



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Diseño de red en IPv6 con Tecnología Cisco que brinde conectividad a internet para cliente con 16 sedes en Colombia

Nelson Leonardo López Mejía
Luis Javier Santamaría Buitrago

Universidad Santo Tomás, Bogotá
Facultad de Posgrados de Ingeniería electrónica y de telecomunicaciones
Bogotá, Colombia
2015

Diseño de red en IPv6 con Tecnología Cisco que brinde conectividad a internet para cliente con 16 sedes en Colombia

**Nelson Leonardo López Mejía
Luis Javier Santamaría Buitrago**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Especialista en Gerencia de Proyectos en Telecomunicaciones.

Director:
Rolando Ramos

Universidad Santo Tomás, Bogotá
Facultad de Posgrados de Ingeniería electrónica y de telecomunicaciones
Bogotá, Colombia
2015

Resumen

En el presente documento se muestra el desarrollo de la planeación realizada para obtener un diseño de red que sea capaz de soportar conectividad a internet con el protocolo de internet IPv6. Este proyecto tiene expuestas las fases de inicio y planeación dentro de las cuales se realizó el análisis de los equipos requeridos, los costos de compra e implementación, el estimativo del cronograma, riesgos y métodos de control que permitirán llevar al éxito del proyecto.

Palabras clave: Red, IPv6, Proyecto, Diseño, Internet, ISP, Planeación.

Abstract

This document shows the planning development done to obtain a network design capable to support internet connectivity working with the internet protocol addressing IPv6. This project have exposed the start and planning phases making the full analysis of all the required equipment, acquisition and implementation costs, schedule, risks and control methods which will allow to get the project success.

Keywords: Network, IPv6, Project, Design, Internet, ISP, Planning.

Contenido

Pág.

1. RESUMEN DECISORIO	10
1.1 Aspectos Técnicos.....	10
1.2 Aspectos Financieros - Evaluación Financiera y Macroeconómica	11
1.3 Panel de Indicadores Relevantes de Gestión Global / Específicos.	11
2. MARCO BÁSICO DE GESTIÓN Y DESARROLLO.....	12
2.1 Misión	12
2.2 Visión	12
2.3 Objetivos	12
2.3.1 Objetivo Central	12
2.3.2 Objetivos Específicos	12
2.4 Justificación	13
2.5 Políticas y directrices Normativas.....	14
2.6 Descripción e Indicadores Relevantes de la problemática /Oportunidad	14
2.6.1 Antecedentes del proyecto.....	15
2.7 Barreras y Factores Cruciales de Riesgo - éxito.	16
2.8 Resultados y Repercusiones Esperadas.....	16
3. ASPECTOS TECNICOS.	18
3.1 Tamaño (Alcance).....	18
3.1.1 Factores Condicionales y Criterios.....	19
3.1.2 Análisis de Alternativas y Selección.	19
3.2 Localización	20
3.2.1 Macro localización	20
3.2.2 Micro localización	21
3.3 Ingeniería del proyecto.....	21
3.3.1 Diseño de Características del Servicio.	21
3.3.1.1 Gestión de Requerimientos.....	22
3.3.2 Selección de proveedor.....	23
3.3.3 Distribución General e Ingeniería del proyecto.....	23
3.3.3.1 Sedes.....	23
3.3.3.2 Conectividad.....	24
3.3.3.3 SLA con ISP	24
3.3.3.4 Direccionamiento.....	26
3.3.3.5 Enrutamiento	28

3.3.3.6 Métodos de acceso.....	28
3.3.4 Ingeniería Básica / Planos Preliminares	29
3.3.4.1 Topologías	29
3.3.4.2 Descripción y Selección de Equipos.	33
3.3.4.3 Servicios adicionales	36
4. MARCO INSTITUCIONAL - SOSTENIBILIDAD.	37
4.1 Estructura administrativa	37
4.1.1 Manuales Básicos -- Reclutamiento y Capacitación Personal Clave.	37
4.1.2 Organigrama Plan de Gestión Recursos Humanos	43
4.1.3 Administración de los recursos humanos.	44
4.1.3.1 WBS.....	47
4.1.4 Cronograma de Implementación	50
4.2 Obligaciones Previas y Prerrequisitos para la implementación del proyecto.	51
4.3 Calendario de Recursos.....	52
5. ASPECTOS FINANCIEROS Y EVALUACIÓN FINANCIERA	56
5.1 Consolidado Cronológico y Distribución de Inversiones	56
5.1.1 Costos (Pronóstico Según Horizonte del Proyecto).	62
5.1.1.1 Costo Equipos.....	63
5.1.1.2 Costo Oficina.....	64
5.2 Indicadores de Control	65
5.2.1 Gestión del Valor Ganado (EVM).....	65
5.2.1.1 Precios Constantes.....	66
5.3 Análisis de Riesgo e Incertidumbre.	66
5.3.1 Análisis de Sensibilidad Variables Críticas / Inferencias.	66
5.3.2 Plan de respuesta al Riesgo	70
6. Conclusiones y recomendaciones	71
6.1 Conclusiones	71
6.2 Recomendaciones.....	73
A. Anexo: Listado de Cuadros, Gráficas, Figuras, Mapas y Planos.....	74
B. Anexo: Glosario de Términos.	76
C. Anexo: Cotizaciones	81
D. Anexo: Imágenes de Bibliografía Web.	85
Bibliografía	94

Lista de figuras

	Pág.
Ilustración 3-1 Esquema de enrutamiento.....	28
Ilustración 3-2 Topología Sede Tipo A Bogotá.....	29
Ilustración 3-3 Topología Sede Tipo A Medellín.....	30
Ilustración 3-4 Topología Sede Tipo A Cartagena	30
Ilustración 3-5 Topología Sede Tipo B Fontibón.....	31
Ilustración 3-6 Topología ISP.....	32
Ilustración 3-7 Cisco Router 891-K9.....	35
Ilustración 3-8 Cisco Router 2901-K9.....	35
Ilustración 3-9 Cisco Router 2960-48PST-L	35
Ilustración 4-1 Organigrama Funcional	43
Ilustración 4-2 Divisiones Funcionales Definidas.....	47
Ilustración 4-3 Paquetes de Trabajo División Funcional Conceptualización	47
Ilustración 4-4 Paquetes de Trabajo División Funcional Planeación y Diseño	48
Ilustración 4-5 Paquetes de Trabajo División Funcional Implementación	49
Ilustración 4-6 Paquetes de Trabajo División Funcional Cierre.....	49
Ilustración 4-7 Lista de tareas	50
Ilustración 4-8 Diagrama de Gannt.....	51
Ilustración 5-1 Divisiones Funcionales de costos.....	56
Ilustración 5-2 Paquetes de Trabajo División Funcional Conceptualización.....	57
Ilustración 5-3 Paquetes de Trabajo División Funcional Planeación y Diseño	58
Ilustración 5-4 Paquetes de Trabajo División Funcional Implementación	59
Ilustración 5-5 Paquetes de Trabajo División Funcional Cierre	59

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1 Macro localización	20
Tabla 3-2 Micro Localización.....	21
Tabla 3-3 Gestión de Requerimientos.....	22
Tabla 3-4 Disponibilidad vs Penalidad	25
Tabla 3-5 Tiempo de instalación.....	25
Tabla 3-6 Direccionamiento Bogotá	26
Tabla 3-7 Direccionamiento Medellín	26
Tabla 3-8 Direccionamiento Cartagena	26
Tabla 3-9 Direccionamiento Cali.....	27
Tabla 3-10 Direccionamiento Rionegro.....	27
Tabla 3-11 Direccionamiento Bucaramanga	27
Tabla 3-12 Direccionamiento Barranquilla	27
Tabla 3-13 Direccionamiento Cúcuta	27
Tabla 3-14 Direccionamiento Neiva	27
Tabla 3-15 Capacidad de Equipos	35
Tabla 4-1 Matriz de Roles.....	37
Tabla 4-2 Matriz de Roles y Funciones	44
Tabla 4-3 Matriz de calendario de recursos	52
Tabla 5-1 Matriz de calendario de recursos	60
Tabla 5-2 Tabla resumen de Costos.....	62
Tabla 5-3 Cotización Equipos.....	63
Tabla 5-4 Costo equipos	63
Tabla 5-5 Costo contrato Garantia SmarNet Cisco.....	64
Tabla 5-6 Costo Oficina Virtual	64
Tabla 5-7 Cuantificación de probabilidad.....	67
Tabla 5-8 Cuantificación de riesgos	67
Tabla 5-9 Matriz de riesgos	68

Introducción

A inicio del siglo XXI aún era difícil de evidenciar el crecimiento rápido y exponencial que tendría la demanda de direccionamiento IPv4 durante su 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 evidenció 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, que sería desarrollado en los años 90's la IETF (grupo de trabajo en internet) como un protocolo de nueva generación que permitiera suplir las necesidades y demanda 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).

Para el mes de Febrero del año 2011, el stock de direcciones IPv4 administrado por la IANA (Internet Assigned Numbers Authority) quedó finalmente agotado. 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.

1. RESUMEN DECISORIO

1.1 Aspectos Técnicos

La planeación del proyecto desarrollada en el presente documento, tiene un alcance definido gracias a la gestión de requerimientos realizada para el inicio del mismo.

El alcance a nivel técnico está definido como un diseño de red capaz de brindar el servicio de conectividad a internet para las 16 sedes del cliente utilizando el protocolo de internet IPv6 por medio de equipamiento Cisco.

Dentro de la factibilidad para la adquisición de los equipos del proveedor solicitado, se encontraron los siguientes ítems de carácter técnico:

- Los equipos del proveedor tienen completo soporte del protocolo IPv6 en las capacidades y servicios que se requieren para dicho diseño.
- Al considerar los equipos, se confirmó la capacidad para dar el crecimiento de al menos el 10% en términos de densidad de puertos LAN.
- Los equipos que interconectan con el ISP tienen completa capacidad para soportar el ancho de banda requerido en las sedes involucradas y son capaces de crecer hasta en un 100% en ancho de banda.

En conclusión, sí es posible realizar la implementación de la solución a nivel de IPv6 confirmando la capacidad del diseño propuesto para cumplir con el alcance estipulado dentro del proyecto.

1.2 Aspectos Financieros - Evaluación Financiera y Macroeconómica

Dentro de presente documento se encuentra el análisis y evaluación financiera a partir del cual se diseña y establece el costo base para la implementación del proyecto, dentro del alcance y los objetivos establecidos a precios constantes del año 2015. La evaluación financiera ha estructurado la distribución de la inversión contemplando las necesidades y requerimientos de recurso humano, bienes de capital y equipos a instalar como parte de la solución de red diseñada.

Dentro de la estimación de costos asociados a la compra de equipos a instalar como parte de la solución diseñada, se contempla la adquisición con distribuidores ubicados en los Estados Unidos. Las variaciones que se presenten en la tasa de cambio para el peso colombiano con referencia al dólar dentro del periodo de adquisición de equipos, pueden afectar la línea base de costo estimada para la solución propuesta dentro del presente documento.

A partir del resultado de la evaluación financiera realizada y de la estimación de los costos asociados a cada una de las actividades contempladas, se establece un presupuesto para el diseño e implementación de la solución de una red IPv6 con tecnología Cisco permitiendo brindar conectividad a internet en 16 sedes a nivel nacional en un con costo total de 287,781.829 millones de pesos, estimados en precios del año 2015.

1.3 Panel de Indicadores Relevantes de Gestión Global / Específicos.

Dentro del alcance del proyecto se tiene contemplado el diseño de una red en IPv6 con tecnología Cisco para brindar conectividad a internet a cliente con sede en 16 ciudades en Colombia.

Como parte del diseño de la solución propuesta, se establece un cronograma para su posterior implementación dentro de un periodo de 60 días, cumpliendo con los requerimientos y expectativas planteadas por parte del cliente dentro del proceso de definición del alcance.

El proyecto tendrá un costo para su implementación de 287,781.829 millones de pesos estimados en precios del año 2015. 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.

2. MARCO BÁSICO DE GESTIÓN Y DESARROLLO

2.1 Misión

Crear y documentar el diseño de una red en IPv6 con Tecnología Cisco que brinde conectividad a internet para cliente con 16 sedes ubicadas en Colombia.

2.2 Visión

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

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo Central

Diseñar una red en IPv6 con Tecnología Cisco que brinde conectividad a internet para cliente con 16 sedes ubicadas en Colombia.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Organizar de manera metódica los requerimientos del cliente 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 y su respectivo esquema de enrutamiento que permita garantizar la conectividad del cliente hacia internet.
- Determinar el detalle y descripción de los equipos a implementar para las sedes tipo A y tipo B del cliente.
- 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.

2.4 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 su negocio 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" [11].

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

IPv4, esta implementación genera un ítem de ventaja competitiva de cara al mercado en el que se encuentren los usuarios.

2.5 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 universidades públicas 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.

2.6 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 realizado por parte del ISP, por lo cual la atención de requerimientos para cambios de configuración del cliente está establecido 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 5 años (70% de los equipos instalados) y equipos en operación mayores a 6 años (20%).
- De acuerdo a indicadores de gestión por parte del área de IT, se ha presentado en el último año un aumento en el tiempo de solución a fallas en la infraestructura de red que paso de 0,5 días a 1,5 días, 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 área de IT 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 negocio del cliente.

2.6.1 Antecedentes del proyecto

El proyecto 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 compañía 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 sedes, 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 compañía se identificó la necesidad de migrar al protocolo de internet IPv6 y renovar la tecnología actual para

permitir una reducción en gastos fijos, que tiene actualmente contemplados el área de IT por concepto de pago a su proveedor ISP por la solución que él brinda para garantizar la conectividad entre sus sedes. 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 sedes, 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 del área de IT.

2.7 Barreras y Factores Cruciales de Riesgo - éxito.

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

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 cliente como del lado de los proveedores que se tendrán.

Esto tiende a generar un miedo intrínseco en el área de IT del cliente 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 del proyecto sea mayor o menor, indicando de primera mano un riesgo que el proyecto no pueda ser costado por el cliente con base en los costos del dólar.

2.8 Resultados y Repercusiones Esperadas.

Como expectativa principal por parte del cliente 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 sus 16 sedes 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 su área de IT, aumentar la

seguridad en la red y disminuir los días de falla de sus sedes las cuales actualmente se encuentran en un promedio de 2 días, los cuales afectan la operación y el Core de negocio del cliente.

Se espera a partir del diseño y la solución de conectividad propuesta, ofrecer al cliente la posibilidad de suprimir la solución de intranet actual contratada con su ISP.

3. ASPECTOS TECNICOS.

3.1 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 sus 16 sedes en Colombia.
- 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.
 - Se debe exigir al ISP un segmento IPv6 público para la LAN de todas las sedes.
- Se tienen 2 tipos de sedes, cuya diferencia está en la diferencia de Host requeridos:
 - 3 Sedes Tipo A (200 Hosts)
 - 13 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.
 - Tipo A: 20 Mbps
 - Tipo B: 8 Mbps
- La última milla debe ser dada en Fibra óptica.
- La disponibilidad contratada para cada una de las sedes es 99.70%, computado mensualmente.
- Equipamiento de Tecnología Cisco.
- 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.

3.1.1 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 Cisco 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.

3.1.2 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 en los CVD (Cisco Validated Designs) [1] 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

performance. 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.

3.2 Localización

Se presenta a continuación los factores de localización del proyecto, aclarando que estos son dispuestos por el cliente 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.

3.2.1 Macro localización

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

Tabla 3-1 Macro localización

Localización		
Ciudad	Sedes Tipo A	Sedes Tipo B
Bogotá	1	3
Medellín	1	2
Cartagena	1	1
Cali	0	2
Rionegro	0	1
Bucaramanga	0	1
Barranquilla	0	1
Cúcuta	0	1
Neiva	0	1
Total	3	13

3.2.2 Micro localización

A continuación se muestran la ubicación de cada una de las sedes con el fin de determinar inicialmente la capacidad de instalación del servicio en cada una de ellas.

Tabla 3-2 Micro Localización

Micro-localización				
Ciudad	Sedes Tipo A	Ubicación (Barrio)	Sedes Tipo B	Ubicación (Barrio)
Bogotá	1	Chapinero	3	Fontibón
				Puente Aranda
				Suba
Medellín	1	Poblado	2	Laureles
				Envigado
Cartagena	1	El Bosque	1	11 de Noviembre
Cali	0	N/D	2	Ciudad 2000
				El Ingenio
Rionegro	0	N/D	1	C.C. San Nicolás
Bucaramanga	0	N/D	1	Cabecera
Barranquilla	0	N/D	1	Boston
Cúcuta	0	N/D	1	La Ceiba
Neiva	0	N/D	1	Santa Inés
Total	3	N/D	13	N/D

3.3 Ingeniería del proyecto

3.3.1 Diseño de Características del Servicio.

El diseño que tendrá el producto está basado en los requerimientos brindados por el cliente lo cual definió el alcance expuesto previamente en este documento. A continuación se mostrarán los esquemas técnicos a los cuales estará expuesto el producto final.

