MEJORA EN EL ACCESO A RECURSOS DE INTERNET QUE OFRECE UN ISP A TRAVES DE LAS REDES DE ENTREGA DE CONTENIDO (CDN - CONTENT DELIVERY NETWORKS)

JOSE NILSON CAMARGO CASTRO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTA
AÑO
2015

MEJORA EN EL ACCESO A RECURSOS DE INTERNET QUE OFRECE UN ISP A TRAVES DE LAS REDES DE ENTREGA DE CONTENIDO (CDN - CONTENT DELIVERY NETWORKS)

Presentado Por:

JOSE NILSON CAMARGO CASTRO
2070741

Proyecto de grado para optar el Título de Ingeniero de Telecomunicaciones

Dirigido por:

ING. CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTA
AÑO
2015

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____
Firma del Presidente del Jurado

_____
Firma del jurado

_____
Firma del jurado

Bogotá D.C._____

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Mis padres, mi pareja y en especial a mi hermana por el continuo acompañamiento y la constante motivación que me brindaron durante el proceso de aprendizaje.

Resumen

Debido al continuo crecimiento de internet y la facilidad que hay en la actualidad para acceder a la red desde una gran cantidad de ubicaciones del globo terráqueo, los usuarios cada día son más exigentes en cuanto al servicio que contratan a sus proveedores de servicio de internet. Dada esta situación, es necesario que los proveedores de servicio piensen en estrategias que permitan brindar un servicio de mejor calidad a sus usuarios y que a su vez puedan obtener un beneficio adicional que para este caso se da en la optimización de los recursos económicos y de infraestructura. Es por esto que en el presente documento se propone el desarrollo de un proyecto basado en tecnologías recientes las cuales proporcionan el mejoramiento y optimización de los recursos de un proveedor de servicios de internet y la mejora de la experiencia de navegación en internet de sus suscriptores. El desarrollo del proyecto parte de una base teórica en la cual se enfatiza sobre el estado actual de las tecnologías y componentes técnicos disponibles que tiene la posibilidad de intervenir en el comportamiento de la cantidad de tráfico que transita a través de las redes mundiales. Una vez entendidas las bases teóricas y abordados los actores que intervienen en las tendencias actuales del comportamiento del tráfico en internet, se plantea un comparativo con diferentes opciones que se pueden encontrar hoy en día y que pueden ser adoptadas por un proveedor de servicios de internet. Partiendo de la mejor opción encontrada según el comparativo, se plantea el diseño e implementación para un ISP de una de las tecnologías emergentes que tiene más influencia y que proporciona mejores beneficios en la actualidad para finalmente realizar una comparación desde el punto de vista técnico teniendo en cuenta el antes y el después de la culminación del proyecto de tal forma que demuestre la viabilidad y la importancia de adoptar nuevas tecnologías y servicios.

Palabras Clave

Redes, enrutamiento dinámico, políticas de enrutamiento, BGP, servidores de dominio, ISP, servidores de contenido, caché, interconexiones, latencia, internet, trafico, ancho de banda, punto de acceso a la red.

Abstract

Due to the continuous growth of internet and the ease to access the network almost from anywhere, users are more demanding when it comes to hire ISP services. Given this situation, is necessary that the service provider thinks in strategies to offer services with better quality to the end user, and at the same time may receive additional benefit which in this case is given in the optimization of economic resources and infrastructure. That is why in this document the development of a project is proposed based on the recent technologies which it purpose is the optimization and improvement of the resources of an ISP and the enhancement of the browsing experience of subscribers on the internet throughout technologies and emerging services. The project builds on a theoretical basis which emphasizes on the current state of technology and technical components available that have the ability to intervene in the behavior of the amount of traffic passing through the global network. Once understood the theoretical basis and current trends in the behavior of Internet traffic, a comparison with different options that can be found today and that can be adopted by an ISP. Based on the best option found according to comparative, the design and implementation take place for an ISP with one the emerging technologies of more influence and better benefits in the actual era, so finally a technical comparison based on the before and after of the implementation will demonstrate the viability and importance to adopt new technologies and services.

Keywords

Networks, routing, routing policies, BGP, domain servers, ISP, content servers, cache, interconnections, latency, internet, traffic, bandwidth, Network Access Point (NAP).

Tabla de Contenidos

Tabla de Figuras

Índice de Tablas

PARTE I

Introducción a la Investigación

Capítulo 1
Introducción

En el presente capítulo se describe la situación actual del ISP tomando como referencia la creciente demanda de tráfico por parte de los suscriptores a nivel mundial y cómo esto está afectando la experiencia de navegación a cada uno de ellos. Por medio de documentación y experiencias de otras empresas de telecomunicaciones se justifica la importancia de introducir nuevas tecnologías a la compañía con el fin de otorgar un mejor servicio a los usuarios finales y optimizar recursos tanto económicos como de infraestructura. En base a la problemática descrita y la justificación de implementación de una tecnología reciente en la compañía, se plantean una serie de objetivos que permiten al lector obtener una idea clara de la forma en que se aborda el problema hasta obtener una solución final.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde hace pocos años el flujo de tráfico en internet se ha incrementado de forma considerable y se pronostica que para los próximos años incrementará aún más[1]. Uno de los tantos factores influyentes en este comportamiento se debe a la facilidad con la que actualmente se le permite al usuario final conectarse a internet a través de dispositivos móviles desde cualquier lugar. Adicional a eso, ya sea desde su hogar, lugar de trabajo u otro lugar, el usuario desea tener acceso a diversas aplicaciones que puede llegar a generar un gran flujo de tráfico; entre estos se encuentran servicios como el streaming, disponibilidad de descargas de actualizaciones de software (actualizaciones de sistemas operativos, antivirus, etc), consultas constantes a buscadores, portales de noticias, entre otros. Este gran flujo de tráfico se traduce en un aumento de costos para el proveedor de servicios el cual tiene como función ser el mediador en la comunicación entre internet y los usuarios finales.

En el mundo existen varios tipos de proveedores de servicio, desde los que cuentan con una infraestructura de red propia de grandes dimensiones y que se encuentra distribuida alrededor del mundo hasta los más pequeños prestadores de servicio que tan solo proporcionan servicios de conectividad en municipios.

Los proveedores de servicio más grandes se catalogan como ISP Tier 1 los cuales requieren una infraestructura de red demasiado robusta ya que son estos los que finalmente concentran y realizan el tránsito de la mayor cantidad del tráfico de internet en el mundo al tener presencia global y tener conexiones con una gran cantidad de proveedores tier 1 y tier 2, que a su vez tendrán conexiones con prestadores de servicios más pequeños.

Estas compañías propietarias de gran parte de la conectividad de internet y sobre las cuales se soportan las comunicaciones globales han tenido que enfrentarse a este gran reto del constante crecimiento del flujo de tráfico en internet. Por tal motivo se han visto en la necesidad de tomar acciones correctivas de tal manera que les permita seguir brindando un servicio de alta calidad sin tener que realizar constantes cambios en infraestructura y evitar mayores inversiones.

Uno de los proveedores tier 1 más poderosos en el mundo es TATA Communications[2]. Es una empresa de origen Indio la cual posee una infraestructura de red demasiado robusta que conecta gran parte del globo terráqueo. Esta compañía como otras en el mundo se ha visto afectada por el creciente flujo de tráfico en

[1] Nota: Sitio web Cisco: http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/strategy/education/connection/articles/edition4/article4.html
[2]Nota: Sitio web TATA Communications http://www.tatacommunications.com/

internet por lo cual tuvo que tomar acciones con el fin de contar con otras opciones que le permitieran reducir el impacto de las tendencias actuales en el internet.[3]

En Latinoamérica se pueden encontrar proveedores de servicios Tier 1 y Tier 2 que de igual forma que TATA Communications se han visto afectados. Puntualmente se referencia a Level 3[4] e Internexa[5], los cuales son ISP que poseen una gran infraestructura de red que proporcionan la conectividad sobre la mayor parte de Sur América. Estos también debieron optar por buscar otras opciones que les permitan entregar un mejor servicio a sus clientes evitando en lo posible las consecuencias negativas del alto flujo de tráfico que cursa hacia internet y que pasa a través de sus redes.

Si se tiene en cuenta el factor económico, este se ve alterado negativamente siempre y cuando el ISP no posea infraestructura de transporte propia que le permita conectividad hacia los puntos de acceso de red (NAP). Tal es el caso de una gran cantidad de pequeños proveedores de servicios que operan en diferentes regiones del país y que contratan a través de otro proveedor la conectividad hacia los NAP nacionales e internacionales.

A medida que pasa el tiempo, los usuarios son mucho más exigentes en cuanto a la eficiencia de los servicios que contratan, aspectos como la velocidad de acceso, tazas de transferencia hacia los recursos que necesitan consultar en internet son fundamentales y día a día deben ir mejorando.

Son constantes las inconformidades presentadas por los usuarios que son dirigidas a su ISP debido a degradación (lentitud, perdida de paquetes, latencia, etc) en su navegación que tienen como objetivo distintos destinos en Internet. Es muy común ver en el sector reclamos asociados a este comportamiento hacia sitios como youtube, netflix, portales web como el periódico El Tiempo, buscadores como Google, entre muchos otros ya que son los sitios que mayor cantidad de consultas reciben debido a los servicios que ofrecen. Este inconveniente no se presenta de forma constante porque es en los horarios pico de flujo de tráfico en donde se hace evidente, sin embargo, a medida que pasa el tiempo y el ISP sigue creciendo va a necesitar más recursos y es ahí en donde este problema puede llegar a presentar una gran dificultad para controlarlo y más aún cuando el activo más importante de la empresa, sus clientes, se encuentran inconformes y no se cuenta de forma inmediata con los recursos necesarios para mitigar este tipo de inconvenientes.

Teniendo en cuenta información de los últimos tres meses se realizó un recuento de reclamos registrados que describen la situación expuesta anteriormente. Se

[3] Nota: Sitio web CDN TATA Communications http://cdn.tatacommunications.com/
[4] Nota: Sitio web Datacenter Dynamics http://www.datacenterdynamics.es/node/50876
[5] Nota: Sitio web BN Americas http://www.bnamericas.com/news/telecomunicaciones/internexa-lanzara-cdn-el-primer-trimestre-del-2012-segun-gerente-general

identificaron entre siete y diez reclamos semanales que presentan los clientes manifestando el problema de conectividad. Algo muy importante y crítico para la compañía es que estas quejas tienen como principal argumento el resultado de pruebas comparativas con otros proveedores de servicio con los cuales no se experimenta el problema de conectividad. Este tipo de reclamos generan bastantes molestias en el interior de la compañía, donde con gran preocupación se evidencia un deterioro de la propia imagen en el sector.

En la actualidad, el aspecto más crítico para los clientes es el tiempo con el cual sus redes internas se sincronizan con aplicativos que se encuentran disponibles en internet, tal es el caso de las actualizaciones de sistemas operativos, antivirus, marketing entre otros. Un ejemplo bastante sencillo y que se observa frecuentemente son las actualizaciones de los sistemas operativos. La conectividad hacia los servidores del fabricante que cuenta con dichas actualizaciones se puede encontrar ubicado en Estados Unidos; los equipos de los clientes deben establecer una conexión con esos servidores y empezar a descargar el contenido que requieren para mantener actualizados los dispositivos dentro de su red. Por las ubicaciones geográficas de los dispositivos finales (cliente y servidor) los tiempos de respuesta aumentan dando motivos a los representantes del área de tecnología de los clientes a presentar su inconformidad con el servicio. Ahora, esta situación no aplica para un solo cliente si no para cientos, provocando una cantidad preocupante de reclamos por una misma razón, lo cual se traduce en el interior de la compañía como un evento masivo disparando las alarmas por el impacto negativo que pueda llegar a tener para la empresa.

Sobre el proveedor de servicios este problema impacta dos aspectos muy importantes: la imagen de la compañía en el sector y el incremento en el costo a pagar por el consumo de ancho de banda internacional.

En relación con el primero, la imagen de la compañía, los clientes realizan comparativos de la conectividad con otros ISP generando comentarios que pongan en duda la confiabilidad de los servicios que proporciona la empresa.

Considerando el segundo aspecto, el costo por ancho de banda consumido, se retoma el ejemplo de las actualizaciones de los sistemas operativos y la cantidad de clientes con los que cuenta la empresa, este proceso puede provocar un incremento considerable en el flujo de tráfico a través de canales internacionales lo cual afecta económicamente al proveedor de servicios que no cuenta con infraestructura propia a nivel internacional. ¿De qué forma afecta al ISP? Un proveedor que no cuenta con su propia red para conectarse a los NAP tiene que subcontratar canales de comunicación con otros ISP que sí cuenten con infraestructura propia. Dichos canales tienen un costo por ancho de banda consumido o en otros casos por ancho de banda fijo contratado.

Cuando se toma el concepto de ancho de banda fijo contratado se hace referencia a un cantidad específica de volumen de tráfico el cual tiene asociado un costo fijo.

Muchas personas pueden llegar a pensar que esta es una muy buena solución para disminuir costos si se realiza un correcto dimensionamiento de la red. Se podría deducir que esta apreciación es válida para una compañía pequeña como los usuarios finales (clientes del ISP), pero no lo es para los proveedores de servicio los cuales necesitan flexibilidad en sus comunicaciones logrando disponer de recursos adicionales en casos de emergencia; es aquí en donde se incluye la idea de ancho de banda consumido la cual hace referencia a un canal de mayor capacidad que permite el paso de una gran cantidad de tráfico sin tener ningún tipo de restricción, de esta manera el costo se genera teniendo en cuenta la cantidad de tráfico cursado durante un periodo de tiempo determinado; obteniendo los beneficios de no tener limitaciones de ancho de banda lo cual permite tener una completa flexibilidad y disponibilidad del medio para las diferentes necesidades que el ISP tenga, permitiendo de esta manera dimensionar el costo de cada una.

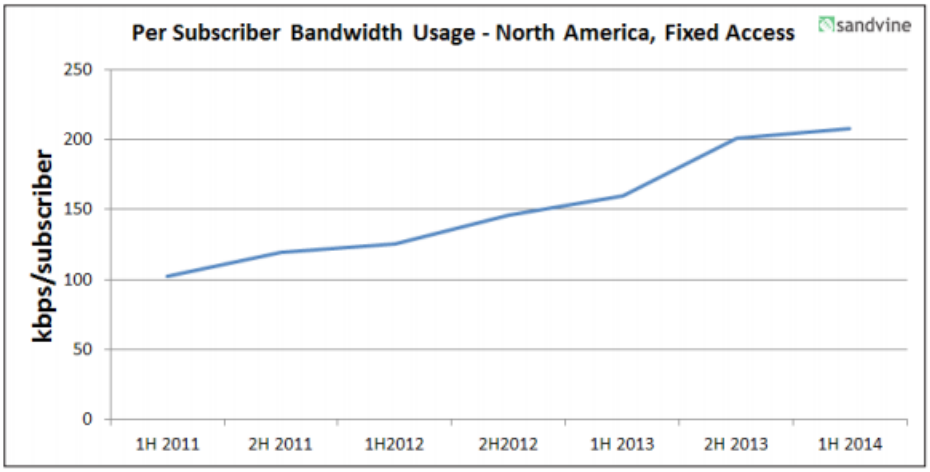
Teniendo en cuenta la información y las consideraciones anteriores surge el siguiente interrogante:

¿Cuál sería la mejor forma de controlar eficazmente el flujo de tráfico hacia internet en un proveedor de servicios de tal manera que beneficie a las partes involucradas como lo es la propia compañía y sus clientes teniendo en cuenta el costo y la eficiencia del servicio brindado?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día gracias a la evolución de las comunicaciones y la facilidad que existe para navegar en internet y hacer uso de recursos disponibles en la red, ha venido aumentado la demanda de tráfico tal como se puede evidenciar en varios de los reportes[6] que se publican semestralmente por parte de una influyente empresa en el mundo de las comunicaciones como lo es Sandvine. El reporte denominado "GLOBAL INTERNET PHENOMENA REPORT" describe de una forma segmentada por continentes y países las tendencias y el impacto que genera el flujo del tráfico en internet brindando una muestra representativa de este comportamiento a proveedores de servicios de comunicaciones, entidades reguladoras, medios de comunicación, analistas financieros, entre otros. En el último reporte publicado[7] se puede apreciar cómo clasifican el flujo de tráfico tanto en subida (upstream) como en bajada (downstream) hacia los diferentes destinos en internet logrando determinar los sitios que son de uso constante por los usuarios finales. Como era de esperarse por las facilidades que se cuentan hoy en día en el acceso a internet y el entretenimiento que allí se puede encontrar el mayor flujo de tráfico (bajada) está relacionado con las aplicaciones que basan su servicio en el streaming e interacción constante con imágenes, tal es el caso de youtube, netflix e instagram. Para el caso del tráfico de subida se encuentran servicios relacionados con publicaciones y distribución de contenido tales como bittorrent, youtube, Facebook, Dropbox, Skype (videoconferencias), entre otros. A continuación se puede observar cómo se ha incrementado el tráfico por suscriptor solo en Norte América desde que Sandvine ha publicado sus informes:

Figura 1.1. Uso de ancho de banda por suscriptor en Norte América en los últimos tres años



Fuente: Global Internet Phenomena Report. 1H 2014. Pág. 28.

[6] Nota: sitio web Sandvine https://www.sandvine.com/resources/resource-library.html
[7] Nota: sitio web Sandvine https://www.sandvine.com/trends/global-internet-phenomena/

Estas publicaciones deben ser de gran interés para los proveedores de servicio ya que da una idea muy clara de cuáles son las tendencias actuales en cuanto al flujo de tráfico y el objetivo que este tiene. Con esta información puede permitir a cada ISP tener un plan de contingencia que sea efectivo ante los cada vez más exigentes requerimientos de los clientes finales.

Es por este motivo que los proveedores de servicio tienen que pensar en el mejoramiento continuo, con el fin de que el servicio que ofrecen a sus clientes cada vez cumpla con mejores condiciones y así que la credibilidad de la empresa aumente logrando atraer más clientes y conservando la confianza de los actuales.
No solo se pretende mantener lo que funciona actualmente, siempre hay que encontrar la forma de crecer y estar en constante evolución. Al identificar puntos vulnerables ante un problema como el que se trata en este proyecto se pueden llegar a encontrar formas de optimizar los recursos de la red sin tener que realizar una gran inversión, de esta manera el costo que se tendría es muy bajo en comparación con los grandes beneficios que se pueden obtener.

Una de las formas más viables se ha estado implementando en Latinoamérica, tal es el caso de una entidad de gran importancia para las comunicaciones en Argentina conocida como CABASE (Cámara Argentina de Internet). Está entidad describe como ha visto una gran mejora en su negocio y en el beneficio de sus miembros con la integración de CDN en su red.
Para entender un poco este caso es necesario describir primero que es CABASE. En su sitio web[8] se describe de la siguiente manera:

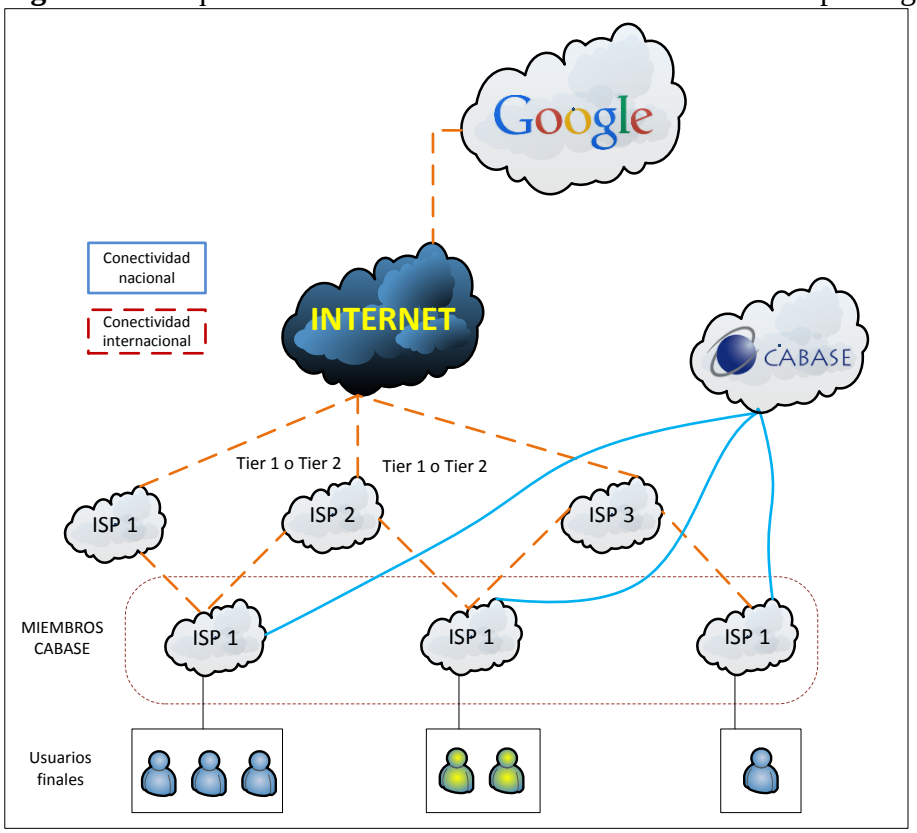
"…es la Cámara que agrupa a las empresas proveedoras de Servicios de Acceso a Internet, Servicios de Data Center, Contenidos Online y Servicios relacionados con la Tecnología de Internet. En 1998 se inauguró el 1º NAP en Latinoamérica (Network Access Point). El Nap Neutral de CABASE (también llamado IX-Internet Exchange) permite el intercambio de tráfico de Internet entre sus miembros con un esquema de eficiente, de bajo costo y sin fines de lucro."[9]

Desde el año 2011 CABASE se encuentra conectado a Google[10] (google peering & content access[11]) lo cual hace posible disminuir el consumo de ancho de banda internacional y así optimizar los recursos económicos y mejorar la experiencia de usuario de cada uno de sus miembros. Este es un claro ejemplo de como las partes involucradas se ven beneficiadas con este tipo de implementaciones.

