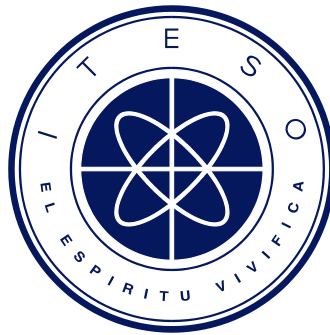


INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

Departamento de Electrónica, Sistemas e Informática
MAESTRÍA EN INFORMÁTICA APLICADA



MEJORAMIENTO DE DIVERSOS SEGMENTOS DE RED DE ÁREA LOCAL DENTRO DE UN CORPORATIVO MULTINACIONAL, PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE TRANSMISIONES DE VIDEO MEDIANTE PROTOCOLOS MULTICAST.

Tesis que para obtener el grado de

MAESTRO EN INFORMÁTICA APLICADA

Presentan: José David Rivera Buenrostro.

Asesor: Mtro. Álvaro Iván Parres Peredo.

San Pedro Tlaquepaque, Jalisco. Mayo de 2016.

Índice

| | |
|--|----|
| 1. CONTENIDO | 5 |
| Índice de tablas..... | 5 |
| Índice de ilustraciones..... | 5 |
| 2. INTRODUCCIÓN | 6 |
| 2.1 Consideraciones de Confidencialidad..... | 6 |
| 2.2 Antecedentes | 6 |
| 2.3 Justificación..... | 8 |
| 2.4 Objetivo | 8 |
| 3. MARCO TEÓRICO | 9 |
| 3.1 Redes de computadoras | 9 |
| 3.1.1 Clasificación de las redes de computadoras | 10 |
| 3.1.2 Modelo OSI | 12 |
| 3.1.3 Direccionamiento IP..... | 15 |
| 3.1.3.1 Tipos de direcciones IP..... | 16 |
| 3.2 Diseño de redes LAN | 17 |
| 3.2.1 Arquitectura de red..... | 18 |
| 3.2.2 Diseño Jerárquico de Redes | 19 |
| 3.2.2.1 Core..... | 21 |
| 3.2.2.2 Distribución | 21 |
| 3.2.2.3 Acceso | 21 |
| 3.3 Comunicaciones Multicast | 22 |
| 3.4 Webcast | 25 |
| 3.4.1 Mejora de un servicio Webcast..... | 26 |
| 3.4.2 Calidad de Experiencia de Usuario | 27 |
| 3.5 Métrica IETF | 29 |
| 4. DESARROLLO | 30 |

| | |
|--|----|
| 4. 1 Inicio del proyecto | 30 |
| 4.2 Identificación de las necesidades | 30 |
| 4.2.1 Productos a Entregar..... | 31 |
| 4.2.2 Exclusiones | 32 |
| 4.2.3 Supuestos..... | 32 |
| 4.2.4 Criterios de éxito..... | 33 |
| 4.2.5 Análisis de involucrados..... | 33 |
| 4.3 Diseño de la solución | 34 |
| 4.3.1 Definición de métrica | 35 |
| 4.3.2 Nueva definición de configuración base..... | 36 |
| 4.3.3 Selección y actualización de cinco sitios importantes de INTEL..... | 38 |
| 4.4 Ejecución de la Propuesta | 38 |
| 4.4.1 Evolución de la métrica | 39 |
| 4.4.2 Progreso del nuevo estándar de dispositivos LAN | 41 |
| 4.4.3 Actualizaciones por sitio..... | 42 |
| | |
| 5 RESULTADOS | 44 |
| | |
| 5.1 Resultados obtenidos por los reportes de la nueva métrica | 44 |
| 5.2 Mayores velocidades en Enlaces entre dispositivos LAN | 46 |
| 5.3 Beneficios derivados de las acciones ejecutadas | 46 |
| 5.4 Resultados en números | 49 |
| | |
| 6 CONCLUSIONES | 51 |
| | |
| 6.1 Del Proyecto | 51 |
| 6.2 Lecciones Aprendidas | 53 |
| | |
| 7 BIBLIOGRAFÍA | 57 |
| | |
| 8 ANEXOS | 60 |
| | |
| 8.1 Anexo 1 | 60 |
| 8.2 Anexo 2 | 61 |

8.3 Anexo 3..... 61
8.4 Anexo 4..... 62
8.5 Anexo 5..... 63

1. CONTENIDO

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 - listado de los cinco sitios con más pérdidas de paquetes en Julio 2013 | 36 |
| Tabla 2 – Avances en la implementación de nuevo estándar LAN | 42 |

Índice de ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1 - Capas del modelo de referencia OSI | 13 |
| Ilustración 2 - Dirección IP en su notación binario y decimal | 16 |
| Ilustración 3 - Tipos de direcciones IP | 17 |
| Ilustración 4 – Jerarquía de tres niveles en una red corporativa | 20 |
| Ilustración 5 - ejemplo configuración multicast | 23 |
| Ilustración 6 - arquitectura de webcast | 25 |
| Ilustración 7 - Análisis de involucrados | 34 |
| Ilustración 8 - Cambios requeridos para nueva configuración base | 37 |
| Ilustración 9 - Selección de sitios a actualizar | 38 |
| Ilustración 10 - Concepto de nueva métrica | 39 |
| Ilustración 11 - Método de medición de nueva métrica | 40 |
| Ilustración 12 - iteraciones de la métrica | 41 |
| Ilustración 13 - desglose de actualizaciones por sitio | 43 |
| Ilustración 14 - Gráfica de reporte con nueva métrica | 45 |
| Ilustración 15 - Número de sesiones dentro de la métrica "LAN Watch List" | 47 |
| Ilustración 16 - Porcentaje de sesiones en "LAN Watch List" VS. Sesiones con pérdida de paquetes | 48 |
| Ilustración 17 - Sumatoria de paquetes perdidos en la "LAN Watch List" | 49 |

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Consideraciones de Confidencialidad

El presente trabajo omite diversos nombres, correos, direcciones y otra información sensible por cuestiones de confidencialidad de la empresa donde se realizó el proyecto del cual deriva el presente estudio de caso. A lo largo del documento se podrán encontrar secciones ocultas o nombres modificados para respetar lo anterior.

2.2 Antecedentes

INTEL es una empresa multinacional de origen estadounidense con sede principal en Santa Clara, California, cuenta con presencia en todo el mundo, fundada en 1968 y se dedica principalmente al diseño, manufactura y venta de componentes para computadoras y productos relacionados; como lo son microprocesadores, chipsets, tarjetas madre y productos de conectividad.

La compañía opera mediante cinco segmentos: “*Client Computing, Data Center, Internet of Things, Software & Services and All Other*”¹ (Forbes, 2016). Con los cuales cubre desde productos para computadoras personales hasta recientes soluciones orientadas a dispositivos móviles sin dejar fuera temas como la seguridad y el software embebido.