3.3.1.1 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:

Tabla 3-3 Gestión de Requerimientos

Identificador	Descripción	Ítem
RC001	Realizar el diseño de red en IPv6 para dar solución de conectividad a sus 16 sedes en Colombia.	3.3.1
RC002	Se tienen 2 tipos de sedes, cuya diferencia está en la diferencia de Host requeridos, sedes tipo A y tipo B	3.3.3.1
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 público.	3.3.3.2
RF002	Tener presente segmento IP para la LAN de todas sus sedes.	3.3.3.4
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	3.3.3.1
RF004	La última milla debe ser dada en Fibra óptica.	3.3.3.3
RF005	La disponibilidad contratada para cada una de las sedes es 99.70%, computado mensualmente.	3.3.3.3
RF006	Equipamiento de Tecnología Cisco.	3.3.4.2
RF007	Se debe proveer los equipos de Red a nivel WAN y LAN (Routers y Switches).	3.3.4.2
RF008	Se debe tener capacidad de crecimiento del 10% de la red tanto física como lógicamente.	3.3.3.4 3.3.4.2
RF009	El direccionamiento a los equipos terminales debe ser entregado de manera dinámica.	3.3.4.4
RF010	Switches instalados deben soportar PoE	3.3.4.2
RF011	Los puertos terminales de la red LAN soportarán 100 Mbps.	3.3.4.2

3.3.2 Selección de proveedor

Para la selección de proveedores, se busca generar el menor impacto posible sobre la infraestructura del cliente. 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 el cliente.

NOTA: no se brinda el nombre del 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 en 40 ciudades de Colombia y a través de alianzas en el resto del país.
- Conexión al NAP Colombia en Fibra Óptica propia de 10 Gbps anillada.

De acuerdo a lo anterior, comparado con la gestión de requerimientos de la sección 3.3.1.1, se puede confirmar la capacidad del ISP actual para poder hacerse cargo del servicio contratado por el cliente.

3.3.3 Distribución General e Ingeniería del proyecto

3.3.3.1 Sedes

El servicio que se brindará por parte del ISP acogerá a todas las sedes del cliente reportadas en el alcance del proyecto que ha sido documentado anteriormente. Las sedes mencionadas tendrán todas las garantías de conectividad mencionadas en el punto 3.3.1.1. En total son 16 sedes:

- 3 Sedes Tipo A: 20 Mbps (200 Hosts)
- 13 Sedes Tipo B: 8 Mbps (30 Hosts)

3.3.3.2 Conectividad

- El servicio de conectividad se brindará a través del ISP seleccionado que opera a lo largo del territorio nacional 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 al cliente 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 del cliente que garantice la conectividad a la infraestructura del ISP que brinda el servicio de Internet.
- Tranceiver en extremo cliente. Se debe garantizar por parte del ISP que la conexión al router del cliente 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.

3.3.3.3 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.

- Como política de penalización por incumplimiento de disponibilidad del servicio de internet del cliente, se aplica la siguiente tabla de descuento en el cobro del mes.

Tabla 3-4 Disponibilidad vs Penalidad

Disponibilidad	Penalidad
Mayor o igual a 99.7%	0%
Mayor o igual a 99% y menor o igual a 99.7%	5%
Mayor o igual a 90% y menor o igual a 99%	10%
Mayor o igual a 80% y menor o igual a 90%	30%
Menor del 80%	100%

- ISP reporta tiempo medio de solución de fallas (MTTR): 4 Horas.
- ISP brinda siguiente información para tiempo de instalación máximo de los servicios en cada ciudad:

Tabla 3-5 Tiempo de instalación.

Ciudades	Tiempo total de Instalación
Bogotá, Pereira y Villavicencio	20 días
Bucaramanga, Medellín, Barranquilla, Santa Marta, Sincelejo, Montería, Ibagué, Neiva, Buenaventura y Tunja.	30 días
Armenia, Cali, Cúcuta, Valledupar, Pasto, Popayán y Otras Ciudades	40 días

3.3.3.4 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 [6]. Esto representa que a cada sede del cliente 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 $7,9 \times 10^{28}$ direcciones posibles.

En vista que aún no se tiene el segmento de direccionamiento público que brindará el ISP para las sedes del cliente, 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.

Tabla 3-6 Direccionamiento Bogotá

Bogotá	
Barrio Chapinero	2800:480:a:0::/64
Barrio Fontibón	2800:480:a:1::/64
Barrio Puente Aranda	2800:480:a:2::/64
Barrio Suba	2800:480:a:3::/64

Tabla 3-7 Direccionamiento Medellín

Medellín	
Barrio Poblado	2800:480:a:4::/64
Barrio Laureles	2800:480:a:5::/64
Barrio Envigado	2800:480:a:6::/64

Tabla 3-8 Direccionamiento Cartagena

Cartagena	
Barrio El Bosque	2800:480:a:7::/64
Barrio 11 de Noviembre	2800:480:a:8::/64

Tabla 3-9 Direccionamiento Cali

Cali	
Barrio Poblado	2800:480:a:4::/64
Barrio Laureles	2800:480:a:5::/64

Tabla 3-10 Direccionamiento Rionegro

Rionegro	
Barrio C.C. San Nicolás	2800:480:a:b::/64

Tabla 3-11 Direccionamiento Bucaramanga

Bucaramanga	
Barrio Cabecera	2800:480:a:c::/64

Tabla 3-12 Direccionamiento Barranquilla

Barranquilla	
Barrio Boston	2800:480:a:d::/64

Tabla 3-13 Direccionamiento Cúcuta

Cúcuta	
Barrio La ceiba	2800:480:a:e::/64

Tabla 3-14 Direccionamiento Neiva

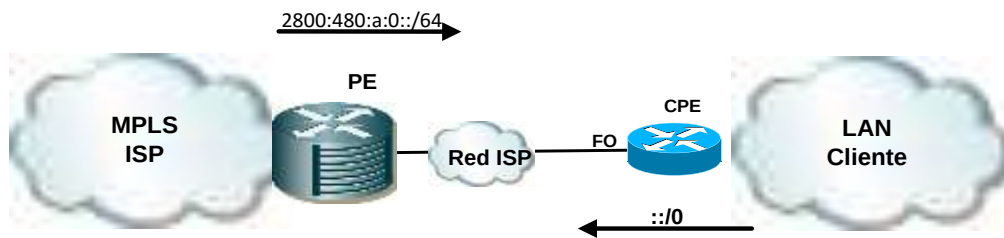
Neiva	
Barrio Santa Inés	2800:480:a:f::/64

3.3.3.5 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 del cliente 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.

Ilustración 3-1 Esquema de enrutamiento.



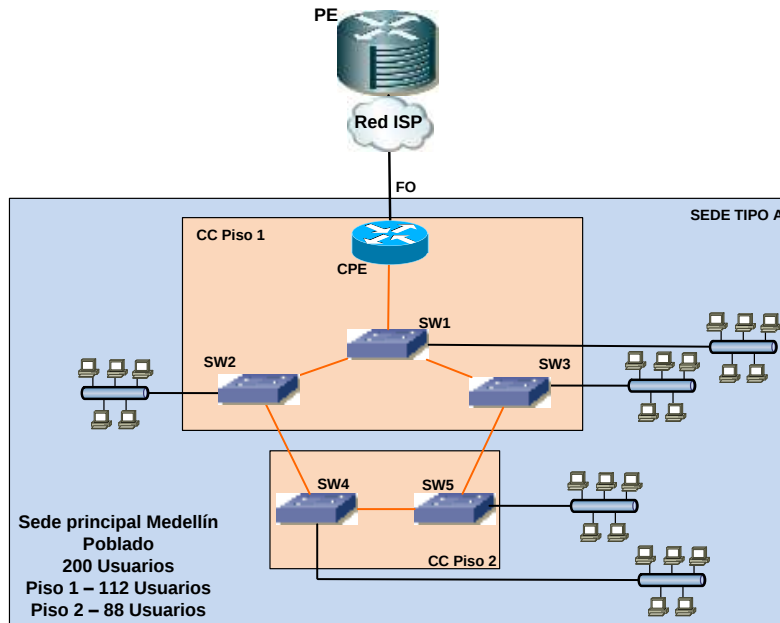
3.3.3.6 Métodos de acceso

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 del cliente (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 con

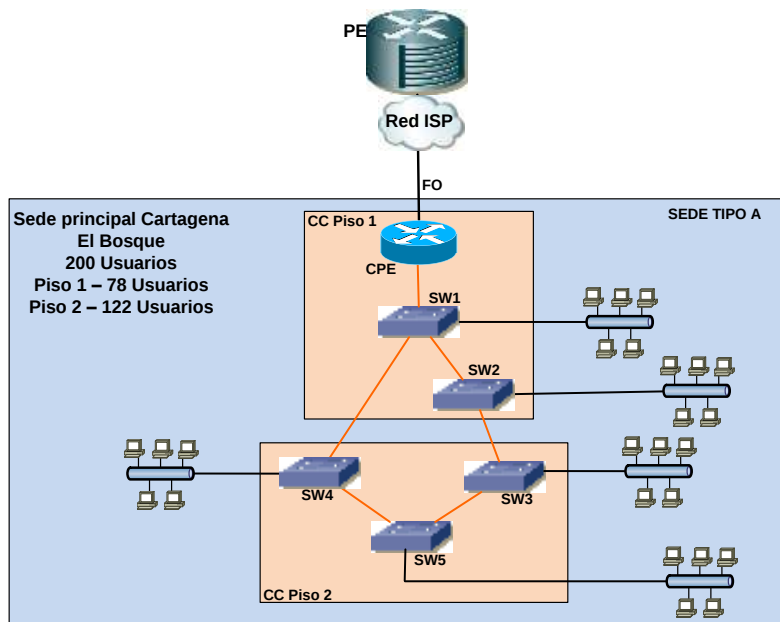
Sede Tipo A Medellín:

Ilustración 3-3 Topología Sede Tipo A Medellín.



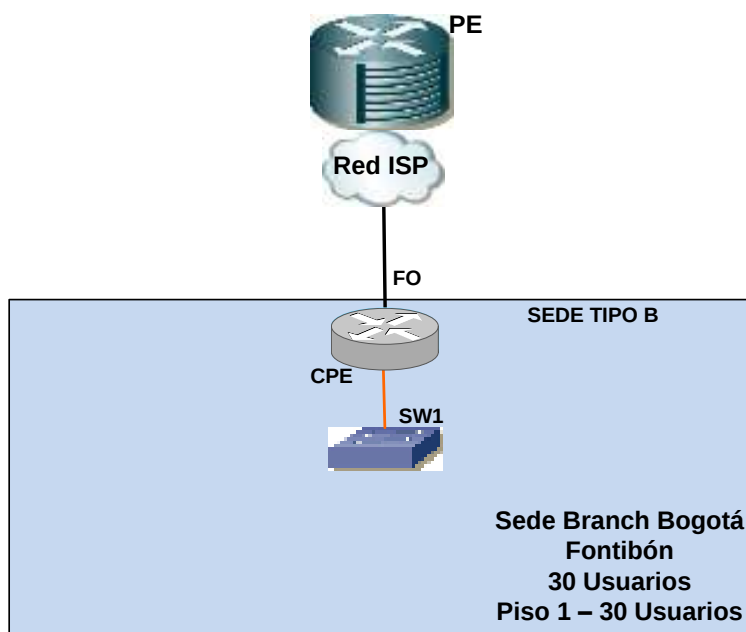
Sede Tipo A Cartagena:

Ilustración 3-4 Topología Sede Tipo A Cartagena



Sede tipo B:

Ilustración 3-5 Topología Sede Tipo B Fontibón.



3.3.4.2 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.

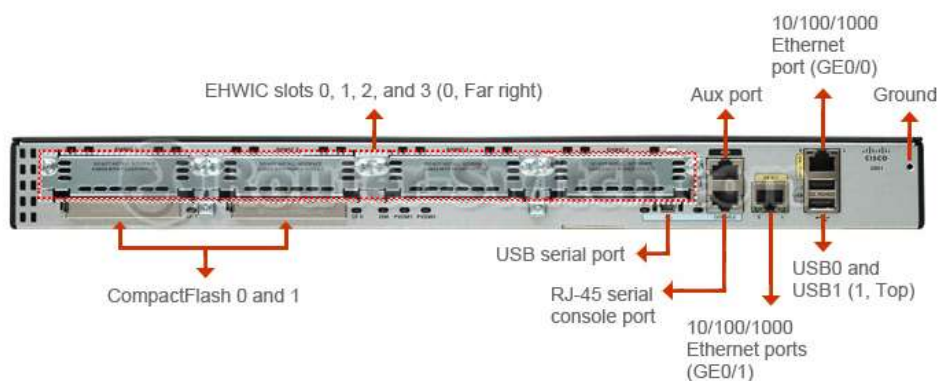
La capacidad de los equipos está estrictamente dada por la necesidad en cada una de las sedes de acuerdo a las topologías mostradas anteriormente. Dado esto, se muestra a continuación la cantidad de equipos requeridos:

- Sede Tipo A (3 sedes):
 - 1 Router
 - 5 Switches
- Sede Tipo B (13 sedes):
 - 1 Router
 - 1 Switch

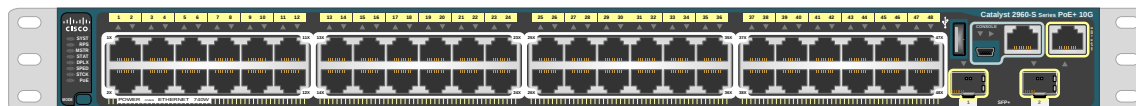
La capacidad de los equipos debe estar fundamentada en tres pilares principales: El primero en la capacidad de soportar el ancho de banda solicitado, el segundo densidad de puertos y, el tercero, es la capacidad de soportar protocolo IPv6. En este último pilar, al ser un protocolo netamente de capa 3 en el modelo OSI [8], 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: 200 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 30 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 [6] 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 Cisco 2900 Series, llevado a su serie más sencilla CISCO2901/K9, cuyo valor de procesamiento CEF
 - Sede Tipo B (8Mbps): el ancho de banda equivalente en CEF es 32Mbps o superior. El equipo que cumple estas necesidades es el Router Cisco 890 Series, llevado a su serie más sencilla CISCO891-K9.
 - 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 [7], se usará un Switch Cisco Catalyst 2960-48 Series de los cuales, se escogió aquel que soporta PoE: Cisco Catalyst 2960-48PST-L. 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 ambos equipos (Cisco 891 y 2901) [8] [9], 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 3-7 Cisco Router 891-K9**Ilustración 3-8** Cisco Router 2901-K9

- 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.

Ilustración 3-9 Cisco Router 2960-48PST-L

Teniendo claros los puntos anteriores, se define a continuación el resumen de los equipos que se utilizarán para la poder tener la capacidad técnica de los requerimientos solicitados por Cliente:

Tabla 3-15 Capacidad de Equipos

Tipo de Sede	Tipo de equipo	Referencia	Cant	Max BW en WAN	# de puertos necesarios por sede	# de puertos disponibles por sede
A	Router	CISCO2901/K9	3	41,85 Mbps	2	3 + expansiones
B	Router	CISCO891-K9	13	12,8 Mbps	2	10
A	Switch	2960-48PST-L	15	N/A	211	240
B	Switch	2960-48PST-L	13	N/A	31	48

3.3.4.3 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 (Cisco 891 y 2901) [8] [9], 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 [10] se confirma sus capacidades cumpliendo a cabalidad este requerimiento.

4. MARCO INSTITUCIONAL - SOSTENIBILIDAD.

4.1 Estructura administrativa

4.1.1 Manuales Básicos -- Reclutamiento y Capacación Personal Clave.

Se establece una matriz en donde se definen las competencias requeridas para cada uno de los diferentes roles o perfiles del recurso humano que estarán involucrados en el desarrollo del proyecto para el diseño de una red en IPv6 con Tecnología Cisco que brinde conectividad a internet para cliente con 16 sedes en Colombia. Se definen los diferentes roles de los miembros del proyecto, las actividades y funciones a realizar por cada rol.

