuenta con un equipo de cómputo en el hogar

¿Cuenta con el servicio de Internet en su hogar? (9 respuestas)

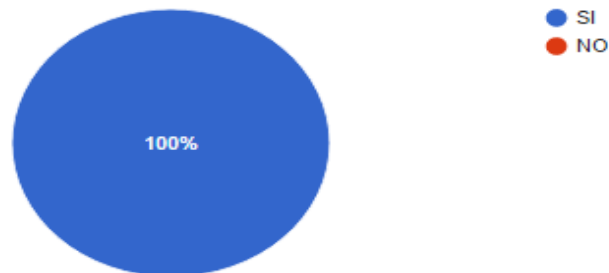


Figura 14. Respuesta encuesta de si cuenta con el servicio de internet en el hogar

¿Si la respuesta es SI. ¿De cuantas Megas de velocidad? (9 respuestas)

A horizontal bar chart with 9 bars of varying lengths, representing the number of responses for each internet speed category. The bars are light purple and are arranged in descending order of length from top to bottom. The categories and their corresponding response counts are: 5 (5), 5 (5), 5 (5), 10 mb (10), 10 (10), 6 megas (6), 5 Mbps (5), 3.08Mbps (3), and 10 (10).

Velocidad	Número de respuestas
5	5
5	5
5	5
10 mb	10
10	10
6 megas	6
5 Mbps	5
3.08Mbps	3
10	10

*Figura 15. Respuesta encuesta con que velocidad en el servicio de internet cuenta*

Gracias a las respuestas se confirma que todos los empleados cuentan con el servicio de internet superior a 2 Mbps y un equipo de cómputo, lo que los convierte en empleados que pueden aplicar la modalidad de teletrabajo, como se podrá observar en las soluciones o diseños de red.

## SOLUCION

Como solución a los inconvenientes reportados por el área de O&M, se ha propuesto realizar la modalidad de teletrabajo con el fin de contar con los ingenieros en cualquier momento, mejorar la calidad de vida de los empleados, reducir el costo del arriendo de equipos de cómputo, reducir el gasto de servicios públicos, agregarle seguridad a la red informática y la información de la compañía, realizar el pago de horas extra a los ingenieros que deseen colaborar sin causar en ellos gastos de transporte y largos desplazamientos, ya que de implementarse la modalidad de teletrabajo ingenieros de los turnos administrativos estarían dispuestos a ser incluidos en las tareas de seguimientos a los casos que el ingeniero ofensor no alcance a atender, con el fin de ser recompensados con el pago de horas extra.

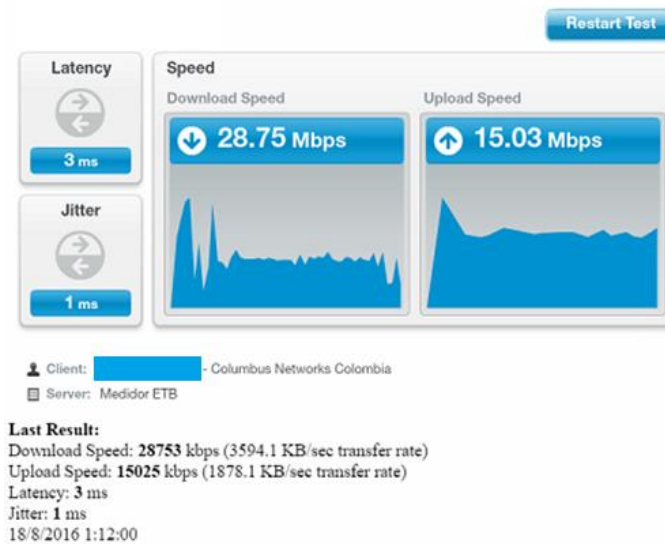
Se podría pensar como una solución alternativa en contratar mayor personal o instalar software adicional en los equipos de cómputo de los ingenieros, para permitirles desde cualquier lugar establecer conexión remota hacia su computador asignado en el trabajo. Sin embargo por políticas de seguridad en la red de la compañía es prohibido instalar software adicional, los ingenieros comparten el equipo de cómputo, no es posible aumentar el personal por el incremento de costos en que incurría arrendar los equipos de cómputo y mesas de trabajo, incremento en el pago de sueldos laborales, el área de trabajo no se puede incrementar y en los momentos de baja carga laboral el personal extra contratado no se requeriría en el área.

Por tal razón se realiza un análisis de las condiciones técnicas del área de trabajo, con el fin de realizar un diseño de red para implementar la modalidad de teletrabajo.

En cuanto al hardware se determinó que la compañía cuenta con 10 equipos de cómputo marca Hewlett Packard modelo (EliteDesk 800 G1 SFF) y un computador portátil marca Lenovo modelo (G40-70), conectados a un switch Huawei capa 2 modelo (S1728GWR-4P). Los equipos de cómputo cuentan con un puerto Fast Ethernet 100/1000 Mbps, cada uno acondicionado con un equipo telefónico IP, a su vez se cuenta con un canal dedicado de datos de fibra óptica última milla, con velocidad de descarga de 30 Mbps y de subida de 15 Mbps, para suplir las

necesidades de conectividad con su cliente Tele-Móvil por medio del proveedor de servicio y de transporte Columbus Network.

La figura 9 muestra el test de velocidad realizado.



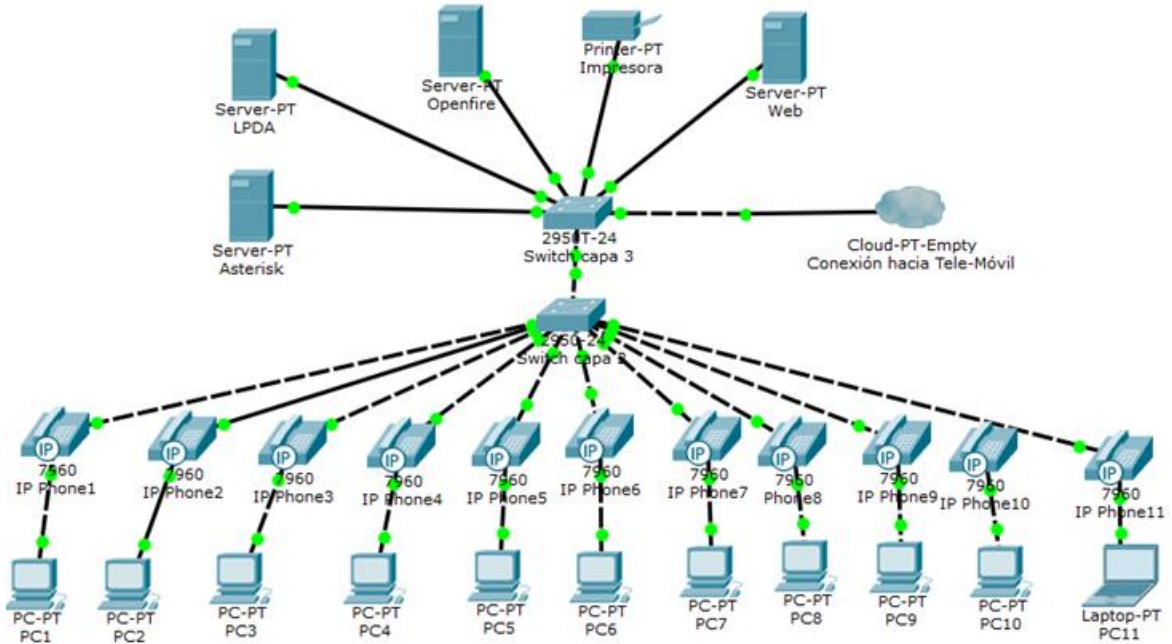
*Figura 16. Test velocidad de internet de GLOBAL-IPGUZ*

La conectividad de los 11 equipos de cómputo que se encuentra en el área de O&M, se encuentra configurada mediante VLANs, lo cual permite la administración de los recursos de las áreas de la compañía y los niveles de seguridad acorde a la sensibilidad de las operaciones que realiza.

Los empleados tienen a su disposición una impresora marca Hewlett Packard modelo (CF547A#B19) la cual cuenta con un puerto USB 2.0 Fast Ethernet 10/100 Mbps, por el cual se realiza conexión al switch Huawei capa 3 modelo (S3700-28TP-PWR-EI). En el switch capa 3 también se encuentra la conexión hacia el servidor (Asterisk, Web, LPDA, Openfire).

La compañía cuenta con una UPS de 6KVA y un gabinete de piso se 24U con sus respectivos patch panel y organizadores.

En la figura 17 se observa la infraestructura tecnológica actual de la compañía GLOBAL-IPGUZ.