[8] Nota: Sitio web CABASE http://www.cabase.org.ar/
[9] Nota: Sitio web CABASE http://www.cabase.org.ar/wordpress/primeros-en-america/
[10] http://www.cu.ipv6tf.org/lacnic17/Hernan_NAPLA%202012-NAPsdeCABASE.pdf
[11] Nota: Sitio web Peering Google https://peering.google.com/about/

A continuación se describe gráficamente de forma general como era la solución de conectividad que existía en un principio para los aplicativos de google y las implicaciones que tenía tal topología para los miembros de CABASE y los usuarios finales.

Figura 1.2. Esquema de conectividad de CABASE sin CDN ni peering con google.

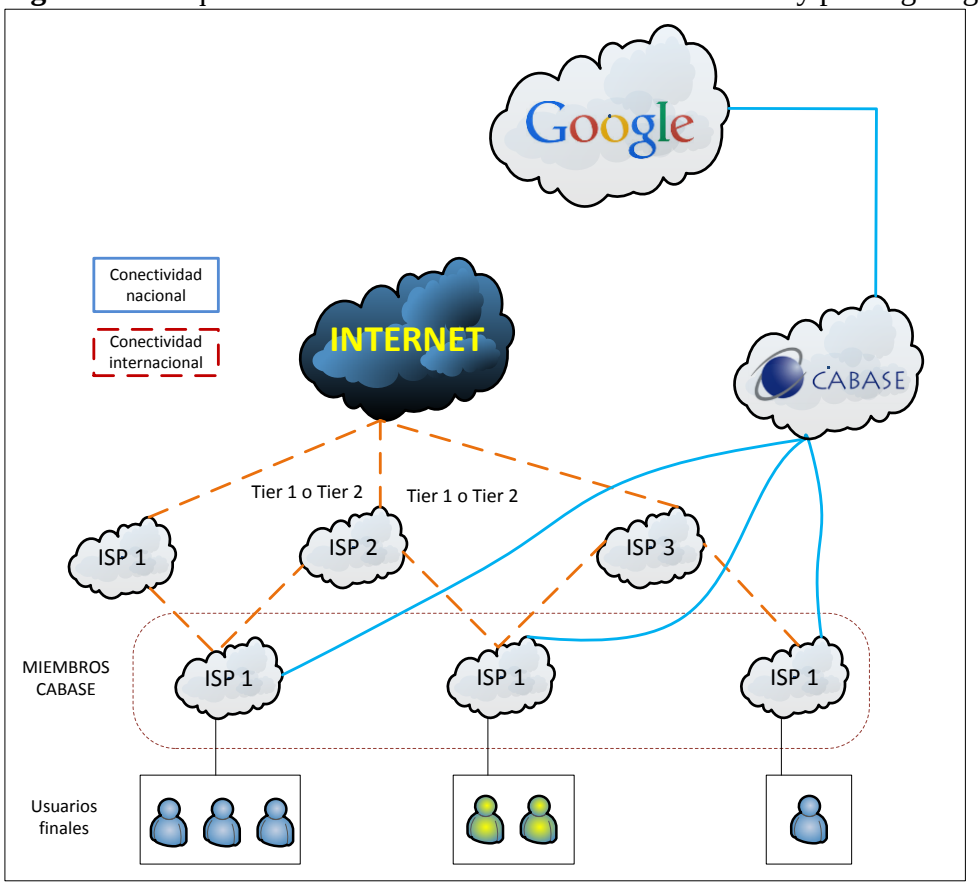


Fuente: Autor

En esta topología las consultas de los usuarios finales hacia aplicativos de google (para este caso puntual se tomará como referencia a youtube) los tiempos de conexión pueden ser considerablemente elevados teniendo en cuenta la evolución de las comunicaciones que se ha tenido hasta el día de hoy. Las conexiones que se observan entre los ISP y CABASE son canales de comunicación que se encuentran ubicados físicamente en Argentina. Ahora, cuando un usuario final deseaba realizar una consulta hacia aplicativos de google observaba tiempos de conexión que superaban las expectativas de los usuarios más exigentes, dichos tiempos dependiendo de las ubicaciones geográficas y tecnologías de acceso utilizadas en las conexiones no podían ser inferiores a 130 ms aproximadamente, esto teniendo en cuenta que las peticiones de los usuarios pueden ser generadas desde distintas ubicaciones geográficas en Argentina. Los 130 ms fueron obtenidos de pruebas que se realizaron desde enrutadores ubicados en Buenos Aires, por lo tanto estos tiempos de respuesta no aplican para otras locaciones.

Después de que CABASE adquirió el peering con google y su respectivo CDN la topología logica luce de la siguiente manera:

Figura 1.3. Esquema de conectividad de CABASE con CDN y peering de google.



Fuente: Autor

Como se puede observar con este nuevo esquema de conectividad las consultas de los miembros de CABASE ya no serán de carácter internacional, ahora el tráfico será nacional. De esta manera los usuarios finales podrán mejorar su experiencia de usuario al poder cargar más rápido los aplicativos que desean con tiempos de conexión considerablemente más bajos (reduciendo hasta más de 100 ms) que los mencionados en la conectividad internacional, adicional a eso la cantidad de dinero que antes tenían que pagar a sus proveedores de servicio por el flujo de tráfico internacional se ha reducido considerablemente.

Este tipo de implementación que realizó CABASE ha sido un caso de gran éxito que ha venido beneficiando en gran medida a nivel de costos y en la calidad del servicio que proveen a sus distintos miembros los cuales a su vez son proveedores de servicio más pequeños que operan en pequeñas regiones del país. Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas anteriormente y la experiencia que ha tenido CABASE con esta tecnología que implementó para solucionar problemas de conectividad en

Argentina, puede ser contemplada como una opción viable para desplegarla en la compañía la cual tiene como fin brindar un mejor servicio a sus clientes.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 General

Implementar la forma más viable con la cual un proveedor de servicios puede gestionar eficientemente el tráfico de sus clientes dirigido hacia internet mediante la adopción de tecnologías emergentes con el fin de proporcionar un mejor servicio y así mejorar la experiencia del usuario final en la navegación.

1.3.2 Específicos

- Comparar diferentes opciones de implementaciones que se encuentran disponibles en la actualidad y mediante las cuales se lograría solucionar el problema de la navegación hacia los destinos en internet que más consultas reciben permitiendo mejorar la experiencia del usuario final.

- Diseñar la solución técnica más viable para que la compañía logre solucionar el problema de la navegación hacia los distintos sitios de internet que demandan más tráfico.

- Implementar la solución más viable que solucionaría el problema presentado de acuerdo al diseño propuesto.

- Verificar y comparar el antes y después del funcionamiento de los servicios con la implementación propuesta.

PARTE II

Estado del Arte

Capítulo 2
Content Delivery Networks (CND) – Redes de Distribución de Contenido

En el presente capítulo se presenta un panorama general de lo que son las redes de distribución de contenido (CDN) y como se componen. El enfoque principal está basado en la evolución de esta tecnología teniendo en cuenta las características y los proveedores que más influencia están teniendo en la actualidad en cuanto a la prestación de este servicio.

2.1. INTRODUCCIÓN A CDN

En las últimas décadas la población a nivel mundial ha sido testigo del constante crecimiento que ha tenido internet debido a la permanente evolución tecnológica que ha permitido a los usuarios acceder de forma más fácil a la red. Adicionalmente hay que mencionar que a medida que pasa el tiempo surgen más aplicaciones y contenido en internet el cual cada vez es más llamativo para los usuarios por el tipo de contenido web, video, almacenamiento, entre otros. Si se tiene en cuenta la influencia de estos dos factores, la evolución tecnológica y la riqueza del contenido que se publica en internet diariamente se puede deducir fácilmente que la cantidad de tráfico que se transporta a través de las redes mundiales cada vez va a ser mayor.

Las redes de distribución de contenido han evolucionado con el fin de abordar problemas implícitos en internet percibidos desde el punto de vista del usuario final como la calidad del servicio y la velocidad de acceso que tienen hacia el contenido web. Estas redes proporcionan unas ventajas las cuales se pueden percibir en la optimización del ancho de banda en las redes de tránsito y la accesibilidad, manteniendo redundancia del contenido que se está distribuyendo.

A continuación se trata de forma general las bases teóricas de las redes de distribución de contenido para luego abordar su estado del arte.

2.2. DEFINICIÓN

Las redes de distribución de contenido (CDN) se definen como un conjunto de elementos de red en donde el principio básico es que algún tipo de contenido puede ser replicado a través de servidores que se encuentran distribuidos en diferentes ubicaciones geográficas y que actúan como espejos con el fin de distribuir el contenido de una forma transparente pero más eficiente a los usuarios finales.

2.3. FUNCIONALIDADES

Las redes de distribución ofrecen ciertas funcionalidades entre las cuales se pueden encontrar:

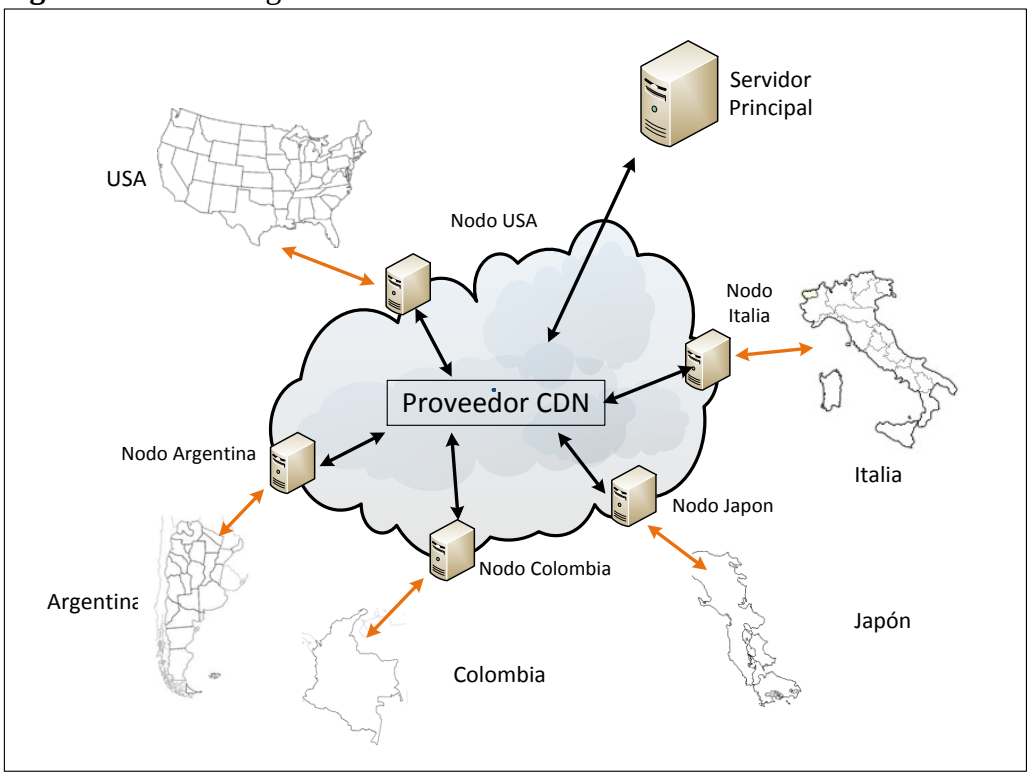
- *Solicitudes de redireccionamiento y servicios de entrega de contenido*, para redireccionar las peticiones de los usuarios al servidor CDN más cercano al origen de la consulta a través de mecanismos que maneja cada proveedor internamente.
- *Tercerización de contenido y distribución de servicio,* para replicar el contenido del servidor principal en los servidores que se encuentran distribuidos.

- *Servicios de negociación de contenido,* para conocer necesidades específicas de los usuarios finales.
- *Servicios de gestión,* para gestionar y monitorear los componentes de la red y para obtener reportes de uso del contenido.

2.4. ENTIDADES INVOLUCRADAS EN UN SISTEMA CDN.

En un sistema de redes de distribución de contenido se encuentran tres entidades que intervienen de forma directa, estas son: proveedor de contenido, proveedor CDN y los usuarios finales. El proveedor del contenido es aquella entidad propietaria del contenido que se pública, pueden ser las mismas empresas, los desarrolladores web, entre otros. El proveedor CDN es la compañía que suministra la infraestructura para que los proveedores de contenido puedan hacer la distribución a nivel global de su contenido de una forma más eficiente y confiable. Los usuarios finales son aquellos que realizan las consultas al contenido publicado.

Figura 2.1. Modelo general de una red de distribución de contenido



Fuente: Autor

Los proveedores CDN hacen usos de servidores de caché y/o de réplica los cuales se encuentran distribuidos alrededor del mundo. En la Figura 2.1 se puede observar un esquema muy general del concepto de las redes de distribución de contenido. Se pueden apreciar cómo se encuentran distribuidos los servidores alrededor del mundo (servidores de borde) que replican la información del servidor principal y que a su vez son los que entregan dicho contenido a los usuarios finales de forma local en cada región.

La réplica del contenido en los servidores de borde puede ser alojada por demanda, es decir, a medida que el usuario consulta la información o también ser replicada previamente, esto depende directamente de como el proveedor de CDN diseñe sus servicios.

Las peticiones que los usuarios realizan son resueltas por el proveedor de CDN de tal forma que sean atendidas a través del nodo más óptimo y cercano al cliente de forma transparent, logrando mejorar la experiencia de navegación hacia el contenido consultado.

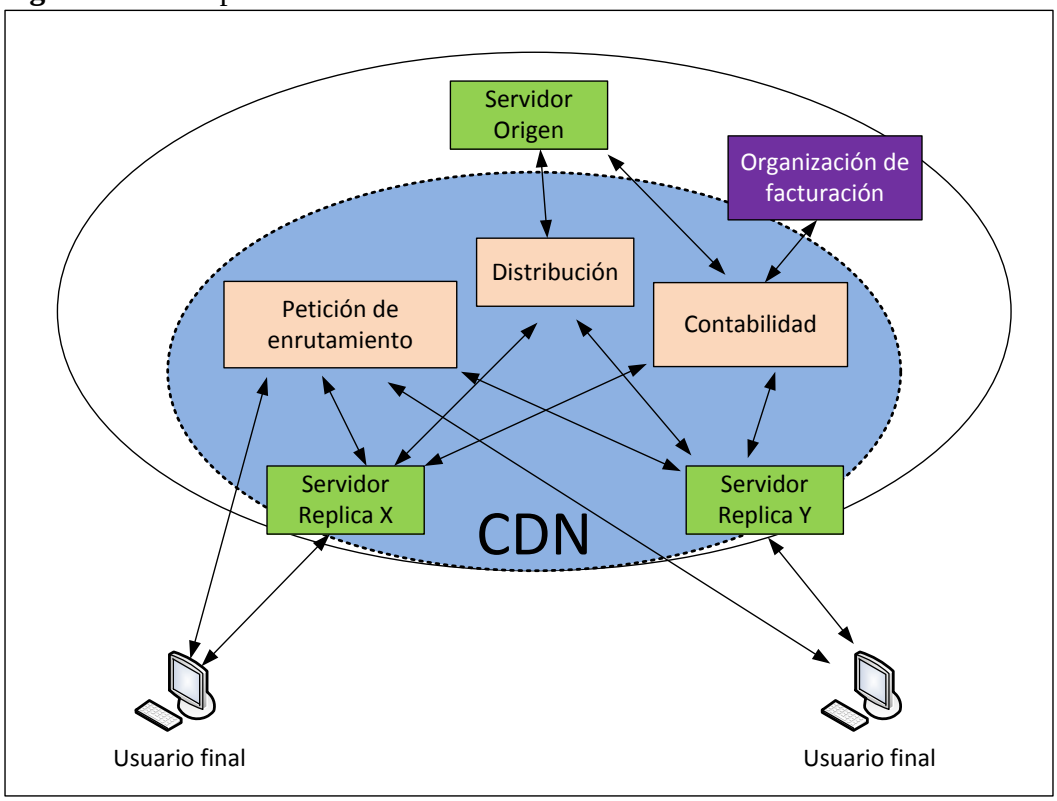
2.5. COMPONENTES.

Un sistema de CDN se compone de unos elementos los cuales se describen de forma gráfica en la figura 2.2.

- *Entrega de contenido,* consiste en un servidor de origen y un conjunto de servidores de replica que distribuyen copias del contenido original a los usuarios finales.
- *Peticiones de enrutamiento,* es el encargado de direccionar las peticiones de los clientes a los servidores de borde apropiados.
- *Distribución,* es el encargado de mover el contenido desde el servidor de origen hacia los servidores de borde.
- *Contabilidad,* este componente es el encargado de mantener los registros de los accesos de los clientes y brindar los reportes de uso de los servidores lo cual será tratado por el componente de facturación.

Una red de entrega de contenidos (CDN) a través de sus componentes y de su infraestructura está enfatizada en proporcionar servicios y funcionalidades como almacenamiento, distribución de contenido entre sus servidores de borde, gestión de caché, streamin y soluciones de recuperación de desastres, monitoreo y reportes, entre otros.

Figura 2.2. Componentes de una red de distribución de contenido



Fuente: Buyya, Rajkuma, Pathan Mukaddim, Vakali Athena. (2008), Content Delivery Networks: Springer Berlin Heidelberg. Pág 6. Fig 1.2

2.5. EVOLUCIÓN

La entrega de contenido web (www) ha tenido inconvenientes a lo largo de su implementación y el periodo de funcionamiento. Existen dos problemas que han estado muy presentes en relación a la entrega de este tipo de contenido teniendo un factor común problemático el cual consiste en el incremento exponencial de servidores web y las páginas que estos alojan. Específicamente el primer problema hace referencia a la gran cantidad de información que se encuentra disponible en internet y la cual es consultada por los usuarios finales. Al existir un mayor volumen de información puede llegar a provocar cuellos de botella en la red que se encuentran los servidores, generando en muchas ocasiones denegación del servicio. El segundo consiste en la ubicación geográfica de los servidores web, causando que la información que se intercambia con los usuarios finales tenga que atravesar una gran cantidad de dispositivos activos que provocan retardos en la comunicación y por consecuencia en el contenido que el usuario final requiere consultar.

Para solventar este tipo de inconvenientes se han implementado diferentes métodos a lo largo de estos años con los cuales se busca mejorar el desempeño de estos servidores y así realizar la distribución de contenido de una forma más eficiente.

Como primera medida se pueden realizar actualizaciones en el hardware y las prestaciones de la arquitectura web. Las modificaciones que esto implica consisten en el cambio de hardware por uno de mejores prestaciones. Sin embargo, esta medida no resultar ser muy útil ya que debido al continuo crecimiento del entorno web llegará el momento en que dicha arquitectura y equipamiento no sea suficiente para atender la gran cantidad de tráfico y peticiones que demanda la sociedad actual. Como segunda medida se han implementado proxys de caché. Los usuarios pueden habilitar características en su navegador para que las peticiones que realicen sean procesadas por el proxy y estás a su vez sean dirigidas de forma directa al servidor de origen. En este caché se busca la forma de que estén actualizados con el contenido que más consultan los usuarios finales. Para optimizar el ancho de banda los proveedores del contenido pueden desplegar una granja de servidores para que atiendan peticiones de forma local, por región, país o incluso por continente. Este tipo de implementación es buena en la medida que ofrece redundancia aumentando la disponibilidad del contenido que se consulta. Estos proxys de caché a pesar de que usan tecnología que optimiza el funcionamiento de la web también pueden presentar algunas limitaciones. Al manejar contenido de alta disponibilidad y popularidad esta arquitectura debe tener despliegues de tecnología de acceso de altas prestaciones como es el tipo de hardware, conexiones a nivel de red, balanceo de carga, entre otros. Para poder solventar o reducir un poco la problemática que presenta la distribución del contenido web de internet, surgió un despliegue de tecnología a final de los años 90 llamada red de distribución de contenido (CDN – Content Delivery Network) la cual está conformada por un conjunto de ordenadores conectados a través de una red y que colectivamente ejecutan procesos para poder realizar la entrega de contenido de forma óptima a los usuarios finales.

