

DISEÑO DE IMPLEMENTACION IPv6

INTRODUCCIÓN

Al inicio del siglo XXI era difícil evidenciar el crecimiento rápido y exponencial que tendría la demanda de direccionamiento IPv4 durante la primera década. Aunque a partir del año 2000, de acuerdo a las proyecciones, se hizo evidente y real el agotamiento del direccionamiento IPv4. El uso comercial de internet unido al crecimiento de usuarios y dispositivos se evidencio la necesidad para los grupos de estandarización, proveedores regionales, así como los fabricantes de hardware para tecnología IPv4, de establecer políticas que permitieran implementar un despliegue gradual y real de IPv6 como un protocolo de nueva generación que permitiera suplir las necesidades y demandas de direccionamiento.

Dentro del contexto mundial, el despliegue e implementación de la tecnología IPv6 ha estado impulsada por la adopción de políticas y planes para su difusión, la cual indudablemente requiere de nuevos esfuerzos para su implementación real y efectivo. El despliegue y masificación de redes bajo el protocolo IPv6, sin lugar a duda esta principalmente asociado a modelos de negocio financieramente rentables que permitan establecer planes de renovación tecnológica para la implementación gradual de redes IPv6 por parte de los proveedores de servicios de internet (ISP).

Los proveedores con el fin de poder aprovechar los recursos actuales han buscado adaptar su infraestructura de red actual para brindar una oferta real a la demanda de direcciones IPv6 con soluciones IPv6 híbridas dentro de la tecnología e infraestructura actual de IPv4.

El despliegue de las redes IPv6 nativas, ha estado marcado principalmente por el contexto académico en donde las universidades han brindado grandes esfuerzos y han dado pasos importantes en este sentido. El aumento en el contenido y los dispositivos desarrollados para IPv6 impulsará el proceso de transición, en donde ya se empieza a tener una demanda real y creciente para la asignación de direccionamiento IPv6.

Como parte del cambio de cultura hacia la tecnología IPv6, el desarrollo por parte de los proveedores de tecnología IPv6 hace que hoy en día exista una variada oferta de tecnología en IPv6, que ofrece una posibilidad financiera para su adopción permitiendo el ahorro de costos en las actualizaciones tecnológicas e inversiones en este campo en el mediano plazo. El despliegue y la implementación de IPv6 nativo por parte de los proveedores de servicio, estará enmarcado dentro de la próxima década en un contexto de crecimiento exponencial aun mayor de dispositivos móviles, conceptos como el internet de las cosas, masificación aún mayor en los servicios de internet, domótica, ciudades inteligentes, computación en la nube y de contenido IPv6, que sin lugar a duda impulsaran la necesidad de un aumento en las necesidades de direccionamiento a nivel mundial y ofrecerán a los ISP modelos de negocio rentables para la renovación de su infraestructura de red actual hacia redes IPv6 nativas.

INDICADORES RELEVANTES DE GESTIÓN GLOBAL/ESPECÍFICOS

Se establece un presupuesto para el diseño e implementacion de la solución de una red IPv6 con tecnología Lanic permitiendo conectividad a internet teniendo en cuenta los costos de: Ingeniero

encargado del diseño, transición e implementación del protocolo. Costo del Bloque, Código ASN y renovación anual del espacio en el bloque y código. La variación en el costo base para la implementación del proyecto estará asociada con las variaciones que se pueden presentar en la tasa de cambio del dólar frente al peso colombiano que afectan de manera directa el proceso de compra de suministros claves dentro de la fase de implementación del proyecto.

MARCO BÁSICO DE GESTIÓN Y DESARROLLO

Misión

Crear y documentar el diseño de una red en IPv6 con Tecnología Fortinet que brinde conectividad a internet a la administración Municipal de Chía.

Visión

A la finalización de este documento, poder tener la aprobación del plan de proyecto planteado en el mismo para poder considerar su aplicación.

Objetivos

Objetivo Central

Diseñar una red en IPv6 con Tecnología Fortinet configurando protocolo BGP, publicando el bloque IPv6 a través de WAN to WAN con nuestra ISP (prestador de servicio de internet) que brinde conectividad a internet para la administración Municipal de Chía.

Objetivos Específicos

- Organizar de manera metódica los requerimientos de los usuarios a través de un plan de gestión de requerimientos que permita realizar trazabilidad a cada uno de ellos durante la creación del plan de diseño.
- Elaborar entregables de diseño técnico que fundamenten y posibiliten la operatividad del esquema de red en IPv6.
- Definir un plan de direccionamiento en IPv6 con base en el segmento de direccionamiento público que brinde el ISP (Prestador de servicio de internet) y su respectivo esquema de enrutamiento que permita garantizar la conectividad del usuario hacia internet.
- Especificar la estructura de desglose del trabajo EDT estableciendo actividades, componentes y entregables para la ejecución del proyecto.
- Sugerir el cronograma para la ejecución de las tareas y actividades propuestas.
- Estimar el presupuesto para el diseño, implementación y puesta en marcha de la solución de conectividad propuesta.
- Determinar los riesgos que pueden afectar el proyecto, cualificarlos estimar el tipo de respuesta que se tomará.

Justificación

Hoy día se conocen de manera pública las alarmas que tiene el ente regional de registro de internet en América latina (LACNIC), en el cual se indica que desde el 10 de Junio de 2014 se alcanzó el umbral de 4'194.302 direcciones IPv4 disponibles motivo por el cual entraron en vigor políticas restrictivas que fundamentan iniciar el racionamiento en la asignación de este

preciado recurso. De cara a esta problemática, es evidente la necesidad de los ISP y de los usuarios de plantear la posibilidad de empezar a ofrecer y adquirir productos de internet soportados con IPV6; esto evitará futuros inconvenientes que le imposibiliten a la administración crecer o darse a conocer en la red de redes.