*Figura 17. Diagrama de la infraestructura tecnológica de la compañía GLOBAL-IPGUZ*

Si desea consultar las características técnicas de cada equipo, ver el (ANEXO 1-INVENTARIO DEL HARDWARE DE GLOBAL-IPGUZ).En la figura 10 se observa una foto de algunos equipos físicos de la compañía.



*Figura 18. Imagen de los equipos físicos de GLOBAL-IPGUZ*

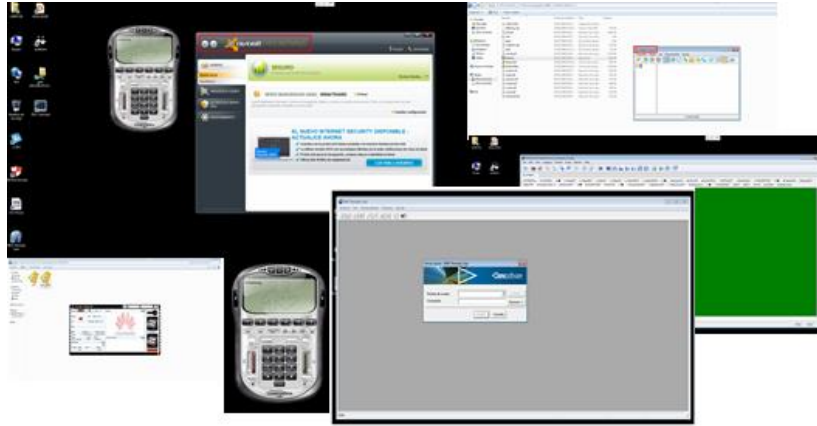
En cuanto a los aplicativos y software de la compañía, se encontró lo siguiente:

INVENTARIO SOFTWARE COMPAÑÍA GLOBAL-IPGUZ		
Unidades	Tipo	Nombre
11	Ofimática	Office 2010 Licenciado
11	Antivirus	Avast (Free antivirus)
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Remedy
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Zoc Terminal
11	Herramienta proporcionada por ( GLOBAL-IPGUZ)	eyeBeam
11	Herramienta proporcionada por ( GLOBAL-IPGUZ)	Ticket creador
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Radmin 3,4
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	M2000
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Calidad Gestión
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Página de RF
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Cluster
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Cops
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Página de O&M
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Correo electrónico

*Tabla 2. Software de la compañía GLOBAL-IPGUZ*

Como se puede observar en la Tabla 2, la compañía se encuentra utilizando el antivirus Avast gratuito el cual inhibe la actualización periódica de la base de datos del antivirus y puede estar ocasionando riesgos mayores en cuanto a la seguridad de la información a la compañía ante la presencia de alguna amenaza. Se está utilizando la herramienta de Office 2010 licenciada y la mayoría de herramientas se obtienen mediante la conexión a los servidores del cliente Tele-Móvil.

En la figura 11, se puede observar una imagen de las herramientas que son utilizadas por los ingenieros.



*Figura 19. Imagen de las herramientas utilizadas por los Ingenieros*

## **DISEÑO DE LA RED DE TELETRABAJO POR MEDIO DE TECNOLOGIA CONVENCIONAL**

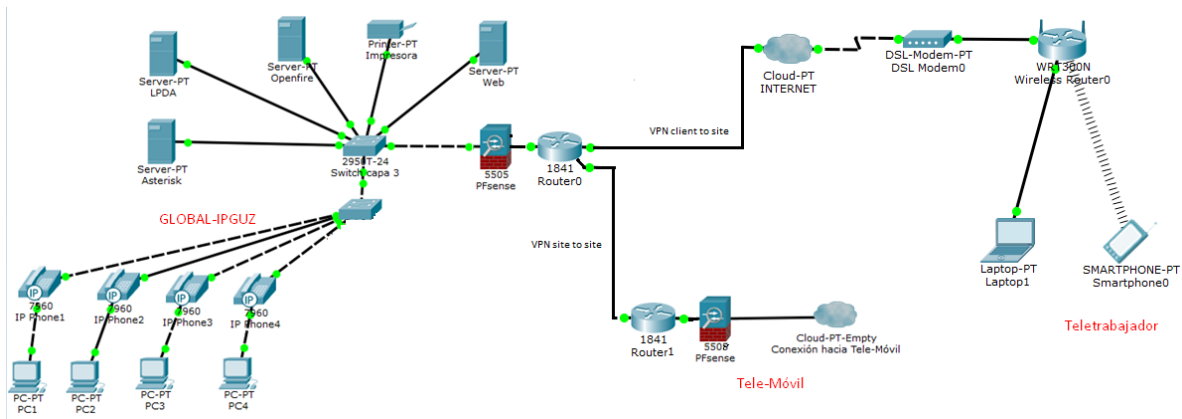
Analizando el estado actual de la red, se observa que se puede reducir el número de equipos de cómputo a un tanto de cuatro, manteniendo la granja de servidores dentro de las instalaciones de Global IPGUZ, ya que los ingenieros estarían en la modalidad de teletrabajo, causando reducción en el costo que produce el arriendo del equipo de cómputo que utiliza y gastos en los que incurre el personal al realizar sus labores en la planta física de la compañía.

No se determina aplicar la modalidad de teletrabajo a todo el personal, por el periodo de prueba estimado de 2 meses que se realizara con los ingenieros, por lo tanto se realizara rotación semanal con el personal para aplicar la modalidad de trabajo y los días que el empleado no aplique estará trabajando en la planta física.

Se diseña una solución de red para la cual los empleados en la modalidad de teletrabajo pueden conectar sus equipos remotos mediante una conexión VPN Client-to-Site a la compañía GLOBAL-IPGUZ, por medio de las diferentes tecnologías de acceso de red. También se

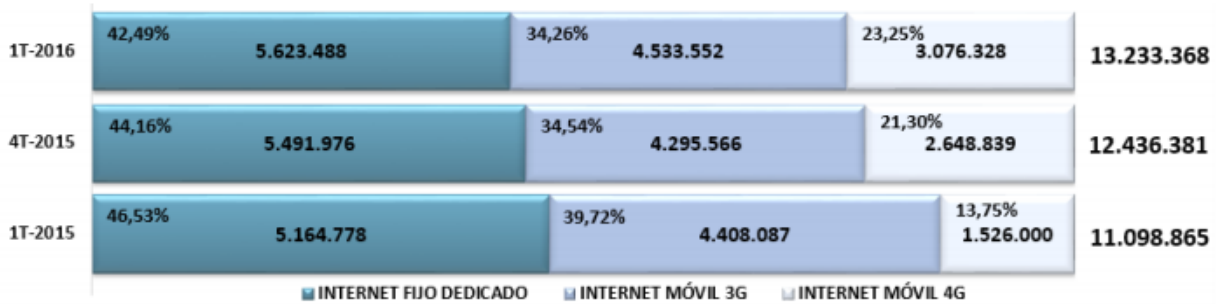
configura una VPN Site to Site, la cual utilizara una de las direcciones públicas proporcionada por su prestador de servicio, configurada en el equipo firewall (pfSense), proporcionando una conexión segura hacia la compañía Tele-Móvil dado a que según la encuesta que se realizó con los 10 ingenieros, diariamente se utilizan todas las herramientas que ofrece Tele-Móvil alojadas en sus servidores.

En la figura 20 se puede observar en la parte izquierda del firewall pfSense (5505) los cuatro equipos de cómputo y los servidores que quedarían en la planta física de GLOBAL-IPGUZ y en la parte derecha la conexión inalámbrica del cliente en su hogar a su equipo portátil o móvil al modem DSL. En la parte derecha del firewall pfSense (5508) se observa la LAN de la compañía Tele-Móvil.



**Figura 20. Diseño de la red para los empleados en modalidad de teletrabajo y en la planta física**

Para realiza la conexión cliente se debe tener en cuenta infraestructura para el acceso por lo cual se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones del acceso de conexiones de banda ancha para los servicios de internet fijas y/o móvil, debemos tener en consideración las condiciones de los operadores y el crecimiento del sector, teniendo en cuenta el último informe del Ministerio de tecnologías de la Información y las Comunicaciones mostrada en la figura 21 donde se observa el aumento de usuarios en el uso de internet móvil.