Desde que CDN surgió muchos proveedores de contenido han apostado a esta tecnología para distribuir su información de una forma fiable, estable y con gran opción de escalabilidad sin tener que realizar grandes inversiones en infraestructura web. Existen prestigiosas compañías que aprovecharon el surgimiento de esta tecnología para especializarse y ser los líderes en la prestación del servicio de entrega de contenido; una de las más prestigiosas, importantes y pionera empresa de esta tecnología es Akamai Technologies la cual ha realizado destacadas investigaciones y desarrollos a nivel de enrutamiento y replicación de contenido en una red mundial de servidores para poder realizar entrega de contenido de una forma más rápida y confiable.

Debido a los grandes beneficios que esta tecnología brinda, gran cantidad proveedores de servicio a nivel mundial han optado por implementar su propia red de entrega de contenido.

Los proveedores de entrega de contenido más influyentes en la actualidad y que tienen un gran reconocimiento a nivel mundial son:

- Akamai Technologies
- Edge Stream
- Limelight Networks
- Mirror Image
- Internexa Content Access (Latinoamérica)
- CDN TATA Communications
- Google Peering & CDN

En la actualidad estos proveedores de contenido han logrado grandes desarrollos en el campo investigativo para la red de entrega de contenidos ya que esta dejado de ser solo distribución de contenido web. En el presente la entrega del contenido va mucho más allá debido al continuo desarrollo de aplicaciones web tanto para computadores como para celulares haciendo participes otros tipos de contenido de gran importancia como lo son los video juegos, el streaming y música, entre otros. Tomando como referencia a Akamai Technologies se encuentra que ellos actualmente son los responsables de la entrega de entre el 15 y el 30% de tráfico a nivel mundial a través de su plataforma.

En Colombia, Akamai tiene distribuidos 435 servidores entre las ciudades de Medellín, Bogotá, Cali y Barranquilla[12]. Estas ciudades son los puntos en donde los principales proveedores de servicios de internet del país centralizan sus redes en sus centros de datos más importantes y donde alojan los servidores de Akamai, de esta manera los proveedores de servicio logran optimizar el consumo de ancho de banda internacional cumpliendo uno de los principales objetivos de las redes de entrega de contenido.

[12] http://spanish.akamai.com/enes/sdwwwnui/gnet/globe/index.html

Capítulo 3
Enrutamiento

En el presente capitulo se describe de forma general las características del enrutamiento que un proveedor de servicios de internet utiliza para la comunicación entre su red interna y con otras redes externas. Se profundiza en el protocolo BGP ya que este es uno de los principales elementos que hacen posible la comunicación a través de internet en la actualidad, siendo de igual forma una parte esencial para el correcto funcionamiento de las redes de distribución de contenido.

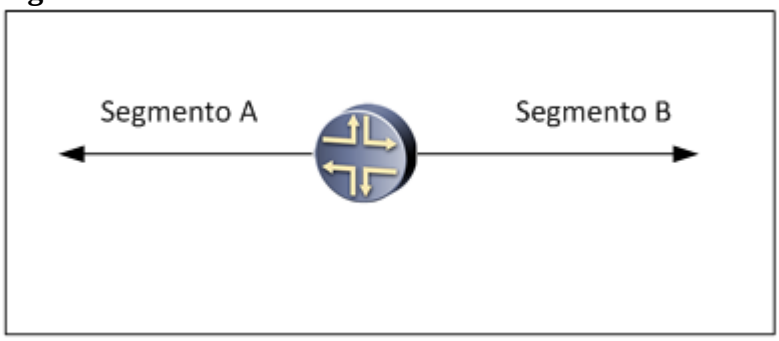
3.1. PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO

Existen diversos protocolos de enrutamiento cada uno con características determinadas que permiten la comunicación entre distintos dispositivos de red a través de tablas de enrutamiento que indican el camino que deben tomar los paquetes para llegar su destino. Un enrutador puede ejecutar simultáneamente diferentes protocolos, elaborando una tabla independiente para cada uno de estos. Teniendo en cuenta cada protocolo, en un enrutador se puede encontrar tres mecanismos de enrutamiento: interfaces directamente conectadas, enrutamiento dinámico y enrutamiento estático.

3.1.1. Interfaces directamente conectadas

La interfaz directamente conectada es la forma más básica que hay en un proceso de enrutamiento ya que consiste en que el mismo enrutador incluya en su tabla de enrutamiento principal cada una de las interfaces que se encuentren activas. De esta manera, la interfaz del segmento A y la del segmento B son agregadas a la tabla de enrutamiento permitiendo el flujo de paquetes en ambos sentidos.

Figura 3.1. Interfaz directamente conectada.



Fuente: Autor

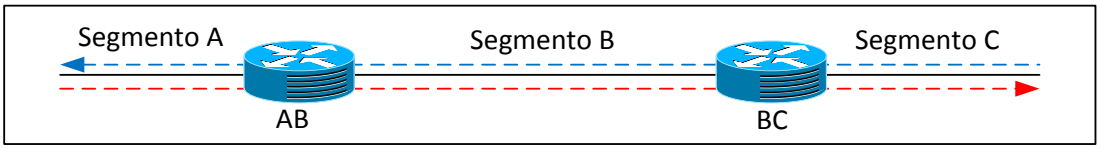
En la figura 3.1 se observa la topología más básica que se puede tener en este tipo de enrutamiento. Dado el caso que se incluyera un tercer segmento a través de otro enrutador y que esté conectado al segmento A o el B, no bastaría con la información que existente en la tabla de enrutamiento para poder establecer comunicación entre todos los segmentos. Para lograr esto es necesario abordar otros mecanismos de enrutamiento.

3.1.2. Enrutamiento estático

El enrutamiento estático deja de ser inherente en un enrutador ya que requiere que un administrador sea quien manualmente vaya construyendo la tabla de enrutamiento. En la figura 3.2 se observa un diagrama sencillo de conectividad en el

que se aprecia que existen tres segmentos que deben comunicarse entre ellos a través de dos enrutadores. Para que exista esta comunicación cada uno de los enrutadores debe estar en la capacidad de saber a través de su tabla de enrutamiento como debe realizar la transmisión de los paquetes, esto se logra agregando manualmente las rutas estáticas correspondientes. Si el segmento A desea comunicarse con el segmento C el enrutador AB debe contener una ruta que indique que el segmento C puede ser alcanzado a través del segmento B (flecha de color rojo). A pesar de que la ruta de ida ya existe, es necesario tener una ruta de vuelta, es decir, que el segmento C sepa cómo llegar al segmento A, si no existe este camino o ruta no habrá comunicación. Para lograr la comunicación es necesario que el enrutador BC contenga una ruta que indique que el segmento A puede ser alcanzado a través del segmento B (flecha de color azul). Una vez son agregadas las rutas en ambos enrutadores existe una comunicación entre cada uno de los segmentos.

Figura 3.2. Enrutamiento estático.



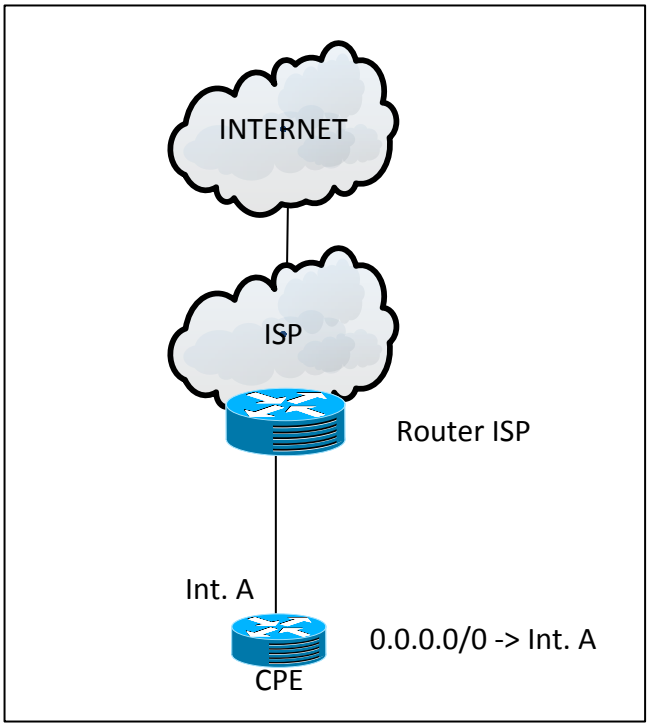
Fuente: Autor

A pesar de ser un mecanismo de enrutamiento bastante sencillo de configurar, interpretar y analizar, tiene unas desventajas; este mecanismo no se adapta a un cambio de topología de la red lo que hace de esto un serio problema en redes que se busca que ser escalables. Por otra parte, del enrutamiento estático se puede obtener algunas ventajas siempre y cuando la topología de red lo amerite. Un ejemplo muy común es cuando se requiere acceder a internet a través de la red de un proveedor de servicio por medio de una única conexión, en este caso una ruta estática por defecto es la mejor solución ya que no es necesario intercambiar información de enrutamiento con el ISP.

3.1.3. Ruta por defecto

Es de buena práctica que en todo enrutador exista una ruta por defecto, ya que las peticiones que vayan dirigidas hacia redes desconocidas (que no estén en la tabla de enrutamiento) podrán ser procesadas y transmitidas a través de la ruta por defecto. En la figura 3.3 se observa cómo se utilizaría una ruta por defecto en una única conexión hacia internet. La ruta descrita como 0.0.0.0/0 hace referencia a destinos desconocidos para el enrutador; de esta manera, cualquier paquete que requiera alcanzar un destino no conocido, será enviado a través de la interfaz que se asocie a la ruta 0.0.0.0/0 que para este caso es la interfaz A del enrutador (CPE).

Figura 3.3. Enrutamiento estático. Ruta por defecto.



Fuente: Autor

Cuando una red se torna más robusta incluyendo más enrutadores, las rutas estáticas llegan a ser un gran problema debido a que la gestión y administración de la tabla de enrutamiento se convierte en una tarea bastante tediosa para el administrador. Para solventar el problema de la escalabilidad en redes de grandes dimensiones y tener una mejor forma de administración de las tablas de enrutamiento de forma más eficiente es necesario contar con un mecanismo de enrutamiento dinámico.

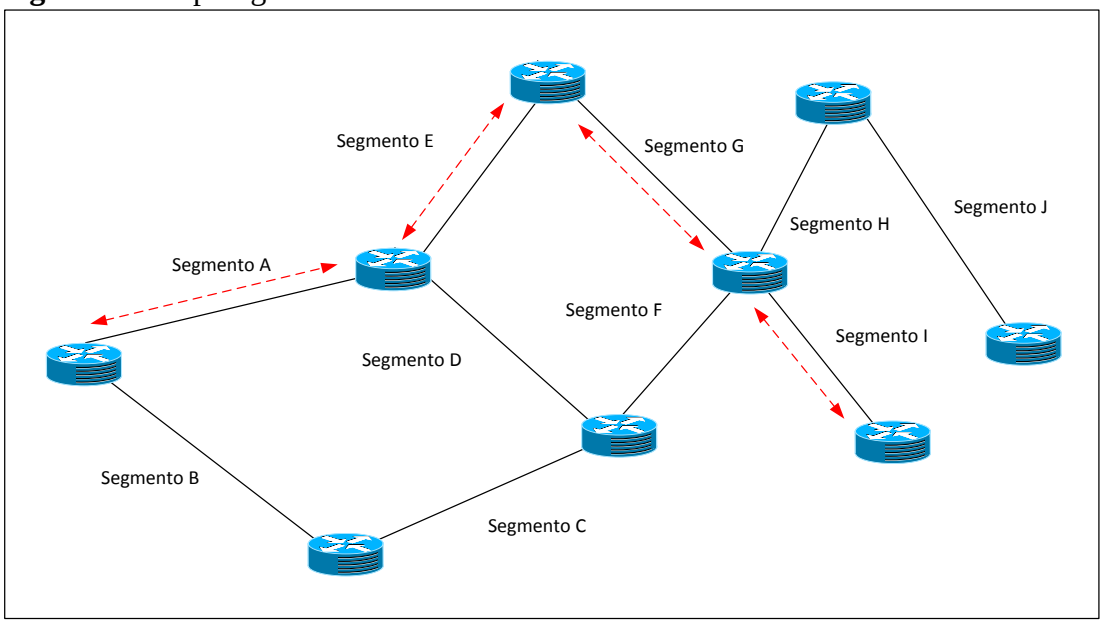
3.1.4. Enrutamiento dinámico

Los protocolos que intervienen en este mecanismo mantienen las tablas de enrutamiento actualizadas de forma dinámica por medio de mensajes de actualización que contienen la información de los cambios que está experimentando la red. No en todas las situaciones es pertinente utilizar enrutamiento dinámico ya que puede implicar un desgaste de recursos y de tiempo.

Existen diversos protocolos de enrutamiento dinámico que operan de diferente forma pero que mantienen el mismo objetivo: encontrar las mejores rutas para poder comunicar múltiples dispositivos por las mejores rutas de la red. En la figura 3.4 se observa una red que contienen múltiples dispositivos en la cual la implementación de

rutas estáticas sería bastante complicada y que llegaría a demandar una gran cantidad de tiempo; en este entorno la mejor solución es implementar enrutamiento dinámico.

Figura 3.4. Topología con enrutamiento Dinámico



Fuente: Autor

En la anterior topología se observa una gran cantidad de enrutadores conectados entre sí. Para lograr una convergencia de la red (conectividad entre todos los segmentos) es necesario que cada uno de los enrutadores contenga en su tabla e enrutamiento toda la información de la topología de red que permita la comunicación de cada dispositivo a cualquier destino. Es posible llegar a establecer comunicación entre todos los segmentos con enrutamiento estático, sin embargo, como se mencionó anteriormente esto puede llegar a resultar muy complejo para el administrador de la red; es por esto que en topologías de esta magnitud (incluso más pequeñas) el enrutamiento dinámico es la mejor alternativa.

Una tabla de enrutamiento puede ser construida por medio de múltiples protocolos dinámicos los cuales poseen distintas características y formas de operar. Las características de cada protocolo difieren de acuerdo al algoritmo y a las variables que utiliza para decidir cuáles son las rutas óptimas para alcanzar destinos en particular. Cada protocolo tiene una característica en común la cual es la distancia administrativa la cual consiste en un valor numérico que identifica al protocolo y la brinda la relevancia en la red. En la tabla 3.1 se observa una lista de los protocolos dinámicos con sus respectivas distancias administrativas. Es importante resaltar el hecho de que en la actualidad gran cantidad de personas se involucran en el mundo de las redes a través de la teoría que Cisco propone en su material de estudio, esto causa que quienes se preparan para administrar redes estén familiarizados con un solo

fabricante. Por tal motivo en la tabla 3.1 se realiza un comparativo en la forma que dos distintos fabricantes manejan diferentes valores de distancia administrativa para cada protocolo de enrutamiento dinámico.

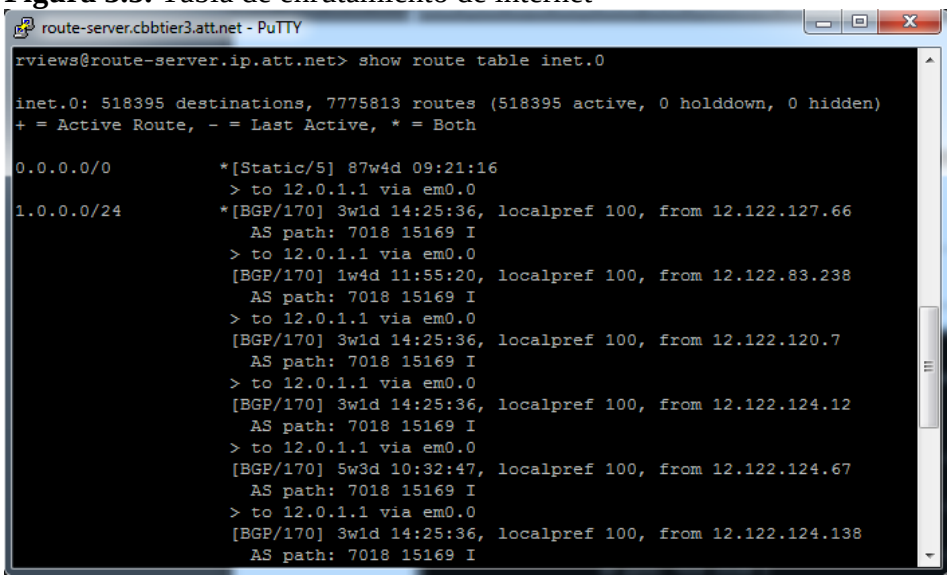
Tabla 3.1. Valores de preferencia de ruta (AD) por fabricante.

Protocolo	AD Cisco	AD Juniper
Directamente conectada	0	0
Local	N/A	0
Ruta estática	1	5
eBGP	20	170
EIGRP	90	N/A
IGRP	100	N/A
OSPF	110	
OSPF internal	N/A	10
OSPF external	N/A	150
RIP	120	100
iBGP	200	N/A
BGP (internal & external)	N/A	170

Fuente: Autor

Los valores encontrados en la tabla anterior pueden ser modificados de acuerdo a las necesidades de cada administrador de red, sin embargo es preciso mencionar que para manipular este tipo de atributos en una red que proporciona servicios se requiere de un alto conocimiento técnico para no ocasionar fallas indeseables.

Figura 3.5. Tabla de enrutamiento de internet



Fuente: Autor. Looking Glass: route-server.ip.att.net

Tal como se observa una tabla de enrutamiento se compone por unos elementos básicos que son: prefijo de red, protocolo, distancia administrativa, siguiente salto, interfaz del siguiente salto. Con base a esta información básica cada protocolo determina entre multiples rutas la mejor para alcanzar un destino. Las tablas de enrutamiento pueden estar compuestas por multiples protocolos dinámicos. En la figura 3.5 se observa una minima parte de lo que es la tabla de enrutamiento de internet la cual se compone de un aproximado de 500 mil rutas en la actualidad. Hoy en día el intercambio de rutas entre los proveedores de servicio se realiza por medio del protocolo BGP el cual posee una gran cantidad de atributos y caracteristicas que permiten a un administrador de red manipular de diferentes formas las redes de acuerdo a sus necesidades. En el siguiente capitulo se profundizará en el protocolo BGP enunciando las caracteristicas más importantes y que son de uso común en la red de un ISP.

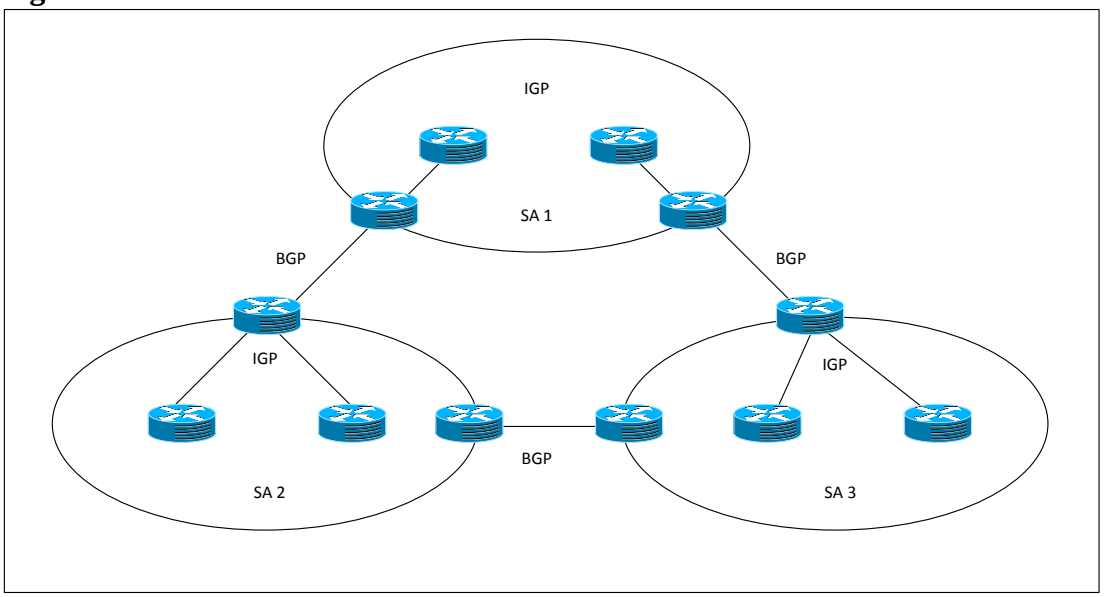
3.2. BORDER GATEWAY PROTOCOL (BGP)

Para ingresar en el extenso mundo del BGP es preciso recordar que este protocolo pertenece a la familia de protocolos de enrutamiento exterior. Estos fueron creados con el fin de controlar el crecimiento de las tablas de enrutamiento y para brindar más estructura a internet por medio de dominios de enrutamientos los cuales son administrados de forma independiente y que manejan políticas propias de enrutamiento, dichos dominios son llamados sistemas autónomos (SA).