De acuerdo a Raúl Echeberría, CEO de LACNIC, "Desplegar el protocolo IPv6 adquiere hoy más que nunca un sentido de urgencia, volviéndose inevitable e inaplazable si los proveedores de conectividad desean satisfacer la demanda de sus clientes y de nuevos usuarios. LACNIC y la comunidad de Internet han estado trabajando por años para este momento". Dado lo anterior, es explícita la necesidad de empezar a incursionar en la conectividad a internet soportados en el protocolo IPv6 antes que se imposibilite la operatividad de nuevos productos en Diseño de red en IPv6 con Tecnología Fortinet IPv4, esta implementación genera un ítem de ventaja competitiva de cara al mercado en el que se encuentren los usuarios.

POLÍTICAS Y DIRECTRICES NORMATIVAS

Dentro del contexto regional latinoamericano para la transición de las redes IPv4 hacia IPv6, los diferentes gobiernos de la región han establecido las políticas y directrices para que este cambio sea de obligatorio cumplimiento en las entidades estatales dentro de un plazo razonable. En muchas entidades públicas como el caso de las Administraciones Municipales la infraestructura de red actual ya cuenta con soporte en IPv6. Uno de los mayores obstáculos que se afrontan actualmente el uso de dicho protocolo es el temor a que se afecte de manera crítica la operación de la red IPv4 y, a su vez, la operación y producción de las diferentes entidades. La mayoría de implementaciones de IPv6 se hacen conservando en paralelo el funcionamiento de IPv4, ya sea en un escenario de doble pila o implementando ambos protocolos por separado.

Mediante la circular 000002 del 6 de Julio del 2011 expedida por el del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones con el asunto "Promoción de la Adopción de IPv6 en Colombia" en donde uno de sus propósitos es garantizar que la tecnología proyectada (IPv6) sea la adecuada dentro de las estrategias de masificación del gobierno en línea y los planes de conectividad nacional "Vive Digital Colombia". Igualmente se promueve recomendar a la industria colombiana y al sector TIC para que utilice, comercialice o realice fabricación de sistemas, aplicaciones, software, hardware, equipos activos o de red, equipos terminales de usuario y, en general, todo tipo de tecnologías soportadas bajo IP sean fabricados sobre IPV6.

DESCRIPCIÓN E INDICADORES RELEVANTES DE LA PROBLEMÁTICA /OPORTUNIDAD

Como parte de los indicadores, necesidades y requisitos relevantes establecidos y contemplados dentro del levantamiento y recopilación de requerimientos se identificó:

- Problema de desempeño y rendimiento de la red para el ancho de banda utilizado por las aplicaciones y el tráfico que se genera hacia internet.
- Actualmente la gestión de los equipos de última milla es realizada por parte del ISP, por lo cual la atención de requerimientos para cambios de configuración del cliente está establecida con el ISP en 72 horas hábiles, lo cual no cumple con las expectativas y necesidades actuales.

- Tiempos de diagnóstico y solución a fallas ofrecidas por parte del proveedor de servicio.
- Dentro del inventario de equipos pertenecientes a la infraestructura de red actual, se evidencia obsolescencia tecnología con equipos en operación mayores a 10 años (70% de los equipos instalados) y equipos en operación mayores a 6 años (20%).
- De acuerdo a indicadores de gestión por parte de la Oficina TIC, se ha presentado en el último año un aumento en el tiempo de solución a fallas en la infraestructura de red se ha disminuido teniendo en cuenta la disponibilidad del equipo de trabajo y el tiempo de respuesta a los ANS, debido a la referencia y modelo de los equipos instalados actualmente que dificulta la disponibilidad de repuestos y tiempo de entrega por parte del proveedor quien no tiene representación directa en el país.
- Teniendo en cuenta los tiempos de indisponibilidad de los equipos de responsabilidad de la oficina TIC y los tiempos de indisponibilidad asociada a fallas presentadas por el ISP, la indisponibilidad de servicio durante el último año es de aproximadamente 2 días, lo cual ha impactado el Core de usuario del cliente.

ANTECEDENTES

Para el diseño de una red IPv6, nace a partir de una necesidad de negocio por parte del cliente final de la solución, en donde como antecedente principal se identifica la solución de conectividad mediante una conexión a internet y servicios de intranet con un proveedor de servicio ISP.

Como parte de su plan estratégico, la administración ha establecido un plan de renovación tecnológica en el cual se desea la renovación de su infraestructura actual de red, buscando aumentar la disponibilidad del servicio en cada una de sus dependencias, las cuales actualmente presentan problemas de estabilidad, rendimiento, confiabilidad y dimensionamiento para el número de host y tráfico. Como otro de los factores y criterios de decisión, dentro del plan estratégico de la administración se identificó la necesidad de migrar al protocolo de internet IPv6, Diseño de red en IPv6 con Tecnología Fortinet permitir una reducción en gastos fijos, que tiene actualmente contemplados en la Oficina TIC por concepto de pago a su proveedor ISP por la solución que él brinda para garantizar la conectividad entre sus dependencias.

Se plantea a partir de la solución en IPv6 para internet poder retirar esta solución con su proveedor, ya que actualmente la solución de conectividad implica contratar con el proveedor ISP una solución de intranet e internet en cada una de las dependencias, la cual no permite optimizar los recursos entregados por parte del proveedor, hacer un manejo centralizado de la seguridad, e implica aumento en los costos de operación de la Oficina TIC.