Tabla 4-1 Matriz de Roles

Rol o Perfil	Competencias	Responsabilidad	Autoridad
Patrocinador		Evaluar y autorizar el presupuesto general para el desarrollo del proyecto	Dar viabilidad para la ejecución del proyecto o su cancelación
Gerente del Proyecto	Experiencia en la dirección de proyectos. Conocimiento en el uso de programa MS Project. Conocimiento y uso de herramientas para la gestión de proyectos. Manejo avanzado de la herramienta	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	Establecer el cronograma de trabajo. Establecer fechas para cada uno de los entregables e hitos del proyecto. Realizar la administración del recurso humano, estableciendo el periodo de enrolamiento y liberación de los miembros del equipo al finalizar su labor.

	Microsoft Word. Manejo avanzado de la herramienta Microsoft Excel 2010.	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 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 Preventa	Ingeniero con formación industrial, telecomunicaciones o carreras afines. Experiencia en el sector de telecomunicaciones Experiencia en gerencia de proyectos o venta de equipos para infraestructura de red Cisco. Conocimiento en equipos del proveedor Cisco Experiencia en la comercialización de equipos de red preferiblemente del proveedor Cisco. Certificación Cisco CCNA Preferiblemente con Certificación Cisco CCDA.	Establecer la necesidad de la organización. Establecer el caso de negocio. Identificar los antecedentes y el estado actual de la solución de red del cliente. Realizar la recopilación de requisitos funcionales de la solución y los requisitos de proyecto. Establecer los requerimientos funcionales y no funcionales de la solución. Establecer las condiciones comerciales, operativas, financieras logísticas y de recursos humanos requeridas por parte de la organización.	Establece el caso de negocio. Recopilar requisitos funcionales y no funcionales. Establecer el caso de negocio.

Ingeniero de factibilidad	Ingeniero de telecomunicaciones Certificación CCNA Certificación CCDA Certificación CCNP Experiencia en implementación de proyectos en el área telecomunicaciones para redes LAN y WAN	Establecer la fundamentación teórica para el proyecto. Definir las especificaciones técnicas de la red a implementar. Establecer las especificaciones de calidad del proyecto. Identificar los requerimientos legales y de contratación. Identificar y establecer las limitantes técnicas del proyecto. Definir y evaluación de los riesgos directos y asociados del proyecto. Establecer los tiempos y recursos requeridos en el diseño e implementación de la solución	Definir y establecer el alcance del proyecto. Establecer las especificaciones de la red. Definir los recursos económicos, físicos, humanos y las tareas necesarias para mitiga, eliminar o transferir los riesgos. Definir los SLA.
Analista Legal	Abogado Experiencia en derecho civil. Experiencia en derecho laboral.	Estudio, diseño y redacción de los memorandos de entendimiento. Estudio, diseño y redacción del contrato. Estudio, diseño, definición y redacción del documento para los acuerdos de nivel de servicio. Asesoría legal en la definición del alcance y responsabilidades contractuales de las partes. Estudio, diseño, definición y redacción de los acuerdos por incumplimiento de las partes. Definición y diseño de los contratos para el enrolamiento de personal. Gestionar procesos de retiro y finalización de contrato de personal.	Definición del acta de constitución. Definición del documento para los cuerdos de nivel de servicio SLA. Análisis del alcance y las cláusulas de incumplimiento del contrato. Definir los contratos para el enrolamiento de personal. Definir el diseño de la solución a implementar.

Ingeniero de Implementación	Ingeniero de telecomunicaciones Certificación Cisco CCNA Certificación CCNP Certificación CCDA Experiencia en implementación de proyectos en el área telecomunicaciones para redes LAN y WAN Experiencia en configuración de equipos Cisco. Experiencia en implementación de redes en protocolo IPV6.	Establecer la factibilidad Técnica del proyecto. Establecer las actividades y tareas para realizar los procesos de diseño y montaje de la solución. Realizar el diseño de la solución a implementar. Establecer los requerimientos y características de los dispositivos a instalar. Establecer la necesidad de los bienes de capital. Realizar las actividades de pre configuración y prueba en los equipos a instalar en cada una de las diferentes sedes. Realizar el aprovisionamiento 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.	Establecer los bienes de capital a utilizar. Definir las especificaciones y características de los equipos requeridos para la solución en cada una de las diferentes sedes. Establecer las actividades, tareas e hitos dentro del cronograma de actividades. Autorizar las solicitudes de compra de los equipos contemplados dentro de la solución. Realizar cambios en el diseño de la solución. Definir las actividades de pre configuración y prueba de equipos.
Analista de Compras	Conocimiento en proceso de adquisición de insumos y bienes de capital. Experiencia en actividades de nacionalización de mercancía. Conocimiento o experiencia en actividades de compra de mercancía y equipos importados Conocimiento en proceso cambiario para importación de mercancía.	Planificar la gestión de las adquisiciones. Realizar las actividades de identificación y selección de proveedores. Establecer el presupuesto para los activos contemplados en la solución. Establecer los términos y condiciones de adquisición. Establecer el cronograma para las actividades de compra. Llevar a cabo las actividades de compra de insumos y equipos definidos para el montaje de la solución.	Identificación, evaluación y selección de proveedores. Definir los términos y condiciones de adquisición. Definir los acuerdos y medios de pago. Uso de presupuesto en actividades de compra de insumos y equipos.

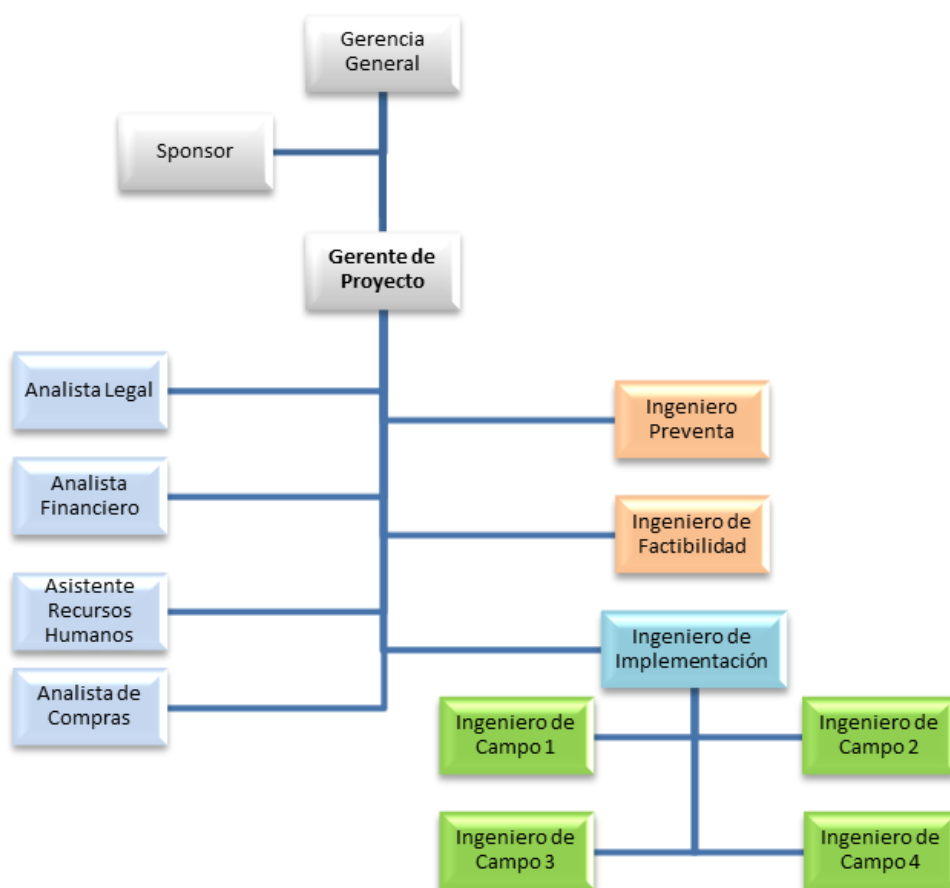
	Conocimiento en procesos de declaración de importaciones.	Realizar las actividades de control y seguimiento de los procesos de adquisiciones. Realizar las actividades de declaración y nacionalización de equipos.	
Asistente de recursos Humanos	Conocimiento o experiencia en enrolamiento de personal. Conocimiento o experiencia en procesos de relaciones laborales. Manejo en administración de prestaciones sociales. Manejo en procesos de prestación de servicios.	Definir los roles requeridos del personal humano dentro del proyecto. Establecer el calendario de los recursos. Diseño de los procesos de selección. Adelantar los procesos de enrolamiento de personal. Adelantar los procesos de contratación y retiro de personal. Realizar las actividades de liquidación y pago de nómina. Identificar las necesidades de capacitación	Planificar la gestión del recurso humano. Evaluar los roles requeridos para el proyecto. Establecer riesgos asociados a los planes de adquisición, retención y liberación de personal. Definir los perfiles de selección. Realizar y adelantar los procesos de contratación Establecer el plan de capacitación requerido. Establecer el esquema de contratación.
Analista financiero	Ingeniero industrial, economista, contador o carreras afines Conocimiento en evaluación financiera de proyectos. Conocimiento y evaluación de costos. Diseño y manejo de presupuesto. Aplicación de herramientas de cómputo para estadísticas y bases de datos.	Estimaciones de costos para los paquetes de trabajo. Estimaciones de costos de las actividades. Determinar el presupuesto. Establecer la línea base de costos. Evaluar y establecer las reservas para contingencias. Realizar la estimación de costos para la realización del proyecto. Establecer la factibilidad financiera del proyecto. Definición del presupuesto general para el presupuesto.	Determinar la línea base de costos. Establecer los requisitos de financiamiento del proyecto. Realizar el control de costos del proyecto.

		Definir los requisitos de financiamiento del proyecto.	
Ingeniero de Campo	Ingeniero electrónico o de telecomunicaciones. Experiencia en implementación de proyectos en el área telecomunicaciones para redes LAN y WAN Certificación Cisco CCNA Experiencia en campo para configuración e instalación de equipos Cisco. 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.

4.1.2 Organigrama Plan de Gestión Recursos Humanos

Mediante el organigrama funcional se describe la organización jerárquica en la gestión del recurso humano del proyecto.

Ilustración 4-1 Organigrama Funcional



de operación													
Definición normas técnicas y especificaciones de calidad		C/P	P/E	R									
Definición especificaciones legales y de contratación.		C/P	P		P/E								
Análisis requerimientos contractuales.		C/P	P	P	P/E								
Estudio limitantes organizacionales del proyecto		C/P	P/E										
Estudio limitantes legales del proyecto		C/P			P/E								
Estudio limitantes financieras del proyecto	R/A	C/P	P	P	P/E		TC	P/E	P/E				
Estudio limitantes en infraestructura del proyecto		C/P	P	P/E		P							
Etapas de Planeación y Diseño													
Planeación													
Validación de los requerimientos del proyecto		C/P	P	P/E	P				P				
Definición alcance del proyecto	R/A	C/P	P	P/E	P				P/E				
Planificación componentes, paquetes de trabajo		P/E	P	P	P	P	P	P/E	P				
Definición componentes, paquetes de trabajo (WBS)	R	P/E	P	P	P	P	P	P	P				
Estimación de duración de las actividades		P/E		P	P	P	P	P	P				
Desarrollo cronograma ejecución de actividades	R/A	C/P				P/E	P	P					
Análisis y selección de proveedores		C/P			P	P	P/E						
Estimación de costos		C/P			P	P	P/E	P	R				
Desarrollo de presupuesto	R	C/P			P	P	P/E	P	P/E				
Identificar riesgos		C/P	P	P/E	P	P	P	P	P				
Análisis y evaluación de riesgos		C/P		P/E	P	P	P	P	P				
Planificación de respuesta	R	C/P		P/E	P	P	P/R	P	P/R				

al riesgo													
Definición equipo del proyecto		C/P			P/R	P		P/E	P				
Calendario de recursos		C/P			P/R	P		P/E					
Diseño													
Diagrama de bloques de la solución		C/P		E									
Descripción de la solución		C/P		E									
Análisis y selección de componentes y equipos.		C/P		P		P/E							
Ingeniería de detalle y planos de la solución	R/A	C/P		P		E							
Definición de maquinaria y equipos		C/P				P/E	P						
Análisis y definición de bienes de capital		C/P				P/E	P		P				
Análisis y definición de software y licencias		C/P				P/E	P		P				
Análisis de capacitación y certificaciones	R	C/P				P		P/E	P				
Factibilidad Técnica del Proyecto	R/A	C/P		P/E	P	P	P		P/R				
Etapas de Implementación													
Proceso de adquisición de maquinaria, suministros y bienes de capital		C/P					E			P			
Pre configuración de equipos		C/P				E		P/C		E	E	E	E
Instalación de equipos		C/P				E				E	E	E	E
Puesta en marcha		C/P				P				E	E	E	E
Certificación de servicio.		C/P				E				E	E	E	E
Puesta en producción	R	C/P				E				E	E	E	E
Adquisición Garantía - Smartnet		C/P				P	E						
Manuales de Soporte y Troubleshooting		C/P			P	E	P						
Capacitación		C/P				E							
Etapas de cierre del proyecto													
Documentación cierre proyecto		E			P	P	P		P				
Cierre formal del proyecto	R/A	E			P	P		P	P				

4.1.3.1 WBS

De acuerdo al alcance y objetivos establecidos para el diseño de una red IPv6 para 16 sedes, se establece la EDT/WBS donde se definen los paquetes de trabajo de cada una de las fases del proyecto y los entregables requeridos.

Ilustración 4-2 Divisiones Funcionales Definidas.