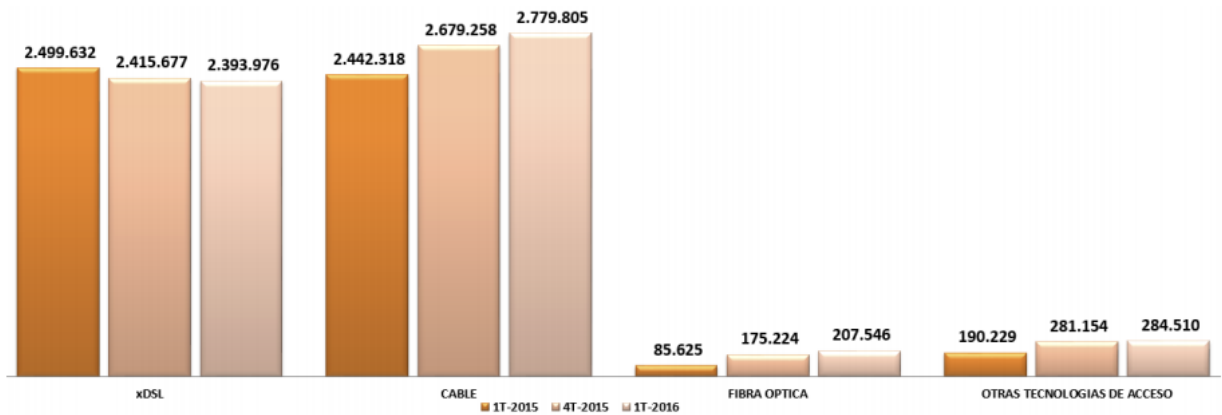
*Figura 21. Aumento de usuarios en el uso de internet móvil*

([http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15639\\_archivo\\_pdf.pdf](http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15639_archivo_pdf.pdf))

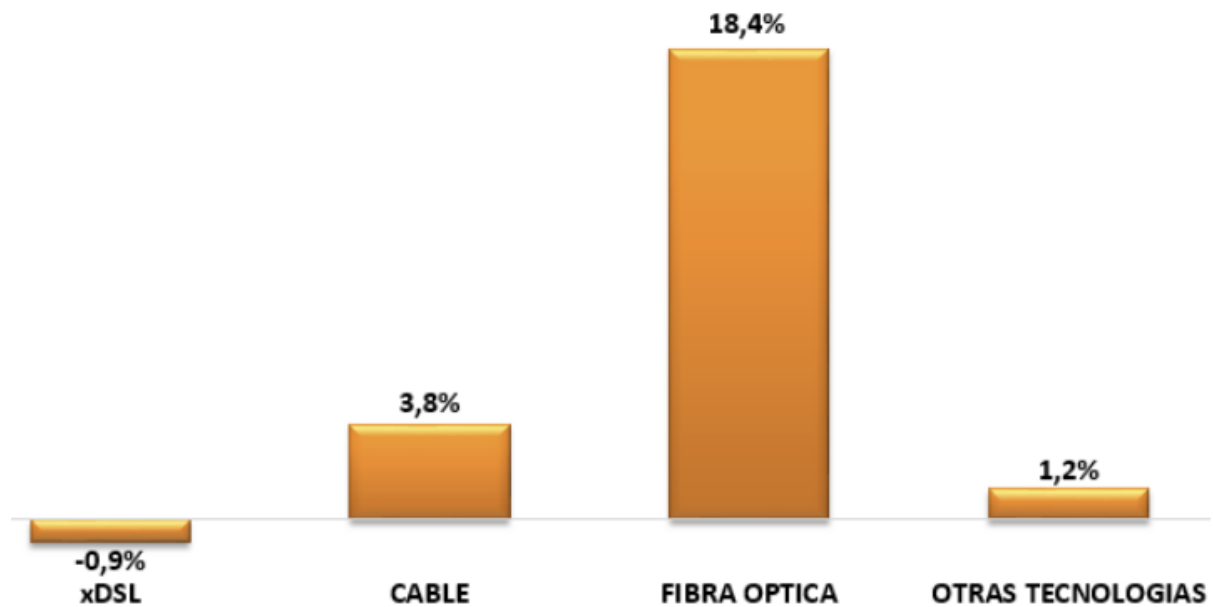
Durante el estudio en términos de acceso del internet fijo dedicado, Colombia cuenta principalmente con 5 grandes proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (PRST):

- Telmex Colombia S.A.
- UNE EPM Telecomunicaciones S.A. E.S.P.
- Colombia Telecomunicaciones S.A. E.S.P.
- Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá S.A. E.S.P.
- EdateL S.A. E.S.P

Los proveedores prestan el servicio mediante tecnologías de XDSL, Cable Coaxial, Fibra Óptica entre otras tecnologías, con una mayor penetración en servicios mediante cable con una cantidad de 2779805 de usuarios para el primer trimestre del año 2016 y una creciente cobertura en el acceso por fibra óptica como muestra en la figura 22.



Fuente: [http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15639\\_archivo\\_pdf.pdf](http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15639_archivo_pdf.pdf)



Fuente: [http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15639\\_archivo\\_pdf.pdf](http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15639_archivo_pdf.pdf)

*Figura 22. Cobertura en el acceso*

Remitiéndose al Artículo 1.8 de resolución de 3067 del 18 de mayo del 2011 donde se define el concepto de Banda Ancha para Colombia como: “La capacidad de transmisión cuyo ancho de banda es suficiente para permitir, de manera combinada, la provisión de voz, datos y video, ya sea de manera alámbrica o inalámbrica. Para efectos de la comercialización, debe tenerse en

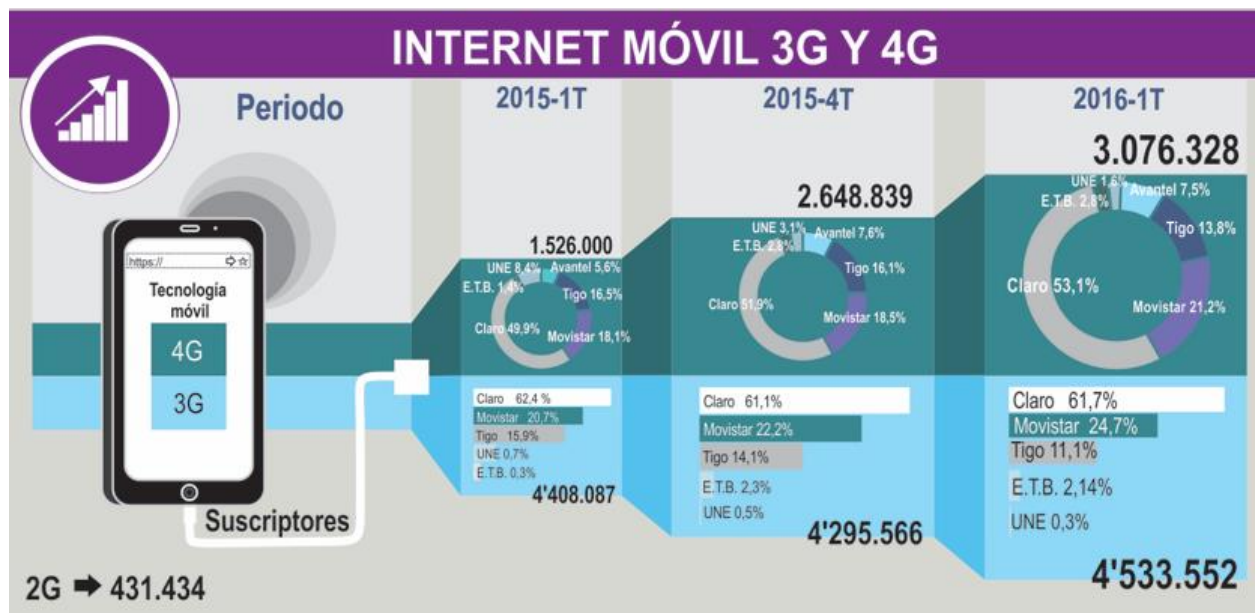
cuenta que una conexión será considerada de “Banda Ancha” sólo si las velocidades efectivas de acceso cumplen los siguientes valores mínimos:”

Sentido de la conexión	Velocidad Efectiva Mínima
ISP hacia usuario o "Downstream"	1024 Kbps
Usuario hacia ISP o "Upstream"	512 Kbps

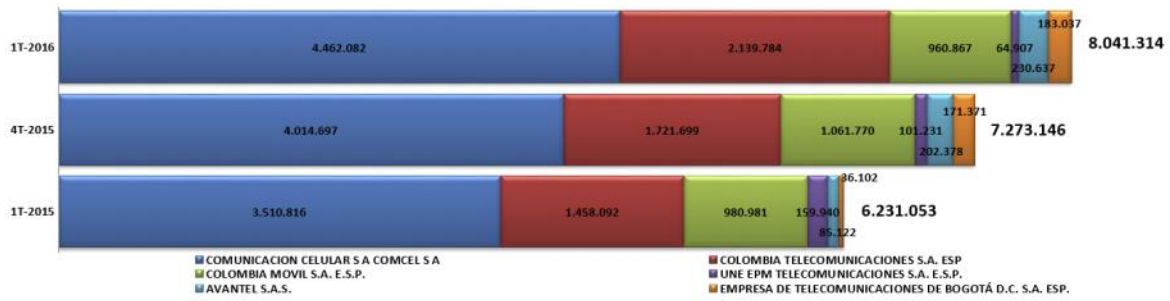
En el caso de los accesos satelitales la relación Downstream/Upstream es de 1024Kbps/256Kbps.