BARRERAS Y FACTORES CRUCIALES DE RIESGO - ÉXITO.

Una vez levantado el alcance, se debe iniciar con la identificación de barreras y/o factores que, a priori, representarán riesgos y/o oportunidades en la adopción del protocolo.

Una de las barreras que se encuentran inmediatamente es la falta de experiencia que tiene el mercado en general en el protocolo de IPV6; esto representa un riesgo tanto del lado del usuario como del lado de los proveedores que se tendrán.

Esto tiende a generar un miedo intrínseco al creer que no se cumplirá con la totalidad de los SLA indicados.

Esto tiene amplia relación con el riesgo en los proveedores ante la falta de experiencia del mercado en IPv6; para mitigar esto se debe solicitar personal con conocimientos y experiencia en dicho protocolo.

Por último, se debe tener en cuenta la gran volatilidad que tiene el dólar, lo que generará un riesgo o una oportunidad dependiendo del momento de la compra de los equipos.

Esto representará que el costo sea mayor o menor, indicando de primera mano un riesgo que el proyecto no pueda ser costado con base en los costos del dólar.

RESULTADOS Y REPERCUSIONES ESPERADAS

Como expectativa principal por parte del usuario final en el diseño de red bajo el protocolo IPV6, se espera que la solución permita retirar la solución de intranet que le soporte el proveedor ISP actual, y a través del diseño propuesto garantizar la conectividad entre las dependencias a través IPV6 en internet. Se desea que el diseño de la solución en IPV6 nativo permita ofrecer aumento en el desempeño de la red, permitiendo ofrecer mejores niveles de servicio por parte de la Oficina TIC, aumentar la seguridad en la red y disminuir los días de falla de sus dependencias las cuales actualmente se encuentran en un promedio de 2 días, los cuales afectan la operación. Se espera a partir del diseño y la solución de conectividad propuesta, ofrecer al usuario la posibilidad de suprimir la solución de intranet actual contratada con su ISP.

ASPECTOS TECNICOS

Tamaño (Alcance)

El proyecto está dispuesto para la generación y cumplimiento de los siguientes ítems que son considerados como el alcance del mismo y que deben ser cumplidos de acuerdo a lo establecido en este documento para dar cierre al proyecto.

Se declara alcance del proyecto:

- Realizar el diseño de red en IPv6 para dar solución de conectividad a la administración municipal.
- Cada una de las sedes debe tener la posibilidad de tener conectividad a internet y entre cada una de ellas a través de su direccionamiento público. o Se debe exigir al ISP un segmento IPv6 público para la LAN de todas las dependencias.
- Se tienen dependencias, cuya diferencia está en la diferencia de Host requeridos: Sedes Tipo A (200 Hosts) o Sedes Tipo B (30 Hosts).
- Cada sede tendrá un ancho de banda específico de acuerdo al tipo de Sede que sea y siempre será simétrico. o Tipo A: 20 Mbps o Tipo B: 8 Mbps
- La última milla debe ser dada en Fibra óptica.
- La disponibilidad contratada para cada una de las dependencias y/o sedes es 99.70%, computado mensualmente.
- Equipamiento de Tecnología Fortinet.
- Se debe proveer los equipos de Red a nivel WAN y LAN (Routers y Switches).
- Se debe tener capacidad de crecimiento del 10% de la densidad de puertos LAN.
- No se requieren equipos de WLAN.

- El cliente es responsable del cableado estructurado Horizontal y Vertical.
- El cliente debe asegurar que todos los cuartos de equipos tendrán Rack energizado con corriente AC a 110 V, con toma disponible y Patch Panel RJ45 con su debida conexión al cableado estructurado.
- El direccionamiento a los equipos terminales debe ser entregado de manera dinámica.
- Para fines de diseño, todas las sedes tipo B tienen 1 piso y las sedes tipo A tienen 2 pisos.
- Los puertos terminales de la red LAN soportarán 100 Mbps.
- El ISP será el responsable del mantenimiento de la red una vez se realice la entrega de cada sede.
- El diseño debe ser capaz de garantizar sólo la conectividad a internet de las sedes con direccionamiento IPv6. No está dentro del alcance ningún tipo de servicio diferente al indicado. Ej. Telefonía, videoconferencia, seguridad, entre otros.

FACTORES CONDICIONALES Y CRITERIOS

El principal problema que el cliente desea atacar al solicitar la implementación de IPv6 es poder tener, sin mayores restricciones, segmento de direcciones IP públicas que le permita a sus usuarios poder tener conectividad a internet y, del mismo modo, todos sus clientes, aliados o colaboradores puedan tener acceso a su contenido a través de la red de redes.

En vista que la necesidad es básica, se puede implementar cualquier tipo de tecnología de migración IPv4 a IPv6; pese a que el equipamiento Fortinet que se utilizará tiene la capacidad de mantener IPv6 nativo, no hay proveedor en Colombia que tenga un producto homologado de IPv6 puro para clientes finales y por ello hay que depender de las soluciones propuestas por los ISP.

Pese a lo anterior, con las otras soluciones igual se podrá generar el valor esperado por cliente y por ello mismo, se podrá continuar con el proyecto.

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN

Se plantea la realización del proyecto por medio de las mejores prácticas creadas por el proveedor requerido por el cliente, el cual se utilizará de acuerdo a los lineamientos del proyecto. Estas mejores prácticas están expuestas la página de Fortinet que definen cómo se podrá generar la mejor disposición de los recursos en IPv6 dentro de los cuales están: Direccionamiento, conectividad física, VLANs, enrutamiento, QoS, seguridad, escalabilidad y 20 Diseño de red en IPv6 con Tecnología Fortinet. Fundamentados en estas capacidades, se procederá a realizar de primera mano el diseño de las sedes más grandes (Tipo A) del cliente como una topología de red tipo Campus y posterior a ello las sedes más pequeñas (Tipo B) como una topología de red tipo branch.