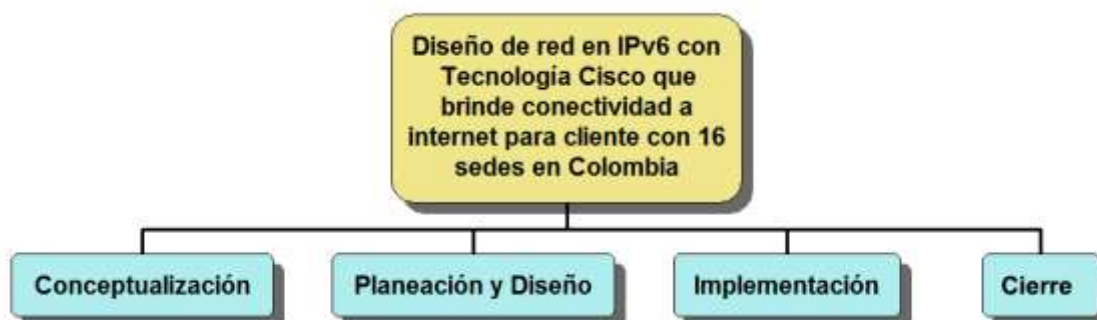


Ilustración 4-3 Paquetes de Trabajo División Funcional Conceptualización

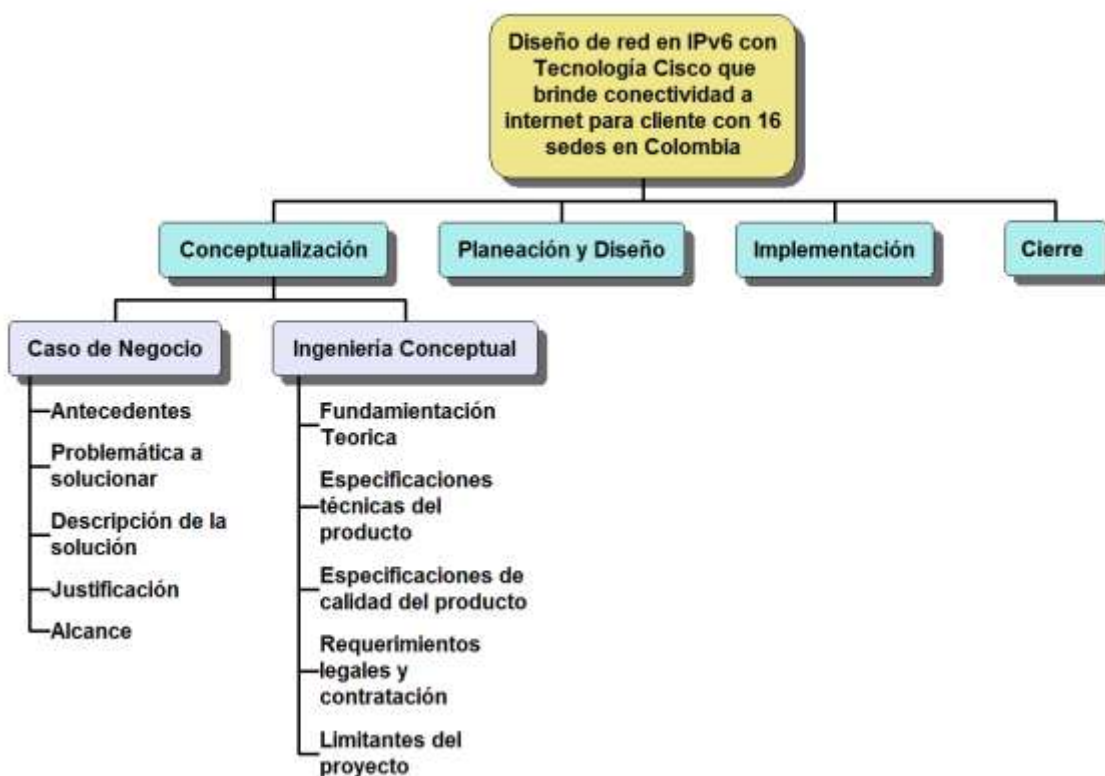


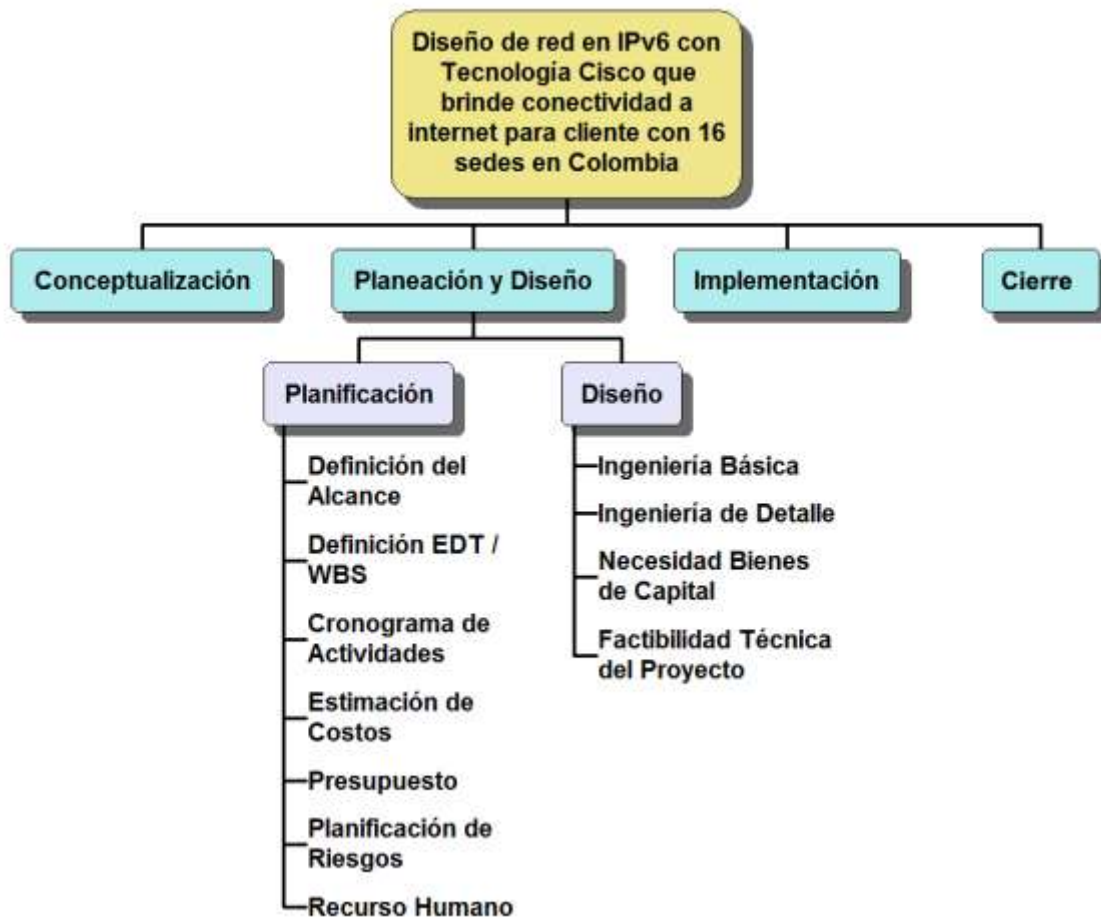
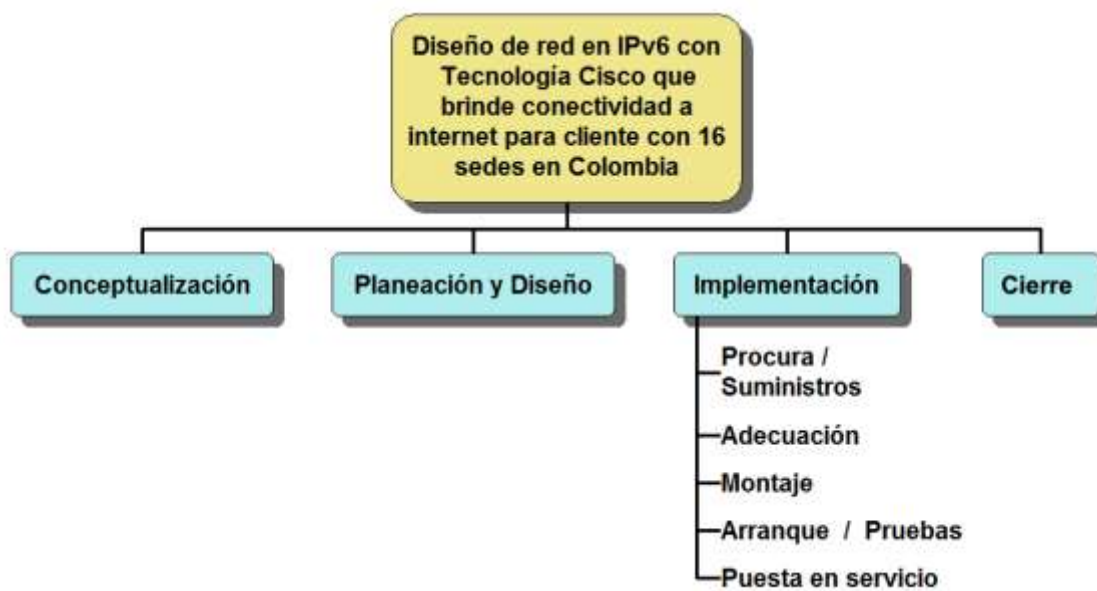
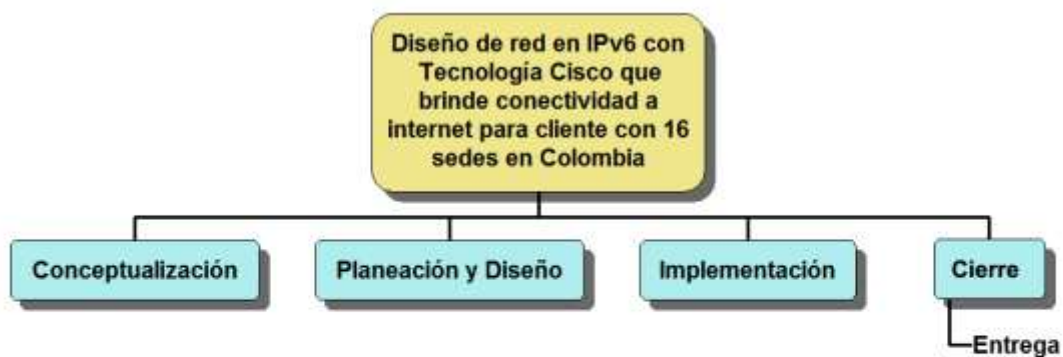
Ilustración 4-4 Paquetes de Trabajo División Funcional Planeación y Diseño

Ilustración 4-5 Paquetes de Trabajo División Funcional Implementación**Ilustración 4-6** Paquetes de Trabajo División Funcional Cierre.

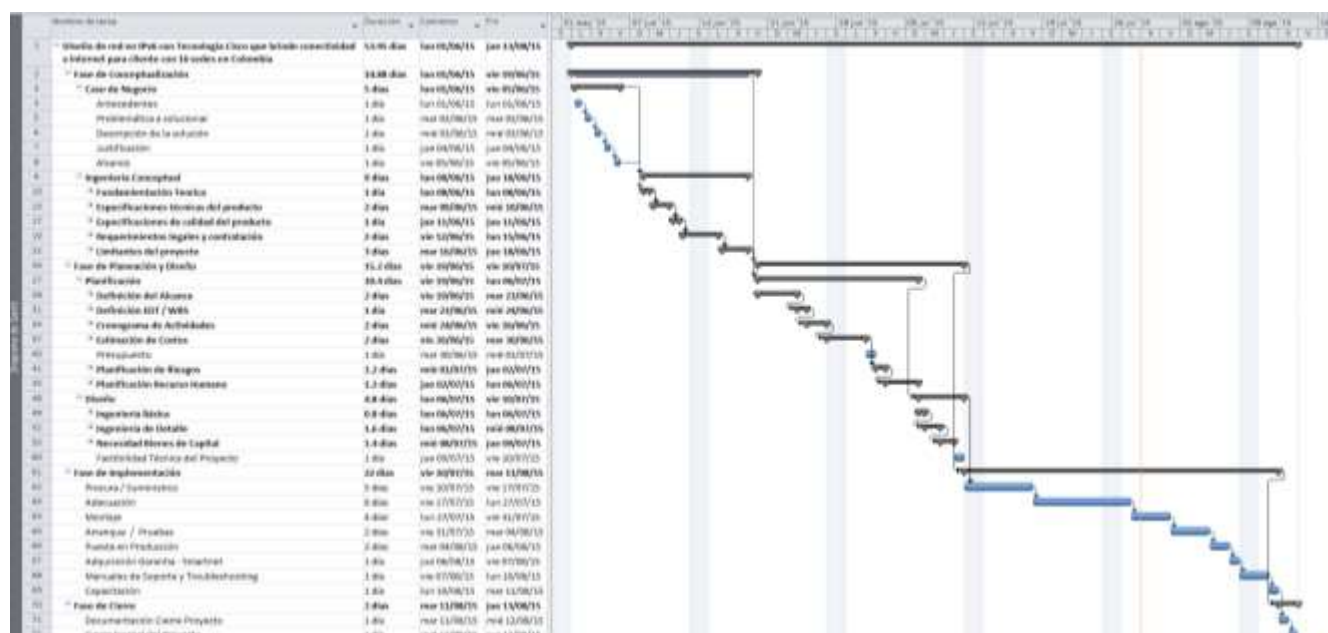
4.1.4 Cronograma de Implementación

De acuerdo al alcance establecido y las tareas identificadas en la WBS, se establece el tiempo de ejecución de cada una de las tareas contempladas en el diseño de la red.

Ilustración 4-7 Lista de tareas

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	[-] Diseño de red en IPv6 con Tecnología Cisco que brinde conectividad a internet para cliente con 16 sedes en Colombia	53.95 días	lun 01/06/15	jue 13/08/15
2	[-] Fase de Conceptualización	14.88 días	lun 01/06/15	vie 19/06/15
3	[-] Caso de Negocio	5 días	lun 01/06/15	vie 05/06/15
4	Antecedentes	1 día	lun 01/06/15	lun 01/06/15
5	Problemática a solucionar	1 día	mar 02/06/15	mar 02/06/15
6	Descripción de la solución	1 día	mié 03/06/15	mié 03/06/15
7	Justificación	1 día	jue 04/06/15	jue 04/06/15
8	Alcance	1 día	vie 05/06/15	vie 05/06/15
9	[-] Ingeniería Conceptual	9 días	lun 08/06/15	jue 18/06/15
10	[+] Fundamentación Teórica	1 día	lun 08/06/15	lun 08/06/15
13	[+] Especificaciones técnicas del producto	2 días	mar 09/06/15	mié 10/06/15
17	[+] Especificaciones de calidad del producto	1 día	jue 11/06/15	jue 11/06/15
19	[+] Requerimientos legales y contratación	2 días	vie 12/06/15	lun 15/06/15
22	[+] Limitantes del proyecto	3 días	mar 16/06/15	jue 18/06/15
26	[-] Fase de Planeación y Diseño	15.2 días	vie 19/06/15	vie 10/07/15
27	[-] Planificación	10.4 días	vie 19/06/15	lun 06/07/15
28	[+] Definición del Alcance	2 días	vie 19/06/15	mar 23/06/15
31	[+] Definición EDT / WBS	1 día	mar 23/06/15	mié 24/06/15
34	[+] Cronograma de Actividades	2 días	mié 24/06/15	vie 26/06/15
37	[+] Estimación de Costos	2 días	vie 26/06/15	mar 30/06/15
40	Presupuesto	1 día	mar 30/06/15	mié 01/07/15
41	[+] Planificación de Riesgos	1.2 días	mié 01/07/15	jue 02/07/15
45	[+] Planificación Recurso Humano	1.2 días	jue 02/07/15	lun 06/07/15
48	[-] Diseño	4.8 días	lun 06/07/15	vie 10/07/15
49	[+] Ingeniería Básica	0.8 días	lun 06/07/15	lun 06/07/15
52	[+] Ingeniería de Detalle	1.6 días	lun 06/07/15	mié 08/07/15
55	[+] Necesidad Bienes de Capital	1.4 días	mié 08/07/15	jue 09/07/15
60	Factibilidad Técnica del Proyecto	1 día	jue 09/07/15	vie 10/07/15
61	[-] Fase de Implementación	22 días	vie 10/07/15	mar 11/08/15
62	Procura / Suministros	5 días	vie 10/07/15	vie 17/07/15
63	Adecuación	6 días	vie 17/07/15	lun 27/07/15
64	Montaje	4 días	lun 27/07/15	vie 31/07/15
65	Arranque / Pruebas	2 días	vie 31/07/15	mar 04/08/15
66	Puesta en Producción	2 días	mar 04/08/15	jue 06/08/15
67	Adquisición Garantía - Smartnet	1 día	jue 06/08/15	vie 07/08/15
68	Manuales de Soporte y Troubleshooting	1 día	vie 07/08/15	lun 10/08/15
69	Capacitación	1 día	lun 10/08/15	mar 11/08/15
70	[-] Fase de Cierre	2 días	mar 11/08/15	jue 13/08/15
71	Documentación Cierre Proyecto	1 día	mar 11/08/15	mié 12/08/15
72	Cierre Formal del Proyecto	1 día	mié 12/08/15	jue 13/08/15

Ilustración 4-8 Diagrama de Gannt



4.2 Obligaciones Previas y Prerrequisitos para la implementación del proyecto.

Para la implementación del proyecto se han identificado una serie de requerimientos necesarios que ayudarán a evitar que se genere un reproceso sobre alguna de las actividades que se ejecutarán. Todos estos requerimientos son denominados también como responsabilidad del cliente y su incumplimiento podrá generar impacto sobre la línea base del proyecto. A continuación se nombran los requerimientos identificados:

- Es responsabilidad del cliente de brindar cableado estructurado horizontal y vertical en UTP.
- En cada cuarto de comunicaciones se debe contar con un rack de comunicaciones bajo el estándar ANSI/EIA 310 que estipula que cada unidad debe tener 19 pulgadas de ancho 1 ¾ de pulgada de alto.
- Cada rack debe tener al menos 3 unidades de rack disponibles para la instalación de cada equipo.

de la solución requerida													
Análisis y Definición de la justificación	MT	TC	TC										
Análisis y documentación alcance del proyecto	CT	TC	TC	MT									
Ingeniería Conceptual													
Descripción de las características de la red		TC		TC									
Análisis de la tecnología existente (estado del arte)		TC		TC									
Definición Especificaciones de funcionamiento		TC	TC	TC									
Documentación Especificaciones de montaje físico		TC	TC	TC									
Definición Especificaciones ambiente de operación		TC	TC	TC									
Definición normas técnicas y especificaciones de calidad		TC	TC	TC									
Definición especificaciones legales y de contratación.		TC	MT		TC								
Análisis requerimientos contractuales.		TC	MT	MT	TC								
Estudio limitantes organizacionales del proyecto	CT	TC	TC										
Estudio limitantes legales del proyecto	CT	TC			TC								
Estudio limitantes financieras del proyecto	CT	TC	TC	TC	CT		TC	CT	MT				
Estudio limitantes en infraestructura del proyecto	CT	TC	TC	TC		TC							
Etapas de Planeación y Diseño													
Planeación													
Validación de los requerimientos del proyecto		TC	TC	TC	CT				CT				

Proceso de adquisición de maquinaria, suministros y bienes de capital		TC					TC			CT			
Pre configuración de equipos		TC				TC		MT		MT	MT	MT	MT
Instalación de equipos		TC				TC				CT	CT	CT	CT
Puesta en marcha		TC				TC				TC	TC	TC	TC
Certificación de servicio.		TC				TC				TC	TC	TC	TC
Puesta en producción	CT	TC				TC				TC	TC	TC	TC
Adquisición Garantía – Smartnet		TC				CT	TC						
Manuales de Soporte y Troubleshooting		TC	CT		CT	TC	CT						
Capacitación		TC				TC							
Etapas de cierre del proyecto													
Documentación cierre proyecto		TC			MT	TC	CT		CT				
Cierre formal del proyecto	CT	TC			CT	TC		TC	CT				

5. ASPECTOS FINANCIEROS Y EVALUACIÓN FINANCIERA

5.1 Consolidado Cronológico y Distribución de Inversiones

A partir de los paquetes de trabajo establecidos dentro de la WBS, se presenta la distribución de los costos y el número de horas de trabajo asociadas en cada uno de los componentes establecidos.