3.2.1. Sistema autónomo (SA)

En la teoría, un sistema autónomo se define como un conjunto de enrutadores que poseen una única política de enrutamiento y que se ejecuta bajo la misma administración de carácter técnico. Generalmente hacia el interior de cada SA se utiliza un IGP para realizar la comunicación interna. Para el mundo exterior el SA es una única entidad la cual se visualiza mediante un número que asignan las entidades que tienen como fin gestionar y poner un orden en internet. En la figura 3.6 se puede observar un esquema general de la división en dominios de enrutamiento.

Figura 3.6. Conexiones entre sistemas autónomos



Fuente: Autor

3.2.2. Funcionamiento de BGP

BGP es un protocolo por vector de ruta que tiene como fin transportar información de enrutamiento entre sistemas autónomos. Entre sus principales

características de funcionamiento se resalta que utiliza TCP como protocolo de transporte a través del puerto 179 lo cual permite enfocarse netamente en el funcionamiento del protocolo.

3.2.2.1. Negociación entre vecinos BGP

Uno de los pasos más importantes de BGP consiste en la negociación entre vecinos. Es necesario que exista una completa negociación para que exista intercambio y actualización de información. La negociación se realiza teniendo en cuenta la forma de conexión a través de TCP y el intercambio de unos mensajes que permiten verificar y completar dicha negociación. Dichos mensajes son:

- OPEN
- NOTIFICATION
- KEEPALIVE
- UPDATE

El mensaje OPEN se encarga de inicializar la negociación entre los vecinos, este contiene información como la versión, el SA, tiempos de espera y demás información relevante para el inicio de sesión. El mensaje NOTIFICATION es el que se encarga de notificar un error provocando interrumpir la negociación entre los vecinos; se incluye también un código de error que determina el motivo por el cual se dio por terminada la negociación. El mensaje KEEPALIVE el que se encarga de mantener activa la negociación entre los vecinos. Estos son enviados de forma periódica para determinar si el vecino es accesible o no. El intervalo de tiempo en que son enviados comúnmente es un tercio del temporizador de espera. El mensaje UPDATE contiene toda la información necesaria de enrutamiento que utiliza BGP para elaborar un tabla de la red libre de bucles.

3.2.2.2. Atributos BGP

Los atributos son parámetros que se utilizan en la propagación de las rutas y que les puede agregar ciertas características para manipular el comportamiento de los anunciamientos hacia las demás redes. Los atributos son categorizados de la siguiente manera:

- Obligatorio conocido
- Discrecional conocido
- Transitivo opcional
- Intransitivo opcional

El atributo obligatorio conocido debe estar presente en todos los mensajes UPDATE permitiendo que todas las implementaciones de BGP lo reconozcan. El discrecional conocido debe ser reconocido por todas las implementaciones de BGP aunque no es obligatorio que se incluya en los mensajes UPDATE. El transitivo opcional pueda que no sea reconocido por todas las implementaciones BGP pero existe la posibilidad de que sea reconocido por alguna bandera (flag). El intransitivo opcional definitivamente no se conoce siendo este ignorado. En la tabla 3.2 se nombran los atributos más comunes que se utilizan en implementaciones de BGP.

Tabla 3.2. Tipos de atributo

No.	**Nombre**	**Categoría**
1	ORIGIN	Obligatorio conocido
2	AS_PATH	Obligatorio conocido
3	NEXT_HOP	Obligatorio conocido
4	MULTI_EXIT_DISC	Intransitivo opcional
5	LOCAL_PREF	Discrecional conocido
6	ATOMIC_AGGREGATE	Discrecional conocido
7	AGGREGATOR	Transitivo opcional
8	COMMUNITY	Transitivo opcional
9	ORIGINATOR_ID	Intransitivo opcional

Fuente: Halabi, Salabi & Danny MCPherson. (2001), Arquitecturas de Enrutamiento en Internet, 2ª edición. Pag, 117

PARTE III

Desarrollo de la Investigación

Capítulo 4
CONECTIVIDAD A TRAVES DE INTERNET SIN CDN

En el presente capitulo se detalla de forma técnica cómo funciona el servicio de internet que provee la empresa a sus usuarios en un escenario en el cual no se cuenta con la implementación de CDN. De esta manera será evidente para el lector la situación actual en la cual se encuentran los clientes de la compañía.

4.1. CONECTIVIDAD ACTUAL A PORTALES WEB NACIONALES EN COLOMBIA

Actualmente son una gran cantidad de empresas las cuales contratan a un ISP para tener un canal de conectividad hacia Internet para las distintas actividades que dichas compañías desempeñan a diario, ya sean consultas en buscadores, visitas a portales financieros o gubernamentales, entretenimiento, o para el caso puntual que se va a tomar como principal referencia debido a la gran cantidad de consultas que reciben los sitios web de noticias como lo es el portal de El Tiempo (www.eltiempo.com)

4.1.1. Pruebas de conectividad a portales WEB con contenido de carácter nacional.

A continuación se presentan pruebas básicas de conectividad en donde se puede apreciar los tiempos de conexión que se presentan hacia distintos portales web nacionales que puede llegar a ser de bastante interés para los usuarios finales localizados en Colombia. Las pruebas son realizadas desde un enrutador el cual posee una conexión a internet a través de una red pública de un proveedor de servicios.

Figura 4.1. Tiempos de respuesta hacia el portal web www.eltiempo.com

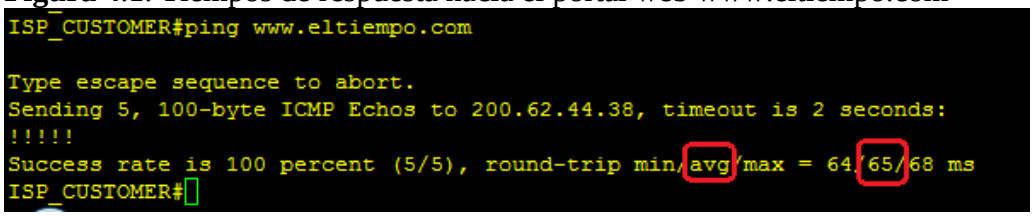
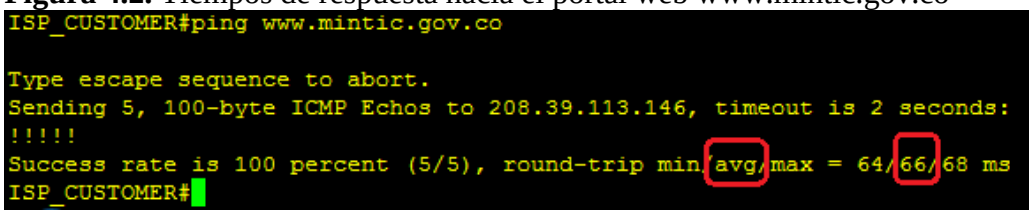


Figura 4.2. Tiempos de respuesta hacia el portal web www.mintic.gov.co



En las gráficas se observa que los tiempos de conexión a páginas que proporcionan contenido de carácter nacional tienen tiempos de respuesta un poco elevados. El valor que generalmente se tiene en cuenta para un diagnostico en el tiempo de conectividad es el que se describe como avg el cual se encuentra encerrado en un círculo de color rojo en las figuras 4.1 y 4.2.

Los tiempos que se observan son producto de la ubicación geográfica en donde se encuentran los servidores que proveen el contenido de estos sitios web. Para el primer caso, el del portal web de El Tiempo la consulta se está resolviendo en un servidor alojado en USA, de igual forma para la página del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) también resuelve en primera instancia a un equipo ubicado en USA.

Para tener una idea de cómo se encuentran ubicados geográficamente estos sitios se pueden utilizar diversas herramientas disponibles en internet para conocer la posición geográfica de cada uno de los hosts. Para este caso se utiliza la herramienta que proporciona la página http://www.ip2location.com/ en la cual se pueden realizar consultas de direcciones IP; como resultado se obtendrán los datos de las compañías que administran dichas direcciones. En las figura 4.3 se puede observar que la IP que resuelve a la consulta de la URL www.eltiempo.com se encuentra geo-localizada en Miami y está bajó la administración de una compañía llamada Neutrona Networks International.

Figura 4.3. Geolocalización de la dirección IP que resuelve www.eltiempo.com

IP Address	200.62.48.38
Location	UNITED STATES, FLORIDA, MIAMI
Latitude & Longitude	25.765925, -80.191087 (25°45'57"N 80°11'28"W)
ISP	NEUTRONA NETWORKS INTERNATIONAL LLC
Local Time	21 Oct, 2014 08:54 PM (UTC -04:00)
Domain	NEUTRONA.COM
Net Speed	(DSL) Broadband/Cable
IDD & Area Code	(1) 305/786
ZIP Code	33131
Weather Station	MIAMI (USFL0316)

Fuente: http://www.ip2location.com/demo

En la figura 4.4 de igual forma se puede observar que la dirección IP que resuelve la URL www.mintic.gov.co se encuentra geo-localizada en Miami y que se encuentra bajo la administración de una compañía llamada DATARETURN.

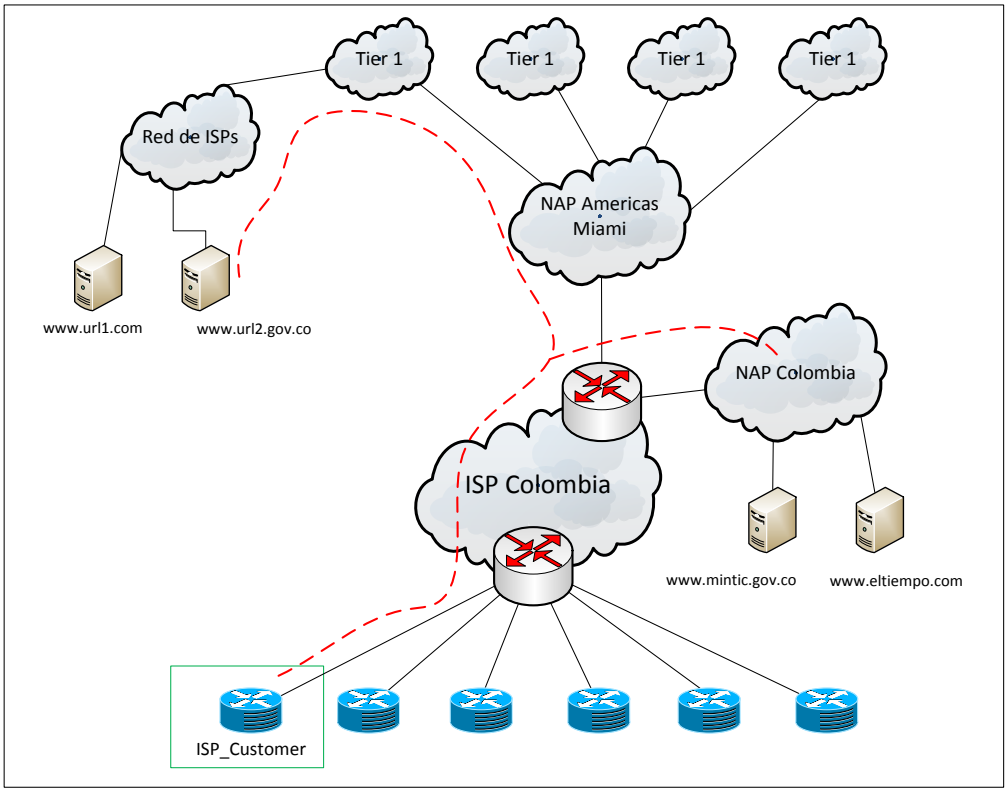
En la figura 4.5 se puede observar cómo se forma lógicamente la ruta que está tomando el tráfico dirigida a los portales web indicados sobre las figuras anteriores (www.eltiempo.com y www.mintic.gov.co) y que se genera a partir de las consultas del usuario que tenga acceso a internet a través del enrutador llamado ISP_Customer.

Figura 4.4. Geolocalización de la dirección IP que resuelve www.mintic.gov.co

IP Address	208.39.113.146
Location	UNITED STATES, TEXAS, IRVING
Latitude & Longitude	32.889100, -96.942800 (32°53'21"N 96°56'34"W)
ISP	DATA RETURN
Local Time	21 Oct, 2014 08:03 PM (UTC -05:00)
Domain	DATARETURN.COM
Net Speed	(COMP) Company/T1
IDD & Area Code	(1) 214/972
ZIP Code	75039
Weather Station	IRVING (USTX0646)

Fuente: http://www.ip2location.com/demo

Figura 4.5. Ruta que toma el tráfico hacia un sitio web en internet desde el enrutador de un cliente.



Fuente: Autor.

Como se puede observar en la Figura 4.5 el flujo de tráfico toma una ruta internacional lo que hace que los tiempos de respuesta a estos sitios sean más altos con respecto a las expectativas de un usuario exigente. Ahora, es necesario tener en cuenta que no es solo un usuario el que está consultados estás páginas, son una gran cantidad de usuarios que visitan constantemente miles de portales web de este tipo provocando un gran incremento en la cantidad de tráfico que pasa a través de las conexiones internacionales que tiene el proveedor de servicios.

4.1.2. Incremento de ancho de banda internacional

Tal como se describió en la sección anterior, diariamente se generan miles y miles de peticiones hacían diferentes sitios web que se encuentran geográficamente distantes con respecto a la posición del usuario que está realizando las consultas. Esto se traduce en un gran consumo de ancho de banda que estaría afectando seriamente al ISP ya que puede llegar el momento en el cual se alcance la capacidad máxima del enlace internacional provocando un gran impacto en el servicio de todos los clientes de la región. Puede darse la situación en la que no exista afectación a nivel de servicio para los clientes pero si un gran impacto económico para la compañía.

Por políticas de la compañía está prohibido divulgar datos y cifras sobre la cantidad del tráfico que cursa por cada uno de los enlaces internacionales. Sin embargo, para que el lector tenga una idea a lo que se hace referencia, podrá encontrar en el siguiente capítulo un ejemplo comparativo con valores aleatorios porcentuales que son proporcionales a los datos reales.

Capítulo 5
IMPLEMENTACIONES ACTUALES QUE PERMITEN MEJORAR LA CONECTIVIDAD Y REDUCIR EL IMPACTO EN LOS SERVICIOS POR EL ALTO FLUJO DE TRAFICO INTERNACIONAL

En el presente capitulo se encontraran comparaciones realizadas entre dos formas diferentes que pueden mitigar el problema que se presenta con la conectividad que los usuarios finales presentan. Se describirá de forma detallada las ventajas de cada una para finalmente optar por escoger la que mejor prestación beneficios otorgue a las partes involucradas como lo son los mismos proveedores de servicios y sus clientes.

5.1. AUMENTO EN LA CAPACIDAD EN LOS ENLACES INTERNACIONALES

La capacidad internacional con la que cuenta un proveedor de servicios es demasiado importante debido a que es uno de los elementos más relevantes sobre el cual se sustenta su operación y su negocio.

En el ISP se ha estado observando un aumento constante de tráfico debido a la cantidad de empresas que contratan los servicios de conectividad mes a mes. El ISP cuenta con dos conectividades internacionales (Bogotá-Miami) sobre las cuales se ha observado un incremento de tráfico mensual lo cual ha sido bastante preocupante para la compañía por el miedo de que pueda impactar a toda la región.

Como medida preventiva para garantizar que la conectividad de los clientes no se viera afectada dado el caso que se llegara a presentar un incremento de tráfico abrupto se contempló la posibilidad de aumentar la capacidad de los dos enlaces con los que cuenta actualmente, sin embargo es necesario evaluar varios factores que podrían llegar a detener dicho proceso.

5.1.1. Aumento de capacidad en la conexión internacional número 1

Para poder ejecutar la ampliación en esta conexión internacional es necesario tener en cuenta varios factores que pueden ser una gran limitante para el proceso de implementación. Los factores contemplados son los siguientes:

- Hardware nuevo o adicional: En el presente, el hardware con el que se cuenta para esta conexión provee las prestaciones necesarias para un buen funcionamiento con la capacidad actual, sin embargo, si esta se desea ampliar las capacidades de los dispositivos no serían óptimas por lo cual sería necesario realizar una inversión para actualizar el equipamiento que pueda soportar sin ningún problema la nueva capacidad.

- Conexiones adicionales: Es necesario realizar conexiones adicionales con el proveedor lo cual implica un gasto adicional ya que las conexiones no son directas entre los proveedores si no que existen intermediarios, para el caso de este circuito estos gastos los debe asumir el ISP que contrata la conexión internacional.

- Costos de la capacidad adicional: Con seguridad este es uno de los factores más importantes y que con seguridad garantiza una estabilidad en la conectividad de los clientes, sin embargo para el propio ISP este es un factor que afecta negativamente su economía debido a que se debe pagar

por una mayor capacidad internacional sin tener algún factor adicional de ingreso que respalde a corto plazo dicha inversión.

5.1.2. Aumento de capacidad en la conexión internacional número 2

Al igual que para la conexión internacional número 1, para poder llegar a ejecutar la ampliación en esta conexión es necesario tener en cuenta varios factores que llegarían a ser una gran limitante para el proceso de implementación. En este caso los factores contemplados varían un poco debido a la tecnología sobre la cual se soporta la conexión. Los factores contemplados son los siguientes:

- Cambio de hardware: Para este caso se requiere ejecutar un cambio de hardware, por lo cual es necesario realizar la migración de un módulo que actualmente soporta 1GB de tráfico a uno que permita una capacidad de hasta 10GB. Este factor es de baja importancia ya que estos módulos son bastante económicos y no requieren de configuraciones o implementaciones físicas complejas.

- Costos de la capacidad adicional: De igual manera que en la conexión número 1 este es un factor muy importante para el ISP por la cantidad de dinero que debe invertir para la ampliación de la capacidad.

5.1.3. Ventajas y desventajas ante la ampliación de la capacidad internacional.

A continuación de resume por medio de una tabla las ventajas y desventajas que se observarían ante una ampliación en la capacidad internacional.

Tabla 5.1. Ventajas y desventajas de la ampliación de la capacidad internacional

Ventajas	Desventajas
• Crecimiento a futuro sin tener mayores limitaciones y/o complicaciones sobre los servicios de conectividad que se proveen actualmente a los usuarios finales • Actualización de hardware que proveería mayores prestaciones a nivel físico y lógico para un posterior crecimiento.	• Exceso de recursos (capacidad y hardware) que no pueden ser aprovechados a su máximo potencial por un periodo indeterminado de tiempo. • Alta inversión en recursos (capacidad y hardware) sin poder recuperar la inversión realizada por un periodo indeterminado de tiempo.