LOCALIZACIÓN

Se presenta a continuación los factores de localización del proyecto, aclarando que estos son dispuestos por la administración y los mismos no pueden ser cambiados.

Se realizó el análisis sobre la macro y micro localización determinando disponibilidad técnica de FO en los sitios.

MACRO LOCALIZACIÓN

La localización de las sedes de la administración en donde se implementarán los servicios está dada del siguiente modo:

UBICACION	TIPO A	TIPO B
Edificio Alcaldia Municipal Parque principal		
Carrera 7 # 12-100		

GESTIÓN DE REQUERIMIENTOS

Se muestra a continuación el esquema de distribución y relación de los requerimientos del cliente con su correspondencia en el presente capítulo:

Identificador	Descripción
RC001	Realizar el diseño en IPv6 para dar solución de conectividad a las dependencias y/o sedes
RC002	Se cuenta con dependencias cuya diferencia esta en el Host requerido, sedes tipo A y tipo B
RF001	Cada una de las sedes debe tener la posibilidad de tener conectividad a internet y entre cada una de ellas a través de su direccionamiento publico
RF002	Tener presente segmento IP para la LAN de todas las sedes
RF003	Cada sede tendrá un ancho de banda específico de acuerdo al tipo de sede que sea y siempre será simétrico. Tipo A: 20 Mbps. Tipo B: 8 Mbps
RF004	La ultima milla debe ser dada en Fibra Óptica
RF005	La disponibilidad contratada para cada una de las dependencias y/o sedes es 00%, computado mensualmente.
RF006	Equipamiento de Tecnología Fortinet
RF007	Se debe proveer los equipos de Red a nivel WAN y LAN (Routers y Switches)
RF008	Se debe tener capacidad de crecimiento del 00% de la red tanto física como lógicamente.
RF009	El direccionamiento a los equipos terminales debe ser entregado de manera dinámica.
RF010	Switches instalados deben soportar PoE
RF011	Los puertos terminales de la red LAN soportaran 100 Mbps

SELECCIÓN DE PROVEEDOR

Para la selección de proveedores, se busca generar el menor impacto posible sobre la infraestructura de la Administración. De esta manera se plantea ejecutar esta actividad con el ISP actual del cliente, esto representará que se tengan menos inconvenientes en la migración del servicio de IPv4 a IPV6. Pese a esto, es necesario confirmar con el ISP actual que se tenga la capacidad para cumplir con los requerimientos dados por la administración.

NOTA: no se brinda el nombre el ISP por términos de confidencialidad.

Con el ISP actual se tienen las siguientes características de acuerdo al contenido público de su página web, sólo se resaltan aquellas que son exigidas en la gestión de requerimientos:

- Soporta protocolo IPv4 e IPv6 nativo en la modalidad DUAL STACK
- Gestión y monitoreo 7x24x365
- El servicio incluye para una disponibilidad del servicio desde 99.7%.
- Servicio provisto con Fibra Óptica propia.

DISTRIBUCIÓN GENERAL E INGENIERÍA DEL PROYECTO

Sedes El servicio que se brindará por parte del ISP acogerá a todas las dependencias de la Administración Municipal reportadas en el alcance del proyecto que ha sido documentado anteriormente.

En total son 000 sedes:

- 00 Sedes Tipo A: 20 Mbps (200 Hosts)
- 00 Sedes Tipo B: 8 Mbps (30 Hosts)
- Diseño de red en IPv6 con Tecnología Fortinet

CONECTIVIDAD

El servicio de conectividad se brindará a través del ISP seleccionado que opera quien tendrá las siguientes responsabilidades:

- Asignar un direccionamiento público de IPv6 que supla las necesidades de cada punto.
- Garantizar la configuración en su infraestructura para que el segmento de direccionamiento público asignado a la administración sea publicado a internet y así mismo se tenga conectividad a este.
- Proveer la infraestructura de última milla que consta de los siguientes elementos:
 - Fibra óptica hasta la sede que garantice la conectividad a la infraestructura del ISP que brinda el servicio de Internet.
 - Tranceiver en extremo, se debe garantizar por parte del ISP que la conexión al router de la administración esté dada en conector tipo RJ45 en protocolo Ethernet.
 - Segmento IP público o privado (a consideración del ISP) de tamaño /126 para obtener conectividad en la última milla.
 - En caso de requerir alguna configuración específica por parte del ISP en el router, se debe notificar motivo y labor solicitada.

SLA con ISP

A continuación, se muestran los SLA impuestos y ofrecidos por el ISP:

- El servicio incluye para una disponibilidad del servicio desde 99.7%.
- Herramientas de Gestión Proactiva para conocer el desempeño del canal de internet.
- Gestión, monitoreo y soporte 7x24
- Soporta protocolo IPv4 e IPv6 nativo en la modalidad Dual Stack
- Estadísticas MRTG
- Direccionamiento IPv6
- El ISP no garantiza calidad de servicio para Voz Ip configurada sobre Internet Dedicado.
- Implementación de última milla en fibra óptica.

DIRECCIONAMIENTO

El ISP asignará el direccionamiento público de cada una de las sedes acorde a las recomendaciones realizadas por la IANA en conjunto a LACNIC. Esto representa que a la administración municipal se le asignará un segmento de direccionamiento /64 el cual permite cubrir todos los usuarios en cada sede y permitirá escalabilidad para futuros proyectos.