Ilustración 5-1 Divisiones Funcionales de costos.



Ilustración 5-2 Paquetes de Trabajo División Funcional Conceptualización.

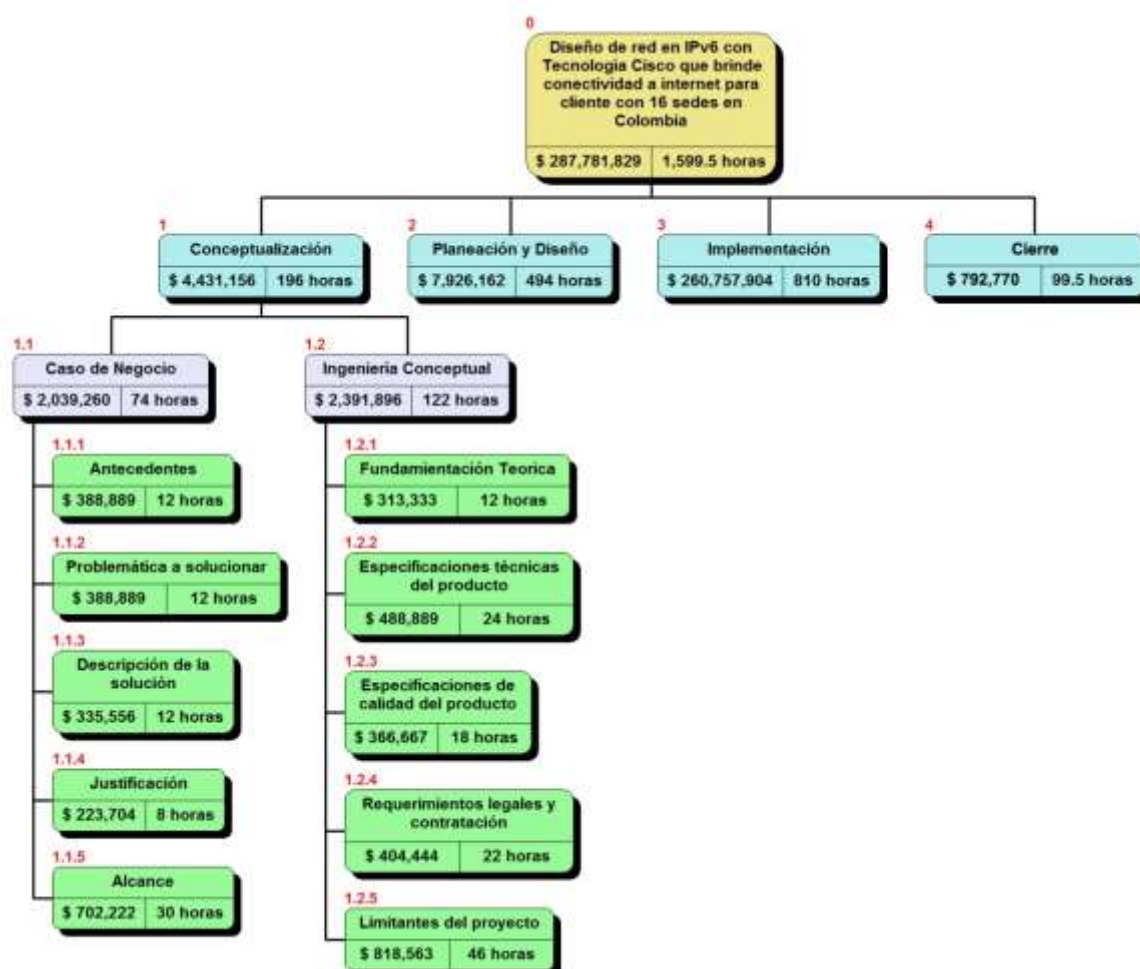


Ilustración 5-3 Paquetes de Trabajo División Funcional Planeación y Diseño

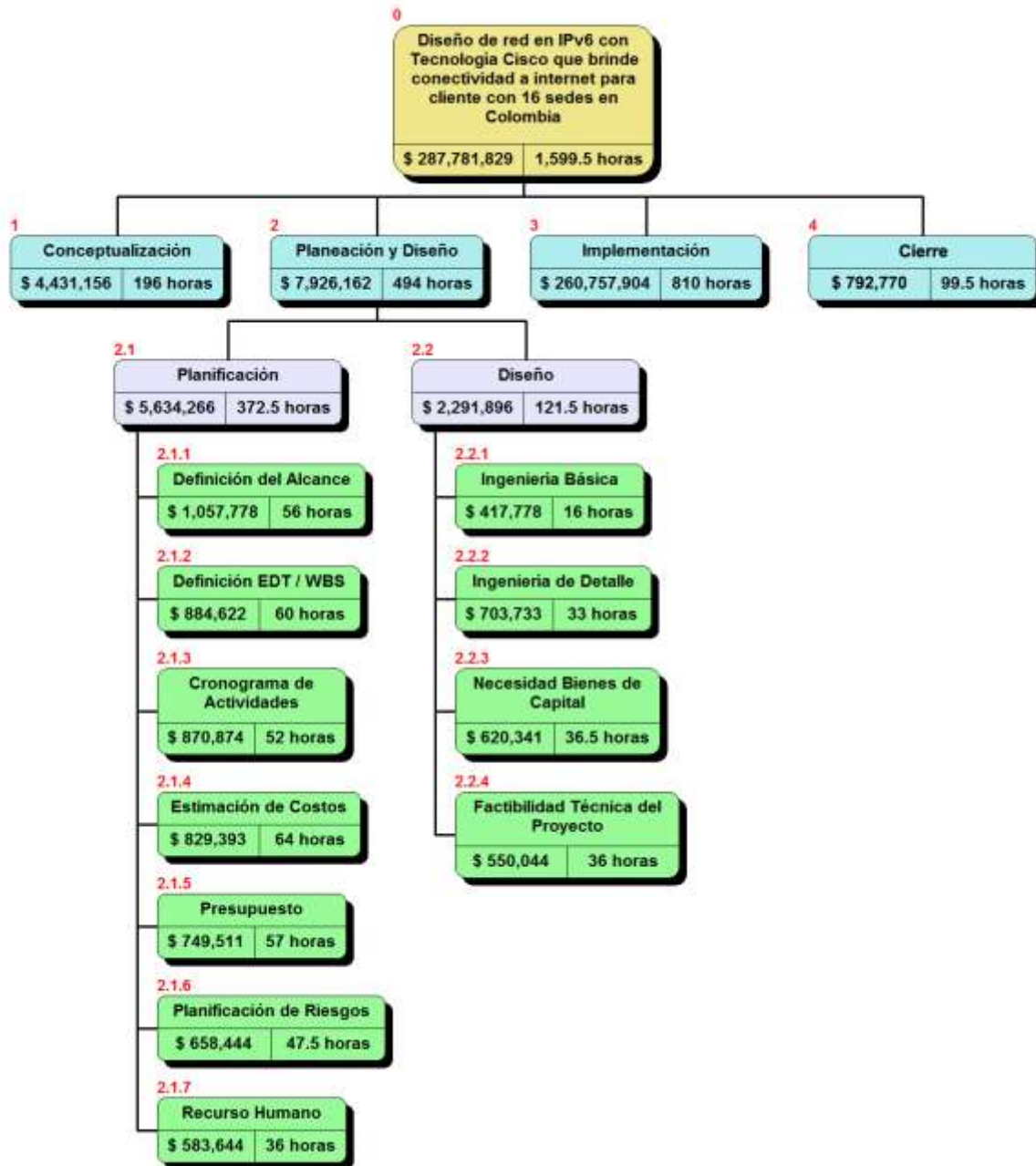


Ilustración 5-4 Paquetes de Trabajo División Funcional Implementación

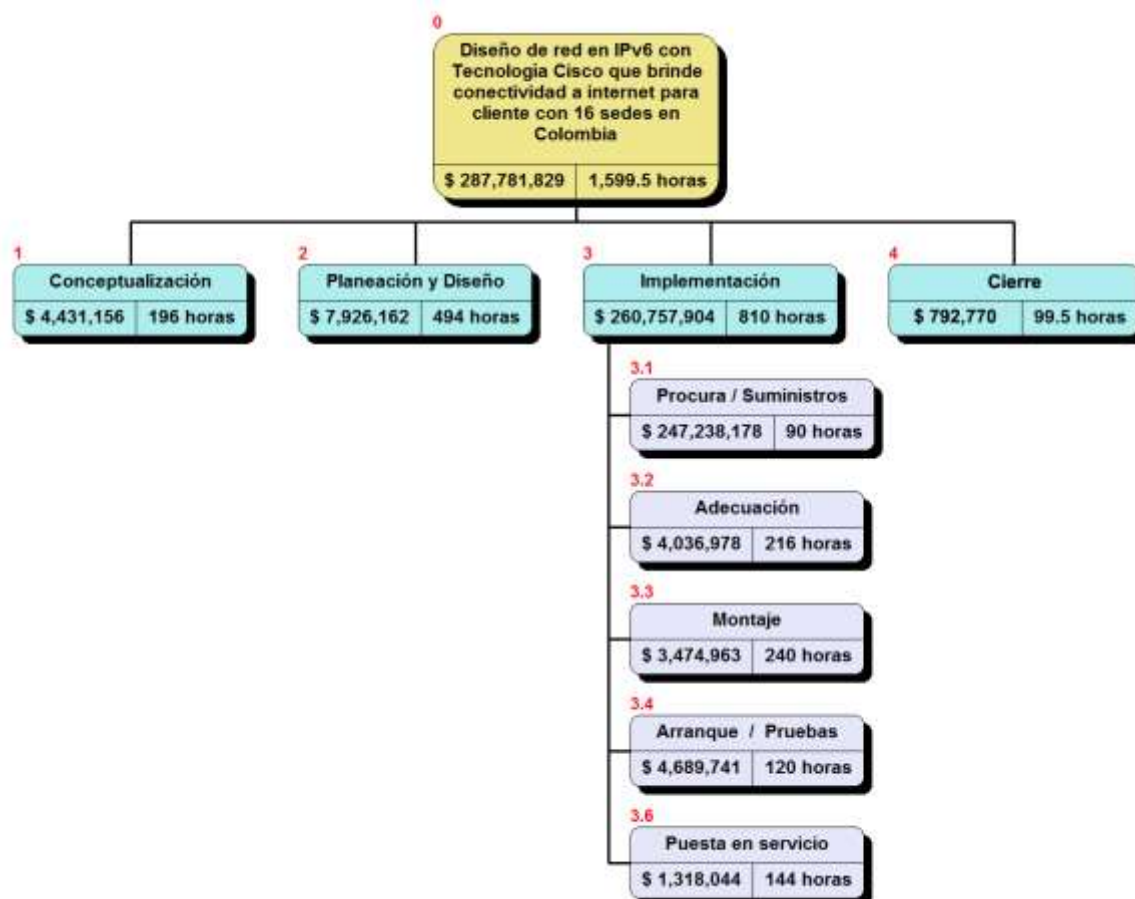


Ilustración 5-5 Paquetes de Trabajo División Funcional Cierre



En la **tabla 5-1** se realiza la descripción detallada de las inversiones a realizar dentro de cada una de las tareas definidas del proyecto para el diseño e implementación futura de la red IPV6 para 16 sedes a nivel nacional. Se discriminan los costos asociados por los conceptos de: Recurso humano, bienes de capital y equipos a entregar al cliente contemplados dentro de la solución a implementar.

Tabla 5-1 Matriz de calendario de recursos

Actividades	Recurso Humano	Bienes de Capital	Equipos	Costo Consolidado por Tarea
Etapa de Conceptualización				
Caso de Negocio				
Definición de documento antecedentes	\$ 388,888.89			\$ 388,889
Definición de la problemática a solucionar	\$ 388,888.89			\$ 388,889
Documento descripción de la solución requerida	\$ 335,555.56			\$ 335,556
Análisis y Definición de la justificación	\$ 223,703.70			\$ 223,704
Análisis y documentación alcance del proyecto	\$ 702,222.22			\$ 702,222
Ingeniería Conceptual				
Descripción de las características de la red	\$ 156,666.67			\$ 156,667
Análisis de la tecnología existente (estado del arte)	\$ 156,666.67			\$ 156,667
Definición Especificaciones de funcionamiento	\$ 244,444.44			\$ 244,444
Documentación Especificaciones de montaje físico	\$ 122,222.22			\$ 122,222
Definición Especificaciones ambiente de operación	\$ 122,222.22			\$ 122,222
Definición normas técnicas y especificaciones de calidad	\$ 366,666.67			\$ 366,667
Definición especificaciones legales y de contratación.	\$ 188,148.15			\$ 188,148
Análisis requerimientos contractuales.	\$ 216,296.30			\$ 216,296
Estudio limitantes organizacionales del proyecto	\$ 102,962.96			\$ 102,963
Estudio limitantes legales del proyecto	\$ 141,111.11			\$ 141,111
Estudio limitantes financieras del proyecto	\$ 304,444.44			\$ 304,444
Estudio limitantes en infraestructura del proyecto	\$ 270,044.44			\$ 270,044
Etapa de Planeación y Diseño				
Planeación				

Validación de los requerimientos del proyecto	\$ 511,111.11			\$ 511,111
Definición alcance del proyecto	\$ 546,666.67			\$ 546,667
Planificación componentes, paquetes de trabajo	\$ 424,533.33			\$ 424,533
Definición componentes, paquetes de trabajo (WBS)	\$ 460,088.89			\$ 460,089
Estimación de duración de las actividades	\$ 500,088.89			\$ 500,089
Desarrollo cronograma ejecución de actividades	\$ 370,785.19			\$ 370,785
Análisis y selección de proveedores	\$ 365,274.07			\$ 365,274
Estimación de costos	\$ 464,118.52			\$ 464,119
Desarrollo de presupuesto	\$ 749,511.11			\$ 749,511
Identificar riesgos	\$ 258,933.33			\$ 258,933
Análisis y evaluación de riesgos	\$ 127,244.44			\$ 127,244
Planificación de respuesta al riesgo	\$ 272,266.67			\$ 272,267
Definición equipo del proyecto	\$ 318,488.89			\$ 318,489
Calendario de recursos	\$ 265,155.56			\$ 265,156
Diseño				
Diagrama de bloques de la solución	\$ 104,444.44			\$ 104,444
Descripción de la solución	\$ 313,333.33			\$ 313,333
Análisis y selección de componentes y equipos.	\$ 319,200.00			\$ 319,200
Ingeniería de detalle y planos de la solución	\$ 384,533.33			\$ 384,533
Definición de maquinaria y equipos	\$ 164,859.26			\$ 164,859
Análisis y definición de bienes de capital	\$ 178,192.59			\$ 178,193
Análisis y definición de software y licencias	\$ 178,192.59			\$ 178,193
Análisis de capacitación y certificaciones	\$ 99,096.30			\$ 99,096
Factibilidad Técnica del Proyecto	\$ 550,044.44			\$ 550,044
Etapas de Implementación				
Proceso de adquisición de maquinaria, suministros y bienes de capital	\$ 1,805,777.78	\$ 5,222,400	\$ 240,210,000	\$ 247,238,178
Preconfiguración de equipos	\$ 2,404,977.78	\$ 1,632,000		\$ 4,036,978
Instalación de equipos	\$ 3,474,962.96			\$ 3,474,963
Puesta en marcha	\$ 1,068,740.74	\$ 3,621,000		\$ 4,689,741
Certificación de servicio.	\$ 854,992.59			\$ 854,993
Puesta en producción	\$ 463,051.85			\$ 463,052
Adquisición Garantía – Smartnet	\$ 258,488	\$ 12,818,340		\$ 13,076,829
Manuales de Soporte y Troubleshooting.	\$ 356.385			\$ 356.385

Capacitación	\$ 240.622			\$ 240.622
Etapas de cierre del proyecto				
Documentación cierre proyecto	\$ 360,829.63			\$ 360,830
Cierre formal del proyecto	\$ 431,940.74			\$ 431,941

5.1.1 Costos (Pronóstico Según Horizonte del Proyecto).

Establecidos y evaluados los costos asociados en cada uno de los componentes de trabajo identificados dentro del Work Breakdown Structure (WBS), y establecidos los costos en equipos, recurso humano y bienes de capital, se estableció el presupuesto general para el diseño e implementación de una red IPv6 que permita brindar conectividad a internet al cliente final con presencia actual en 16 ciudades de Colombia.