¹ Traducción del Autor: Computo de usuario final, Centros de Datos, Internet de las Cosas, Software y Servicios; y Todo los Demás.

En una compañía como INTEL que cuenta con más de 100,00 empleados, ventas superiores a los 55 billones de dólares y presencia en más de 58 países (Forbes, 2016) la comunicación interna se vuelve un factor crítico de éxito.

Con el objetivo de brindar una comunicación eficiente, en el año 2001 se implementó un servicio de *webcast*² dentro de INTEL con el objetivo de transmitir en tiempo real mensajes de la dirección hacia el personal de la compañía generando ahorros en desplazamiento de personal y garantizando no afectar la operación normal de la compañía.

Una vez implementando el proyecto original y dado los resultados obtenidos, el servicio de *webcast* se empezó a utilizar con nuevos propósitos como fue la transmisión de mensajes desde otras instancias y hacia diferentes públicos, provocando un uso mucho mayor de la plataforma.

El incremento de usuarios, la configuración del servicio para realizar transmisiones de tipo *multicast*³, la falta del mantenimiento adecuado en diversos sitios, entre otros factores ha provocado que la calidad del servicio se vea disminuida.

Cronología histórica breve del servicio de *webcast* en INTEL:

² Un grupo de usuarios “sintonizan” una transmisión de video o de audio, desde una estación fuente multimedia. (Stallings, 2007)

³ Cada paquete es enviado a un grupo de dispositivos miembros de un mismo grupo. (Kurose & Ross, 2013)

- Septiembre 2001 – primera presentación utilizando webcast dentro de Intel.
- Julio 2002 – primera presentación formal del director de Intel a sus empleados.
- Julio 2003 – el servicio por primera vez logra una audiencia de 10, 000 usuarios en la red.
- Abril 2007 – el servicio inicial como se diseñó recibe por primera vez un proyecto de mejora, buscando solucionar problemas recurrentes, documentarlo y que el servicio formalmente quede a cargo del departamento de tecnologías de información.

2.3 Justificación

El uso generalizado de la plataforma de *webcast*, la carencia de homogenización de las redes locales (LAN) en cada sitio, la falta de actualización en los dispositivos de red; entre otros factores, han provocado que la experiencia del usuario respecto al servicio sea diferente según el sitio donde se encuentre. Creando la necesidad de mejorar cada una de las redes locales de los sitios de INTEL con el objetivo de ofrecer las condiciones adecuadas para el servicio de *webcast*.

2.4 Objetivo

Mejorar y actualizar varios segmentos de red de área local significativos para INTEL, como una prueba de concepto; mediante un análisis apropiado del estado actual del desempeño de la red para servicios *webcast* y cuidando que la experiencia de usuario sea satisfactoria.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Redes de computadoras

Para precisar la definición de redes de computadoras, es necesario consultar las definiciones de diversos autores, entre ellas podemos encontrar las siguientes:

Stallings (1994), define en su manera más simple a una red de computadoras como “la forma de comunicación de datos que tiene lugar entre dos dispositivos que están directamente conectados de alguna manera mediante un medio de transmisión punto a punto. Aunque comúnmente, resulta impráctico que ambos dispositivos estén directamente conectados”.

Por otra parte, existe otra postura que señala que una red se refiere a dos o más computadoras conectadas por algún medio a través del cual son capaces de compartir información. Cualquier red tiene una propiedad básica de proveer conexión entre las computadoras, es decir, se requiere de algún tipo de direccionamiento o identificación de los nodos. (Donahue, 2007)

Para Tanenbaum (2003) la definición de una red es “un conjunto de computadoras autónomas que pueden intercambiar información sin importar el medio físico por el cual se realice ese intercambio”. El mismo autor remarca la diferencia entre una red de

computadoras y un sistema distribuido en que el último es un conjunto de computadoras independientes que aparecen al usuario como un sistema único.

Por último, nuevamente Stallings (2007), sostiene que la solicitud es precisa, pues “la presión de los usuarios de computadoras por encontrar nuevas aplicaciones y funciones para sus sistemas de cómputo, así como encontrar maneras para comunicarlos, es irresistible. Esta demanda por conectividad se manifiesta en dos requerimientos específicos: la necesidad de software de comunicación y la necesidad de redes”.

Conjuntando estos conceptos, propongo la siguiente definición para una red de computadoras; se refiere al conjunto de sistemas de cómputo que necesitan compartir información con un fin específico, sin importar el medio físico y donde debe existir algún método de identificación para cada uno de los involucrados.

3.1.1 Clasificación de las redes de computadoras

Las redes se pueden distinguir por su alcance. Para Donahue (2007), “los ejemplos más comunes de tipos de redes definidas según su área de cobertura son: “*Local Area Network*” (LAN), “*Wide Area Network*” (WAN), “*Metropolitan Area Network*” (MAN) y “*Campus Area Network*” (CAN)”.

A. LAN

La definición en español es Red de Área Local. Para Donahue (2007) una red LAN es: “la red que está en un espacio limitado como un edificio o un solo piso. Usualmente una LAN, está bajo control de una misma compañía o la entidad que requiere usarla”.

B. WAN

Las Redes de Área Amplia (WAN), se refieren al tipo de red que sirve para interconectar a varias redes LAN localizadas en diferentes puntos geográficos y que por lo general se realiza utilizando un proveedor de servicios externo. Un ejemplo concreto de este tipo de redes sería la conexión entre diferentes oficinas de una misma empresa, distribuidas en diferentes ciudades. (Donahue, 2007)

C. MAN

Por sus siglas, en español se traduce como Red de Área Metropolitana; y Donahue (2007) lo define como “El tipo de red que puede conectar dos diferentes LANs o edificios que van más allá de un mismo campus, pero que se encuentran en la misma ciudad. Por ejemplo, una misma compañía que tiene oficinas en una misma zona metropolitana y requiere de un proveedor externo para lograr la conexión de las mismas”.

D. CAN

Red de Área de Campus por su traducción al español de sus siglas y se trata del tipo de red que conecta a dos redes LAN en un área no muy lejana, por ejemplo, un mismo campus. En este caso la misma entidad que gestiona las redes LAN, es la misma que tiene injerencia sobre el campus por lo que puede facilitar de los medios necesarios para lograr dicha interconexión. (Donahue, 2007)

3.1.2 Modelo OSI

Las diversas funciones que se ejecutan en una red de cómputo son complejas, por consecuencia, en 1984 la ISO⁴ desarrolla el estándar *Open System Interconnection* (OSI), un modelo que provee la arquitectura en la transmisión de datos a través de una red. Según Zimmermann (1990): “El objetivo de la SC16⁵ es el de estandarizar las reglas de interacción entre sistemas interconectados. Por lo tanto, el comportamiento externo de los sistemas abiertos deberá alinearse conforme a la arquitectura de la OSI mientras que la organización interna y el funcionamiento de dichos sistemas esta fuera del campo de acción de los estándares de la OSI.”