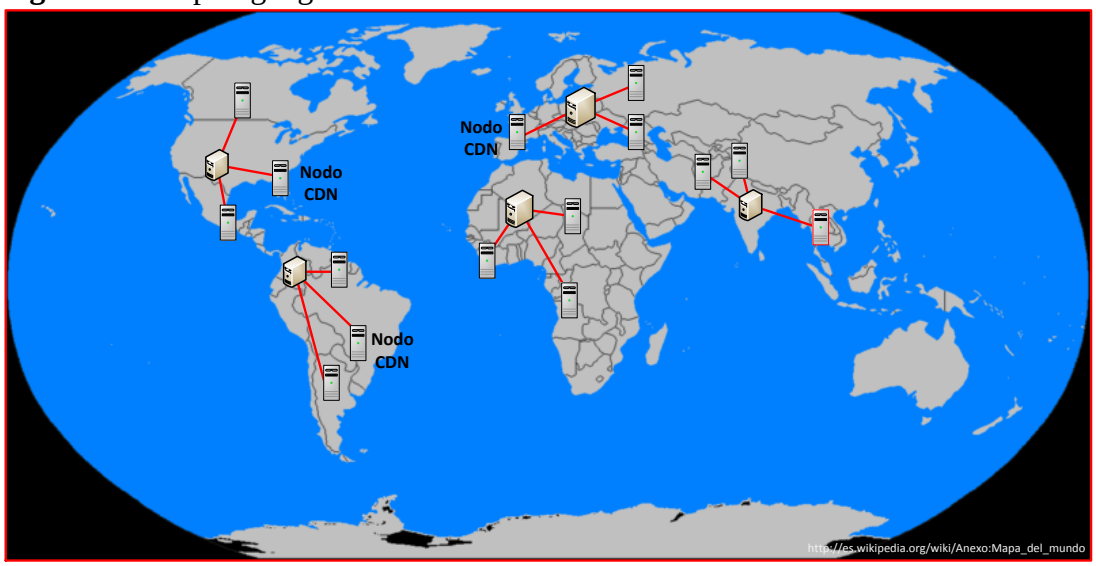
5.1.4. Apreciaciones adicionales

Teniendo en cuentas las consideraciones mencionadas anteriormente se puede deducir apreciaciones adicionales que hacen viable esta solución. Una de estas es la posibilidad de ampliar solo el canal que presente menos limitantes. Sin embargo, al ser una apreciación bastante válida sigue existiendo un inconveniente y es aquel que está relacionado con los tiempos de respuesta que los usuarios tienen hacia los destinos más consultados en internet. Si bien la implementación solucionaría el problema de degradación sobre los servicios de los clientes ante un posible evento de incremento anormal de tráfico, esta no contempla una solución para el inconveniente de la velocidad de acceso a los recursos de diferentes sitios web. En el siguiente apartado se presenta una solución basada en tecnologías recientes que puede abordar los dos problemas de forma simultánea.

5.2. IMPLEMENTACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDO (CDN)

El principio básico de una red de distribución de contenidos (CDN) consiste en una red de servidores ubicados en diferentes partes del mundo los cuales están en constante comunicación y sincronización con un servidor principal en el cual se encuentra originalmente alojado el contenido que los dueños desean publicar. Este (servidor principal) a su vez tiene como función distribuir el contenido a los diferentes nodos CDN. Los nodos CDN son básicamente servidores de almacenamiento que se encuentran ubicados y conectados dentro de la red de un ISP. Estos nodos se encargan de alojar el contenido que fue compartido por el servidor principal para que las peticiones que son originadas dentro de la red del proveedor de servicios de internet sean resueltas internamente y no tengan la necesidad de recurrir a consultas externas, es decir, si los servidores (nodos CDN) tienen alojado un contenido de un servidor internacional que originalmente se encuentra en una ubicación geográfica distante en referencia a la de los usuarios finales, las consultas dirigidas hacia este se puedan resolver dentro de la red del mismo proveedor de forma local sin que exista la intervención del servidor internacional. En la figura 5.1 se puede observar de forma general como es una red de entrega de distribución de contenidos.

Figura 5.1. Topología general de una red de distribución de contenidos



Fuente mapa: http://www.wikipedia.com

En la actualidad existen diversas compañías especializadas en las redes de distribución de contenido como AKAMAI, Amazon, Bitgravity, Level3, Limelight

entre otros[13]. En América los proveedores de servicios (ISP) han venido implementando CDN sobre su red con el fin de optimizar la conectividad hacia el interior de sus redes proporcionando y obteniendo importantes beneficios. Para muchos proveedores de servicios los CDN de AKAMAI y de Google son bastante llamativos. Esto se debe a que una gran cantidad de sitios web de gran importancia en el mundo tienen alojados sus contenidos con estas dos importantes empresas.[14]

5.2.1. Implementación de CDN con proveedores como Akamai y google

En la actualidad Google y Akamai son los gestores y distribuidores de una gran cantidad de contenido que es frecuentemente consultado en internet. Algunos de los casos más comunes son las actualizaciones de Microsoft, portales web de entidades publicitarias, portales de noticias y entretenimiento, entre otros. Google se encarga de hacer la redistribución de su contenido más popular entre los que se incluye a youtube y su famoso buscador. De esta manera las consultas hacia estos contenidos se realizarían de forma local siempre y cuando los servidores (nodo CDN) se encuentran dentro de la red del proveedor. Este tipo de implementación se traduciría en una mejora en la experiencia del usuario final y en el ahorro de dinero para el ISP que adopte estos servicios.

En el caso de AKAMAI a través de su CDN realiza una entrega de medios de alto rendimiento y HTTP muy confiable para dirigirse a una amplia variedad de tipos de redes. Al tener uno de los CDN más grandes del mundo con alrededor de 150 mil servidores distribuidos globalmente[15] cerca de los usuarios finales, Akamai ofrece a través de sus productos escalabilidad, fiabilidad, disponibilidad, y alcances superiores. Unos de los productos más llamativos que proporcionan y en los cuales se enfoca este documento son los conocidos como“Request Router” y “Accelerated Network Partner”. El primero es un servicio de redireccionamiento y enrutado básico que es fundamentado en software el cual está definido básicamente como un router de peticiones de contenido que se basa en DNS escalable que dirige las peticiones de los usuarios a un nodo CDN óptimo que se encuentre disponible[16]. El segundo consiste en que un proveedor de servicios debe instalar dentro de su red unos servidores de caché de Akamai con el fin de que dichos equipos y la capacidad de CDN sean gestionados en su totalidad por AKAMAI.[17]

En el caso de google existen dos formas de interconectarse con ellos, la primera puede ser a través de lo que ellos definen como “peering” y/o con el Google Global Caché. Con estas dos formas Google en colaboración con proveedores de

[13] http://www.cdnplanet.com/cdns/
[14] http://spanish.akamai.com/enes/html/customers/customer_list.html
[15] http://spanish.akamai.com/enes/html/solutions/media-delivery.html
[16] http://spanish.akamai.com/enes/html/solutions/request-router.html
[17] http://spanish.akamai.com/enes/html/solutions/akamai-accelerated-network-partner.html

servicios que funcionan en diferentes regiones del mundo realizan conexiones de forma local dentro de las redes de estos ISP dando como resultado la disminución del consumo de ancho de banda[18] internacional de tal forma que las peticiones que generan los usuarios se atiendan localmente, es decir, dentro de la misma red del proveedor de servicios.

Para poder contar con servicios de entrega de contenido con google y/o AKAMAI simplemente hay que tener un espacio disponible en un centro de datos para alojar los servidores que estos proveedores entregan al ISP solicitante.[19] Adicional a eso en el caso de AKAMAI se les debe proporcionar un acceso a una red pública con el fin de que el servidor central y los servidores que actúan como nodo CDN sean visibles entre ellos a través de internet y puedan realizar la sincronización del contenido y para que ellos proporcionen el soporte correspondiente sobre los servidores suministrados.

Para poder implementar estos CDN sería necesario contar con lo siguiente:

- Ubicación física en donde se puedan alojar los servidores de los proveedores: Para un ISP esto no debe presentar un mayor inconveniente ya que este debe contar con un datacenter en el cual cuente con espacio en un bastidor para ubicar los servidores que actuaran como nodo CDN.

- Material para las conexiones físicas entre los servidores y la red del ISP: Esto no debería presentar ningún tipo de inconveniente ya que se necesitarían cables de fibra óptica para realizar las conexiones entre los servidores y los equipos del ISP.

- Contar con direccionamiento público disponible para asignar a los servidores de los proveedores: De igual manera esto no debería representar ningún problema para el ISP ya que este al ser un proveedor de servicios entre los que se incluye internet debe contar con varias subredes públicas que le debieron haber sido asignadas por la entidad regional correspondiente.

- Contar con la cantidad de trafico necesaria dirigido a los sitios y el contenido que aloja el proveedor de CDN, esto con el fin de que este acepte desplegar un nodo CDN con el ISP solicitante: Los proveedores de CDN realizan un estudio interno sobre sus servidores con el fin de determinar qué tanta cantidad de peticiones se están generando hacia su contenido desde la red del ISP. Cualquier ISP puede realizar la solicitud para contratar un CDN con AKAMAI y

[18] https://peering.google.com/about/index.html
[19] https://peering.google.com/about/ggc.html

Google, sin embargo a pesar de que estos no cobren por la prestación del servicio sí realizan un estudio para verificar si es viable implementar un nodo CDN dentro del ISP.

5.2.2 Limitaciones

Para poder tener un acceso a una red de entrega de contenidos (CDN) existen algunas políticas que los proveedores de este servicio exigen al solicitante y que se deben cumplir para que los ISP puedan contar con este dentro de su red. Las limitaciones para estas dos compañías se describen a continuación:

- Google GGC: El servicio GGC (Google Global Cache) está solo disponible a través de una invitación, sin embargo, brindan la posibilidad de manifestar el interés en adquirir este servicio tramitando un formulario a través de la URL https://peering.google.com/iwantggc/. Una vez diligenciado y enviado el formulario, Google realiza un estudio interno en el cual determina si el proveedor de servicios solicitante es apto o no para brindarle el GGC. En caso de salir apto, Google enviara sus servidores hacia las instalaciones del proveedor solicitante el cual deberá instalarlos y con colaboración del soporte técnico de google configurarlos y ponerlos en servicio[20]. Para poder contar con el servicio GGC, Google exige que existan un mínimo de picos de tráfico de 1Gb dirigido hacia sus aplicativos.

- Google Peering: Para poder tener un peer directo con la red de Google (AS15169) es necesario cumplir ciertos requerimientos técnicos, comerciales y legales. Dicho requerimientos pueden ser consultados en la URL https://peering.google.com/about/peering_policy.html. Para el presente caso no se tendría ningún inconveniente en adquirir un peering con ellos ya que los requerimientos que solicitan se cumplirían sin ningún tipo de complicación.

- Akamai CDN: Las limitaciones que se encontraría con Akamai estarían relacionadas con la cantidad de tráfico que se genera desde la red del ISP hacia ciertos destinos que ellos consideran importantes y sobre los que se basan para realizar sus estudios internos y determinar si el proveedor de servicios es apto para colocar en funcionamiento dentro de su red los servidores de Akamai.

[20] Nota: Sitio web Peering Google https://peering.google.com/about/getting_ggc.html

5.2.3. Beneficios para las partes involucradas en una solución de CDN

Con una implementación de CDN en un proveedor de servicios aparecen cuatro actores importantes los cuales adquieren beneficios de forma simultánea. Dichos actores son los propietarios del contenido a publicar, los proveedores de CDN, los proveedores de servicio de internet, y los usuarios finales. A continuación se realiza una breve descripción de la forma en que cada actor de este tipo de implementación obtiene beneficios:

- Propietarios de contenido: Tales como los diseñadores WEB, programadores de las páginas, entre otros, se ven beneficiados de tal forma que al alojar su contenido en caché les permite tener una mayor cantidad de consultas a su contenido debido a los tiempos de respuesta que ofrecen los nodos CDN que alojan dicha información en cada región que se encuentre disponibles. En caso de ser una empresa de publicidad esto definitivamente les brinda grandes beneficios; adicionalmente contarían con una alta disponibilidad del servicio ya que la posibilidad de estar bajo algún ataque de DDoS o algún otro ser reduce considerablemente.

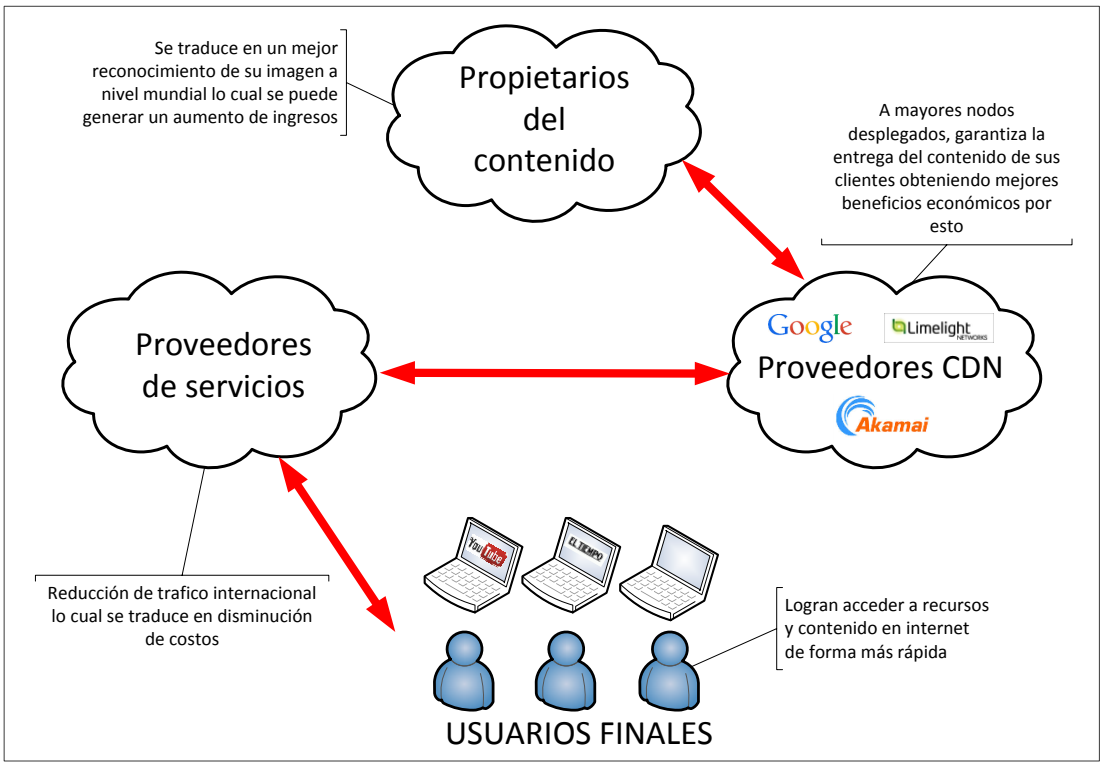
- Proveedores CDN: Estos se lucran de acuerdo a la cantidad de consultas que se generen hacia el contenido de sus clientes que se encuentre en cache en la red de distribución de contenido a nivel mundial.

- Proveedores de servicios: Los operadores de red que para este caso brindan servicios de conectividad a internet se ven beneficiados en la optimización de los recursos de su red logrando disminuir de manera considerable el consumo de ancho de banda por circuitos internacionales que a su vez se ve reflejado en una disminución de costos. Adicionalmente, logran obtener una mejor credibilidad ante sus clientes y potenciando su imagen en el sector en el que enfoncan la operación de su negocio.

- Usuarios finales: Estos se ven beneficiados de tal forma que pueden acceder a recursos y contenido de alta demanda disponible en internet de forma más rápida reduciendo las posibilidades de falló y degradación en la comunicación.

En la figura 5.2 se puede observar como es el flujo de colaboración entre las partes involucradas de tal forma que todos obtienen beneficios por este tipo de implementaciones.

Figura 5.2. Flujo de colaboración entre los actores de una solución de red de distribución de contenidos



Fuente: Autor

5.2.4. Ventajas y desventajas de la implementación de CDN en el ISP

Para tener una visión más general y no tan compleja de lo que proporciona CDN se enuncian las ventajas y desventajas en el siguiente cuadro:

Tabla 5.2. Ventajas y desventajas de la implementación de CDN en el ISP

Ventajas	Desventajas
• Reducción del tráfico internacional ya que las consultas se realizan y resuelven de forma local dentro de la red del proveedor. • Mejoramiento en la experiencia de navegación de los usuarios hacia portales de entretenimiento, noticas, buscadores, entre otros. • Reducción de costos por el pago de	• Al ISP se le niegue la posibilidad de contar con este servicio debido a que no cumple con los requisitos mínimos que los proveedores de CDN exigen para poder proporcionar el servicio.

capacidad internacional para el ISP. • Implementación fácil sin realizar inversiones considerables. • El proveedor de CDN no solicita ningún pago por este servicio ya que a estos les interesa que sus sitios tengan mayores posibilidades de mejorar la experiencia de los usuarios finales. A mayor cantidad de visitas cada proveedor de estos obtiene más beneficios.	

5.3. SOLUCIÓN VIABLE PARA IMPLEMENTACIÓN

Una vez analizadas y comparadas las soluciones propuestas a través de las ventajas y desventajas descritas sobre la tabla 5.1 y la tabla 5.2 se concluye que la solución a implementar que brindaría más beneficios tanto para el proveedor de servicios como para sus clientes es desplegar dentro de la red interna nodos CDN y el peering de Google.

Los aspectos más relevantes que se tuvieron en cuenta para elegir la solución más viable fueron el económico, facilidad de implementación y mejora de experiencia para los usuarios. Para el aspecto económico se descartó la opción que implicará una gran inversión relacionados con el cambio de infraestructura y pagos adicionales a terceros. Con respecto a la facilidad de implementación se tuvo en cuenta la cantidad de tiempo y la complejidad de las configuraciones a realizar para poder desplegar el servicio. Finalmente el objetivo de una nueva solución es buscar beneficios adicionales, con la implementación de las opciones escogidas, por lo tanto se seleccionó la que mayores prestaciones y beneficios ofreciera tanto para el ISP como para sus usuarios.

Con esta implementación los beneficios se describen generalmente como una optimización de los recursos de la infraestructura de red del proveedor de servicios y una disminución en el factor económico debido a la disminución del consumo de ancho de banda a través de los circuitos internacionales. Como factor adicional y de gran importancia logra mejorar la experiencia de sus clientes a través de un servicio confiable, rápido y de gran escalabilidad.

Capítulo 6
DISEÑO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NODO CDN Y PEERING CON GOOGLE AL INTERIOR DE LA RED DE UN ISP

En el presente capitulo se describen los aspectos técnicos que se tienen en cuenta para poder llegar a implementar un nodo CDN y el peering con google dentro de la red interna del proveedor de servicios. Se encontraran diferentes consideraciones de diseño tomando como referencia el modelo que se implementaría y el servicio que este ofrecería, esto teniendo en cuenta las soluciones enunciadas en el capítulo anterior.

6.1. DISEÑO PARA LA SOLUCIÓN CON AKAMAI

Como se había mencionado en el capítulo anterior, para poder implementar una solución de CDN con AKAMAI es necesario cumplir unos requisitos. Para este caso el ISP cumple con los requisitos básicos de cantidad de tráfico que exige el proveedor para permitir el despliegue de sus servidores dentro de la red interna del ISP.

Después de haberse realizado un proceso comercial y legal con Akamai para poder implementar el CDN que ellos proporcionan es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos técnicos.

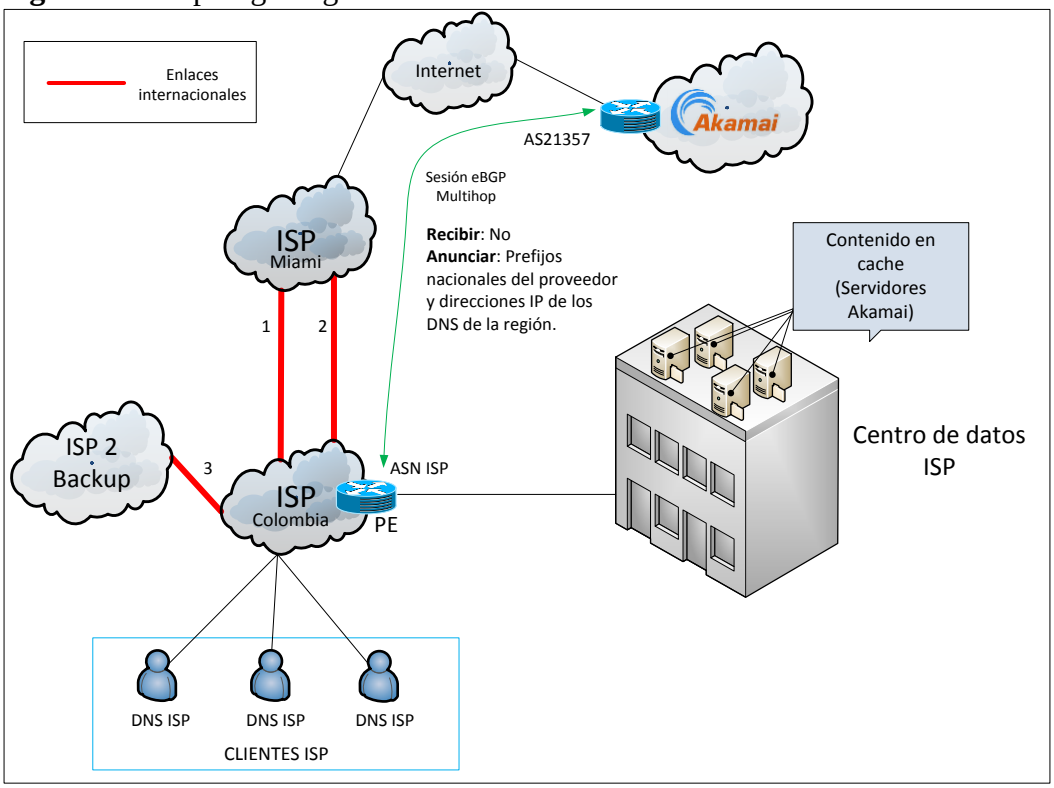
- Espacio disponible en un bastidor para ubicar los servidores de Akamai
- Pathcord de fibra para realizar las conexiones en capacidad de 1GB
- Puerto óptico disponible en SW de core o distribución.
- Direccionamiento publico enrutable en internet para que sea asignado a los servidores de Akamai.
- Ancho de banda generado por consultas a diferentes destinos en internet requerido para que Akamai determine que el proveedor es apto para desplegar un nodo CDN en su red interna.
- Capacidad de enrutamiento dinámico a través del protocolo BGP.
- Servidores DNS propios del proveedor de servicios.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones se realiza la evaluación de dichos requerimientos siendo todos estos cumplidos por el proveedor solicitante.