Tabla 5-2 Tabla resumen de Costos

Actividades	Recurso Humano	Bienes de Capital	Equipos	Costo Total
Etapas de Conceptualización	\$ 4,431,156			\$ 4,431,156
Etapas de Planeación y Diseño	\$ 7,926,163			\$ 7,926,163
Etapas de Implementación	\$ 10,928,000	\$ 23,293,740	\$ 240,210,000	\$ 274,431,740
Etapas de cierre del Proyecto	\$ 792,770	\$ 200,000		\$ 992,770
COSTO TOTAL	\$ 24,078,089	\$ 23,493,740	\$ 240,210,000	\$ 287,781,829

5.1.1.1 Costo Equipos

Se muestra a continuación el costo cotizado de los equipos planteados en el diseño. Estos valores serán utilizados en la gestión de adquisiciones. No se lograron conseguir proveedores que tuvieran los 3 tipos de equipos por lo tanto se realizaron dos cotizaciones la primera con los Router 2901 y con los switch 2960; la segunda cotización sólo para los Router 891. Los resultados de la cotización se muestran a continuación:

Tabla 5-3 Cotización Equipos

Tipo de equipo	Referencia	Cant.	Proveedor	Precio Unitario (USD)	Incluye envío?	Subtotal (USD)	Costos envío (USD)	Total (USD)	Total (COP) (TRM 2495,01)	Total con Impuestos de Nacionalización (29%)
Router	CISCO2901/K9	3	Compsource	\$ 1.037,00	Hasta Miami	\$ 3.111,00	\$ -	\$ 3.111,00	\$ 7.761.976,11	\$ 10.012.949,18
Router	CISCO2901/K9	3	Banetwork	\$ 884,00	Sí, hasta Colombia	\$ 2.652,00	\$ -	\$ 2.652,00	\$ 6.616.766,52	\$ 8.535.628,81
Router	CISCO891-K9	13	eSaitech	\$ 751,00	Sí, hasta Colombia	\$ 9.763,00	\$ 796,95	\$ 10.559,95	\$ 26.347.180,85	\$ 33.987.863,30
Router	CISCO891-K9	13	Telemansys	\$ 765,00	Hasta Miami	\$ 9.945,00	\$ 259,87	\$ 10.204,87	\$ 25.461.252,70	\$ 32.845.015,98
Switch	2960-48PST-L	28	Compsource	\$ 1.955,00	Hasta Miami	\$ 54.740,00	\$ -	\$ 54.740,00	\$ 36.576.847,40	\$ 176.184.133,15
Switch	2960-48PST-L	28	Banetwork	\$ 1.895,00	Sí, hasta Colombia	\$ 53.060,00	\$ -	\$ 53.060,00	\$ 32.385.230,60	\$ 170.776.947,47

NOTA: se tomó como referencia del precio del dólar la TRM de día 18 de abril de 2015. Los precios en pesos colombianos (COP) variarán de acuerdo al costo de la TRM al momento de la compra de los equipos.

Dentro de la misma tabla se encuentra las elecciones realizadas basadas en costo y en el envío hasta Bogotá. El costo total de los equipos es:

Tabla 5-4 Costo equipos

Tipo de equipo	Referencia	Cant.	Proveedor	Precio Unitario (USD)	Total con Impuestos de Nacionalización (29%)
Router	CISCO2901/K9	3	Banetwork	\$ 884,00	\$ 8.535.628,81
Router	CISCO891-K9	13	eSaitech	\$ 751,00	\$ 33.987.863,30
Switch	2960-48PST-L	28	Banetwork	\$ 1.895,00	\$ 170.776.947,47
				TOTAL	\$ 213.300.439,58

En la Tabla 5-5 se relaciona el detalle del costo para el contrato de garantía Smartnet con soporte por parte del TAC de Cisco para atención 7x24 y gestión de repuestos por 1 año.

Tabla 5-5 Costo contrato Garantía SmarNet Cisco

Tipo de Licencia	Referencia	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Total (USD)	Total (COP) (TRM 2495,01)
Cisco SMARTnet for Cisco 891 GigaE	CON-SNT-C8911K9	IT Help	13	\$ 109.41	\$ 1,422.33	\$ 3,548,727.57
Cisco SMARTnet for Cisco 2901-K9	CON-SNTP-2901-1	IT Help	3	\$ 517.48	\$ 1,552.44	\$ 3,873,353.32
Cisco SMARTnet for Cisco WS-C2960-48TT-L	CON-SNTP-C29604TT-1	IT Help	28	\$ 517.48	\$ 14,489.44	\$ 36,151,297.69

5.1.1.2 Costo Oficina

Dentro del plan del proyecto se tendrá el concepto de una oficina virtual, el cual permite realizar las actividades del proyecto acorde al cronograma a un bajo costo.

Dentro del tipo de servicio cotizado por 3 meses, se ofrecen las siguientes características:

- Dirección de correspondencia.
- Número de teléfono local.
- recepcionista bilingüe maneja las llamadas y la correspondencia.
- Sala de juntas (deben ser reservadas previamente) en Colombia y acceso a las salas de juntas en más de 100 países.

El costo que tendrá esta oficina durante 3 meses es:

Tabla 5-6 Costo Oficina Virtual

Oficina Virtual Bogotá, Av. Chile Torre A, Cra 7 # 71 - 21, Piso 5°	
Fecha de inicio:	TBD
Duración:	3 meses
Fecha de Vencimiento:	TBD
Precio mensual:	\$ 339.000
Cuota de activación:	\$ 190.000
Depósito reembolsable:	\$ 678.000
Pago Inicial:	\$ 1.207.000
IVA 16%	\$ 193.120
Pago Total:	\$ 1.400.120

5.2 Indicadores de Control

5.2.1 Gestión del Valor Ganado (EVM)

Para realizar las medidas de desempeño del proyecto, se utilizará la gestión del valor ganado. Este integra las mediciones de alcance, costo y cronograma del proyecto permitiendo la evaluación del avance y desempeño del mismo.

El EVM establece y monitorea tres dimensiones clave para cada paquete de trabajo. Así como monitorea las variaciones con respecto la línea base aprobada. A continuación se muestran los indicadores que se utilizarán como para el control del proyecto:

- Valor Planeado (PV): Valor estimado del trabajo planeado, medido en un tiempo específico.
- Valor Ganado (EV): Valor Estimado del trabajo realmente realizado
- Costo Actual (AC): Costo realmente incurrido por el trabajo realmente realizado.
- Índice de desempeño de costo (CPI): indica el estado del desempeño del costo con referencia al trabajo realizado actualmente.

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

- Índice de desempeño de cronograma (SPI): indica el estado del desempeño del cronograma con referencia al trabajo realizado actualmente.

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

- Estimado para la conclusión (ETC): trabajo restante para la finalización del proyecto.

$$ETC = EAC - AC$$

- Estimado real para la conclusión (EAC): trabajo restante real para la finalización del proyecto.

$$EAC = \frac{BAC}{CPI}$$

$$EAC = AC + (BAC - EV)$$

$$EAC = AC + \frac{BAC - EV}{CPI}$$

$$EAC = ETC - AC$$

- Presupuesto a la finalización (BAC): presupuesto del proyecto.

5.2.1.1 Precios Constantes.

Se realiza la evaluación en las restricciones de tiempo, alcance y recursos contemplados y asignados por parte de la compañía para el diseño y la implementación de la red de acuerdo al presupuesto y cronograma establecido.

A partir de la evaluación del periodo de horizonte del proyecto, dentro del cual la implementación de proyecto se finalizaría dentro del segundo semestre del año 2015, el análisis financiero permite realizar la evaluación de costos con el índice de inflación correspondiente al año 2015.

5.3 Análisis de Riesgo e Incertidumbre.

5.3.1 Análisis de Sensibilidad Variables Críticas / Inferencias.

Se busca establecer los factores que pueden afectar el desarrollo y cumplimientos de los objetivos propuestos para la implementación del proyecto 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 para 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.

Tabla 5-7 Cuantificación de probabilidad

Probabilidad	Valor numérico	Impacto	Valor numérico
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

Tabla 5-8 Cuantificación de riesgos

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

Tabla 5-9 Matriz de riesgos

ID del Riesgo	Descripción del riesgo	Estimación de Probabilidad	Línea base afectada	Estimación de impacto	Probabilidad X Impacto	Tipo de Riesgo	Acción
R01	Retraso en entrega de equipos con cada uno de los diferentes proveedores.	0,2	Costo			Bajo	Mitigar
			Tiempo	0,8	0,16		
			Alcance				
			Calidad				
			Total Probabilidad X impacto		0,16		
R02	Daño de equipos en transporte hacia las sedes.	0,3	Costo			Bajo	Transferir
			Tiempo	0,4	0,12		
			Alcance	0,2	0,06		
			Calidad				
			Total Probabilidad X impacto		0,18		
R03	Problemas en gestión de accesos y trabajos en cada una de las diferentes sedes.	0,2	Costo			Moderado	Mitigar
			Tiempo				
			Alcance	0,8	0,16		
			Calidad				
			Total Probabilidad X impacto		0,16		
R04	Variación precio dólar.	0,4	Costo	0,3	0,12	Bajo	Aceptar
			Tiempo				
			Alcance				
			Calidad				
			Total Probabilidad X impacto		0,12		
R05	Cambio 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 cronograma de entrega de servicios por parte de proveedor de última milla	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 en el cliente. (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 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		
R10	Experiencia del equipo de trabajo en la implementación de redes de datos IPV6 con tecnología Cisco	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		
R11	Falta de conocimiento área de IT del cliente en soporte en para equipos Cisco en IPV6.	0,6	Costo			Alto	Mitigar
			Tiempo	0.3	0.18		
			Alcance	0.3	0.18		
			Calidad				
			Total Probabilidad X impacto		0.36		

5.3.2 Plan de respuesta al Riesgo

ID del Riesgo	Respuesta al Riesgo
R01	Se contrata dentro del transporte el envío prioritario internacional, asegurando la llegada del insumo en un tiempo menor de 6 días.
R02	Dentro del transporte hacia las sedes de la sede se contratará una aseguradora que tendrá capacidad de respaldar el pago de los equipos en caso de daño.
R03	Se mitigará al notificar la visita al cliente con 3 días de anterioridad, siendo recordado telefónicamente 1 día anterior.
R04	Se acepta 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 del cliente y concientizando al mismo del costo que generará un cambio.
R06	Se coordinará con proveedor las fechas de instalación de cada una de las sedes, si cumplidos estos tiempos no se tiene aún el servicio, se iniciará proceso de escalamiento para solicitar agilidad.
R07	Este tipo de fallas afectará el servicio a los usuarios. En caso de presentarse este tipo de evento, se entregarán los puntos hasta el puerto del Switch.
R08	Se ejecutará Site Survey previo a la visita para asegurar la existencia de posiciones en rack.
R09	Se acepta riesgo, los imprevistos de configuración se solucionarán sobre la marcha.
R10	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.
R11	Como parte de la fase de entrega se establece con el cliente incluir un proceso de capacitación de 6 horas para el personal del área de IT en el protocolo IPV6 y su operación en para equipos Cisco.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

Se creó un diseño de red en IPv6 con tecnología Cisco capaz de brindar servicio de conectividad a internet para las sedes referenciadas del cliente. 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 fueron soportados 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.

Dentro del alcance de proyecto se estableció como requerimiento por parte del cliente establecer un cronograma de implementación máximo de 90 días, por lo que fue necesario contemplar dentro de la fase de planeación del cronograma y estructuración del presupuesto la contratación de 2 ingenieros de campo adicionales a los 2 ingenieros inicialmente proyectados, garantizando un tiempo de implementación total de 54 días y dando una holgura de 26 para imprevistos contemplados dentro del análisis de riesgo realizado al proyecto.

Teniendo claras los requerimientos del proyecto, se puntualizó el detalle y la descripción de los equipos que se deben implementar en las sedes del cliente para cumplir con el conjunto de requerimientos

expuesto. Dentro de la investigación para el diseño de red en IPv6 con tecnología Cisco 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 del proyecto, 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 Cisco. 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 el áreas de IT del cliente final, lo cual permitirá mitigar el riesgo dentro del desarrollo del proyecto y garantizar el éxito en su ejecución.

Dentro de la etapa de estructuración financiera del proyecto, luego del análisis y evaluación de riesgos realizada, se incluyó como gastos atribuibles dentro de este ítem un presupuesto por un total de 5'095.740, lo que representa un 1.8 % del valor total del proyecto, permitiendo responder a imprevistos que se presenten dentro de la fase de implementación del proyecto.

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.

6.2 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.

En términos técnicos, no se tiene contemplado en el alcance ningún tipo de protocolo y/o esquema de seguridad para los elementos de red que componen las necesidades del cliente. En estos términos, se sugiere al cliente tener presente un esquema de seguridad de red que elimine las vulnerabilidades que esta pueda llegar a tener y así asegurar los datos que transiten por esta.

De acuerdo a la variación que se viene presentando en la tasa de cambio para el dólar, se recomienda hacer seguimiento a la tasa de cambio para que dentro del proceso de adquisición de los bienes de capital a entregar al cliente, se tenga en cuenta la tasa de cambio que se toma de referencia y que puede afectar el costo total para el desarrollo e implementación del proyecto.

A. Anexo: Listado de Cuadros, Gráficas, Figuras, Mapas y Planos.

A continuación se muestra el significado de los íconos utilizados en las topologías de red en el presente documento. Los íconos tienen representación de carácter general, sin embargo, para términos de la presentación de este documento, se diferenciaron los equipos por referencia también.

- Cisco Router CISCO891-K9: Router utilizado para sedes tipo B.



- Cisco Router CISCO2901/K9: Router utilizado para sedes tipo B.



- Cisco Switch 2960-48PST-L: Switch utilizado para sedes tipo A y B.



- Interfaz Troncal:



- Interfaz Acceso:



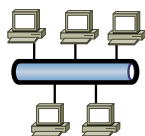
- Equipo de Borde de ISP: Referenciados como los equipos que utilizará el ISP para interconectar las redes.



- Nube: Se describe la nube como un elemento en el que hay una o varias redes que son desconocidas.



- Red de Computadores: Segmento de cableado en red LAN que busca interconectar los equipos terminales con los switches.



B. Anexo: Glosario de Términos.

- **Ancho de banda:** Definido para redes como la tasa de transferencia de datos. La cantidad de datos que pueden ser llevados de un punto a otro en un periodo determinado de tiempo (usualmente un [1] segundo). Ej: 2 Mbps = 2'000.000 de bits por segundo.
- **ANSI:** Viene del acrónimo American National Standards Institute. Es una organización sin ánimo de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos.
- **Branch Office:** Está definido como una oficina diferente a la oficina principal en dónde los negocios son conducidos. En términos del diseño de redes, está definido como una oficina pequeña que cuenta con servicios básico de conectividad.
- **BW:** Viene del acrónimo BandWidth, en español significa ancho de banda.
- **Campus:** Se define como oficina principal o Headquarters en inglés. Usualmente es una red creada con múltiples redes de área Local en un área geográfica limitada.
- **CC:** Acrónimo del término Centro de Cableado. Usualmente es un espacio en donde se encuentran los equipos de comunicaciones de un área de la red. Allí se ubican los racks de comunicaciones.
- **CEF:** Acrónimo de la tecnología Cisco Express Forwarding. CEF es una tecnología de conmutación de paquetes IP en capa 3 del modelo OSI. CEF optimiza el desempeño y la escalabilidad de la red al simplificar las tablas de conmutación en los equipos.
- **CEO:** Acrónimo del término Chief Executive Officer.
- **Core de negocio:** Se hace referencia como la actividad primaria que genera mayor recursos en la empresa.
- **CPE:** Acrónimo del término Customer Premises Edge. Es equivalente al equipo que está en el cliente que interconecta su red con la red del proveedor de internet. Para términos de este documento, el CPE es el Router del cliente.
- **CVD:** Cisco Validated Designs. Es un ítem de apoyo dado por el proveedor de los equipos que provee las bases para el diseño de redes basados en casos de uso. Allí se incorpora un amplio conjunto de tecnologías, características y aplicaciones direccionadas a las necesidades del usuario.