El modelo OSI es la representación lógica de los pasos necesarios para enviar datos, aclarando que este modelo no especifica cómo se debe realizar el envío y recepción de

⁴ ISO - International Organization for Standardization: Organización no gubernamental que desarrolla estándares para procesos y tecnologías.

⁵ Comité creado por la ISO para desarrollar el estándar OSI

los datos, sino solamente define qué es necesario, por lo tanto, diferentes protocolos pueden implementar funciones de manera distinta. Un ejemplo es el estándar abierto de “*Internet Protocol*” (IP) y el de “*Internetwork Packet Exchange*” (IPX) de Novell son implementaciones distintas de la capa de red. (Teare, 2008)

En la Ilustración 1 se muestran las diferentes capas del modelo OSI las cuales se describen a continuación.



Ilustración 1 - Capas del modelo de referencia OSI

- **Aplicación:** En esta capa se provee acceso al ambiente de red para los usuarios por medio de aplicaciones y también se provee por medio de servicios de información distribuidos. (Stallings, 2007)

Un protocolo de la capa de aplicación está distribuido entre múltiples sistemas; en clientes con aplicaciones que utilizan el protocolo para intercambiar paquetes de información con servidores los cuales tienen aplicaciones para procesar las

peticiones de los clientes. Los paquetes de información en la capa de información se conocen como mensajes. (Kurose and Ross 2012)

- **Presentación:** El propósito principal de la Capa de Presentación es el de proveer independencia a los procesos de las aplicaciones de las diferencias en la representación de datos, por ejemplo, la sintaxis. La Capa de Presentación puede ser específica a una aplicación en particular. (Zimmermann 1990)
- **Sesión:** Según Zimmerman (1990) “El propósito de la Capa de Sesión es el de proveer mecanismos para organizar y estructurar la interacción entre los procesos de las aplicaciones. En esencia esta capa provee la estructura para controlar la comunicación”.
- **Transporte:** La Capa de Transporte transporta mensajes de la capa de aplicación entre dos dispositivos. Provee una transferencia de datos de manera transparente y confiable entre dispositivos de red finales. Así mismo, garantiza recuperación de errores de inicio a fin y control de flujo. (Stallings, 2007)
- **Red:** La capa de red es la responsable de mover paquetes de red entre hosts. Estos paquetes se conocen como datagramas. Esta capa provee el servicio de entregar los segmentos de la capa de transporte hacia el host destino. Los dispositivos de red característicos en este nivel son los enrutadores. (Kurose and Ross 2012).

- **Enlace:** La finalidad de la Capa de Enlace es proveer la funcionalidad y los procedimientos para transferir datos entre entidades de red, así como detectar y posiblemente corregir errores que puedan ocurrir en la Capa Física. Protocolos típicos de esta capa son: HDLC para enlaces punto a punto y multipunto y Ethernet para redes locales. Los protocolos de esta capa son muy sensibles a la tecnología de transferencia. Mientras que en capas superiores existe un protocolo por capa, en las capas inferiores este no es el caso. Los dispositivos de red característicos en este nivel son los switches. (Zimmermann 1990)
- **Física:** encargada de la transmisión del flujo de bits sin estructura a través de un medio físico; se encarga de la parte mecánica, eléctrica, funcional y procedimientos que caracterizan el acceso al medio físico. (Stallings, 2007)

3.1.3 Direccionamiento IP

En redes de computadoras, existen varios tipos de direccionamiento con el fin de lograr la comunicación según su funcionalidad. Específicamente para la capa 3 del modelo OSI, la interconexión entre diferentes redes hace referencia al tipo de direccionamiento que permite la comunicación entre ellas por medio del protocolo de internet – IP.

IP en la versión 4, consta de direcciones de 32 bits las cuales se representan de forma decimal con puntos. La parte decimal de este término proviene de que cada byte (8 bits) de la dirección de 32 bits está representada con su equivalente en decimal (Odom, 2008).

La Ilustración 2 -Dirección IP en su notación binario y decimal, muestra una dirección IP en ambos formatos de notación.

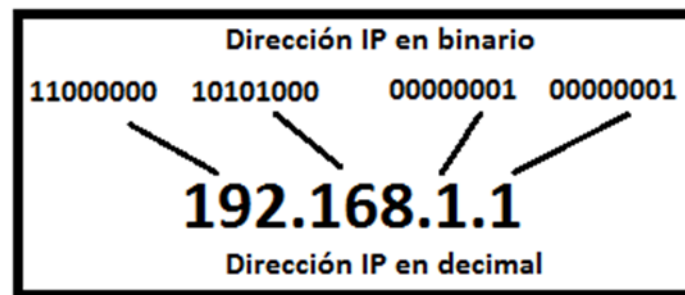


Ilustración 2 - Dirección IP en su notación binario y decimal

El protocolo IP, utiliza direcciones lógicas para transmitir datos entre nodos en una red. El RFC 791 (1981) establece que: “El protocolo de Internet ofrece para la transmisión de bloques de datos llamados datagramas de fuentes a los destinos, donde las fuentes y los destinos son hosts identificados por direcciones de longitud fija. El protocolo de Internet también proporciona mecanismos para la fragmentación y re-ensamblaje de datagramas largos, si es necesario”.

3.1.3.1 Tipos de direcciones IP

Dentro del protocolo de internet (IP) existen diferentes tipos de direcciones que permiten diferentes tipos de comunicación entre hosts.

- **Direcciones Unicast:** Es una dirección que identifica a un nodo único dentro de una red.
- **Direcciones Broadcast:** Es una dirección lógica en la cual todos los dispositivos conectados en un ambiente de red multi-acceso pueden recibir paquetes.
- **Direcciones Multicast:** Una dirección multicast es un identificador lógico para un grupo de hosts en una red. (Tanenbaum, 2003)

La Ilustración 3 - Tipos de direcciones, muestra de forma gráfica el funcionamiento de cada una de las direcciones anteriores. Los nodos en azul son los emisores, mientras que los nodos en verde son los receptores del paquete enviado por dicho emisor.