NOTA: un segmento de direccionamiento /64 soporta hasta 2^{24} direcciones posibles. En vista que aún no se tiene el segmento de direccionamiento público que brindará el ISP para la administración municipal, no se puede determinar las IP exactas que tendrán las sedes del cliente. Sin embargo, se darán los siguientes segmentos tentativos los cuales serán modificados acorde a la asignación dada por el ISP.

ENRUTAMIENTO

En vista que el servicio que se está solicitando sólo requiere conectividad de internet, no se hace necesario profundizar en este tema; el tipo de enrutamiento que se instalará es estático dispuesto del siguiente modo:

- El equipo de borde del ISP (PE - Provider Edge) enrutará el segmento de direccionamiento de la sede hacia el Router de cliente (CPE – Customer Provider Edge).
- El router del cliente (CPE) tendrá una ruta por defecto apuntando hacia el equipo de borde del ISP (PE), ocasionando que el tráfico de la administración sepa cómo llegar a Internet.
- El router conocerá como directamente conectado el segmento LAN del cliente y por ello no se requerirá enrutamiento desde el router hacia la LAN.

Esquema de Enrutamiento

MÉTODOS DE ACCESO

Las tecnologías de acceso permitirán brindar conectividad entre cada uno de los equipos que estén representados en el diagrama de red, bien sea para red LAN como para red WAN.

- Red WAN: La tecnología que brindará el acceso y/o distribución entre el router del proveedor (PE) y el router de la administración (CPE) estará a disposición del ISP siempre y cuando ésta garantice los SLA acordados. El cableado que se entregará al cliente hacia su router debe ser en conector tipo RJ45.
- Red LAN: La tecnología de acceso en la red LAN que brindará conectividad entre el router del cliente y sus usuarios finales estará dado con switches de capa 2 cuya conectividad física es garantizada por el cliente de acuerdo al alcance documentado. Los extremos para la interconexión de switches debe estar dado en RJ45. La conexión a los puertos de los usuarios finales también será entregada en RJ45.
- Cableado en red LAN: El cableado estructurado tanto Horizontal como vertical es responsabilidad del cliente dentro de sus sedes. El cableado debe ser UTP categoría 5e o superior y debe tener terminales RJ45 en cada uno de sus extremos.

TOPOLOGÍAS

A continuación, se muestran las topologías que darán forma al diseño de red que se está creando en el presente documento. En este se expone la topología LAN de las 00 sedes tipo A y 00 de las sedes Tipo B (en vista de su baja complejidad).

Ilustración Topologías

DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

A continuación, se realiza la descripción de los requerimientos que se necesitarán para poder cumplir con la lista de requerimientos del cliente en términos de cantidad, capacidad y tipo de equipo. La capacidad de los equipos está estrictamente dada por la necesidad en cada una de las sedes de acuerdo a las topologías mostradas anteriormente.

La capacidad de los equipos debe estar fundamentada en tres pilares principales: El primero en la capacidad de soportar el ancho de banda solicitado, el segundo densidad de puertos y, el tercero, es la capacidad de soportar protocolo IPv6. En este último pilar, al ser un protocolo netamente de capa 3 en el modelo OSI, sólo se requiere que los equipos de dicha capa (Routers) sean quienes soporten IPv6; los equipos de capas inferiores (Switches) no tiene inherencia en dicho protocolo lo que significa que el tercer pilar no será tenido en cuenta para los Switches. Por último, la densidad de puertos depende sólo de los requerimientos de cantidad de usuarios dada por el cliente los cuales se justificarán a continuación.

- Densidad de puertos
 - Sede Tipo A:
 - ♣ Router: Al no tener redundancia y/o otros servicios, sólo se necesitarán 2 puertos (WAN y LAN).
 - ♣ Switch: La cantidad de puertos totales requeridos son: 000 para los usuarios, 1 para la conexión al Router y 2 para la conexión entre cada uno de los switches. En ese orden de ideas, al usar 5 switches de 48 puertos, se tendrá una capacidad de 240 puertos teniendo posibilidad de escalabilidad con 29 puertos (14.5%).
 - Sede Tipo B:
 - ♣ Router: Al no tener redundancia ni otros servicios, sólo se necesitarán 2 puertos (WAN y LAN).
 - ♣ Switch: Las sedes tipo B sólo cuentan con 000 usuarios por lo cual pueden ser soportadas por 1 Switch de 48 puertos, teniendo posibilidad de escalabilidad con 17 puertos (56.6%).

CAPACIDAD DE ANCHO DE BANDA:

- Router: La capacidad de los routers, se calculó con base en el documento de “Router performance” del proveedor y su datasheet. En estos documentos se encuentra la capacidad del ancho de banda de los equipos dada en términos de procesamiento CEF, es decir la capacidad completa en throughput del equipo (contando tráfico de subida y de

descarga). Lo anterior indica que para la solución que tendrá el cliente ese ancho de banda se divide entre 4.

♣ Sede Tipo A (20Mbps): el ancho de banda equivalente en CEF es 80Mbps o superior. El equipo que cumple estas necesidades es el Router Fortinet 2900 Series.

♣ Sede Tipo B (8Mbps): el ancho de banda equivalente en CEF es 32Mbps o superior. El equipo que cumple estas necesidades es el Router.