-
- **Datasheet:** Un datasheet es un documento que resume el funcionamiento y otras características de un componente.
 - **DHCPv6:** Acrónimo del término Dynamic Host Configuration Protocol. Es una herramienta que permite realizar configuraciones determinadas en los equipos terminales de una red. Ej: Direccionamiento, DNS, ruta predeterminada.
 - **Direccionamiento:** Término que referencia el segmento de direcciones IP que se le asignará a una red.
 - **Dual Stack:** Tipo de tecnología de que permite tener múltiples esquemas de direccionamiento sobre una red específica. Para términos de este documento, se refiere a Dual stack, la posibilidad de utilización de direcciones IPv4 e IPv6 dentro de la misma red.
 - **Enrutamiento:** Es el proceso de mover paquetes de una red a otra.
 - **Escalabilidad:** En términos de red, la escalabilidad se refiere a la capacidad una red para crecer sin necesidad de invertir en equipos nuevos en su infraestructura de red.
 - **FO:** Acrónimo para Fibra Óptica.
 - **Host:** Término utilizado para referirse a equipos terminales en una red.
 - **IANA:** Acrónimo de Internet Assigned Numbers Authority. Es el encargado de asignar el direccionamiento de IPv4 e IPv6 por cada región del mundo.
 - **ICMP:** Acrónimo de Internet Control Message Protocol. Es conocido coloquialmente como PING, el cual muestra si hay conectividad o no entre dos hosts.
 - **IPv4:** Protocolo de direccionamiento basado en 32 bits. Soporta hasta 4.3×10^9 direcciones.
 - **IPv6:** Protocolo de direccionamiento basado en 128 bits. Soporta hasta 340×10^{32} direcciones; cerca de 6.7×10^{17} direcciones por cada milímetro cuadrado de la superficie de la tierra.
 - **ISP:** Acrónimo de Internet Service Provider. Es conocido como el proveedor que sea capaz de brindar servicios de internet.
 - **IT:** Acrónimo de Information Technology. Es un término general que cubre todas las formas de tecnología utilizadas para crear, almacenar, intercambiar y utilizar información en varias formas.

- **LACNIC:** Es el registro de direcciones de internet para América Latina y Caribe. Es responsable de la asignación y administración de los recursos de direccionamiento de Internet (IPv4 e IPv6) y sistemas autónomos para la región de América Latina y el Caribe.
- **LAN:** Acrónimo de Local Area Network. Es una red de área Local limitados a una ubicación física.
- **MPLS:** Acrónimo de MultiProtocol Label Switching. Es un esquema de redireccionamiento de paquetes con base en etiquetas. Para términos de este documento, se comprende que la red del proveedor utiliza esta red para su transporte y conectividad hacia otras redes.
- **MRTG:** Acrónimo de Multi-Router Traffic Grapher. Es una herramienta utilizada para monitorear la carga de tráfico de interfaces de red.
- **MTU:** Acrónimo de Maximum Transfer Unit. Expresa el tamaño en bytes más grande que puede enviarse usando un protocolo de comunicaciones.
- **NAP:** Acrónimo de Network Access Point. Es un nodo de red en donde convergen múltiples redes que usualmente son ISP diferentes. Para términos de este documento, se hace referencia al NAP Colombia en donde los distintos ISP de Colombia convergen en este punto.
- **NAT:** Acrónimo de Network Address Translation. Es una técnica de traducción de direcciones, usualmente de direcciones privadas a direcciones públicas buscando poder asignar internet a muchos usuarios con una o varias direcciones públicas. En IPv6 no se tiene contemplado este uso del NAT.
- **OSI:** Acrónimo de Open System Interconnection. Es un modelo descriptivo de red que identifica las capas por las que deben pasar los datos para viajar de un dispositivo a otro sobre una red de comunicaciones.
- **Patch Panel:** Es el encargado de recibir todos los cables de cableado estructurado sirviendo como un organizador.
- **PE:** Acrónimo de provider edge. Es el equipo de Borde del ISP en una red MPLS.
- **PoE:** Acrónimo de Power Over Ethernet. Es la capacidad de un cable UTP de transportar energía por dos de sus 8 hilos; usualmente 15.4W de potencia.

-
- **QoS:** Acrónimo de Quality of Service. Es un conjunto de reglas que permite diferenciar servicios por un medio compartido. Es utilizado para dar prioridad a ciertos servicios sobre otros. Ejm: telefonía y video.
 - **Redundancia:** Término utilizado en redes para garantizar que algún elemento de red tenga más de una manera de continuar ejecutándose. Es decir tener componentes replicados que en caso de falla de uno de ellos, el otro pueda respaldarlo.
 - **RJ45:** Es una interfaz física comúnmente utilizada para conectar redes de computadoras con el cableado estructurado. Conocido por tener conexión a cables UTP con el estándar TIA/EIA-568.
 - **Router:** Equipo encargado de proporcionar conectividad a nivel de red. El Router encamina los paquetes de una red a otra a través de reglas de enrutamiento configuradas.
 - **SLA:** Acrónimo de Service Level Agreement. Son acuerdos a nivel de servicio que determina los aspectos mínimos de calidad de un servicio. Ej; tiempo de respuesta, disponibilidad, entre otros.
 - **Switch:** Es un equipo utilizado para interconectar varios segmentos de una misma red. Usualmente utilizados para brindar densidad de puertos en redes LAN.
 - **Throughput:** es una medida de la cantidad real de datos que puede procesar un sistema en una cantidad de tiempo.
 - **UTP:** Acrónimo de Unshielded twisted pair: son cables de pares trenzados utilizados para interconexión de diferentes tecnologías de redes locales.
 - **VLAN:** Acrónimo de Virtual Local Área Network. Es un método para crear redes lógicas independientes dentro de una red física. Comúnmente utilizado para diferenciar áreas de una compañía.
 - **WAN:** Acrónimo de Wide Area Network. Es una red que cubre un área grande en términos geográficos.
 - **WLAN:** Acrónimo de Wireless Local Area Network. Es una red LAN que no requiere de cables para interconectarse. Los usuarios se conectan vía inalámbrica a esta red.
 - **WBS:** Acrónimo de work breakdown structure. Es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos.

- **EDT:** Acrónimo de Estructura de descomposición del trabajo. Su definición es la asociada a la WBS por sus siglas en ingles.
- **Paquete de trabajo:** Concepto relacionado con los productos o entregables del trabajo que son el resultado de una actividad realizada.

C. Anexo: Cotizaciones

A continuación se muestran los comprobantes de cotización realizados para estimar el costo de los equipos y de la oficina:

- Cotización 1 Equipo Router Cisco 890 (eSAI-TECH) –Incluye costo de envío Internacional hasta Bogotá vía FedEx–:

The screenshot displays the eSAI TECH website's shopping cart. The header includes the company logo, contact information (510) 440-0256, and links for My Account and Shopping Cart. A search bar and navigation menu are also present. The cart itself shows a single item: Cisco Cisco890-K9 891 GIGAE SECRTR, with a unit price of \$751.00 and a quantity of 13. The subtotal is \$9,763.00. Shipping costs for FedEx International Priority are \$796.95. The final total cost is \$10,559.95. Buttons for 'Continue Shopping', 'Calculate', and 'Checkout' are visible.

Product	Unit price	Quantity	Total price
Cisco Cisco890-K9 891 GIGAE SECRTR SKU: 20003073	\$751.00	13	\$9,763.00
Subtotal			\$9,763.00
FedEx International Priority (CHARGE)			\$796.95
Taxes (?)			
Total cost			\$10,559.95

- Cotización 2 Equipo Router Cisco 890 (Telemansys) –Sólo incluye costo de envío en Estados Unidos:



- Cotización 1 Equipo Router Cisco 2901 y 2960 (Compsource) –Sólo incluye costo de envío en Estados Unidos:



- Cotización 2 Equipo Router Cisco 2901 y 2960 (Banetwork) –Incluye costo de envío Internacional hasta Bogotá vía DHL

3Anetwork®
Cisco Specialist - Network Devices

Products ▾ Services & Solutions ▾ About Us Community ▾

My Shopping Cart

Item	Product Name	Price/unit	Quantity	Price	Delete
	CISCO2901/K9 CISCO2901/K9-Cisco 2900 Series Routers	US\$884.00	3	US\$2,652.00	Remove
	WS-C2960-48PST-L WS-C2960-48PST-L Cisco Catalyst 2960 Switches	US\$1,895.00	28	US\$53,060.00	Remove

Ship to:

Telephone:

☒ Add Shipping Insurance
DHL Rate: **US\$0.00**
Total: **US\$55,712.00**

[Continue Shopping](#) [Check out PayPal](#) [Proceed to Checkout](#)

- Cotización 1 Contrato Garantia SmartNet.

Cisco Support Buy SMARTnet Online SMARTnet Overview SMARTnet Levels SMARTnet Buy/NSD SMARTnet FAQ

For everything IT Just ask IT Help

Cisco Support

- End of Support EOS
- End of Life EOL
- SMARTnet Levels
- SMARTnet Buy/NSD
- Buy SMARTnet Online

SUPPORT CALCULATOR

Currencies:

Other Solutions

- Cisco Training
- Cisco Memory
- Cisco Modules

PLEASE CHECK YOUR ORDER

Before paying for the items in your shopping basket please ensure you check your order carefully. If you would like to change the payment currency you still can by using the drop down menu on the left (All prices will automatically adjust).

Once you are satisfied please checkout and pay here: [Checkout & Pay for items](#)

Description	Unit Price	Quantity	Total
Product Number CON QNTP-C8911K9-1	\$108.41	13	\$1422.37

[Update Quantity](#) [Remove Item](#)

Shopping Total: **\$1422.37** *VAT where applicable [Checkout & Pay for items](#)

[Continue Shopping](#) to add more items to your basket [SMARTnet](#)

- Cotización Oficina virtual (Regus):

Oficina Virtual

Bogotá, Av. Chile Torre A, Carrera 7 No 71
– 21, Torre A, Piso 5°, Bogotá

Fecha de Inicio: lunes, 15 junio 2015

Duración del Plazo: 3 Meses

Fecha de Vencimiento:
lunes, 14 septiembre 2015

Precio Mensual: COP\$ 339.000,00

Cuota de activación: COP\$ 190.000,00

deposito reembolsable: COP\$ 678.000,00

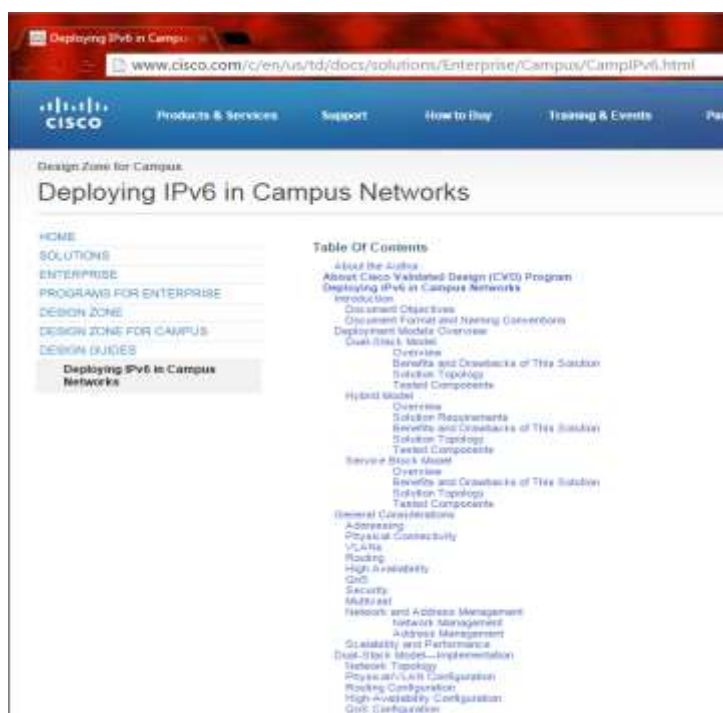
Pago Inicial: COP\$ 1.207.000,00

Pago Inicial Sin IVA :	COP\$ 1.207.000,00
-------------------------------	-----------------------

D. Anexo: Imágenes de Bibliografía Web.

A continuación se muestra la serie de imágenes que demuestran la veracidad de los artículos WEB documentados en la bibliografía:

➤ Referencia WEB 1:



➤ Referencia WEB 2:

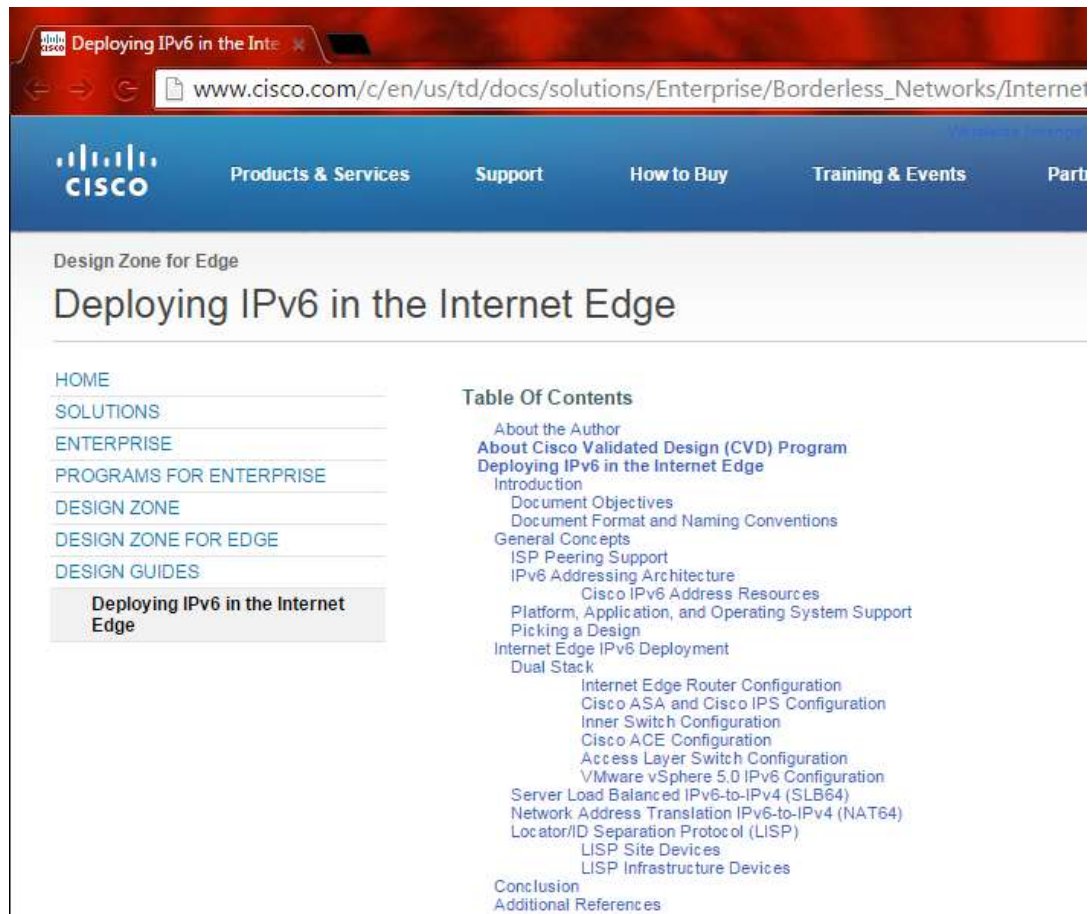
The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Branch/BrchIPv6.html. The page features the Cisco logo and navigation links: Products & Services, Support, How to Buy, and Training & Events. The main heading is "Design Zone for Branch/WAN" followed by "Deploying IPv6 in Branch Networks".

On the left side, there is a vertical menu with the following links: HOME, SOLUTIONS, ENTERPRISE, PROGRAMS FOR ENTERPRISE, DESIGN ZONE, DESIGN ZONE FOR BRANCH/WAN, and DESIGN GUIDES. The "Deploying IPv6 in Branch Networks" link is highlighted.