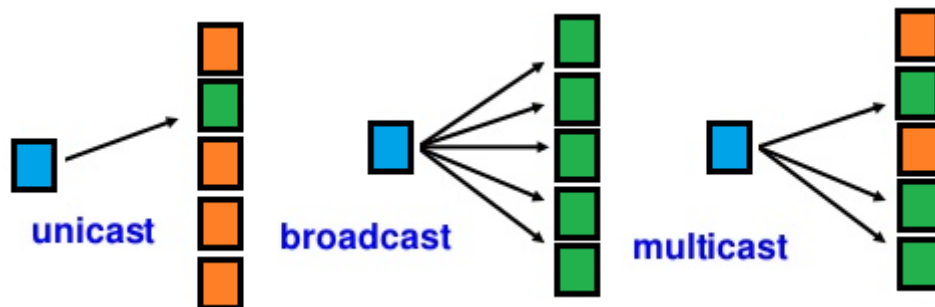


Ilustración 3 - Tipos de direcciones IP

3.2 Diseño de redes LAN

Existen diversos conceptos dentro del diseño de redes, a continuación, destaco dos de ellos los cuales se complementan:

El proceso de diseño de redes agrega los detalles de producto, proveedor, ubicación y configuración al modelo de arquitectura de la red. Todo el trabajo realizado durante la arquitectura, permite que el diseño se haga de manera más sencilla, reproducible y bien documentada. (McCabe, 2007)

Por otro lado, Oppenheimer (2011) menciona que “diseñar la topología de una red, es el primer paso en la fase lógica de cualquier metodología de diseño de redes. Para alcanzar las metas de escalabilidad y adaptabilidad del cliente, es importante iniciar creando una topología lógica antes de seleccionar productos físicos o tecnologías. Durante esta fase, también es necesario ubicar los puntos de interconexión de las diferentes redes, así como su tamaño y propósito; en base a esto definir el tipo de dispositivos que se deberán a utilizar para logrando”.

3.2.1 Arquitectura de red

La arquitectura de redes se refiere a aquella estructura de la red de alto nivel y que contempla todo de inicio a fin. También incluye la relación entre los mayores componentes de la red como el direccionamiento, las diferentes rutas, la gestión de la red, desempeño deseado y la seguridad. Es necesario mencionar, que es muy fácil confundir arquitectura con el diseño de la red, pues ambos coinciden al tratar de cubrir soluciones complejas basadas en los resultados de una fase de análisis de la red. Sin embargo, simplificando podemos considerar que el diseño es tan sólo la versión detallada de la arquitectura. (McCabe, 2007)

Desarrollar un componente de arquitectura de la red, consiste en determinar cada uno de los mecanismos que lo integran, entender cómo funciona cada mecanismo y también cómo se integra a un todo. Cada componente también, tendrá políticas asociadas con él.

También según McCabe (2007), “los componentes de la arquitectura son importantes pues son una descripción de cómo y dónde cada función de la red es aplicada dentro de la misma”. Entre ellos podemos encontrar:

- **Funciones:** representan una capacidad mayor de esa red, por ejemplo: direccionamiento/enrutamiento, gestión, desempeño y seguridad.
- **Mecanismos:** se refieren a los módulos hardware y software que ayudan a la red a lograr su función.
- **Relaciones internas:** consiste de las interacciones, protocolos y mensajes entre los mecanismos y son comúnmente utilizados para optimizar cada función de la red.

3.2.2 Diseño Jerárquico de Redes

Al tratar con redes corporativas de gran tamaño, para facilitar el diseño y comprensión, se sugiere utilizar un modelo jerárquico de tres niveles según sus propiedades: core, distribución y acceso. Dichos niveles están claramente delimitados y ejecutados en su funcionalidad por dispositivos diferentes. Tradicionalmente el ruteo es la función más

cara y lenta, por este motivo es llevada a cabo principalmente en el nivel de core.
(Donahue, 2007)

En la Ilustración 4 – Jerarquía de tres niveles en una red corporativa, se puede observar la relación de los tres niveles.

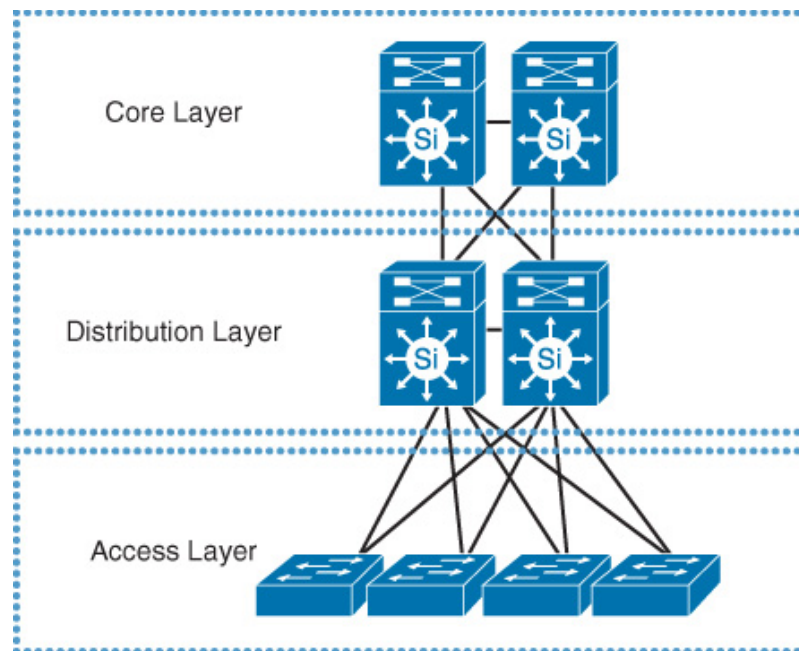


Ilustración 4 – Jerarquía de tres niveles en una red corporativa

El modelo jerárquico brinda el principal beneficio de diseñar redes de una manera modular y nos ayuda a hacerlas más predecibles. Las funciones dentro de cada capa son complejas e incluyen múltiples protocolos y tecnologías; por lo tanto, el modelo nos proporciona una versión entendible de una red y por lo tanto a decidir una manera apropiada de aplicar una configuración.

3.2.2.1 Core

Es literalmente el núcleo de la red, su única función es interconectar el tráfico tan rápido como sea posible y se encarga de llevar grandes cantidades de tráfico de manera confiable y rápido; por lo que la latencia y la velocidad son factores importantes en esta capa. Una de las principales características de los dispositivos de esta capa es alta confiabilidad, por lo que se debe considerar redundancia.

3.2.2.2 Distribución

Su principal función de enrutamiento; es el medio de comunicación entre la capa de acceso y el Core. Las funciones de esta capa son proveer ruteo entre diferentes redes, filtrado, calidad de servicio y determinar que paquetes deben llegar al Core.

3.2.2.3 Acceso

La principal función de *switching*; conecta a las computadoras o dispositivos finales de los usuarios. Los recursos más utilizados por los usuarios deben ser ubicados localmente y entre sus funciones están la continuación de control de acceso y políticas.