- Switch: La capacidad de los Switches sólo depende de la densidad de puertos necesaria de acuerdo a la topología expuesta anteriormente (incluyendo puertos troncales). Dado esto, con los 48 puertos de acceso requeridos, los 100 Mbps por cada puerto y soportados en la tabla de performance de switches, se usará un Switch xxxxxxxxxxxxxxxx de los cuales, se escogió aquel que soporta PoE: xxxxxxxxxxxxxxxx. Este switch tendrá la capacidad de cubrir los requerimientos solicitados por el cliente para ambos tipos de sede.
- Capacidad de IPv6:
 - Router: De acuerdo a la verificación del Datasheet para los equipos, se confirma la capacidad de estos equipos para soportar IPv6 incluyendo las siguientes características específicas: resolución de nombres, estadísticas, NAT, DHCPv6, neighbor discovery, multicast, IPv6 ICMP, entre otros.

Ilustración de Router

- Switch: pese a que este equipo no requiere ningún tipo de intervención a nivel de IPv6, con fines diagnósticos y de gestión, se tienen las siguientes características en IPv6: IPv6 MTU Discovery, IPv6 Neighbor Discovery e ICMP IPv6.

SERVICIOS ADICIONALES

De acuerdo a los requerimientos estipulados, se encuentran que los equipos instalados deben tener algunas características específicas para poder brindar la operatividad del servicio.

- DHCPv6: El equipo Gateway es el encargado en la red diseñada para hacerse cargo de este servicio, en este caso puntual, el Router de cada sede se encargará de dicha labor. De acuerdo a los datasheet de los routers, ambos equipos soportan la asignación de direccionamiento de manera dinámica, cumpliendo con este requerimiento.
- PoE: Dentro de los requerimientos se fue explícito al indicar que los switches LAN instalados en los clientes deben tener PoE (Power Over Ethernet); de acuerdo al datasheet del switch seleccionado se confirma sus capacidades cumpliendo a cabalidad este requerimiento.

ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA

Se definen los diferentes roles de los miembros del proyecto, las actividades y funciones a realizar por cada rol.

Rol o Perfil	Competencias	Responsabilidad	Autoridad
Patrocinador		Evaluar y autorizar el presupuesto general	Dar viabilidad para la ejecución del

		para el desarrollo del proyecto	proyecto a su cancelación
Gerente del Proyecto	Experiencia en la dirección de proyectos. Conocimiento y uso de herramientas para la gestión de proyectos. Manejo herramientas de Office.	Definir los objetivos del proyecto. Realizar el manejo y la administración de los recursos, físicos, financieros, humanos y la asignación de las tareas contempladas y establecidas. Administrar los costos y el presupuesto. Administrar la calidad de proyecto según los estándares de desempeño y funcionamiento definidos. Gestión de los tiempos y plazos establecidos para lograr la finalización del proyecto en los tiempos establecidos. Definir los perfiles y competencias requeridas para el equipo del proyecto. Establecer, analizar y realizar un manejo de los riesgos establecidos dentro del proyecto. Administrar el recurso humano. Realizar seguimiento y control oportuno en todas las fases y actividades contempladas dentro del proyecto.	Establecer el cronograma de trabajo. Establecer fechas para cada uno de los entregables e hitos del proyecto. Realizar la administración del recurso humano, establecido por el periodo de establecimiento y liberación de los miembros del equipo al finalizar su labor. Establecer el cronograma general del proyecto. Establecer el alcance del proyecto. Establecer el esquema de seguimiento y control. Definir el plan de comunicación. Definir los estándares de calidad del proyecto.
Ingeniero de factibilidad	Ingeniero en telecomunicaciones. Experiencia en implementación de proyectos en el área de	Establecer la fundamentación teórica para el proyecto. Definir las especificaciones	Definir y establecer el alcance del proyecto. Establecer las especificaciones de la red.

	telecomunicaciones para redes LAN y WAN.	<p>técnicas de la red a implementar.</p> <p>Establecer las especificaciones de calidad del proyecto.</p> <p>Identificar los requerimientos legales y de contratación.</p> <p>Identificar y establecer las limitantes técnicas del proyecto.</p> <p>Definir y evaluación de los riesgos directos y asociados del proyecto.</p> <p>Establecer los tiempos y recursos requeridos en el diseño e implementación de la solución.</p>	<p>Definir los recursos económicos, físicos, humanos y las tareas necesarias para mitiga, eliminar o transferir los riesgos.</p> <p>Definir los SLA.</p>
Ingeniero de Implementación	<p>Ingeniero de telecomunicaciones.</p> <p>Experiencia en implementación de proyectos en el área telecomunicaciones para redes LAN y WAN</p> <p>Experiencia en configuración de equipos Fortinet.</p> <p>Experiencia en implementación de redes en protocolo IPV6.</p>	<p>Establecer la factibilidad Técnica del proyecto.</p> <p>Establecer las actividades y tareas para realizar los procesos de diseño y montaje de la solución.</p> <p>Realizar el diseño de la solución a implementar.</p> <p>Establecer los requerimientos y características de los dispositivos a instalar.</p> <p>Establecer la necesidad de los bienes de capital.</p> <p>Realizar las actividades de pre configuración y prueba en los equipos a instalar en cada una de las diferentes sedes. Realizar el</p>	<p>Establecer los bienes de capital a utilizar.</p> <p>Definir las especificaciones y características de los equipos requeridos para la solución en cada una de las diferentes sedes.</p> <p>Establecer las actividades, tareas e hitos dentro del cronograma de actividades.</p> <p>Autorizar las solicitudes de compra de los equipos contemplados dentro de la solución.</p> <p>Realizar cambios en el diseño de la solución.</p> <p>Definir las actividades de pre configuración y prueba de equipos.</p>

		aprovecionamiento de los equipos a instalar en cada una de las sedes. Diseñar los manuales de configuración. Realizar actividad de capacitación de la solución a entregar.	
Ingeniero de Campo	Ingeniero electrónico o de telecomunicaciones. Experiencia en implementación de proyectos en el área telecomunicaciones para redes LAN y WAN. Experiencia en campo para configuración e instalación de equipos Fortinet. Experiencia en implementación de redes con protocolo IPV6.	Realizar pre configuración de equipos. Realizar actividades de adecuación y montaje de equipos. Realizar actividades de arranque y pruebas en sitio. Puesta en servicio. Capacitación en la disposición y manejo de equipos. Documentación y acta de instalación de equipos. Entrega de servicios.	Realizar capacitación de los equipos. Realizar acta instalación de equipos. Realizar acta de entrega de servicios en sitio. Evaluar y aplazar la instalación de equipos por condiciones físicas no acordes a las definidas.