En la figura 6.1 se muestra la topología lógica propuesta de la solución a implementar. Algo muy importante a resaltar es el establecimiento de la sesión eBGP entre Akamai y el proveedor. Akamai solicita que se realice el anuncio correspondiente a través de dicho peer (ellos lo suministran) de las redes públicas que el proveedor asigna a sus clientes y a sus servidores DNS. Estos tipo de anuncios se controlan a través de políticas de enrutamiento que se aplican como entrada o como salida dependiendo el requerimiento inicial. En este caso se contempla una política de entrada que no me permita recibir nada de Akamai (por seguridad) y otra adicional aplicada de salida para que permita exportarle las redes que ellos necesitan conocer. Se aclara que a través de dicha sesión BGP Akamai no requiere realizar ningún tipo de anuncio hacia nuestra red.

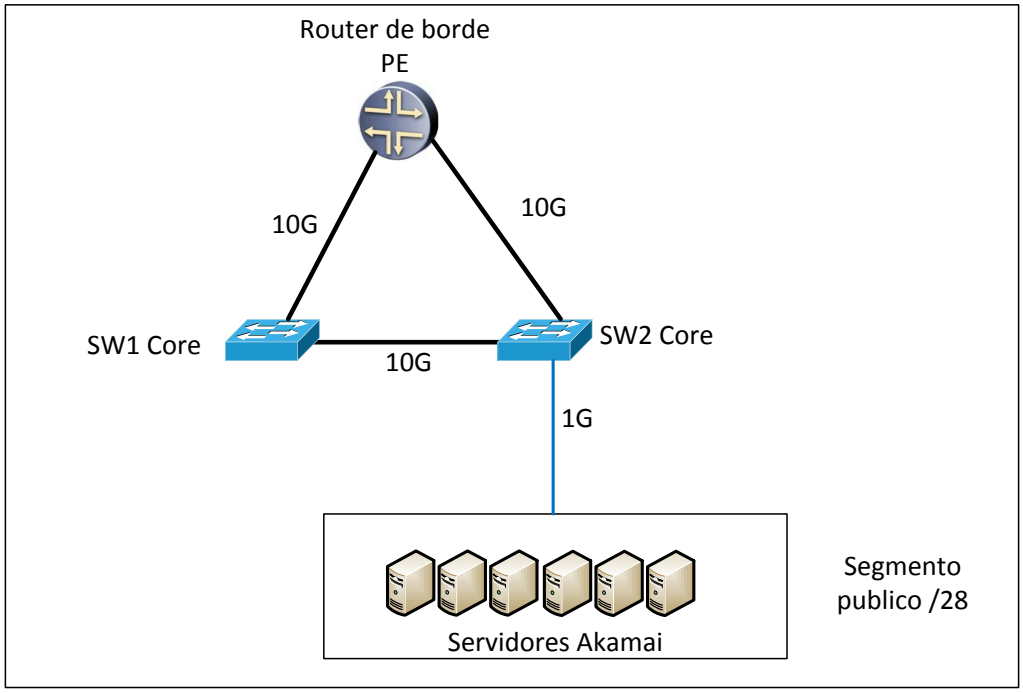
Una vez entendida la topología lógica se procede a diseñar la topología física la cual es bastante simple teniendo en cuenta el escenario anterior, dicha topología puede ser observada en la figura 6.2. La topología se observa muy simple ya que todos los equipos involucrados se encuentran en el mismo centro de datos. El tercer equipo llamado SW1 Core aparece en la topología con el objetivo de brindar redundancia en la red.

Figura 6.1. Topología lógica de la solución con Akamai



Fuente: Autor

Figura 6.2. Topología física para la solución con Akamai



Fuente: Autor

6.2. DISEÑO PARA LA SOLUCIÓN CON GOOGLE

Tal como se describió en el capítulo anterior es necesario cumplir unos requisitos mínimos para poder contar con el servicio GGC y peering de google. Para la seccional del país interesado en contar con este servicio la solicitud para el servicio de peering fue aceptada pero para optar por el GGC no fue posible debido a la poca cantidad de tráfico que se genera hacia los recursos de Google desde la red del ISP. Una vez aceptada la solicitud para la implementación del peering se tuvieron que contemplar los siguientes aspectos técnicos.

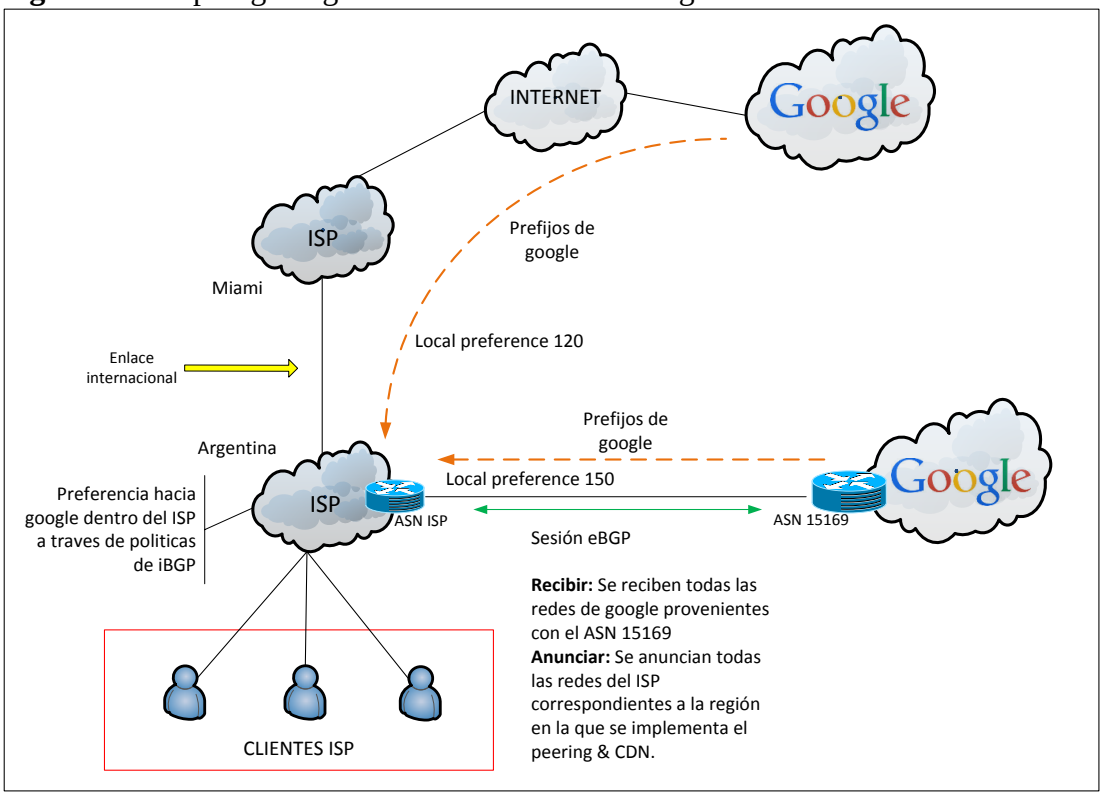
- Patchcord de fibra para permitir las conexiones a una capacidad mínima de 1Gbps
- Puerto óptico disponible para realizar la conexión hacia los servidores
- Direccionamiento publico enrutable en internet. Puede ser una subred /30.
- Ancho de banda generado por consultas a diferentes recursos involucrados con google para determinar si el proveedor es apto para implementar el peering en su red interna.
- Capacidad de enrutamiento dinámico a través del protocolo BGP.

Teniendo en cuenta los aspectos técnicos anteriores se realizó la evaluación de cada ítem concluyendo que el ISP no presentaría inconveniente alguno para realizar la implementación del servicio de peering.

En la figura 6.3 se muestra la topología lógica propuesta de la solución a implementar; algo muy importante a resaltar es el establecimiento de la sesión eBGP entre Google y el proveedor. Para que este servicio funcione correctamente el proveedor deberá realizar el anuncio de los prefijos de la región a través del peer establecido, adicional a eso es necesario a través de políticas de iBGP hacer la manipulación del tráfico que se dirige hacia Google ya que como se puede observar en la topología existen dos posibles caminos para alcanzar los recursos que google pública en internet. Inicialmente se contempla la manipulación de atributo “local preference” para dar mayor prioridad a las redes que se conocen a través del peer con google.

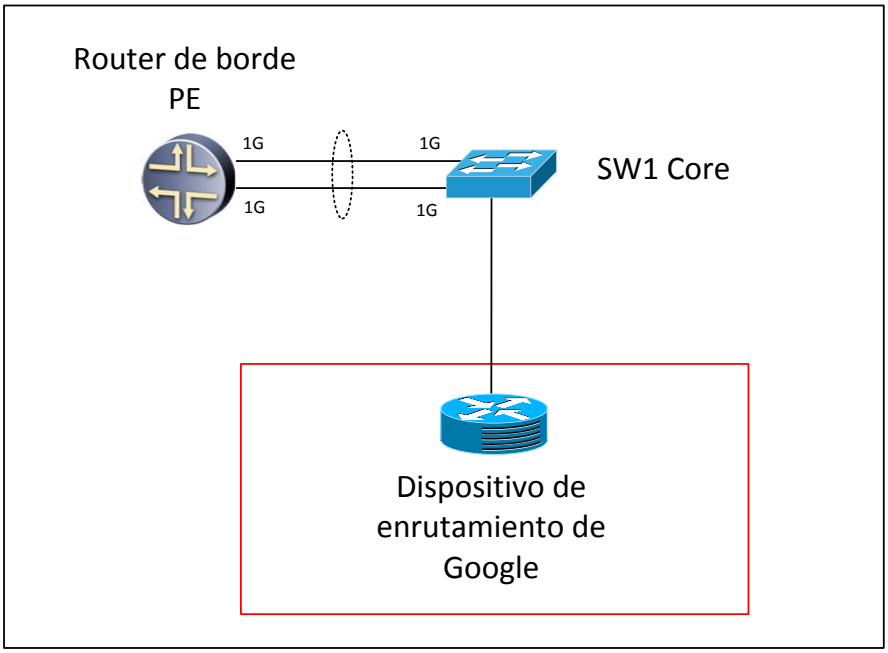
Una vez entendida la topología lógica se procede a diseñar la topología física la cual es bastante simple teniendo en cuenta el esquema lógico propuesto. Esta puede ser observada en la figura 6.4. La topología se observa sencilla ya que todos los equipos involucrados se encuentran en el mismo centro de datos. El tercer equipo llamado SW1 Core aparece en la topología con el objetivo de brindar redundancia en la red.

Figura 6.3. Topología lógica de la solución con Google



Fuente: Autor

Figura 6.4. Topología física de la solución con Google



Fuente: Autor

Capítulo 7
IMPLEMENTACIÓN DE LAS SOLUCIONES CON AKAMAI Y GOOGLE

En el presente capitulo se describe a nivel de configuración y funcionamiento las soluciones propuestas al problema tratado. Se encontraran configuraciones omitidas o manipuladas, esto se debe a acuerdos de confidencialidad por parte del ISP. Como consideración adicional la intención es divulgar la menor información posible por asuntos de seguridad.

7.1. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN CON AKAMAI

7.1.1. Montaje de los servidores proporcionados por Akamai

Para la implementación de esta solución lo que implica un mayor trabajo y uso de recursos será las conexiones físicas hacia los servidores y la configuración de los mismos por parte de Akamai. Tal como se mencionó anteriormente Akamai realiza el despacho de sus servidores hacia el domicilio del ISP solicitante. Una vez estos son entregados, el ISP debe hacer el respectivo montaje sobre un bastidor, de manera conjunta con el área técnica de Akamai se proceden a configurar los servidores con un paso a paso que ellos indican para solo configurar el direccionamiento que fue asignado por el proveedor previamente. De esta manera, tan pronto como la tarjeta de red de cada servidor es configurada se debe comprobar que sean alcanzables desde internet; una vez se confirma que cada uno de los equipos se alcanza desde redes externas la responsabilidad de configuración y de la entrega del contenido pasa a ser completamente de Akamai.

7.1.2. Configuración de la conectividad en la red del ISP hacia los servidores de AKAMAI

Las configuraciones del servicio a través de la red del ISP son bastantes sencillas. Basta tan solo la propagación de una vlan desde un router de core hasta el puerto de acceso que se utilizará para conectar los servidores y la asignación de un segmento de red público el cual contenga las suficientes direcciones IP para que sean configuradas en los servidores. A continuación se pueden observar los ejemplos de configuración que se utilizaron para la solución.

Figura 7.1. Configuración de la subinterfaz en el router de borde

```
ROUTER DE BORDE > show configuration interfaces ge-4/0/0.[redacted]
description "CONEXON AKAMAI"
vlan-id [redacted];
family inet {
    mtu 1500;
    }
    address 200.[redacted]/28;
}
```

Fuente: Autor

Se verifica que efectivamente se tenga conectividad hacia los servidores. Tal como observa en la figura 7.1.

Figura 7.2. Verificación de conectividad de los servidores contra la red del ISP

```
ROUTER DE BORDE> show arp no-resolve | match ge-4/0/0.
00:30:48:fb:20:c5 200.          ge-4/0/0.          none
00:30:48:fb:20:d7 200.          ge-4/0/0.          none
00:30:48:fb:21:46 200.          ge-4/0/0.          none
00:30:48:fb:20:c5 200.          ge-4/0/0.          none
00:30:48:fb:20:d7 200.          ge-4/0/0.          none
00:30:48:fb:21:47 200.          ge-4/0/0.          none
```

Fuente: Autor

Se verifica conectividad desde route-servers ubicados en redes externas. De esta manera se comprueba que los servidores ya son visibles en internet.

Figura 7.3. Verificación de conectividad hacia los servidores desde internet

```
route-server.phx1>ping 200.

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 200.          . timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 112/117/124 ms
route-server.phx1>
```

Fuente: Autor

Ahora, lo más importante para que la solución funcione como se desea es necesario configurar una sesión eBGP contra una dirección IP que debe suministrar Akamai. Como se indicaba anteriormente deben existir dos políticas, una de entrada y una de salida. Se puede observar en la Figura 7.4 se encuentran varias configuraciones que hacen posible que este servicio funcione correctamente. A continuación se describe de forma general cada línea con el fin de que el lector comprenda en que consiste la configuración:

- Description: Nombre aleatorio que se le brinda a la sesión BGP. Esta configuración es opcional. Se aplica para tener un orden.
- Multihop: Al ser una sesión BGP externa (eBGP) se debe aumentar el número máximo de saltos que se permite para alcanzar la dirección IP con la que se desea establecer la sesión. El valor por defecto es uno (1) ya que comúnmente las sesiones BGP externas se configura en interfaces punto a punto.
- Local address: Dirección IP del router del ISP desde el cual se desea establecer la sesión BGP.
- Import: Política de enrutamiento de entrada en la cual se deniega todo lo que desee ingresar a la red ya que no es necesario que se reciban anuncios por parte de Akamai, o por lo menos no en esta solución.

- Export: Politica en la cual estarán incluidas todas las redes de la región para la cual funcionará este nodo CDN y las direcciones IP de los servidores DNS.
- Peer-as: Número de sistema autónomo remoto bajo el cual identifica la red del proveedor en internet.
- Local-as: Número de sistema autónomo del ISP que necesita conectarse con Akamai.
- Neighbor: Dirección IP contra la cual se configurará la sesión BGP. Para este caso el proveedor es quien debe suministrar dicha IP.

Con respecto a las políticas de ruteo ya es decisión del administrador de la red la forma en la que desee realizar el filtrado o la selección de las rutas que se deben anunciar a Akamai. Es posible hacerlos por las diferentes opciones y facilidad que proporciona BGP; puede ser por medio de listas de acceso, listas de prefijos, comunidades, etc.

Figura 7.4. Configuración sesión eBGP Akamai

```
ROUTER DE BORDE> show configuration protocols bgp group BGP_AKAMAI
description BGP_AKAMAI;
multihop {
    ttl 255;
}
local-address 200.          ;
import DENY ALL;
export EXPORT_AKAMAI;
peer-as 21357;
local-as AS ISP ;
neighbor 80.          ;
```

Fuente: Autor

Una vez ejecutada la configuración de la sesión eBGP ya depende directamente de Akamai el correcto funcionamiento de la red de entrega de contenido. Las verificaciones y comparaciones correspondientes podrán ser consultadas en el siguiente capítulo.

7.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN CON GOOGLE

7.2.1. Implementaciones físicas

Uno de los factores que exijan una mayor demanda de recursos es la implementación física. Debido a que el servicio adquirido fue el de peering la implementación es un poco más sencilla ya que solo debe existir una conexión física entre un equipo de ellos y un equipo de nosotros tal como se describió en la figura 6.4 del capítulo 6 correspondiente a la topología física de la solución. Una vez estén efectuadas las conexiones físicas faltaría simplemente realizar las configuraciones lógicas en el router de borde del lado del ISP y del lado de Google.

7.2.2. Configuraciones lógicas

De igual forma que en el servicio de Akamai las configuraciones lógicas para lograr tener la conectividad con el router de Google no va más allá de configurar un direccionamiento público que puede ser una subred /30 y propagar una vlan a través de un switch. Es pertinente aclarar que en este caso el ISP es el que le proporciona la IP a Google para que ellos realicen la correspondiente configuración sobre su router. En la figura 7.5 se puede observar la configuración de la interfaz en el router de borde:

Figura 7.5. Configurar de la subinterfaz en el router de borde

```
ROUTER DE BORDE> show configuration interfaces ge-0/1/0.[redacted]
description "PEERING GOOGLE"
vlan-id [redacted];
family inet {
    mtu 1500;
    address [redacted]/30;
}
```

Fuente: Autor

Se verifica que efectivamente exista conectividad hacia el router de google.

Figura 7.6. Verificación de conectividad por ARP

```
ROUTER DE BORDE> show arp no-resolve | match ge-0/1/0.[redacted]
5c:5e:ab:31:c8:02 [redacted]     ge-0/1/0.[redacted]  none
```

Fuente: Autor

Figura 7.7. Verificación de conectividad por ICMP

```
ROUTER DE BORDE> ping [redacted] source [redacted] rapid count 10
PING [redacted] ([redacted]): 56 data bytes
!!!!!!!!!!
--- [redacted] ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.676/0.908/1.152/0.157 ms
```

Fuente: Autor

Ahora, lo más importante para que la solución funcione como se desea es necesario configurar una sesión eBGP contra una dirección IP que el ISP debe proporcionarle a Google. Como se indicaba anteriormente en el capítulo de diseño deben existir dos políticas, una de entrada y una de salida. Como se puede observar en la Figura 7.8 se encuentran varias configuraciones que hacen posible que este servicio funcione correctamente. A continuación se describe de forma general cada línea con el fin de que el lector comprenda en que consiste la configuración:

- Typer external: Este comando indica que se está configurando un sesión BGP de tipo externos es decir entre diferentes Sistemas Autónomos.
- Local address: Dirección IP del router del ISP desde el cual se desea establecer la sesión BGP.
- Import: Política de enrutamiento de entrada en la cual se manipulara el atributo "local-preference" para darle mayor preferencia en la red interna de tal manera que las redes de Google siempre se prefiera de forma local.
- Autenthication-key: Es una clave que se configura para el establecimiento de la sesión BGP. La clave debe estar configurada en ambos router. En caso de no ser correcta la clave en ambos enrutadores la sesión nunca se establecerá.
- Export: Política en la cual estarán incluidas todas las redes de la región para la cual funcionará el servicio de peering.
- Peer-as: Número de sistema autónomo remoto bajo el cual se identifica la red del proveedor en internet.
- Local-as: Número de sistema autónomo del ISP que requiere conectarse con Google.
- Neighbor: Dirección IP contra la cual se configurará la sesión BGP. Para este caso el proveedor es quien debe suministrar dicha IP.