3.3 Comunicaciones Multicast

La forma más popular de comunicación utilizando el protocolo IP, es aquella que se da únicamente entre dos dispositivos en una red en particular. Pero IP también contempla direccionamiento que se refiera a un grupo de dispositivos en una o varias redes diferentes. Este tipo de direccionamiento se refiere como multicast y actúa de una manera de que los paquetes se envían desde una fuente a los miembros del grupo multicast (Stallings, 2007).

Algunas de las aplicaciones prácticas de multicast son:

- **Multimedia:** un número de usuarios “sintonizan” una transmisión de video o audio, desde una estación transmisora multimedia.
- **Teleconferencia:** un grupo de dispositivos forman un grupo multicast, el cual tiene la capacidad de que todos los miembros pueden transmitir y los otros miembros pueden recibir.
- **Base de datos:** todas las copias de un archivo replicado o base de datos son actualizados al mismo tiempo.
- **Cómputo distribuido:** los resultados inmediatos son enviados a todos los participantes.
- **Grupo de trabajo en tiempo real:** archivos, gráficos y los mensajes son intercambiados a lo largo de los dispositivos activos en el grupo multicast en tiempo real.

La implementación de multicast en el alcance de una LAN es sencilla. La complejidad viene en la ejecución en un ambiente corporativo, donde el grupo multicast está distribuido en diferentes redes, distintas ubicaciones geográficas y proveedores de WAN.

A continuación, en la Ilustración 5 - ejemplo configuración multicast, se puede observar un ejemplo de configuración de una implementación compleja de multicast. En donde se pueden encontrar diferentes enrutadores, se asigna un costo dependiendo el tipo de conexión entre ellos y con las siglas N se delimitan diferentes redes involucradas, N4 es clave pues es la red del proveedor WAN.

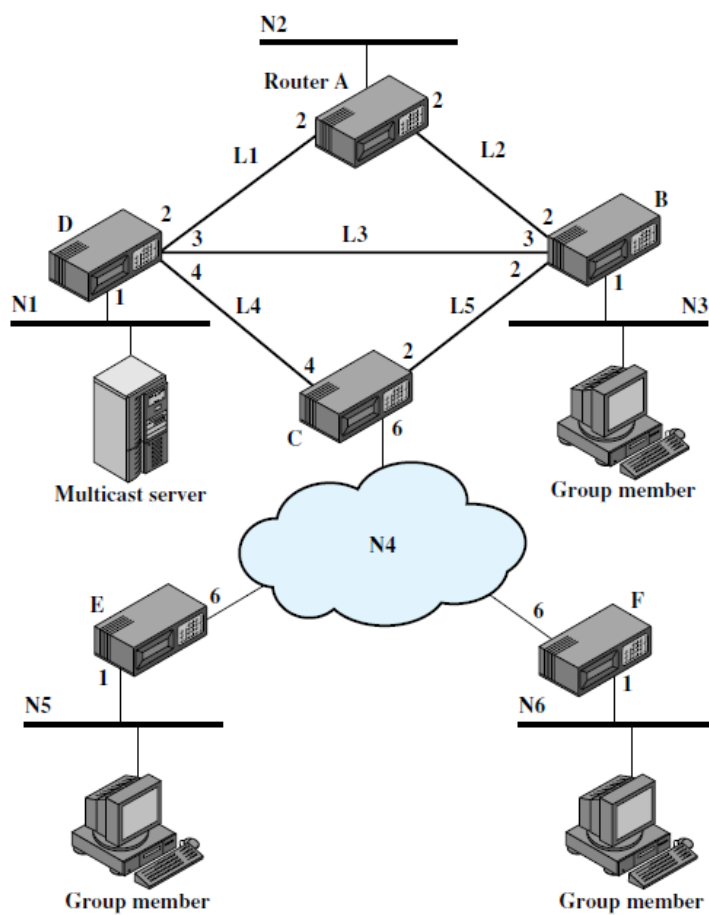


Ilustración 5 - ejemplo configuración multicast

La razón principal de usar una implementación multicast sobre unicast para una aplicación multimedia, según Oppenheimer (2011) es debido a que “existen ya múltiples estándares para multicast que optimizan la transmisión de multimedia sobre la red. Los estándares utilizan las técnicas multicast que evitan el tráfico extra causado por múltiples sesiones unicast punto a punto o flujos de tráfico broadcast. Dichos protocolos también definen cómo los enrutadores aprenden cuáles segmentos de red deben recibir el flujo multicast y cómo los enrutadores enrutan el tráfico multicast”.

Las aplicaciones multimedia obsoletas que no hacen uso de tecnologías multimedia mandan un flujo de datos a cada uno de los usuarios. Una alternativa a esta solución, es el envío de datos utilizando una dirección de broadcast⁶ como destinatario. La desventaja con esta aproximación es que el flujo de datos va a todos los dispositivos, incluso los que no tienen una aplicación para dicho flujo de datos. Este enfoque tiene un efecto negativo en el rendimiento para cada dispositivo de dicho segmento de red. Por último, con las tecnologías de multicast, un único flujo de datos se envía sólo a los dispositivos que los solicitan, optimizando así el uso del ancho de banda y la reducción de problemas de rendimiento en los dispositivos finales y de interconexión de redes.

⁶ Broadcast - difusión, transmisión de información de un emisor a múltiples receptores de manera simultánea.

3.4 Webcast

El concepto Webcast nace de las palabras web⁷ y broadcast. Un *webcast* es la tecnología de transmisión multimedia en redes de cómputo donde se transmite un audio o video en vivo, similar a un programa de televisión o una emisora de radio, pero en este caso, utilizando una red de cómputo. (Donahue, 2007)

La transmisión tradicionalmente se utiliza en una dirección, es decir, con una cámara de vídeo se filma al expositor y el video resultante puede ser compartido por un número indeterminado de usuarios concurrentes. En cualquiera de sus implementaciones, el webcast necesita una elevada capacidad de personalización de la plataforma, métricas de registro de utilización y capacidad de escalar fácilmente para soportar miles de usuarios concurrentes. (Batteram, et al., 2010)

La Ilustración 6 - arquitectura de webcast, muestra los elementos principales de una implementación tradicional de este tipo de servicios.