Fuente:[https://www.crcm.gov.co/recursos\\_user/Normatividad/Normas\\_Actualizadas/Res\\_3067\\_Act\\_4807\\_15.pdf](https://www.crcm.gov.co/recursos_user/Normatividad/Normas_Actualizadas/Res_3067_Act_4807_15.pdf)

Desglosando vemos las tecnologías de internet móvil, se analiza los principales proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones móviles (PRSTM) que prestan los servicios de las tecnologías móviles 3G y 4G que corresponde a la definición de Banda Ancha en Colombia



([http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15639\\_infografia.png](http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15639_infografia.png))



([http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15639\\_infografia.png](http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15639_infografia.png))

Figura 23. Banda ancha en Colombia 3G y 4G

8. **Conectividad Usuarios remotos:** Para la conectividad de los usuarios remotos se presentan 3 escenarios.

En la imagen 24 se representan los diferentes medios de acceso o los tres escenarios por los cuales el teletrabajador puede acceder a la red de la compañía GLOBAL-IPGUZ.

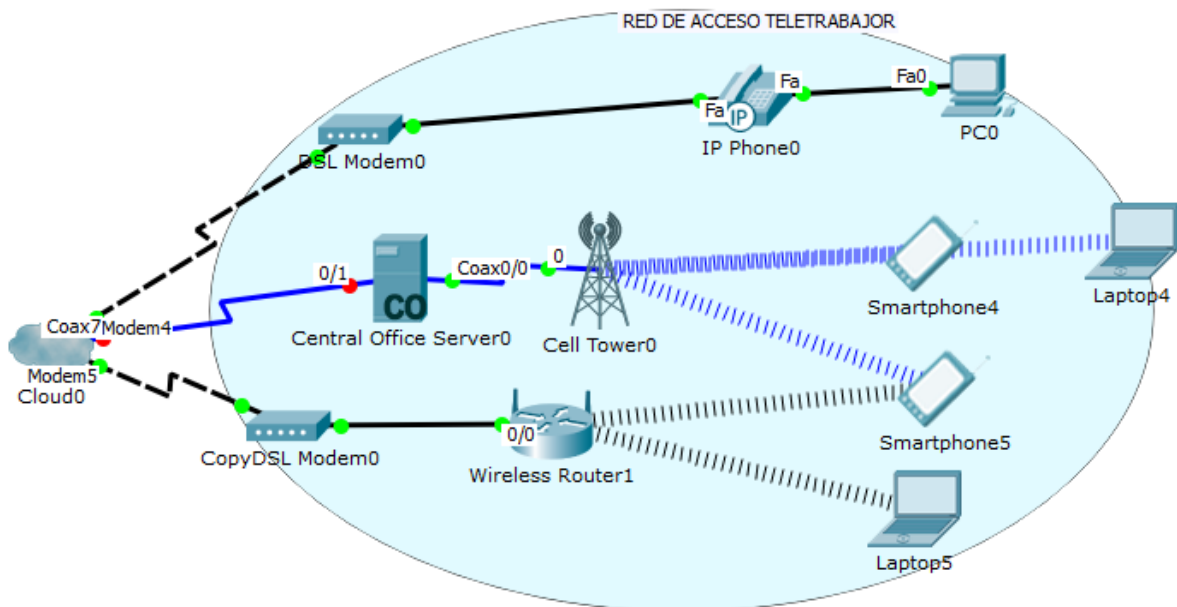


Figura 24. Diferentes medios de acceso del teletrabajador

## 8.1 Escenario 1

El personal cuenta con una conexión de internet fijo, al cual se conecta a un equipo de escritorio con los requerimientos mínimos expuestos en la tabla del anexo 1, mediante una conexión fast-Ethernet.



*Figura 25. Conexión a internet fija*

Se validan las velocidades necesarias con el cual el teletrabajador debería contar de su proveedor de servicio de internet, en la tabla 3 se puede observar el mínimo de las velocidades las cuales no superan los 1,5 Mbps sin contar la videoconferencia HD.

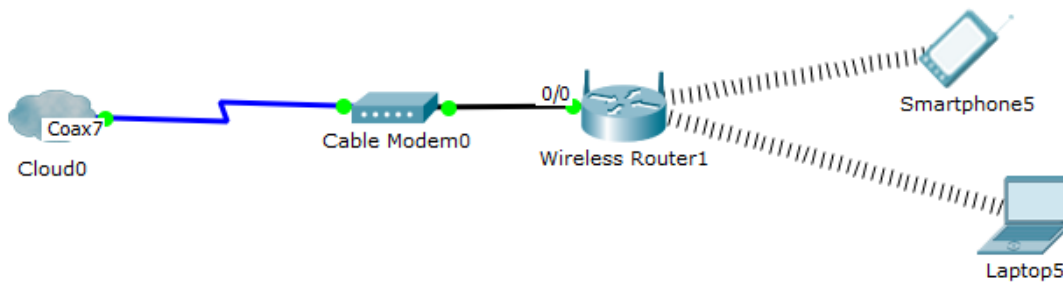
Activity	Minimum Download Speed (Mbps)
Email	0.5
<b>Web browsing</b>	
Job searching, navigating government websites	0.5
Interactive pages and short educational videos	1
Streaming radio	Less than 0.5
Phone calls (VoIP)	Less than 0.5
<b>Watching video</b>	
Standard streaming videos	0.7
Streaming feature movies	1.5
HD-quality streaming movie or university lecture	4
<b>Video conferencing</b>	
Basic video conferencing	1
HD video conference and telelearning	4

*Tabla 3. Velocidad requerida de internet fija*

(Federal communications commissions. Recuperado el 16 de 08 de 2016, de <https://www.fcc.gov/reports-research/guides/broadband-speed-guide>)

## 8.2 Escenario 2

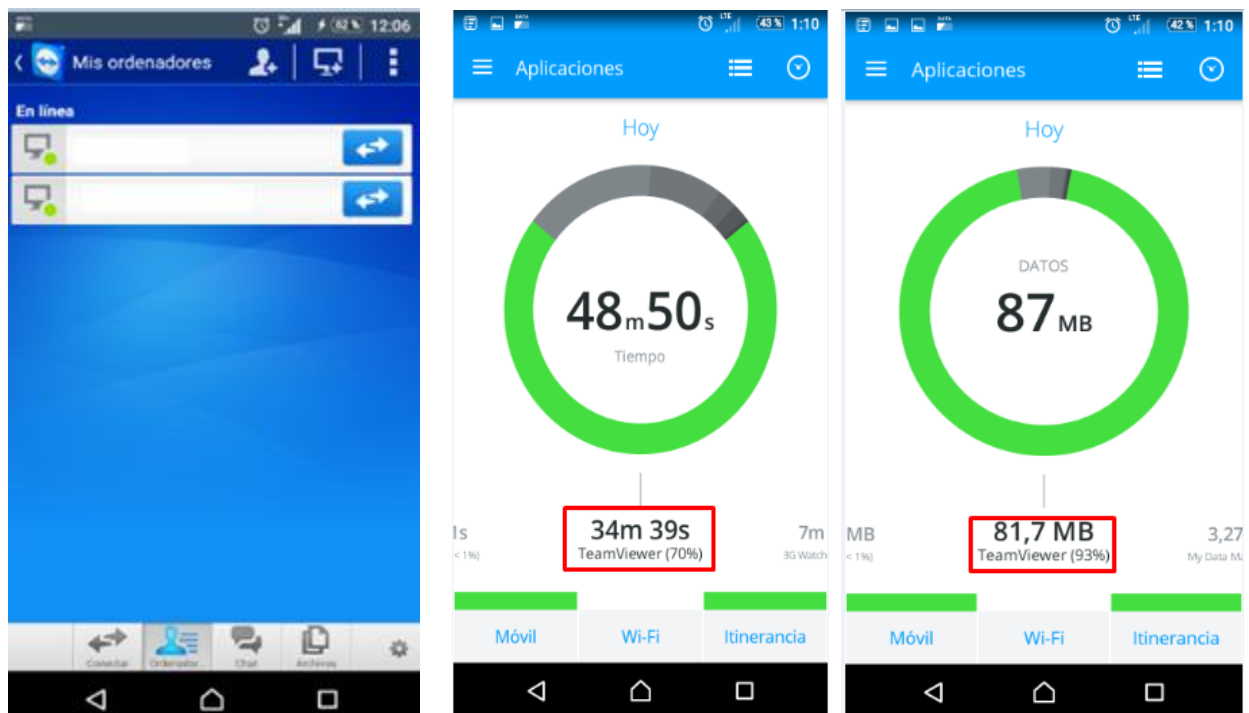
Se cuenta con una conexión WLAN bajo los estándares 802.11x.