Con respecto a las políticas de ruteo ya es decisión del administrador de la red la forma en la que desee realizar el filtrado o la selección de las rutas que se deben anunciar a Google. Es posible hacerlos por las diferentes opciones y facilidad que proporciona BGP; puede ser por medio de listas de acceso, listas de prefijos, comunidades, etc.

Figura 7.8. Configuración de sesión eBGP Google

```
ROUTER DE BORDE> show configuration protocols bgp group eBGP-Google
type external;
local-address [redacted];
import GOOGLE_IN
authentication-key [redacted]; ## SECRET-DATA
export GOOGLE_OUT
peer-as 15169;
local-as [redacted];
neighbor [redacted] {
    remove-private;
}
```

Fuente: Autor

Se verifica que afectivamente se empiecen a aprender las rutas de google a través del peer. En la figura 7.9 se puede observar que evidentemente se están aprendiendo rutas de Google. En la figura 7.10 se puede verificar que se reciben solo 295 prefijos de los 350 que indica google que pueden ser anunciados hacia la red del ISP y se anuncian hacia ellos 375 de los 1000 permitidos. En la figura 7.11 se puede confirmar que efectivamente estas redes pertenecen y son originadas por google.

Figura 7.9. Verificación de las rutas aprendidas por el peer de google.

```
ROUTER DE BORDE> show route receive-protocol bgp [redacted] table inet

inet.0: 517504 destinations, 1034888 routes (517415 active, 38 holddown, 742 hidden)
  Prefix                  Nexthop              MED     Lclpref    AS path
* 1.0.0.0/24              [redacted]           0                  15169 I
* 1.1.1.0/24                                   0                  15169 I
* 1.2.3.0/24                                   0                  15169 I
* 8.8.4.0/24                                   0                  15169 I
* 8.8.8.0/24                                   0                  15169 I
* 8.15.202.0/24                                0                  15169 I
* 8.34.208.0/21                                0                  15169 I
* 8.34.216.0/21                                0                  15169 I
* 8.35.192.0/21                                0                  15169 I
* 8.35.200.0/21                                0                  15169 I
* 23.236.48.0/20                               0                  15169 I
* 23.251.128.0/19                              0                  15169 I
```

Fuente: Autor

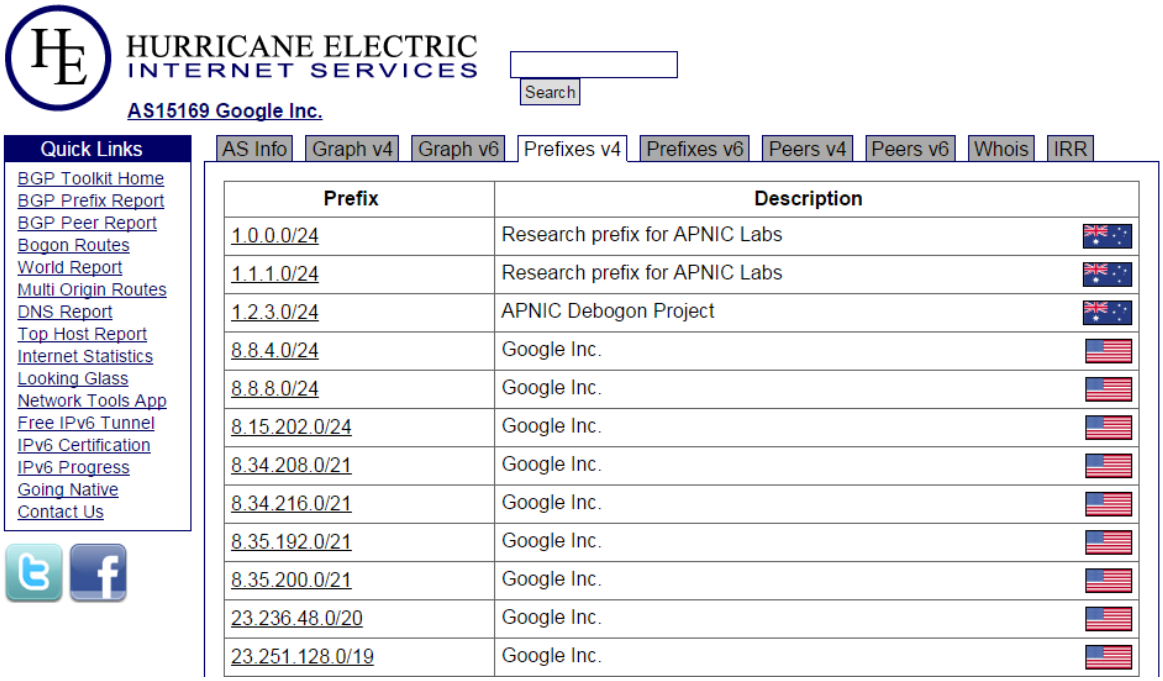
Figura 7.10. Verificación de cantidad de rutas anunciadas y recibidas

```
ROUTER DE BORDE> show bgp neighbor [redacted] | match "..............."
    Active prefixes:              295
    Received prefixes:            295
    Accepted prefixes:            295
    Advertised prefixes:          375
```

Fuente: Autor

Una vez terminada la configuración del lado del ISP y si todo está correctamente del lado de Google el servicio debería funcionar de forma inmediata. Las verificaciones y comparaciones correspondientes podrán ser consultadas en el siguiente capítulo.

Figura 7.11. Verificación de que las rutas aprendidas son efectivamente de google.



Fuente: http://bgp.he.net/AS15169#_prefixes

Capítulo 8
ANTES Y DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN

En el presente capitulo se comprobará el correcto funcionamiento de las soluciones implementadas que tienen como fin brindar una solución al problema tratado. El lector podrá encontrar las formas de verificación y las comparaciones realizadas discriminando de forma detallada los cambios más significativos desde el punto de vista del ISP y de usuario final.

8.1. VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA SOLUCIÓN CON AKAMAI

A este punto de implementación ya se debe poder verificar el correcto funcionamiento de la implementación y así tener certeza de que la solución propuesta está encaminada correctamente de acuerdo a los objetivos planteados. Ahora, seguramente para el lector puede surgir un interrogante. ¿Cómo se puede verificar si efectivamente está funcionando la solución? Para comprender un poco el funcionamiento se debe retomar el concepto del servicio que provee Akamai. En el Capítulo 5 se indicó que el servicio descrito como "requested router" consistía en "el redireccionamiento y enrutado básico que es fundamentado en software el cual se define básicamente como un router de peticiones de contenido que se basa en DNS escalable que dirige las peticiones de los usuarios a un nodo CDN óptimo que se encuentre disponible." Teniendo en cuenta la forma en que Akamai opera y resuelve las peticiones internamente este escenario funciona correctamente siempre y cuando el usuario que consulte los sitios web que tienen caché con Akamai tenga configurados los DNS del proveedor de servicios que desplegó el nodo CDN dentro de su red, por este motivo es muy importante anunciar a Akamai a través de la sesión BGP las direcciones IP de los servidores DNS de la región.

8.1.1. Verificación desde el usuario final sin la solución de CDN implementada

Al validar conectividad sin los DNS del proveedor de servicio hacia alguna página web que tenga caché con Akamai se deben observar tiempos de respuesta mucho más altos, adicionalmente se observaran una mayor cantidad de dispositivos por donde deben ser procesados los paquetes para alcanzar el destino deseado. Para este caso y por facilidad la prueba se realizará hacia el portal web de El Tiempo (www.eltiempo.com). Esta prueba se ejecuta desde el un router ubicado dentro de la red del proveedor y que cuenta con una salida a internet por medio de direccionamiento público propio del ISP. Sobre el router se retirará la configuración del DNS del proveedor de servicios y se configurará uno público que sea totalmente ajeno al ISP.

Figura 8.1. Configuración de DNS externo sobre el router del cliente

```
ISP_Customer#
ISP_Customer#show run | i name-server
ip name-server 8.8.8.8
ISP_Customer#
```

Fuente: Autor

Figura 8.2. Tiempos de respuesta con la configuración de un DNS público.

```
ISP_Customer#ping www.eltiempo.com
Translating "www.eltiempo.com"...domain server (8.8.8.8) [OK]

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 8.18.43.48, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 88/91/96 ms
```

Fuente: Autor

Figura 8.3. Número de saltos que se resuelven cuando se consulta a través de unos DNS públicos.

```
ISP_Customer#traceroute www.eltiempo.com
Translating "www.eltiempo.com"...domain server (8.8.8.8) [OK]

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to a259.g1.akamai.net (64.86.201.64)

  1 172.16.158.33 [AS 18747] 0 msec 0 msec 4 msec
  2 172.16.126.126 [AS 18747] 4 msec 4 msec 4 msec
  3 [redacted]-host.ifx.net.co ([redacted]) [AS 18747] 4 msec 4 msec 4 msec
  4 [redacted]-host.ifx.net.co ([redacted]) [AS 18747] 4 msec 4 msec 4 msec
  5 10.10.50.1 [AS 18747] 236 msec *  *
  6 10.10.50.53 [AS 18747] 64 msec 68 msec 64 msec
  7 te1-3.br02.mia02.pccwbtn.net (63.218.113.21) [AS 18747] 68 msec 64 msec 68 msec
  8 ae55.edge1.Miami2.Level3.net (4.59.240.1) [AS 18747] 64 msec 64 msec 64 msec
  9 Tata-level3-3x10G.Miami.Level3.net (4.68.111.210) [AS 18747] 76 msec 76 msec 76 msec
 10 if-7-2.tcore1.AEQ-Ashburn.as6453.net (66.198.154.177) [AS 18747] 120 msec 124 msec 124 msec
 11 if-13-2.tcore1.A56-Atlanta.as6453.net (64.86.113.9) [AS 18747] 128 msec 124 msec 128 msec
 12 a259.g1.akamai.net (64.86.201.64) [AS 18747] 120 msec 120 msec 124 msec
ISP_Customer#
```

Fuente: Autor

8.1.2. Verificación desde el usuario final con la solución de CDN implementada

Al validar conectividad con los DNS del proveedor de servicio hacia alguna página web que tenga caché con Akamai se deben observar tiempos de respuesta bajos. Para este caso y por facilidad la prueba se realiza contra el portal web de El Tiempo (www.eltiempo.com). Esta prueba se realiza desde el un router ubicado dentro de la red del proveedor y que cuenta con una salida a internet por medio de direccionamiento publico propio del ISP.

Figura 8.4. Configuración del DNS del proveedor sobre el router

```
ISP_Customer#
ISP_Customer#show run | i name-server
ip name-server 200.91.200.100
ISP_Customer#
```

Fuente: Autor

Figura 8.5. Tiempos de respuesta con los DNS del proveedor configurados

```
ISP_Customer#clear host all *
ISP_Customer#ping www.eltiempo.com
Translating "www.eltiempo.com"...domain server (200.91.200.100) [OK]

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 200.91.238.187, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/4/4 ms
ISP_Customer#
```

Fuente: Autor

Figura 8.6. Número de saltos que se resuelven cuando se consulta a través de los DNS del proveedor de servicio

```
ISP_Customer#traceroute www.eltiempo.com

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to a259.g1.akamai.net (200.91.238.187)

  1 172.16.158.33 [AS 18747] 4 msec 0 msec 0 msec
  2 172.16.126.126 [AS 18747] 4 msec 0 msec 0 msec
  3 [redacted]-host.ifx.net.co ([redacted]) [AS 18747] 0 msec 0 msec 8 msec
  4  *
    a259.g1.akamai.net (200.91.238.187) [AS 18747] 4 msec 4 msec
ISP_Customer#
```

Fuente: Autor

En las figuras anteriores se observan tiempos de respuestas considerablemente bajos. Adicionalmente se aprecia que la cantidad de dispositivos por las cuales pasan las peticiones son de tan solo 4 saltos antes de alcanzar el destino final.

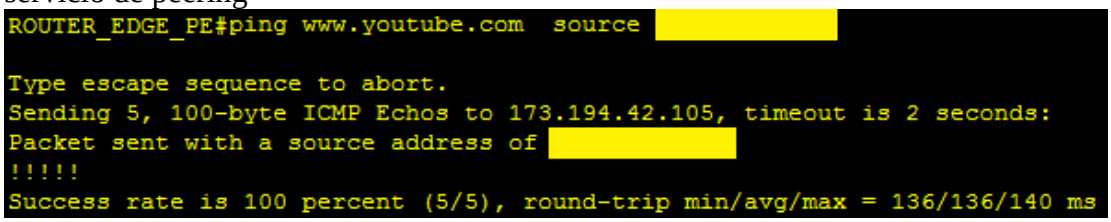
8.2 VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA SOLUCIÓN CON GOOGLE

8.2.1. Verificación desde el usuario final sin la solución implementada

En este caso la verificación se realiza desde un router ubicado en Buenos Aires (Argentina) hacia los servidores DNS públicos de google (8.8.8.8), www.youtube.com y el famoso buscador www.google.com ya que son los destinos más conocidos y que forman parte de la red de google. Como se observa en las siguientes figuras los tiempos de respuesta contra algunos destinos de aplicativos de Google exceden los 120ms de tiempo de respuesta. Esto se debe a que las consultas hacia esos destinos están siendo dirigidas directamente a los servidores de google los cuales pueden estar ubicados en Estados Unidos.

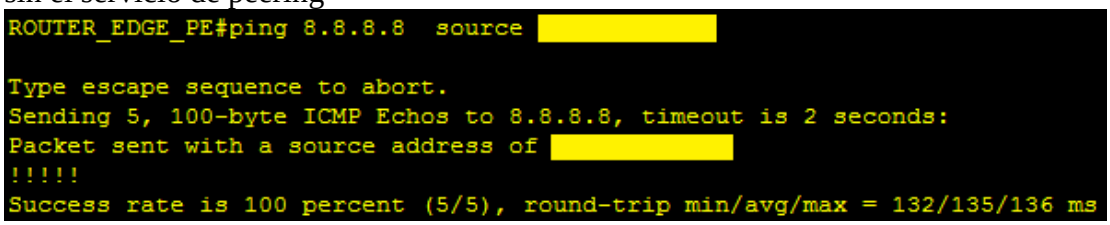
En este tipo de solución no influyen los DNS tal como si lo hacían en la solución con Akamai. En la solución de peering con google para el ISP todo se manipula en base a enrutamiento dinámico.

Figura 8.7. Tiempos de respuesta hacia el portal de youtube desde Argentina sin el servicio de peering



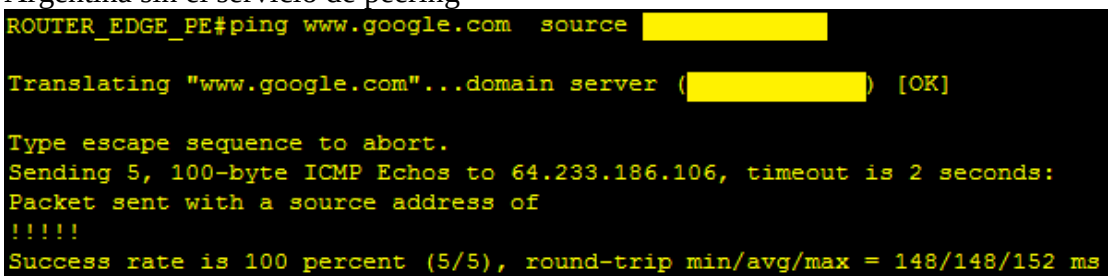
Fuente: Autor

Figura 8.8. Tiempos de respuesta hacia el servidor DNS de Google desde Argentina sin el servicio de peering



Fuente: Autor

Figura 8.9. Tiempos de respuesta hacia el portal del buscador Google desde Argentina sin el servicio de peering

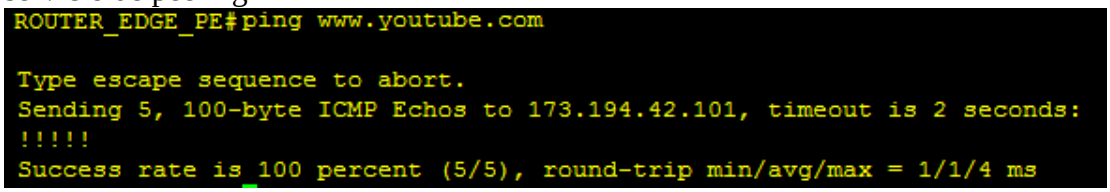


Fuente: Autor

8.2.1. Verificación desde el usuario final con la solución implementada.

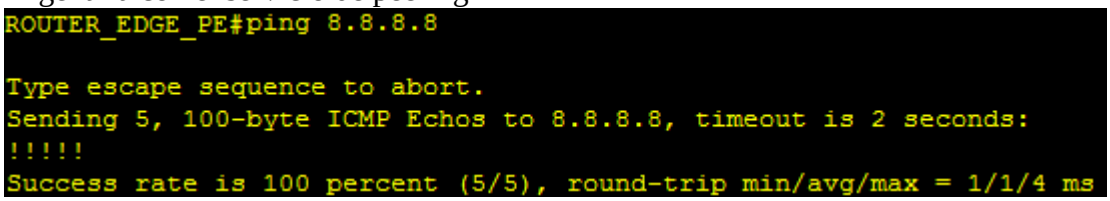
De igual forma que en la verificación anterior, esta se realiza desde un router ubicado en Buenos Aires (Argentina) contra los servidores DNS públicos de google (8.8.8.8), www.youtube.com y el famoso buscador www.google.com ya que son los destinos más conocidos y que forman parte de la red de google. Como se observa en las siguientes figuras los tiempos de respuesta hacia los mismos destinos verificados anteriormente han disminuido considerablemente ubicándose en el orden de los 20 ms y menos. Estos tiempos de respuesta dirigidos a los recursos de Google seguramente llenará de satisfacción a los usuarios finales ya que pueden obtener un servicio más rápido y eficiente.

Figura 8.10. Tiempos de respuesta hacia el portal de youtube desde Argentina con el servicio de peering



Fuente: Autor

Figura 8.11. Tiempos de respuesta hacia el hacia el servidor DNS de Google desde Argentina con el servicio de peering



Fuente: Autor

Figura 8.12. Tiempos de respuesta hacia el portal del buscador Google desde Argentina con el servicio de peering

```
ROUTER_EDGE_PE#ping www.google.com

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 64.233.186.99, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/20/24 ms
```

Fuente: Autor

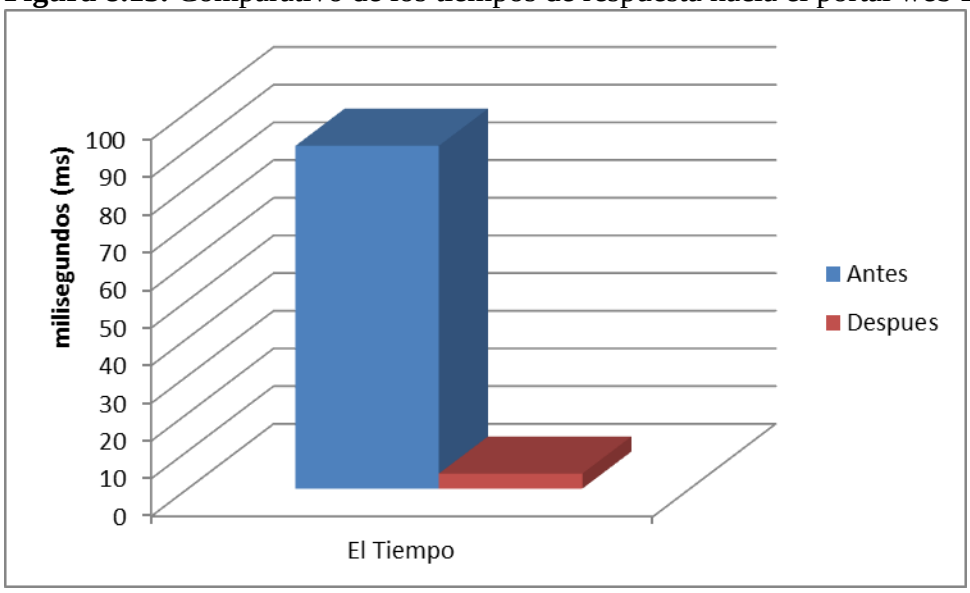
8.3. COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS DE RESPUESTA CON AKAMAI Y GOOGLE

Teniendo en cuenta los tiempos de respuesta para cada país con la correspondiente solución implementada se realiza un comparativo de los tiempos de respuesta que experimentan los usuarios finales hacia diferentes recursos disponibles en internet.

Tabla 8.1. Comparativo de los tiempos de respuesta hacia destinos en internet.

	Tiempos de respuesta [ms]			
Sitios	**Sin CDN**	**Con CDN**	**Diferencia**	**Mejora (%)**
El Tiempo	91	4	87	99,96

Figura 8.13. Comparativo de los tiempos de respuesta hacia el portal web El Tiempo.