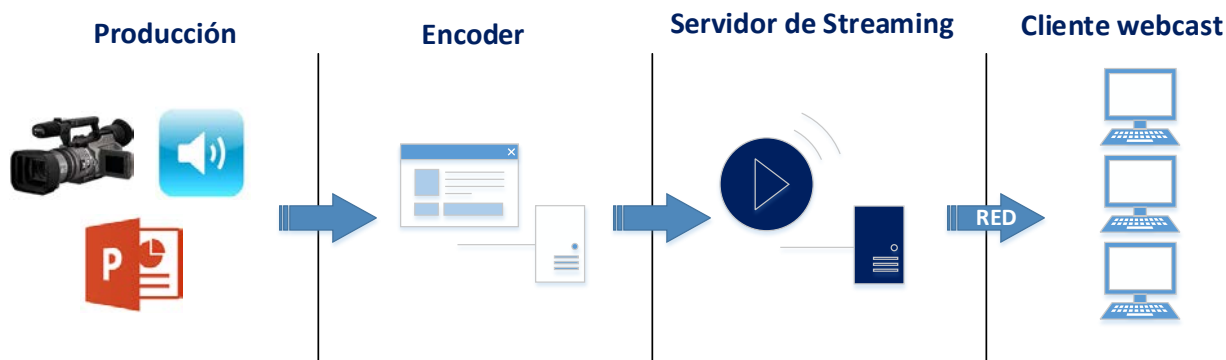


Ilustración 6 - arquitectura de webcast

⁷ WEB – expresión relacionada a WWW por sus siglas en inglés World Wide Web

3.4.1 Mejora de un servicio Webcast

El paradigma principal en la entrega de una buena experiencia para el usuario de redes de datos en la transmisión de video, es que el tráfico de multimedia ya no puede ser considerado de “mejor esfuerzo”, pues muchas de las aplicaciones requieren de alta calidad en el servicio para satisfacer las necesidades del usuario de la actualidad. Para este propósito, se propone una metodología para medir correctamente la QoE⁸ de este tipo de servicios que de antemano se saben que son subjetivos, pero aun así el autor considera pueden satisfacerse. (Batteram, et al., 2010)

La metodología consta de cinco pasos:

1. **Establecer los puntos de demarcación del servicio:** definición concreta de los puntos donde el servicio será medido, por lo general en el tiempo.
2. **Descomposición de la sesión de servicio:** separar el servicio en elementos medibles del servicio, cada uno debe ser perceptible por el usuario.
3. **Descomposición de la arquitectura de servicio:** análisis de la relación entre los elementos funcionales del servicio y los componentes de la arquitectura.
4. **Definición de la arquitectura de medición de QoE:** define los puntos de la arquitectura que serán medidas y si se requiere de equipo o interfaces para las mediciones.

⁸ QoE - Por sus siglas en inglés, Calidad de Experiencia de usuario.

5. Definición del contexto de la sesión y variables de entorno: las expectativas del cliente varían significativamente dependiendo el contexto o el ambiente en donde el servicio es usado.

3.4.2 Calidad de Experiencia de Usuario

La calidad de experiencia de usuario es definida como la métrica que mide qué tanto cumple una aplicación o un sistema con la expectativa del usuario. Este concepto es diferente con el concepto tradicional de calidad de servicio, el cual se enfoca en medir el desempeño de un sistema, o en términos de redes de computadoras, el desempeño de dicha red ante un servicio específico. Por lo tanto, la calidad de experiencia de usuario se enfoca en los efectos percibidos por el usuario como, por ejemplo: la degradación en la calidad de la voz o video. (Batteram, et al., 2010)

A manera de complemento, Möller & Raake (2014) resaltan que en el contexto de servicios de comunicación, la calidad de experiencia de usuario “es influenciada por contenido, estado de la red, los dispositivos, aplicaciones, expectativas del usuario y un contexto de uso”.

Los servicios multimedia en red deben ser evaluados como sistemas y en cuanto a la calidad de experiencia que entregan y acorde sus diferentes aplicaciones. Según Möller & Raake (2014), “si el sistema entrega contenido a consumidores humanos, como ejemplo el servicio de televisión basado en IP, entonces el servicio debe evaluarse en

base a la calidad de transmisión. Si el sistema facilita la comunicación entre dos humanos, ejemplo telefonía sobre una red IP, entonces el sistema deberá ser evaluado en base a la calidad de la conversación. Por último, si el sistema permite la interacción entre un humano y una máquina, ejemplo un sitio web, entonces deberá ser evaluado respecto a su usabilidad”.

La calidad de servicio está relacionada con la calidad de experiencia de usuario, sin embargo, no siempre es así. El reto para un proveedor de servicios está en encontrar las herramientas y procesos adecuados para alinear la calidad de servicio a nivel de red, junto a la calidad de experiencia de usuario, establecer niveles de sesión y tener la habilidad de controlarlos. Otro punto a considerar es que es común encontrar medidas en nodos individuales con una calidad de servicio aceptable, sin embargo, los usuarios aún pueden experimentar una calidad de experiencia de usuario inaceptable.

Los proveedores de servicios de redes en general, se habían enfocado siempre en determinar una apropiada gestión de la calidad de servicio, pero no de la calidad de experiencia de usuario. Para este fin, los proveedores utilizan un sistema de monitoreo que extrae métricas de desempeño de puntos críticos de los diversos dispositivos de la red, para así determinar el estado del servicio. Sin embargo, esta aproximación que se ha utilizado durante años en redes, no garantiza que el usuario resulte satisfecho acerca del servicio; por lo tanto, la mayoría de las veces no se atienden los problemas de red con la debida priorización. (Batteram, et al., 2010)

3.5 Métrica IETF

Por su naturaleza de tendencia subjetiva, a la métrica de calidad de experiencia de usuario en servicios multimedia en red, se le debe de encontrar la manera adecuada de medirla y que esto a su vez, permita a quien opera la red distinguir correctamente y así tomar las acciones apropiadas basadas en esos valores (Batteram, et al., 2010).

Así mismo, de acuerdo al estándar de la IETF (Estados Unidos Patente nº RFC6390, 2011), el cual describe un marco de referencia para desarrollar nuevas métricas de desempeño para protocolos y aplicaciones en tiempo real en una red. Hay al menos tres fases identificadas en dicho modelo para el desarrollo de estándares de desempeño.

Dichas fases son los siguientes:

1. Definición de la métrica de desempeño y su unidad de medida.
2. Especificación del método de medición.
3. Especificación del formato de reporte.

4. DESARROLLO

El desarrollo de este proyecto se llevó a cabo en tres fases: 1) identificación de las necesidades, 2) diseño de la solución y 3) ejecución de la propuesta. El contenido de las siguientes secciones, describe lo realizado durante el proyecto utilizando un ciclo de vida incremental, es decir, cada fase del proyecto terminada incorpora a los anteriores incrementos, funcionalidades y requisitos.