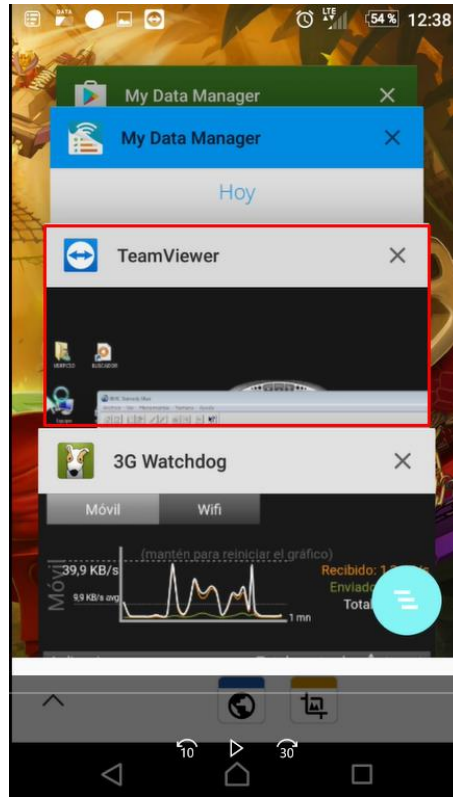


*Figura 26. Conexión inalámbrica a internet*

Se realiza la prueba de realizar conexión remota al equipo de cómputo de la compañía desde un Smartphone durante 34 minutos y 39 segundos, abriendo las herramientas de trabajo, con el fin de verificar la cantidad de datos consumida.

El celular cuenta con sistema operativo android 5.1, se descarga el aplicativo (My Data Manager) con el fin de realizar el cálculo de consumos de datos y el aplicativo TeamViewer para realizar la conexión remota. Como se observa en la figura 27 el consumo de datos correspondió a 87 MB.

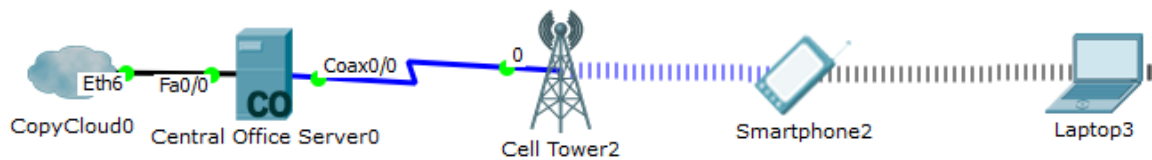




*Figura 27. Conexión remota desde un Smartphone*

### 8.3 Escenario 3

La conexión se realiza por medio de la red móvil y una conexión WPAN entre el Smartphone y el equipo portátil.



*Figura 28. Conexión a la red móvil*

## 9. Diseño de la VPN site to site:

Se realiza simulación por medio de la herramienta GNS3, en la que se muestra y configura (router, firewall pfSense, servidor) de la compañía Tele-Móvil y GLOBAL-IP GUZ en modo de la VPN site-to-site existente.

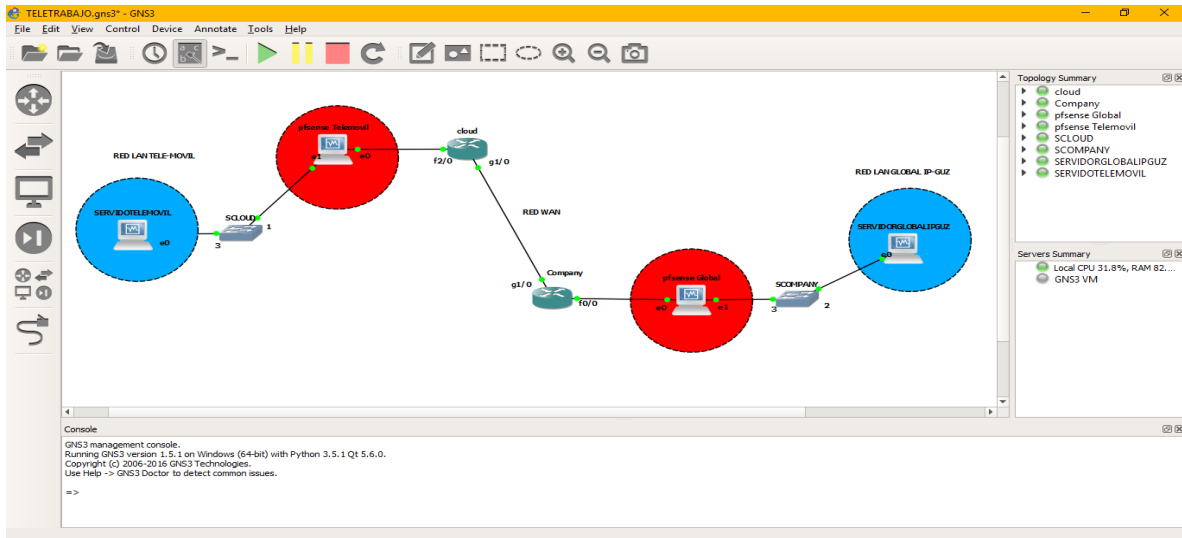


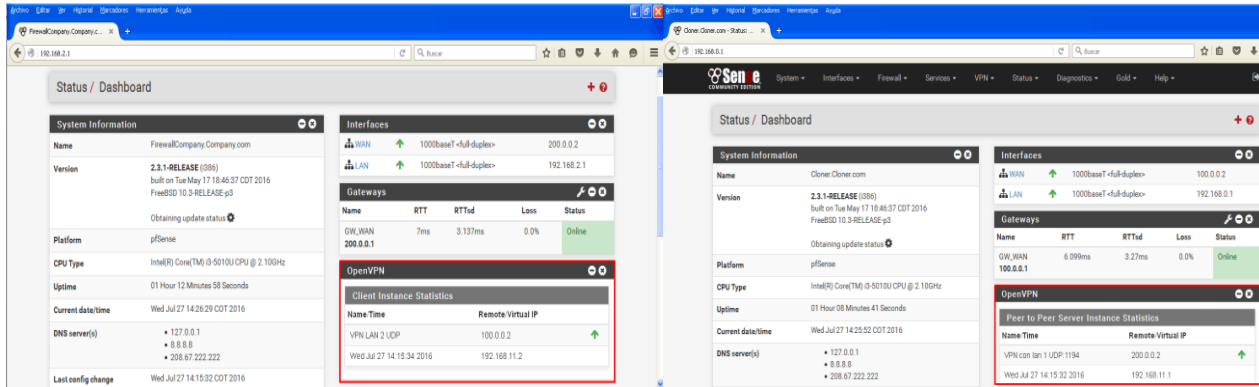
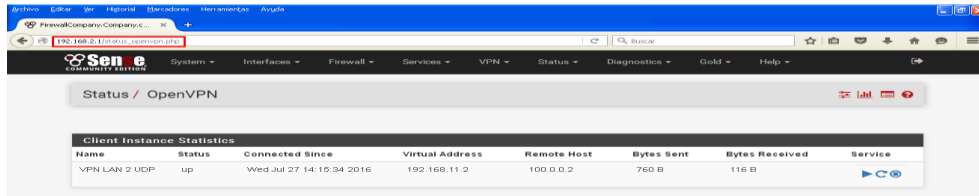
Figura 29. Simulación GNS3 de VPN site-to-site

Para realizar la configuración de la VPN site-to-site en la simulación, se realiza la configuración de las interfaces y del protocolo de enrutamiento de estado de enlace OSPF en los routers de cada uno de los sitios, con el fin de que cada router conozca la red del siguientes salto, en este caso la red de la compañía Tele-Móvil y GLOBAL-IPGUZ.

Se realiza la configuración de cada uno de los servidores y firewall de las compañías, en este caso del firewall pfSense, ingresando la información del direccionamiento IP de las interfaces Lan y Wan de cada red. En la figura 30 se puede observar el estado up de la VPN site-to-site.