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION

De acuerdo al alcance que se estableció y a las tareas identificadas, se establece el tiempo de ejecución de cada una de las tareas contempladas en el diseño de la red, el cual contendrá la siguiente información:

NOMBRE DE LA TAREA	DURACION	COMIENZO	FIN
DISEÑO DE RED EN IPV6			
<i>Fases de conceptualización</i>			
• Antecedentes			
• Problemática a solucionar			
• Descripción de la solución			
• Justificación y alcance			
<i>Ingeniería Conceptual</i>			

• Especificaciones técnicas del producto			
• Especificaciones de calidad del producto			
• Requerimientos legales			
Fase de Planeación y Diseño			
• Planificación			
• Presupuesto			
• Diseño			
Fase de Implementación			
Fase de cierre			

OBLIGACIONES PREVIAS Y PRERREQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACION

Para la implementacion se han identificado una serie de requisitos necesarios que ayudaran a evitar que se genere un reproceso sobre alguna de las actividades que se ejecutaran.

- Contar con cableado estructurado horizontal y vertical UTP.
- En el Datacenter se debe contar con un Rack de comunicaciones
- Todos los Rack deben estar energizados eléctricamente con 110VAC, frecuencia 50-60 Hz y con capacidad de potencia de hasta 60W. asegurando por lo menos 1 toma eléctrica por equipo en cada Rack.
- Contar con conexiones eléctricas de los equipos de red con red eléctrica regulada, con respaldo eléctrico y puesta a tierra.
- El Datacenter debe contar con una temperatura ambiente que oscile entre 0° y 35° para el correcto funcionamiento de los equipos
- El Datacenter debe contar con una humedad relativa entre 5% y 95% sin condensación.
- Cada Rack debe tener sus unidades de Patch panel para las conexiones hacia el cableado estructurado.

ANALISIS DE RIESGO E INCERTIDUMBRE

Se busca establecer los factores que pueden afectar el desarrollo y cumplimientos de los objetivos propuestos para la implementacion dentro de su línea base.

Se estableció un análisis cuantitativo, con el fin de establecer una matriz de probabilidad e impacto y a través de esta, definir los planes de mitigación del impacto.

La matriz de probabilidad e impacto mediante la cual se realiza la evaluación a cada uno de los riesgos identificados esta parametrizada a través de los siguientes rangos de impacto y riesgo.

Cuantificación de probabilidad

PROBABILIDAD	VALOR NUMERICO	IMPACTO	VALOR NUMERICO
Improbable	0.1	Muy Bajo	0.05
Relativamente probable	0.3	Bajo	0.10
Probable	0.5	Medio	0.20
Muy Probable	0.7	Alto	0.40
Certero	0.9	Muy Alto	0.80

Cuantificación de riesgo

TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD DE IMPACTO
Muy Alto	>0.50
Alto	<0.50&>0.30
Moderado	<0.30&>0.15
Bajo	<0.15&>0.05
Muy Bajo	<0.05

Matriz de Riesgos

ID DEL RIESGO	DESCRIPCION DEL RIESGO	ESTIMACION DE PROBABILIDAD	LINEA BASE AFECTADA	ESTIMACION DE IMPACTO	PROBABILIDAD X IMPACTO	TIPO DE RIESGO	ACCION
R01	Retraso en la entrega de equipos	0.2	Costo			Bajo	Mitigar
			Tiempo	0.8	0.16		
			Alcance				
			Calidad				
			Total, probabilidad x impacto		0.16		
R02	Daño de equipos en transporte	0.3	Costo			Bajo	Transferir
			Tiempo	0.4	0.12		
			Alcance	0.2	0.06		
			Calidad				
			Total, probabilidad x impacto				
R03	Problemas en gestión de accesos y trabajos	0.2	Costo			Bajo	Mitigar
			Tiempo				
			Alcance	0.8	0.16		
			Calidad				
			Total, probabilidad x impacto		0.18		
R04	Variación precio del dólar	0.4	Costo	0.3	0.12	Bajo	Aceptar
			Tiempo				
			Alcance				
			Calidad				
			Total, probabilidad x impacto		0.12		