4.1 Inicio del proyecto

El proyecto inicia el **6 de febrero de 2013** cuando Sanjay R., principal arquitecto LAN de la compañía y líder del equipo de ingeniería LAN, expuso como uno de los temas de la junta semanal de este equipo, el estado actual del servicio *webcast* junto a los múltiples reportes de mal desempeño del servicio por usuarios de diferentes organizaciones y sitios geográficos. Solicitando crear un proyecto para realizar el análisis de la problemática y la implementación de soluciones a nivel LAN con el objetivo de mejorar el servicio. Para este proyecto se asignó al ingeniero David R. como líder por un periodo inicialmente de dos meses, solicitándole dedicar un 40% de su tiempo a este (Anexo 1).

4.2 Identificación de las necesidades

En esta fase del proyecto, se buscó entender más a fondo el estado del servicio de *webcast* respecto a la LAN, las actividades que los diferentes equipos realizaban para soportarla, cuáles eran las necesidades de mejora y la prioridad de estas.

El **11 de febrero 2013**, David R. sostuvo una reunión inicial vía telefónica con Sanjay, tras la solicitud de liderar el proyecto (Anexo 2), con la intención de comprender los objetivos, la dirección del servicio y establecer las expectativas iniciales del proyecto. Se acordó también, tener una junta cada mes para revisar los avances del mismo.

En una primera fase se definieron dos objetivos: identificar los productos a entregar para mejorar el servicio y la identificación de los beneficiarios a quienes impactaría este proyecto. Al finalizar con los objetivos anteriores, se planteó el alcance del proyecto basado en los productos a entregar, las exclusiones a considerar, algunos supuestos y la definición de los criterios de éxito.

4.2.1 Productos a Entregar

Los productos que el proyecto generará son:

- Documento con nueva configuración estándar incluyendo líneas precisas de configuración y hardware específico a utilizar para el servicio.
- Reporte de sitios afectados con problemas de red durante la sesión de *webcast*.
- Renovación de hardware de al menos cinco sitios importantes de Intel con problemas de desempeño durante sesiones de *webcast*.

4.2.2 Exclusiones

Las exclusiones que este proyecto considerará son:

- El proyecto existente está enfocado únicamente en dispositivos para la LAN, por lo que mejoras en la WAN, VPN o red inalámbrica no fueron consideradas.
- Las sesiones reportadas desde la LAN, con pequeñas cantidades de paquetes perdidos y/o casos de sesiones con grandes números son considerados casos especiales, por lo que deberán ser descartados.
- El proyecto no debe considerar fallas de otros elementos del servicio como lo son los reproductores de video, drivers, sistemas operativos, servidores de video, software, etc.
- Los sitios a ser mejorados no pueden ser de Asia, África y tentativamente tampoco de Europa o Sudamérica.

4.2.3 Supuestos

Los supuestos que este caso admitirá son los siguientes:

- La reducción de paquetes acompañará al mejor desempeño de la red junto al servicio de webcast.
- Existe un reporte del servicio que incluye entre diferentes datos los paquetes perdidos por sesión atendiendo el webcast.
- La única métrica existente que se toma en consideración actualmente, es el reporte de fallas por parte de los usuarios o la pérdida de paquetes durante la sesión.

- Existe actualmente una configuración base para equipos de red de área local, la cual no es vigente, ni cumple con las necesidades futuras.
- Los sitios principales serán considerados dentro de los Estados Unidos debido al origen de la compañía, por tener mayor impacto al negocio, contar con un mayor número de usuarios y tener el personal más crítico.

4.2.4 Criterios de éxito

El proyecto se considerará como exitoso si se logrará:

- Generar un nuevo estándar para LAN en cuanto a dispositivos de red mínimos indispensables para soportar correctamente el servicio de *webcast – multicast* y con al menos cinco años de vida.
- Corregir al menos cinco sitios importantes para la compañía en cuanto a configuración y/o hardware y que hayan experimentado problemas con el servicio de *webcast*.
- Generar un reporte eficiente con no más de sitios y segmentos de red con problemas ante el servicio de *webcast*.

4.2.5 Análisis de involucrados

Se realizó un análisis de los involucrados donde se pudieron identificar cuatro grupos diferentes: ejecutores, indiferentes, beneficiarios y opositores, los cuales interactúan con el proyecto conforme se observa en la Ilustración 7 - Análisis de involucrados.