The screenshot shows the pfSense OpenVPN status page. The status is 'up'. The table below shows the peer connection details:

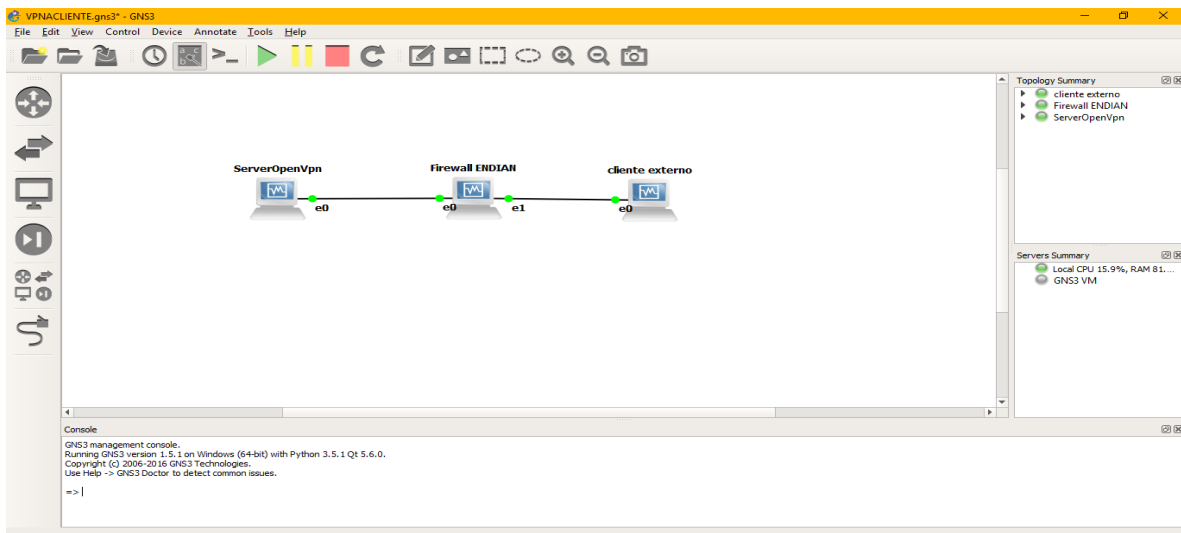
Name	Status	Connected Since	Virtual Address	Remote Host	Bytes Sent	Bytes Received	Service
VPN con lan 1 UDP:1194	up	Wed Jul 27 14:15:32 2016	192.168.11.1	200.0.0.2	3 KiB	4 KiB	



*Figura 30. Estado Up del firewall pfSense de Tele-Móvil y GLOBAL-IPGUZ*

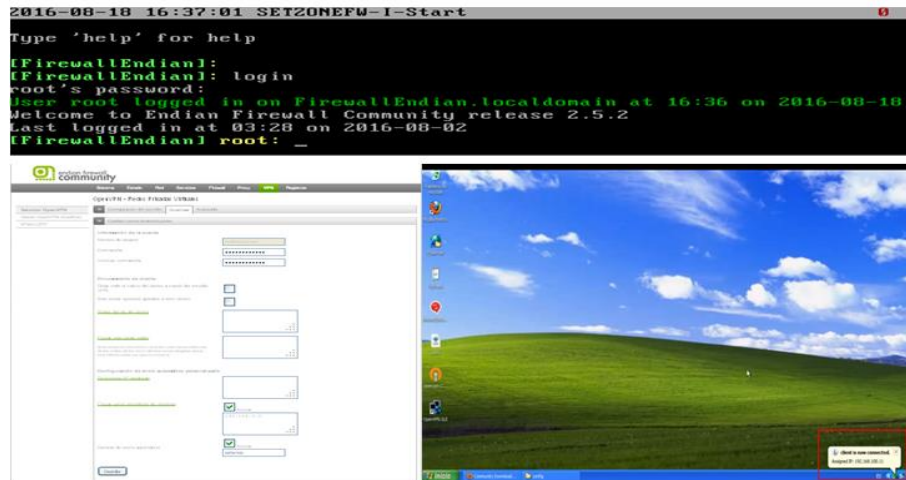
## 10. Diseño de la VPN client to site:

Se realiza simulación por medio de la herramienta GNS3, en la que se muestra y configura el servidor openVPN del firewall Endian.



*Figura 31. Simulación GNS3 de la VPN client-to-site*

Para realizar la configuración de la VPN client-to-site, configuramos la dirección IP en el firewall Endian por medio de la cual se realizara la configuración de las cuentas del teletrabajador en el servidor OpenVPN en interfaz web. En la figura 32 se puede observar la interfaz web de configuración, firewall Endian y el estado up de la VPN del cliente.



*Figura 32. Estado Up del firewall Endian y de la VPN del teletrabajador*

## **11. Análisis del costo y gasto al implementar la modalidad de teletrabajo, por medio del diseño tecnológico de red con VPN site to site y VPN site to client**

La única inversión en cuanto a hardware que se debe realizar para implementar el diseño tecnológico de teletrabajo en la compañía GLOBAL-IPGUZ, es la compra del firewall pfSense modelo (SG-2440) por un valor de \$499 dólares, en el cual se configurara la VPN site to site y por medio del OpenVPN la VPN client to site,



Si desea ver las características técnicas del modelo ver **ANEXO 3- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PFSENSE SG-2440.**

En cuanto a software se deberá realizar la compra del antivirus corporativo (Kaspersky Small Office Security), en el cual la licencia cubre 5 PCs por un año por un valor de \$149,95 dólares, ofreciendo los siguientes beneficios:

- Defiende equipos portátiles, equipos de escritorio y servidores contra malware
- Protege a las empresas del phishing y los riesgos de Internet

- Protege los dispositivos Android, con funciones antirrobo y mucho más
- Agrega seguridad adicional para operaciones bancarias y pagos en línea
- Impide que se filtre información de la empresa y de los clientes
- Simplifica la seguridad, incluida la administración remota

La suma de la inversión corresponde a \$648,95 dólares, como se observa en la tabla 4 el cual corresponde a \$1'947.000 de pesos:

Unidad	Tipo	Modelo	Características	Foto	Valor (dólares)
1	Firewall pfSense	SG-2440	Support for IPV6, NAT, BGP VPN: IPsec, OpenVPN, PPTP Dynamic DNS client DHCP Server and Relay functions PPPoE Server		\$499
1	Kaspersky Small Office Security	NA	La licencia cubre 5 PCs por un año		\$149,95
<b>TOTAL DE INVERSIÓN</b>					<b>\$648,95</b>

*Tabla 4. Pfsense SG-2440 y antivirus Kaspersky Small Office Security*

Con el fin de deducir los costos y gastos que la compañía se ahorraría al implementar el diseño de red para teletrabajo, preguntamos cuales son los gastos y costos actuales en cuanto al arriendo de (equipos de cómputo e impresora, puestos de trabajo, canal dedicado, oficina, servicios de la compañía y aseo). Se realizó la suma de los gastos más los costos generando un resultado de \$11'510.000 de pesos, los cuales se muestran en la tabla 5.

COSTOS DE LA OPRACION POR MES	Cantidad	Valor por unidad	Valor total
Arriendo equipos de computo	10	\$100.000,00	\$1.000.000,00
Arriendo Computador portátil	1	\$70.000,00	\$70.000,00
Arriendo de impresora	1	\$50.000,00	\$50.000,00
Arriendo puesto de trabajo por persona	11	\$200.000,00	\$2.200.000,00
Canal dedicado de datos fibra óptica última milla.	1	\$1.200.000,00	\$1.200.000,00
Total Costos			\$4.520.000,00

GASTOS DE LA OPERACIÓN POR MES	Valor total
Arriendo Oficina (103 m <sup>2</sup> )	\$4.900.000,00
Valor de la administración + Seguridad	\$1.090.000,00
Servicios publicos(Luz y Agua)	\$300.000,00
Aseo de la oficina	\$700.000,00
Total gastos	\$6.990.000,00

<b>TOTAL DE COSTOS + GASTOS</b>	<b>\$11.510.000,00</b>
---------------------------------	------------------------

*Tabla 5. Costos y gastos de GLOBAL-IPGUZ*

Como se observa en la tabla 5, actualmente se están generando gastos por \$6.990.000 y costos por \$4.520.000 de pesos. Si realizamos el cálculo del descuento que se produce al contar solo con cuatro equipos de cómputo, cuatro trabajadores en la planta física y reducción del área de trabajo, obtendríamos un total de gastos y costos de \$6.990.000,00 de pesos.

Se concluye que la compañía GLOBAL-IPGUZ se estaría ahorrando mensualmente en gastos \$2'450.000 de pesos y en costos \$2'070.000 de pesos.