Fuente: Autor

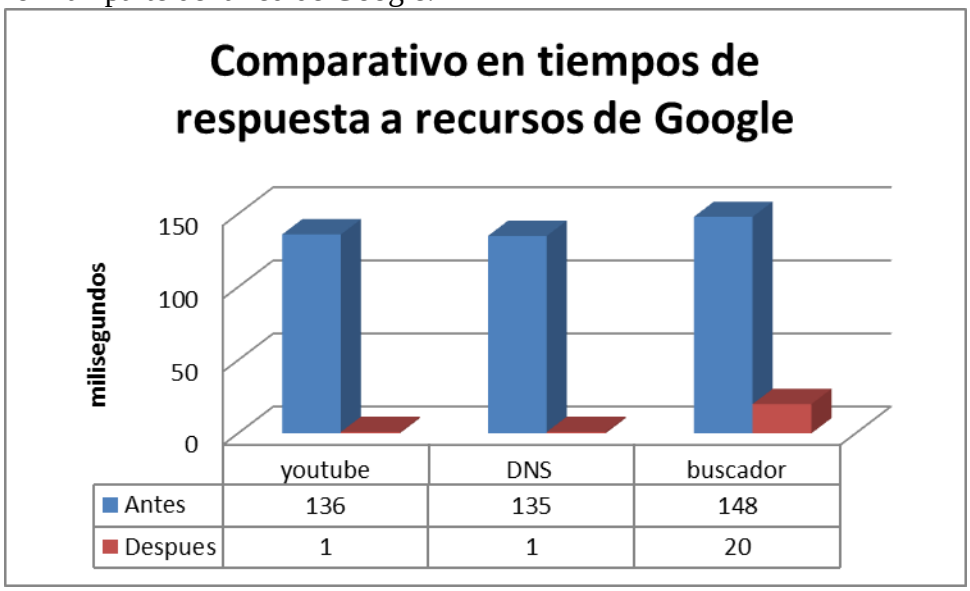
Como se puede apreciar de forma general sobre la tabla 8.1 se observa un porcentaje de mejora en los tiempos de respuesta de un 99.96%. Estos tiempos de respuesta que los usuarios finales perciben hacia gran cantidad de destinos en internet se ven reflejados en la satisfacción de cada uno de estos al notar que tienen un servicio más rápido y eficaz. Esto a su vez mejora la imagen del proveedor de servicios al tener la certeza de que ofrecen un servicio de alta confiabilidad a sus clientes.

Tabla 8.2. Comparativo de los tiempos de respuesta hacia destinos en internet que se encuentran dentro de la red de google.

	Tiempos de respuesta [ms]			
Sitios	**Sin peering**	**Con Peering**	**Diferencia**	**Mejora (%)**
youtube	136	1	135	99,99
DNS	135	1	134	99,99
buscador	148	20	128	99,86

Para el caso de Argentina con la implementación del peering se puede observar sobre la tabla 8.2 un porcentaje de mejora en los tiempos de respuesta superior a un 99%. Estos tiempos de respuesta que los usuarios finales perciben hacia gran cantidad de destinos en internet se ven reflejados en la satisfacción de cada uno de estos al notar que tienen un servicio más rápido y eficaz, y más aun teniendo en cuenta que Google a través de sus aplicativos representan una gran fuente de entretenimiento para los usuarios finales.

Figura 8.14. Comparativo de los tiempos de respuesta hacia diferentes destinos que forman parte de la red de Google.



Fuente: Autor

8.4. VERIFICACIÓN DESDE EL ISP SIN LA SOLUCIÓN DE AKAMAI Y GOOGLE

Teniendo en cuenta que los valores reales del ancho de banda consumido por el ISP no pueden ser revelados, se realiza una verificación a partir de valores porcentuales que sean proporcionales a los datos reales.

A continuación se observa a través de tablas y de forma gráfica los porcentajes de utilización de los enlaces internacionales. Para que el lector tenga referencia de los valores allí descritos, el 100% hace referencia al consumo total de ancho de banda que el proveedor cursa a través de las conexiones internacionales. A partir de ese porcentaje se calcula la distribución de forma porcentual del ancho de banda consumido por cada uno de los enlaces. Se toman como referencia los dos países en los cuales se implementaron las soluciones recientes de peering y CDN.

Tabla 8.3. Porcentajes de utilización de ancho de banda sin solución de CDN en Colombia

Servicio	Tipo	Porcentaje de uso	Trafico
Internacional 1	Internacional	34%	IP + MPLS
Internacional 2	Internacional	33%	IP + MPLS
Internacional 3	Internacional	33%	IP

Figura 8.15. Porcentaje de utilización de los canales internacionales sin la implementación del CDN en Colombia.

Fuente: Autor

Tabla 8.4. Porcentajes de utilización de ancho de banda sin solución de CDN ni peering en Argentina

Servicio	Tipo	Porcentaje de uso	Trafico
Internacional 1	Internacional	100%	IP + MPLS

Figura 8.16. Porcentaje de utilización de los canales internacionales sin la implementación de los CDN en Argentina.

Fuente: Autor

8.5 VERIFICACIÓN DESDE EL ISP CON LA SOLUCIÓN DE AKAMAI Y GOOGLE

Teniendo en cuenta que los valores reales del ancho de banda consumido por el ISP no pueden ser revelados, se realiza una verificación a partir de valores porcentuales que sean proporcionales a los datos reales.

A continuación se observa a través de tablas y de forma gráfica los porcentajes de utilización de los enlaces internacionales. Para que el lector tenga referencia de los valores allí descritos el 100% hace referencia al consumo total de ancho de banda que el proveedor cursa a través de las conexiones internacionales. A partir de ese porcentaje se calcula la distribución de forma porcentual del ancho de banda consumido por el enlace internacional como por las conexiones locales después de la implementación de la solución. Se toman como referencia los dos países en los cuales se implementaron las soluciones recientes de peering y CDN.

Tabla 8.5. Porcentajes de utilización de ancho de banda con la solución de CDN en Colombia

Servicio	Tipo	Porcentaje de uso	Trafico
Akamai	Nacional	12%	Cache
CDN Provider	Nacional	28%	Cache
Internacional 1	Internacional	22%	IP + MPLS
Internacional 2	Internacional	12%	IP + MPLS
Internacional 3	Internacional	26%	IP

Figura 8.17. Porcentaje de utilización de los canales internacionales con la implementación del CDN en Colombia.

Fuente: Autor

Tabla 8.6. Porcentajes de utilización de ancho de banda con la solución de CDN y peering en Argentina

Servicio	Tipo	Porcentaje de uso	Trafico
CDN Provider	Local	23%	Cache
Google	Local	36%	Cache
Internacional 1	Internacional	41%	IP + MPLS

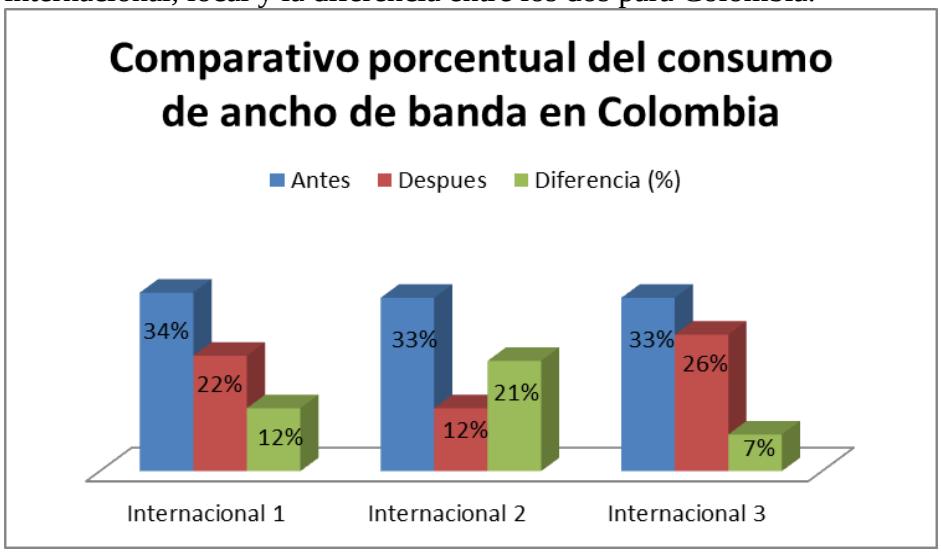
Figura 8.18. Porcentaje de utilización del canal internacional con la implementación de CDN y peering en Argentina

Fuente: Autor

8.6. COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA LOCAL E INTERNACIONAL

Al realizar el comparativo entre las gráficas del antes y el después, se observa claramente que la implementación del CDN bajó considerablemente el consumo de ancho de banda internacional en cada uno de los enlaces. En la figura 8.19 se observa por medio de un diagrama de barras el porcentaje de utilización de los enlaces internacionales tanto antes como después de haber implementado el CDN y el peering; adicionalmente se observa una tercera barra la cual representa el porcentaje de tráfico que logró ser disminuido de los enlaces internacionales y que pasó a ser tráfico que transita dentro de la red del proveedor.

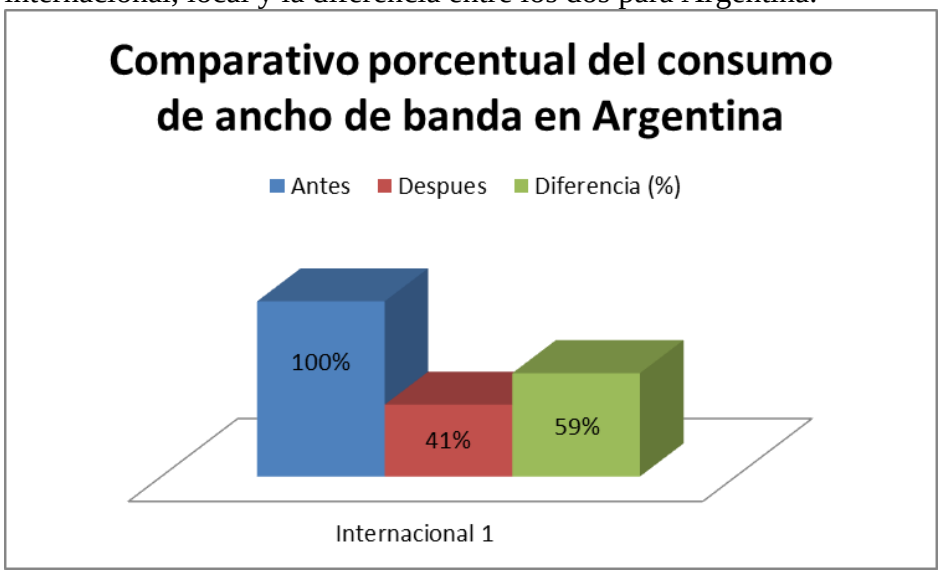
Figura 8.19. Comparativo del antes y el despues del consumo de ancho de banda internacional, local y la diferencia entre los dos para Colombia.



Fuente: Autor

Teniendo en cuenta que todo el tráfico internacional está asociado al 100% se puede deducir de la figura 8.19 que después de la implementación se logró reducir en un 40% (sumatoria de las diferencias en cada enlace) el flujo de tráfico que se dirigía hacia redes externas en Colombia. Para el caso de Argentina el porcentaje de reducción de BW de banda ha sido del 59% tal como se aprecia en la figura 8.20.

Figura 8.20. Comparativo del antes y el despues del consumo de ancho de banda internacional, local y la diferencia entre los dos para Argentina.



Fuente: Autor

8.7. REDUCCIÓN DE INCONFORMIDADES POR PARTE DE LOS CLIENTES DEL ISP

Después del proceso de implementación se ha logrado percibir una reducción en el reclamo de clientes asociados a los inconvenientes de navegación hacia algunos sitios de internet. Para este caso, muchos de estos sitios cuenta con caché en Akamai lo cual resulta siendo de gran beneficio para el ISP y sus clientes. En la siguiente tabla se resume de forma general el porcentaje de mejora que se ha tenido con respecto a la cantidad de reclamos que han presentado lo clientes antes y después de la implementación de la solución propuesta.

Tabla 8.7. Porcentajes de mejora con respecto a los reclamos de los clientes

	Antes	**Después**	**Mejora (%)**
Reclamos máx (semana)	10	2	80%

Este 80% de mejora ha provocado gran satisfacción en la gerencia de la compañía debido a que han logrado seguir brindando un servicio estable y eficiente teniendo la tranquilidad de que sus clientes están más a gusto ya que se consiguieron disminuir los reclamos que se venían presentando lo que evidencia que los usuarios están más conformes con el servicio contratado.

PARTE IV

Conclusiones

Capítulo 9
Conclusiones

En el presente capitulo se encuentran documentadas las conclusiones que se obtuvieron a partir del desarrollo del presente proyecto las cuales permiten al lector establecer un juicio sobre la viabilidad de la implementación de las tecnologías actuales en la red de un ISP.

9.1. VERIFICACIÓN, CONTRASTE Y EVALUACIÓN DE LOS OBJETIVOS

Inicialmente se había planteado un problema que describía la dificultad de conectividad que presentaban los usuarios finales hacia diferentes destinos de internet debido a la popularidad de los mismos, adicionalmente se describía cómo el alto flujo de tráfico se dirigía a esos destinos de internet estaba impactando al proveedor de servicios, tanto en su credibilidad como en el factor económico por el excesivo consumo de ancho de banda sobre sus enlaces internacionales.

Con respecto al problema presentado, se planteó una solución basada en tecnologías y servicios emergentes que ayudarían a controlar el problema encontrado de tal forma que se beneficiarán los actores más importantes para un proveedor de servicios como lo es la misma compañía y sus clientes (usuarios finales).

Teniendo en cuenta los objetivos planteados se concluye:

- Existen diversos tipos de servicios y tecnologías en la actualidad que permiten controlar el flujo de tráfico que transita a través de la red de un ISP y que tiene como destino internet. Sin embargo, es necesario dejar de lado las soluciones convencionales y enfocarse en aquellos que tengan la posibilidad de brindar escalabilidad y confiabilidad del servicio con el fin de que el activo más importante de un ISP, como son sus clientes, puedan contar con una excelente experiencia de usuario.

- En diversas ocasiones las implementaciones que podrían llegar a solucionar problemas de gran magnitud no son las que generan un mayor costo o sean de gran dificultad para implementar. Para este caso la tecnología que trataría el problema enunciado pudo ser diseñada e implementada sin realizar una inversión considerable de tiempo, recursos físicos y económicos que pusieran en duda su ejecución por parte de la compañía.

- Sobre Colombia se logró observar una disminución total del tráfico internacional en un 40% siendo este valor la sumatoria del porcentaje de disminución que se evidenció en cada enlace internacional. En Argentina se obtuvo una disminución total de un 59% del único servicio internacional con el que contaba. En el presente, el porcentaje de tráfico que disminuyó en ambos países después de la implementación de la solución es tratado de forma local ya que fluye dentro de la misma red del proveedor.

- Al implementar la solución propuesta se lograron disminuir los gastos que eran consecuencia del pago del consumo de ancho de banda de cada enlace internacional ya que el tráfico que anteriormente cursaba por dichos circuitos ahora fluye dentro de la red interna del proveedor lo cual no genera ningún tipo de costo para este.

- Tanto en Colombia como en Argentina después de la implementación de la solución se observaron porcentajes de mejora en los tiempos de respuesta superiores al 99% hacia los sitios web contemplados en la solución de cada proveedor, es decir, las páginas que tienen caché con los proveedores seleccionados.

- El despliegue de las nuevas tecnologías y servicios como son las redes CDN y los peer directos con los proveedores del contenido contribuyen en gran parte al factor económico desde el punto de vista del ISP al tener que evitar pagos superiores por un consumo de ancho de banda excesivo sobre sus canales internacionales, adicionalmente evita que se tengan que realizar fuertes inversiones sobre la actualización de infraestructura de red por las capacidades que proporcionan los dispositivos de red actuales.

- El despliegue redes CDN y de peer directos con los proveedores de contenido brindan una mejor experiencia de navegación al usuario final ya que el trayecto y la cantidad de equipos que deben cruzar los paquetes se reduce considerablemente, de esta forma las peticiones de cada usuario se pueden atender de forma local dentro de la misma red del proveedor. Lo anterior permite conseguir menores tiempos de respuesta y mayor velocidad de acceso a los recursos lo que mantendrá muy satisfechos a los suscriptores.

BIBLIOGRAFÍA

Aviva, *Garret.* (2006), JUNOS Cookbook, Gravenstein Highway North: O'Reilly Media Inc.

Buyya, *Rajkuma, Pathan Mukaddim, Vakali Athena*.. (2008), Content Delivery Networks: Springer Berlin Heidelberg.

Doyle, *Jeff & Matthew C. Kolon*. (2002), Juniper Networks Routers: The Complete Reference, McGraw-Hill Osborne.

Halabi, Salabi & Danny MCPherson. (2001), Arquitecturas de Enrutamiento en Internet, 2ª edición. Madrid: PEARSON EDUCACION, S.A.

Held, *Gilbert.* (2011), A Practical Guide to Content Delivery Networks, 2nd Ed., Boca Ratón: CRC Press, Taylor and Francis Group.

Paquet, *Catherine & Teare Diane.* (2001*),* Creación de redes Cisco escalables, Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.

Soricelli, *Joseph M & Hammond, John.* (2003*),* Juniper Networks, Certified Internet Associate, Study Guide.

Southwick, *Peter & Marschake Doug.* (2011), Junos Enterprise Routing, Second Edition, Gravenstein Highway North: O'Reilly Media Inc.

Tang, *Xueyan, Xu Jianliang, Chanson Samuel T.* (2005), Web Content Delivery: Berlin Heidelberg.

Teare, *Diane.* (2010), Implementing Cisco IP Routing (Route), Foundation Learning Guide, Indianapolis: Cisco Press.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Akamai, Consultado en 2014
< https://www.akamai.com >

Brightcove Support, Opciones de entrega de contenidos**.** Consultado en 2014
< http://support.brightcove.com/es/video-cloud/docs/opciones-de-entrega-de-contenidos >

CDN Planet, Content Delivery Networks, Consultado en 2014
< http://www.cdnplanet.com/cdns/ >

Cisco, BGP Case Studies, Consultado en 2014
< http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/border-gateway-protocol-bgp/26634-bgp-toc.html >

Google CDN & Peering, Consultado en 2014
< https://peering.google.com/about/ >

Hans Nolte, *Caso de estudio: Red de Entrega de Contenidos (CDN) – Más velocidad con MaxCDN,* Consultado en 2014
< http://www.hansnolte.com/caso-de-estudio-red-de-entrega-de-contenidos/#.VCBDdfl5Nf0 >

Hurricane Electric, Consultado en 2014
< https://he.net >

IEEE, *2005*, "Estudio y Modelado de una Red de Distribución de Contenido". Consultado en 2014
< http://www.ewh.ieee.org/reg/9/etrans/ieee/issues/vol03/vol3issue2April2005/3TLA2_10Molina.pdf

IP 2 location, Consultado en 2014
< http://www.ip2location.com/demo >

Juniper Forums, Consultado en 2014
< http://forums.juniper.net >

Juniper, BGP Configuration Guide Consultado en 2014
< http://www.juniper.net/techpubs/en_US/junos13.1/information-products/pathway-pages/config-guide-routing/config-guide-routing-bgp.html >

Manuel Delgado, Que es una Content Delivery Network Consultado en 2014
< http://manueldelgado.com/que-es-una-content-delivery-network-cdn/ >

Novored, red de distribución de contenido, Consultado en 2014
< http://www.novored.com/cdn.php >

Sandvine, Consultado en 2014
< https://www.sandvine.com/resources/resource-library.html >

TATA Communications CDN, Consultado en 2014
< https://cdn.tatacommunications.com >

Villalobos, 2009, **"**ESTUDIO DE CONTENT DELIVERY NETWORK (RED DE REPARTO DE CONTENIDO) COMO MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDO*".* Universidad Autónoma de la ciudad de Juarez. Consultado en 2014
<
http://www2.uacj.mx/IIT/IEC/Digitales/PROYECTOS/Documentos_junio_2010/ESTUDIO%20DE%20CONTENT%20DELIVERY%20NETWORK%20(RED%20DE%20REPARTO%20DE%20CONTENIDO)%20COMO%20METODO%20DE%20DISTRIBUCION%20DE%20CONTENIDO.pdf >

Xatakao, *Content Delivery Network (CDN): Qué es, para qué sirve y por qué no rompe con la Neutralidad de la Red,* Consultado en 2014
< http://www.xatakaon.com/tecnologia-de-redes/cdn-que-es-para-que-sirve-y-por-que-no-rompe-con-la-neutralidad-de-la-red >