On the right side, there is a "Table Of Contents" section with the following links:

- [About the Author](#)
- [About Cisco Validated Design \(CVD\) Program](#)
- [Deploying IPv6 in Branch Networks](#)
- [Introduction](#)
- [Scope](#)
- [Branch Deployment Overview](#)
- [Single-Tier Profile](#)
 - [Solution Requirements](#)
 - [Tested Components](#)
- [Multi-Tier Profile](#)
 - [Solution Requirements](#)
 - [Tested Components](#)
- [General Considerations](#)
 - [Addressing](#)
 - [Physical Connectivity](#)
 - [VLANs](#)
 - [Routing](#)
 - [High Availability](#)
 - [QoS](#)
 - [Security](#)
 - [Multicast](#)
 - [Management](#)
 - [Scalability and Performance](#)
- [Single-Tier Implementation](#)
 - [Network Topology](#)
 - [WAN Configuration](#)
 - [LAN Configuration](#)
 - [DMVPN](#)
 - [Routing](#)
 - [Security](#)
 - [QoS](#)
 - [Multicast](#)
- [Multi-Tier Implementation](#)
 - [Network Topology](#)
 - [WAN Tier](#)
 - [Firewall Tier](#)
 - [Access Tier](#)
 - [Multicast in the Multi-Tier Profile](#)
- [Conclusion](#)
- [References](#)
 - [Cisco-Specific References](#)
 - [IPv6 Industry References](#)

➤ Referencia WEB 3:



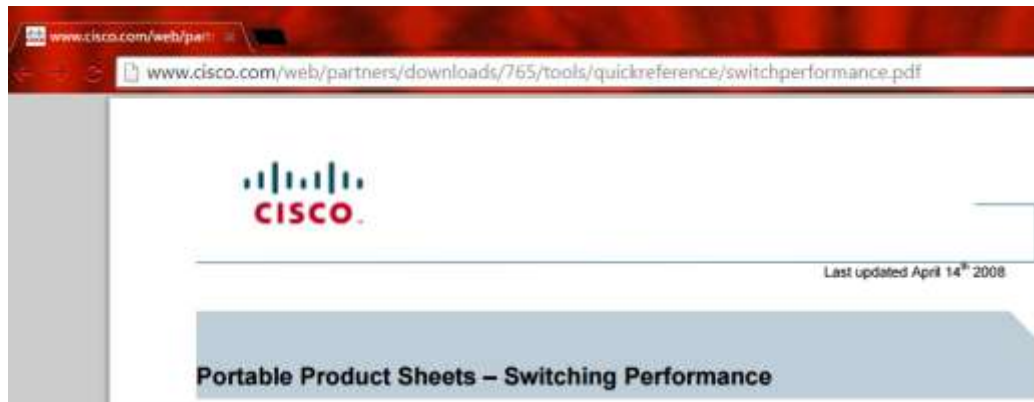
The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Borderless_Networks/Internet_Edge/Deploying_IPv6_in_the_Internet_Edge.pdf. The page features the Cisco logo and navigation links: Products & Services, Support, How to Buy, Training & Events, and Partners. The main heading is "Design Zone for Edge" followed by "Deploying IPv6 in the Internet Edge". A left sidebar contains a table of contents with links to HOME, SOLUTIONS, ENTERPRISE, PROGRAMS FOR ENTERPRISE, DESIGN ZONE, DESIGN ZONE FOR EDGE, and DESIGN GUIDES. The "Deploying IPv6 in the Internet Edge" link is highlighted. The main content area displays a detailed "Table Of Contents" for the document, including sections like "About the Author", "About Cisco Validated Design (CVD) Program", "Introduction", "Document Objectives", "Document Format and Naming Conventions", "General Concepts", "ISP Peering Support", "IPv6 Addressing Architecture", "Cisco IPv6 Address Resources", "Platform, Application, and Operating System Support", "Picking a Design", "Internet Edge IPv6 Deployment", "Dual Stack", "Internet Edge Router Configuration", "Cisco ASA and Cisco IPS Configuration", "Inner Switch Configuration", "Cisco ACE Configuration", "Access Layer Switch Configuration", "VMware vSphere 5.0 IPv6 Configuration", "Server Load Balanced IPv6-to-IPv4 (SLB64)", "Network Address Translation IPv6-to-IPv4 (NAT64)", "Locator/ID Separation Protocol (LISP)", "LISP Site Devices", "LISP Infrastructure Devices", "Conclusion", and "Additional References".

➤ Referencia WEB 6:



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying www.cisco.com/web/partners/downloads/765/tools/quickreference/routerperformance.pdf. The page features the Cisco logo and a navigation bar. Below the logo, there is a section titled "Portable Product Sheets – Routing Performance". A date stamp indicates "Last updated November 3, 2009".

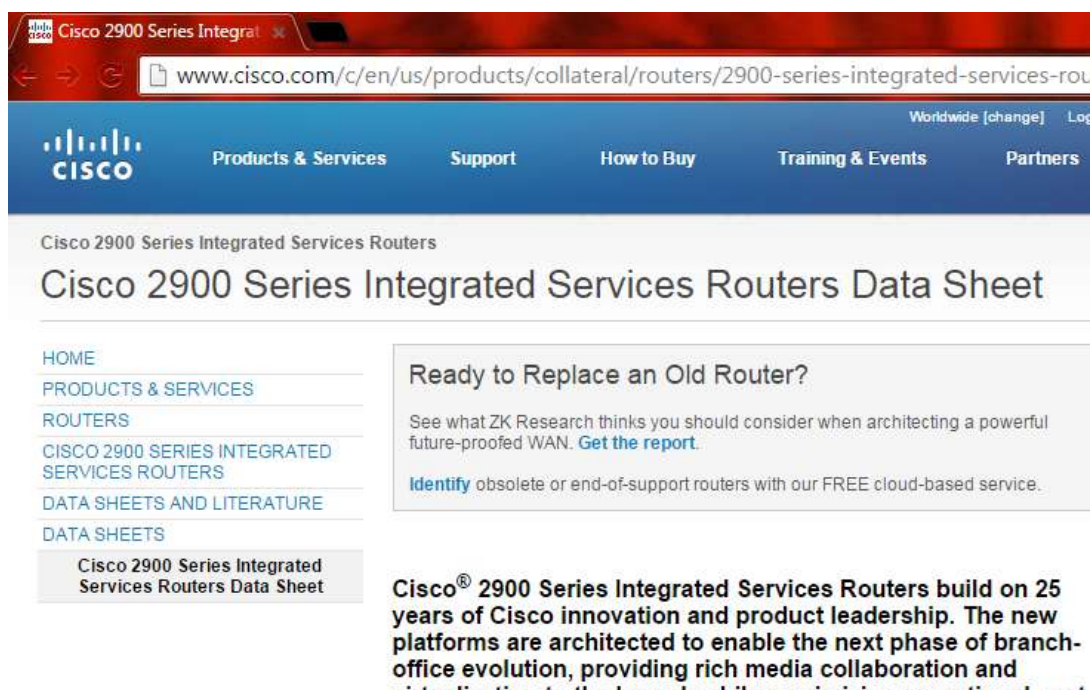
➤ Referencia WEB 7:



➤ Referencia WEB 8:



➤ Referencia WEB 9:



The screenshot shows a web browser window with the URL www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/2900-series-integrated-services-rou. The page features the Cisco logo and navigation links: Products & Services, Support, How to Buy, Training & Events, and Partners. The main heading is "Cisco 2900 Series Integrated Services Routers Data Sheet". A left sidebar contains a navigation menu with links: HOME, PRODUCTS & SERVICES, ROUTERS, CISCO 2900 SERIES INTEGRATED SERVICES ROUTERS, DATA SHEETS AND LITERATURE, and DATA SHEETS. The "DATA SHEETS" link is highlighted, and below it, the "Cisco 2900 Series Integrated Services Routers Data Sheet" is listed. The main content area includes a section titled "Ready to Replace an Old Router?" with a subtext: "See what ZK Research thinks you should consider when architecting a powerful future-proofed WAN. [Get the report.](#)" and a link to "Identify obsolete or end-of-support routers with our FREE cloud-based service." Below this, a paragraph states: "Cisco® 2900 Series Integrated Services Routers build on 25 years of Cisco innovation and product leadership. The new platforms are architected to enable the next phase of branch-office evolution, providing rich media collaboration and..."

➤ Referencia WEB 10:



The screenshot shows a web browser window with the URL www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-2960-series-switches/product_data_sheet09. The page features the Cisco logo and a "Data Sheet" link. The main heading is "Cisco Catalyst 2960-S and 2960 Series Switches with LAN Base Software". Below the heading, there is a "Product Overview" section.

➤ Referencia WEB 11:



➤ Referencia WEB 12:



This documentation has been moved

www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/ipv6/configuration/guide/12_4t/ipv6_12_4t_book/ip6-dn

This documentation has been moved

Implementing Dynamic Multipoint VPN for IPv6

Downloads: This chapter (PDF - 304.0 KB) The complete book (PDF - 7.45 MB) | [H F](#)

Table Of Contents

- Implementing Dynamic Multipoint VPN for IPv6
 - Finding Feature Information
 - Contents
 - Prerequisites for Implementing DMVPN for IPv6
 - Restrictions for Implementing DMVPN for IPv6
 - Information About Implementing DMVPN for IPv6
 - DMVPN for IPv6 Overview
 - NHRP Routing
 - IPv6 Routing
 - IPv6 Addressing and Restrictions
 - mGRE Support over IPv6
 - How to Configure DMVPN for IPv6
 - Configuring an IPsec Profile in DMVPN for IPv6
 - Prerequisites
 - Configuring the Hub for IPv6 over DMVPN
 - Configuring the NHRP Redirect and Shortcut Features on the Hub
 - Configuring the Spoke for IPv6 over DMVPN
 - Verifying DMVPN for IPv6 Configuration
 - Examples
 - Monitoring and Maintaining DMVPN for IPv6 Configuration and Operation
 - Examples
 - Configuration Examples for Implementing DMVPN for IPv6

➤ Referencia WEB 13:



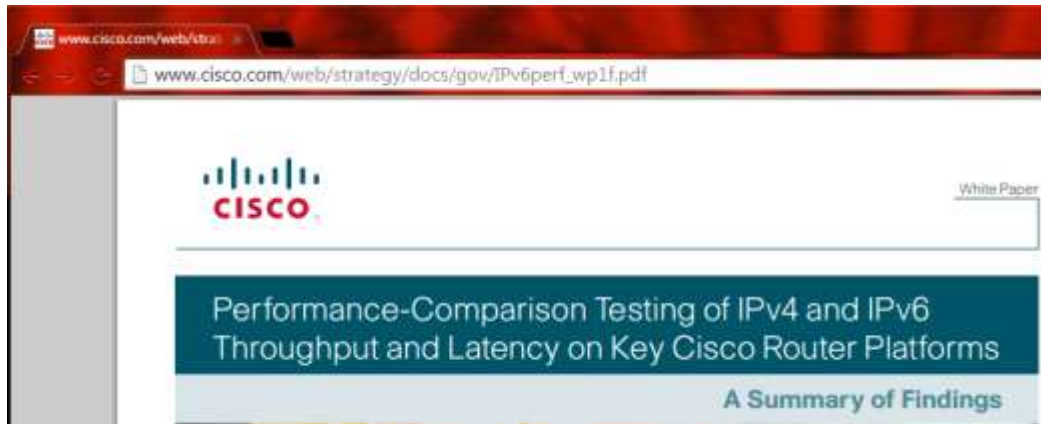
www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/access/800/hardware/installation/guide/800HIG/installing.pdf

Installing the Cisco 860, 880, 890 ISR

This section describes the equipment and the procedures for successfully installing the Cisco 860 series, 880 series, and 890 series ISRs, and contains the following sections:

- Equipment, Tools, and Connections, page 2-39
- Installing the Cisco 860, 880, and 890 Series Routers, page 2-40
- Installing the CR81G-B/S/V-K9 ISR, page 2-54
- Installing the CR81GW-S/V-A-K9 ISR, page 2-54
- Installing the CR81G-U-K9 ISR, page 2-54
- Installing the Cisco 880G for 3.7G (HSPA+) / 3.5G (HSPA) ISRs, page 2-56

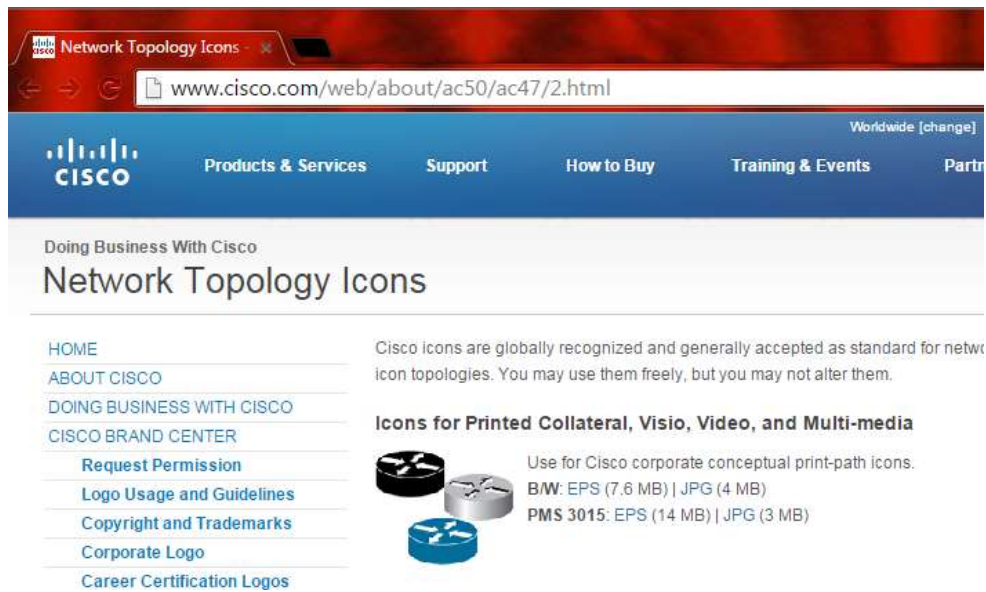
➤ Referencia WEB 14:



➤ Referencia WEB 15:



➤ Referencia WEB 16:



Bibliografía

A continuación se muestra un ejemplo de la lista bibliográfica según la NTC 5613.

- [1] CISCO ENTERPRISE SOLUTIONS “Deploying IPv6 in Campus Networks”. {En línea}. {Febrero de 2012} disponible en
(<http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Campus/CampIPv6.html>)

- [2] CISCO ENTERPRISE SOLUTIONS “Deploying IPv6 in Branch Networks”. {En línea}. {Febrero de 2012} disponible en (<http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Branch/BrchIPv6.html>)

- [3] CISCO ENTERPRISE SOLUTIONS “Deploying IPv6 in the internet edge”. {En línea}. {Febrero de 2012} disponible en
(http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Borderless_Networks/Internet_Edge/Internet_EdgeIPv6.html)

- [4] LOPEZ CASTAÑO. Hugo. El comportamiento de la oferta. Bogota: escala, 2000. 129p.

- [5] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Compendio, tesis y otros trabajos de investigación. Quinta Actualización. Bogota. ICONTEC, 2002.

- [6] CISCO PRODUCTS AND SERVICES “Portable Product Sheets – Routing Performance”. {En línea}. {Abril de 2015} disponible en
(<http://www.cisco.com/web/partners/downloads/765/tools/quickreference/routerperformance.pdf>)

- [7] CISCO PRODUCTS AND SERVICES “Portable Product Sheets – Switching Performance”. {En línea}. {Abril de 2015} disponible en
(<http://www.cisco.com/web/partners/downloads/765/tools/quickreference/switchperformance.pdf>)

- [8] CISCO PRODUCTS AND SERVICES “Cisco 890 Series Integrated Services Routers”. {En línea}. {Abril de 2015} disponible en (http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/800-series-routers/data_sheet_c78-519930.pdf)

[9] CISCO PRODUCTS AND SERVICES “Cisco 2900 Series Integrated Services Routers”. {En línea}. {Abril de 2015} disponible en (http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/2900-series-integrated-services-routers-isr/data_sheet_c78_553896.html)

[10] CISCO PRODUCTS AND SERVICES “Cisco Catalyst 2960-S and 2960 Series Switches with LAN Base Software”. {En línea}. {Abril de 2015} disponible en (http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-2960-series-switches/product_data_sheet0900aecd80322c0c.pdf)

[11] LACNIC “No hay más direcciones IPv4 en América Latina y Caribe”. {En línea}. {Abril de 2015} disponible en (<http://www.lacnic.net/web/anuncios/2014-no-hay-mas-direcciones-ipv4-en-lac>)

[12] CISCO PRODUCTS AND SERVICES “Implementing Dynamic Multipoint VPN for IPv6”. {En línea}. {Abril de 2015} disponible en (http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/ipv6/configuration/guide/12_4t/ipv6_12_4t_book/ip6-dmvpn.html#wp1062232)

[13] CISCO PRODUCTS AND SERVICES “Installing the Cisco 860, 880, 890 ISR” {En línea}. {Abril de 2015} disponible en (<http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/access/800/hardware/installation/guide/800HIG/installing.pdf>)

[14] CISCO PRODUCTS AND SERVICES “Performance-Comparison Testing of IPv4 and IPv6 Throughput and Latency on Key Cisco Router Platforms” {En línea}. {Abril de 2015} disponible en (http://www.cisco.com/web/strategy/docs/gov/IPv6perf_wp1f.pdf)

[15] Request for comments IETF “A Flexible Method for Managing the Assignment of Bits of an IPv6 Address Block” {En línea}. {Abril de 2015} disponible en (<https://tools.ietf.org/html/rfc3531>)

[16] DOING BUSINESS WITH CISCO “Cisco Network Topology Icons” {En línea}. {Abril de 2015} disponible en (<http://www.cisco.com/web/about/ac50/ac47/2.html>)