La tabla 6 muestra los gastos y costos en los cuales la compañía debería incurrir al implementar la modalidad de teletrabajo.

COSTOS DE LA OPRACION POR MES	Cantidad	Valor por unidad	Valor total
Arriendo equipos de computo	4	\$100.000,00	\$400.000,00
Arriendo Computador portátil	0	\$70.000,00	\$0,00
Arriendo de impresora	1	\$50.000,00	\$50.000,00
Arriendo puesto de trabajo por persona	4	\$200.000,00	\$800.000,00
Canal dedicado de datos fibra óptica última milla.	1	\$1.200.000,00	\$1.200.000,00
Total Costos			\$2.450.000,00

GASTOS DE LA OPERACIÓN POR MES	Valor total
Arriendo Oficina (40 m <sup>2</sup> )	\$2.750.000,00
Valor de la administración + Seguridad	\$1.090.000,00
Servicios públicos(Luz y Agua)	\$200.000,00
Aseo de la oficina	\$500.000,00
Total gastos	\$4.540.000,00

<b>TOTAL DE COSTOS + GASTOS</b>	<b>\$6.990.000,00</b>
---------------------------------	-----------------------

*Tabla 6. Reducción de costos y gastos de GLOBAL-IPGUZ*

La suma total de gastos y costos al implementar la modalidad de teletrabajo, se estaría reduciendo a un valor total de \$4'520.000 de pesos mensuales en comparación al valor actual que le genera a la compañía.

# **DISEÑO DE LA RED DE TELETRABAJO POR MEDIO DE TECNOLOGIAS VIRTUALIZADAS**

El diseño de una red virtual para teletrabajo es posible realizarlo por medio de la plataforma Mininet, ya que permite implementar nodos con el protocolo OpenFlow simulando una red SDN. La plataforma Mininet, permite crear redes virtuales a gran escala de forma rápida y eficiente, permitiendo emular dispositivos como switches, host, enlaces y routers.

Algunas ventajas de utilizar la plataforma Mininet son:

- Es un simulador de SDN.
- Corre sobre Linux.
- Sólo se necesita un PC y los prototipos se pueden escalar a redes grandes.
- Bueno para crear prototipos. El comportamiento del prototipo representa el comportamiento real con un alto grado de realismo.
- Permite crear topologías personalizadas mediante scripts (en Python).
- Para la simulación emula los diferentes enlaces, PCs, switches y controladores.
- Puede tener hasta cientos de nodos, dependiendo de la configuración.
- La administración y la simulación ocurren en tiempo real.
- Permite la reutilización de componentes (scripts).

Para poder realizar el diseño de red, se deberá descargar la imagen de la plataforma Mininet e importarla al virtualizador VirtualBox, en el virtualizador se deberá realizar la configuración de añadir un adaptador de red de (solo anfitrión), con el fin de crear una interfaz de bucle invertido en el equipo host para conectar la máquina virtual al ordenador principal.

Ya realizada la configuración de la máquina virtual es posible ejecutar la plataforma Mininet, en la que podremos crear un escenario SDN. Con el fin de crear la topología deseada se podrá hacer

uso de una topología mínima ya establecida en Mininet, la cual consta de un switch con kernel de OpenFlow conectado a dos PCs (hosts) y el controlador de referencia OpenFlow.

En la tabla 7 se podrá observar algunos comandos a ejecutar en la plataforma Mininet, con el fin de comenzar a crear la red.

Comando	Descripción
sudo mn -c	Elimina los posibles “restos” de una topología de Mininet anterior
sudo mn	Crear red
sudo mn -h	Ayuda de Mininet
nodes	Muestra los nodos de la topología
net	Muestra los enlaces de la topología
dump	Muestra la información de todos los nodos de la topología
pingall	Hace ping entre todas las parejas de nodos de la topología

**Tabla 7. Comandos básicos para la creación de la topología de red en la plataforma Mininet**

(Ibáñez García, F. J. (2016). *Estudio de las tecnologías SDN y NFV*. Universitat Oberta de Catalunya)

En la figura 33 se puede observar la creación de una topología básica, en la que s1 hace referencia al switch, h1 y h2 a los host, c0 el controlador, h1 con s1 y h2 con s1 hace referencia a los enlaces.



```
mininet@mininet-vm:~$ sudo mn
*** Creating network
*** Adding controller
*** Adding hosts:
h1 h2
*** Adding switches:
s1
*** Adding links:
(h1, s1) (h2, s1)
*** Configuring hosts
h1 h2
*** Starting controller
c0
*** Starting 1 switches
s1 ...
*** Starting CLI:
mininet>
```

**Figura 33. Creación de una topología básica en la plataforma Mininet**

(Ibáñez García, F. J. (2016). *Estudio de las tecnologías SDN y NFV*. Universitat Oberta de Catalunya)

[

La empresa privada multinacional china Huawei Technologies, es la pionera en implementar soluciones de red definida por software y gracias a ello es posible migrar sin inconvenientes hacia las redes definidas por software para acceder a las aplicaciones de manera segura y con buena capacidad de respuesta, tanto desde dispositivos cableados como inalámbricos. Las tecnologías Agile Controller de Huawei ahorran tiempo de administración de la red, acelera la entrega de servicios nuevos y optimiza de forma dinámica el uso de los recursos de cómputo y de almacenamiento. Con las funciones de SDN y NFV es posible desplegar los servicios hasta cuatro veces más rápido, mejorar el rendimiento en todas las aplicaciones y los servicios de voz, datos, vídeo y multimedia y disminuir el tiempo de O&M de la red de meses a minutos.

### **Beneficios de Agile Controller**

Arquitectura programable: Los planos de datos y control son completamente programables permitiendo crear funciones y servicios nuevos con rapidez. El modo definido por software de Huawei permite que los clientes desarrollen redes nuevas hasta cuatro veces más rápido que las redes tradicionales.

Experiencia de usuario enriquecida: Es posible identificar automáticamente a cada usuario de la red y asignar un grupo completo de derechos, recursos, ancho de banda, prioridades y seguridad a cada nodo de la red. Gracias al acceso a la red en cualquier parte y en el cualquier momento, los usuarios recibirán servicios uniformes, tales como la mejor ruta de entrada/salida.

Detección superior de fallos: La exclusiva función de reconocimiento de calidad de Huawei permite advertir inmediatamente a los administradores de red acerca de los fallos. Esto permite que los fallos se detecten y se solucionen rápidamente para mejorar la calidad de la red y reanudar la transmisión de los servicios en tiempo real, tales como los servicios de vídeo y de voz, de forma casi ininterrumpida.

Operación y mantenimiento eficientes: Para el mantenimiento de las redes tradicionales, los administradores de redes deben aprender muchos lenguajes de máquinas, y esa curva de aprendizaje ralentiza el lanzamiento de servicios nuevos. La solución Agile Network de Huawei adopta lenguajes simples, naturales y fáciles de usar para que los clientes se actualicen rápidamente.

One Box: Consiste en virtualizar los switches de red y dispositivos de la WLAN en un único switch. El concepto "One Box" de Huawei y la gestión unificada de dispositivos y servicios permiten reducir significativamente las cargas de trabajo de operación y mantenimiento.

Los switches Agile reemplazan a los switches tradicionales con el objetivo de crear un "cuerpo ágil" para las redes de campus. La programabilidad del plano de datos en los chips ENP desarrollados por Huawei permite que los administradores incorporen rápidamente funciones nuevas, tales como el reconocimiento de calidad iPCA (Packet Conservation Algorithm for Internet) y el control de acceso (AC) nativo.