R05	Cambios en los requerimientos iniciales	0.6	Costo	0.3	0.18	Muy Alto	Mitigar
			Tiempo				
			Alcance	0.8	0.48		
			Calidad				
			Total, probabilidad x impacto		0.66		
R06	Retraso en cronograma de entrega de servicios por parte de proveedor	0.4	Costo	0.4	0.16	Alto	Mitigar
			Tiempo	0.4	0.16		
			Alcance				
			Calidad				
			Total, probabilidad x impacto		0.32		
R07	Falta de infraestructura de networking (cableado o energía)	0.1	Costo	0.1	0.01	Muy Bajo	Transferir
			Tiempo	0.4	0.04		
			Alcance				
			Calidad				
			Total, probabilidad x impacto		0.05		
R08	Falta de espacio en el Rack	0.2	Costo			Bajo	Mitigar
			Tiempo	0.6	0.12		
			Alcance				
			Calidad				
			Total, probabilidad x impacto		0.12		
R09	Imprevistos de configuración	0.3	Costo	0.1	0.03	Bajo	Aceptar
			Tiempo	0.1	0.03		
			Alcance	0.3	0.09		
			Calidad				
			Total, probabilidad x impacto		0.15		
R010	Experiencias del equipo de trabajo en la implementación de redes de datos IPv6	0.3	Costo	0.3	0.09	Alto	Mitigar
			Tiempo	0.5	0.12		
			Alcance	0.4	0.12		
			Calidad	0.6	0.15		
			Total, probabilidad x impacto		0.48		
R011	Falta de conocimiento área de IT en soporte para equipos Fortinet en IPv6	0.6	Costo			Alto	Mitigar
			Tiempo	0.3	0.18		
			Alcance	0.3	0.18		
			Calidad				
			Total, probabilidad x impacto		0.36		

PLAN DE RESPUESTA AL RIESGO

ID DEL RIESGO	RESPUESTA AL RIESGO
R01	Se contrata dentro del transporte el envío prioritario, asegurando la llegada del insumo en un tiempo menor.
R02	Dentro del transporte se contratara una aseguradora que tenga capacidad de respaldar el pago de los equipos en caso de daño.
R03	Se mitigara al notificar la visita con 3 días de anterioridad, siendo recordado vía telefónica un día antes

R04	Se acepta el riesgo. Se tiene en vista la oportunidad de que el dólar baje y los equipos sean más económicos.
R05	Se mitiga al ser exhaustivo con las necesidades y concientizando al mismo del costo que generará un cambio
R06	Se coordinara con proveedor las fechas de instalación, si cumplidos estos tiempos no se tiene aun el servicio, se iniciara un proceso de escalamiento para solicitar agilidad.
R07	Este tipo de fallas afectara el servicio a los usuarios. En caso de presentarse este tipo de evento, se entregaran los puntos hasta el puerto del Switch.
R08	Se ejecutara site survey previo a la visita para asegurar la existencia de posiciones en Rack.
R09	Se acepta riesgo, los imprevistos de configuraciones solucionaran sobre la marcha.
R10	Dentro de la fase de diseño se ha contemplado como parte de los manuales de reclutamiento y capacitación de personal clave, el conocimiento certificado y la experiencia previa en desarrollo e implementacion de redes en IPv6.
R11	Como parte de la fase de entrega se establece con el cliente incluir un proceso de capacitación para el personal del área IT e el protocolo IPV6 y su operación en equipos Fortinet.

CONCLUSIONES

Se creó un diseño de red en IPv6 con tecnología Fortinet capaz de brindar servicio de conectividad a internet para dependencias de la administración municipal.

Esto se realizó con base en una adecuada gestión de requerimientos que permitió poder abarcar todos los requerimientos a lo largo de la creación del presente documento.

La elaboración de los entregables de diseño fue soportada en la gestión de requerimientos y en la amplia información que brinda el proveedor en sus herramientas WEB; Las herramientas del proveedor, facilitaron y posibilitaron la creación del plan técnico mostrado en este documento abarcando temas de direccionamiento, enrutamiento, utilización de VLAN, capacidad en segmentos de red, capacidad de los equipos a instalar y los servicios soportados.

Teniendo claras los requerimientos, se puntualizó el detalle y la descripción de los equipos que se deben implementar para cumplir con el conjunto de requerimientos expuesto. Dentro de la investigación para el diseño de red en IPv6 con tecnología Fortinet se encontró que, a nivel de conectividad, el único cambio significativo que se tiene es la escritura del direccionamiento y enrutamiento, es decir, sólo la capa 3 en el modelo OSI.

Como resultado del análisis, diagnóstico y evaluación de riesgos contemplados e identificados como parte del desarrollo, se pudo evidenciar que como riesgo general y clave dentro de las fases de diseño, implementación y entrega en operación del proyecto se encuentra el conocimiento y experiencia previo con el que deberá contar el equipo de trabajo en el protocolo IPV6, así como en su implementación para equipos del proveedor Fortinet. Dentro de la fase de diseño del proyecto se ha contemplado como parte de los manuales de reclutamiento y capacitación de personal clave, el conocimiento certificado y la experiencia previa en desarrollo e implementación de redes en IPV6,

así como también se evidencio la necesidad de incluir un proceso de capacitación para las áreas de IT del cliente final, lo cual permitirá mitigar el riesgo dentro del desarrollo y garantizar el éxito en su ejecución.

Sobre este proyecto se tienen lecciones aprendidas que tienen un impacto importante en temáticas de interés institucional. El proyecto puede ayudar al entorno social que hace del internet una necesidad de su vida diaria, bien sea para su vida personal como para su vida profesional; esto lo realiza al prever la finalización de direcciones públicas de IPv4 disponibles y, como consecuencia, estas dejarán de ser entregadas. Esto generará un impacto negativo sobre las personas que deseen hacer crecer su compañía al punto que quedarían aislados del internet cuya funcionalidad es la base para la globalización con la que opera el mundo contemporáneo.

RECOMENDACIONES

Para el momento de la implementación se recomienda tener en cuenta que el direccionamiento brindado en el presente documento es tentativo y se debe realizar un ajuste una vez se reciba el direccionamiento público definitivo de parte del ISP. Se tiene en el mundo actual el riesgo implícito de dejar de tener acceso a internet por falta del direccionamiento IPv4, Se recomienda iniciar la incursión hacia el protocolo IPv6 para evitar este riesgo.