Una red segura: Los recursos individuales de seguridad, tales como los firewalls, conforman un grupo que se extiende por toda la red. La planificación unificada integra recursos de seguridad en toda la red de forma ordenada para lograr seguridad sólida, protección proactiva y respuesta rápida ante las amenazas

]

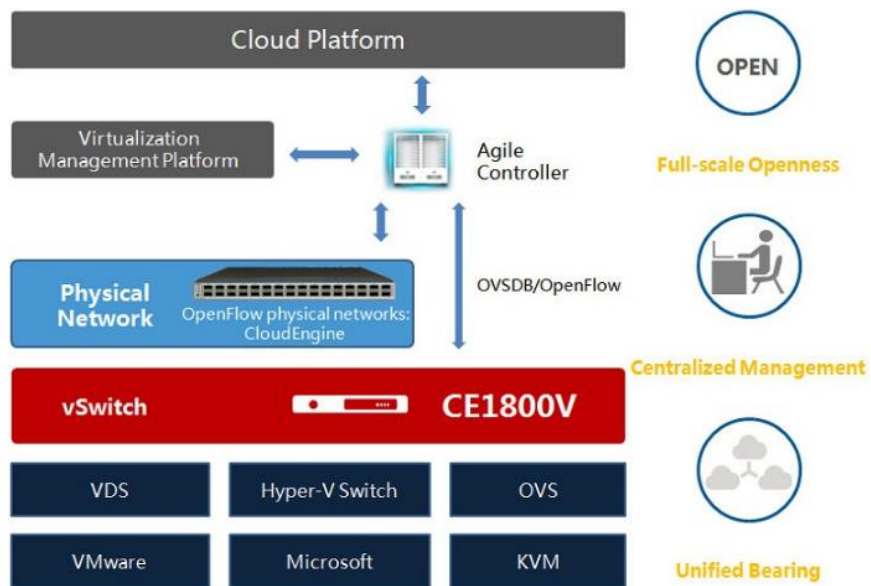
([http://e.huawei.com/es/solutions/technical/sdn/software-defined-campus-network#Download\\_More\\_Information](http://e.huawei.com/es/solutions/technical/sdn/software-defined-campus-network#Download_More_Information), 2016)

Huawei ofrece la serie de switches CEX800 preparados para SDN con puertos resistentes 100GE/40GE/25GE/10GE, ideales para Data Centers, redes de empresa a gran escala y cloud computing sólida, realizando una combinación de la serie de switches podemos crear un entorno virtualizado, fácil de administrar y optimizado para las aplicaciones multimedia y el procesamiento de datos basado en servidores.

Para el diseño de la red de teletrabajo de la compañía GLOBAL-IPGUZ, es útil el switch virtual CE1800V, ya que permite a la máquina virtual implementaciones independientes de los dispositivos de red físicos, aislamientos de los inquilinos en diferentes subredes, el apoyo a la

Capa 3 de migraciones de máquinas virtuales flexibles, compatible con OpenFlow estándar de 1.0 / 1.3 y los protocolos OVSDDB. CE1800V software se ejecuta en plataformas de virtualización de VMware y Microsoft, junto con el regulador de Huawei ágil y eSight NMS, los administradores de red pueden gestionar y controlar las redes virtuales de la misma manera que las redes físicas centralmente.

En la figura 34 se puede observar el switch CE1800V, en el cual se representa el conjunto de máquinas virtuales y la comunicación del plano de control y el plano de datos.



*Figura 34. switch CE1800V*

## CONCLUSIONES

Al realizar el estudio del planteamiento de una solución de teletrabajo, se visualiza, los beneficios tanto sociales como económicos, tanto para los trabajadores que migran a esta modalidad, como a las empresas que desean implementarlos.

Se cuenta con una variedad de tecnologías que convergen al implementar el teletrabajo, permitiendo el desarrollo de nuevas formas de interacción de los miembros de la sociedad como por ejemplo a las personas con alguna discapacidad.

Se observa que a medida que las empresas migren a sus empleadores a esta modalidad de trabajo, las empresas pueden mejorar sus rendimientos económicos, donde pueden llegar a reducir hasta un 40% de sus gastos recurrentes.

Se evidencia que la compañía GLOBAL-IPGUZ independientemente del diseño de red que implemente, estaría ahorrando mensualmente en gastos \$2'450.000 de pesos y en costos \$2'070.000 de pesos.

## ANEXO 1-INVENTARIO DEL HARDWARE DE GLOBAL-IPGUZ

INVENTARIO EQUIPOS DE RED DE LA COMPAÑIA GLOBAL-IPGUZ												
Unidades	Tipo	Marca	Modelo	Características	Marca procesador	Modelo procesador	Velocidad del procesador	Capacidad disco duro	Capacidad memoria RAM	Unidad Lectora	Tipo Unidad Lectora	
10	CPU	HP	EM6258/800 G/SFF	NA	Intel Core	i7-4770	3.4Ghz	500 GB	8 GB	HP	CD/DVD	
10	Monitor	LG	M27A-B	LED 27" - 1600x900	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
10	Mouse	Genius	Xecroll	alambrico de conexión usb	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
10	Diserna	Logitech	H390	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
1	PORTATIL	Lenovo	G40-70	LED 14" - 1600x900	Intel	i5-4200U	2.3Ghz	1TB	4 GB	Lenovo	CD/DVD	
1	IMPRESORA HP (CF57A/AB18)		LaserJet Pro MFP M178n	USB 2.0, Fast Ethernet 10/100Base-TX	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
1	SWTCH CAPA 2	Huawei	S1728GVR4P	24 Ethernet 10/100/1000 ports 4 Gg SFP	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
1	SWTCH COBE CAPA 3	Huawei	S3700-28TP-PVPI-E	24 10/100Base-TX ports, 2 1000Base-X SFP ports and 2 gigabit combo ports (10/100/1000Base-T or 100/1000Base-X)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

## ANEXO 2- INVENTARIO DEL SOFTWARE DE GLOBAL-IPGUZ

---

INVENTARIO SOFTWARE COMPAÑÍA GLOBAL-IPGUZ		
Unidades	Tipo	Nombre
11	Ofimática	Office 2010 Licenciado
11	Antivirus	Avast (Free antivirus)
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Remedy
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Zoc Terminal
11	Herramienta proporcionada por ( GLOBAL-IPGUZ)	eyeBeam
11	Herramienta proporcionada por ( GLOBAL-IPGUZ)	Ticket creador
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Radmin 3,4
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	M2000
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Calidad Gestión
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Página de RF
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Cluster
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Cops
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Página de O&M
11	Herramienta proporcionada por (Tele-Móvil)	Correo electrónico

- Dinero*. (16 de 10 de 2013). Recuperado el 14 de 08 de 2016, de Teletrabajo reduce costos:  
<http://www.dinero.com/pais/articulo/teletrabajo-reduce-costos-empresariales/186219>  
[http://e.huawei.com/es/solutions/technical/sdn/software-defined-campus-network#Download\\_More\\_Information](http://e.huawei.com/es/solutions/technical/sdn/software-defined-campus-network#Download_More_Information). (2016). Recuperado el 2016
- Cisco. (s.f.). Obtenido de Software de Cisco Adaptive Security Appliance (ASA):  
[http://www.cisco.com/c/es\\_es/products/security/adaptive-security-appliance-asa-software/index.html](http://www.cisco.com/c/es_es/products/security/adaptive-security-appliance-asa-software/index.html)
- Domingo Verano Tacorontea, H. S. (2013). El teletrabajo y la mejora de la movilidad en las ciudades. *European Research on Management and Business Economics*, 41-46.
- El libro blanco del ABC de teletrabajo en Colombia*. (s.f.). Recuperado el 10 de 06 de 2016, de  
[http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-8228\\_archivo\\_pdf\\_libro\\_blanco.pdf](http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-8228_archivo_pdf_libro_blanco.pdf)
- Espinoza, E. E. (2013). *Diseño de la red para el proyecto de banda ancha rural*. *Federal communications commissions*. (s.f.). Recuperado el 16 de 08 de 2016, de  
<https://www.fcc.gov/reports-research/guides/broadband-speed-guide>
- Herrera, u. G., & Botero, J. F. (2015). *Network Functions Virtualization: A Survey*. *Historia del teletrabajo*. (s.f.). Recuperado el 2016, de <http://comunidadteletrabajo.com/historia-del-teletrabajo/>
- Ibáñez García, F. J. (2016). *Estudio de las tecnologías SDN y NFV*. Universitat Oberta de Catalunya. *Metro Ethernet*. (s.f.). Recuperado el 10 de 07 de 2016, de <http://redesgrupodiez.blogspot.com.co/MetroEthernet>. (s.f.). Recuperado el 10 de 07 de 2016, de  
<https://sites.google.com/site/3cuelectronica/home/ethernet/metroethernet>
- mintrabajo*. (s.f.). Recuperado el 06 de 08 de 2016, de <http://www.mintrabajo.gov.co/teletrabajo.html>
- ms.gonzalez. (05 de 11 de 2012). *redestelematicas*. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de  
<http://redestelematicas.com/la-ultima-milla/>
- Pavón, B. C. (2012). *Diseño de una red WAN para una compañía nacional*. *Revista Cloud Computing*. (s.f.). Recuperado el 06 de 08 de 2016, de  
<http://www.revistacloudcomputing.com/glosario-cloud-computing/#>
- Suárez, Á. B. (2013). *Estudio sobre la tecnología carrier ethernet, para la creacion de redes privadas virtuales*. *Tecnologías de acceso*. (s.f.). Recuperado el 06 de 08 de 2016, de  
<http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/banda-ancha/tecnologias/cableado/Paginas/acceso-cableado.aspx>