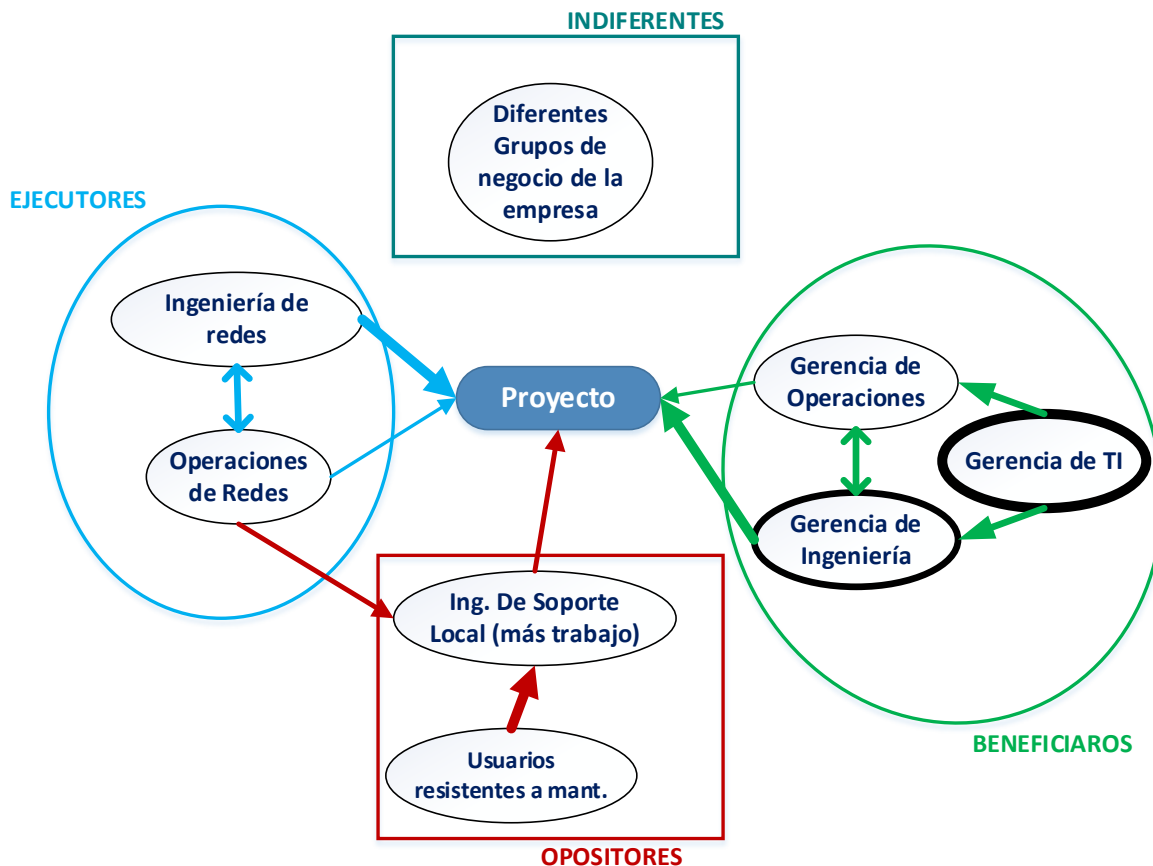


Ilustración 7 - Análisis de involucrados

4.3 Diseño de la solución

La solución propuesta se compone de tres partes: 1) la definición de una nueva métrica con la cual se pudiera medir adecuadamente el desempeño de la red ante este tipo de sesiones webcast, 2) una nueva configuración base en hardware y software, considerada como estándar en la organización para cualquier sitio que desee un servicio óptimo y 3) la selección de cinco sitios importantes de INTEL para implementar el estándar y evaluar los resultados.

4.3.1 Definición de métrica

Al inicio del proyecto, se contaba con un reporte del servicio que incluía información genérica de los usuarios que se habían unido al *webcast*. Dicho reporte era obtenido directamente del servidor que genera el video, es decir, donde se reciben todas las conexiones; proporcionando una gran cantidad de información por sesión sin ningún tipo de análisis o manejo estadístico, distribuida en un total de 82 campos. Dicho reporte se puede observar en el Anexo 3.

Se realizó un primer intento para correlacionar la información del reporte y así detectar problemas a nivel de LAN. Entre los datos que se pudieron utilizar para parametrizar el desempeño de la red ante el servicio destacan: la dirección IP de la red, datos del usuario, ubicación geográfica, número total de paquetes transmitidos, perdidos y recuperados durante la sesión. El resultado fue conveniente para un análisis inicial, pues la manipulación de dicha información arrojaba un nuevo reporte con el listado de los sitios con gran cantidad de paquetes perdidos y poder ejecutar acciones concretas de mejora en los sitios adecuados.

A continuación, en la Tabla 1 - listado de los cinco sitios con más pérdidas de paquetes en Julio 2013, se puede observar un ejemplo del tipo de conclusiones que se podían sacar por sesión, obteniendo una correlación de los sitios con mayor número de paquetes perdidos; en este caso específicamente estos cinco sitios contenían el 91% de las pérdidas de paquetes ocurridas en la LAN.

| Top 5 - LAN – Suma de paquetes perdidos | | % total de LAN | |
|--|---------|-----------------------|------------|
| 1 | 221,628 | Arizona, Ocotillo | 49% |
| 2 | 104,719 | California, Folsom | 23% |
| 3 | 40,939 | Oregon, Ronler Acres | 9% |
| 4 | 37,067 | Oregon, Jones Farm | 8% |
| 5 | 12,264 | Arizona, Chandler | 3% |
| 416,617 | | | 91% |

Tabla 1 - listado de los cinco sitios con más pérdidas de paquetes en Julio 2013

4.3.2 Nueva definición de configuración base

El servicio de *webcast* solo se ofrece en las LAN del ambiente de oficina, es decir, en donde los empleados utilizan la red como un recurso que habilita la comunicación en todos los niveles y permite el acceso hacia las aplicaciones de productividad de la organización.

Para las redes LAN de oficina existe una configuración base (Anexo 4), la cual se utiliza como referencia de los equipos de infraestructura a utilizar y la configuración de estos con el fin de que la red se encuentre en su estado óptimo. Esta configuración se audita de forma periódica con el fin de garantizar que se respete en los diferentes sitios.

La configuración base se actualizó únicamente en cuanto a las especificaciones de los equipos, principalmente switches, dado que se detectó que en algunos de los sitios

existían equipos con una baja capacidad de *bandwidth*⁹, *throughput*¹⁰ y/o tamaño de *buffer*¹¹ en cada uno de sus puertos.

La actualización propuesta consideró mantener al mismo fabricante de equipos y definió que los equipos deberán soportar puertos de 10Gbps y contar con un buffer de tamaño adecuado. Esto con el fin de aprovechar el soporte y entrenamiento que había con el fabricante, garantizar la capacidad de los equipos para los requerimientos de la empresa y una vida útil de al menos 5 años. En la Ilustración 8 - Cambios requeridos para nueva configuración base, se muestran los principales cambios a considerarse en cuanto a dispositivos de LAN, al implementar el nuevo estándar.

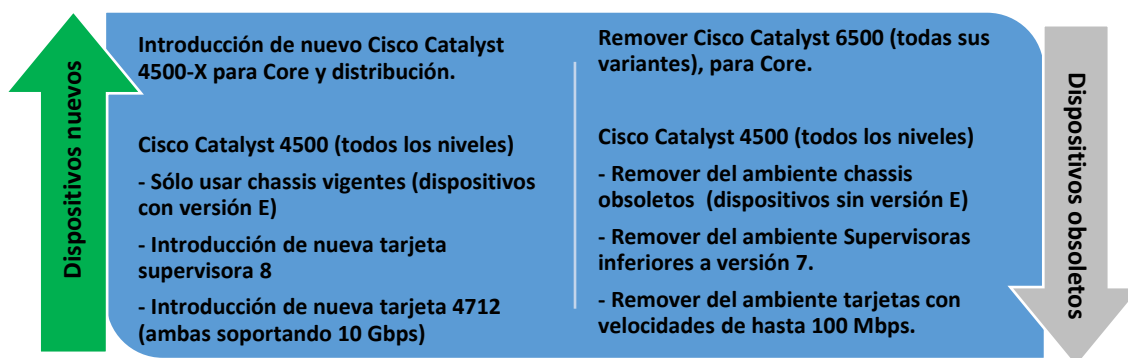


Ilustración 8 - Cambios requeridos para nueva configuración base

⁹ Un rango de frecuencias se llama banda, la anchura de la misma se le denomina “bandwidth”. (Donahue, 2007)

¹⁰ En un enlace digital es el número de posibles transiciones de estado por segundo. (Donahue, 2007)

¹¹ En contexto de redes de cómputo, es sólo memoria especialmente asignada para comunicaciones. (Goralski, 2009)

4.3.3 Selección y actualización de cinco sitios importantes de INTEL

La selección de los sitios a ser utilizados fue resultado de la combinación de tres criterios principalmente: 1) la implementación de la nueva métrica “*LAN Watch List*”, 2) la recurrencia de problemas de red y 3) la importancia de los sitios respecto a la organización. En el primer caso, dicha métrica consideró un reporte en el cual se pudiera observar los sitios con problemas reales de pérdidas de paquetes en la red por servicio de *webcast*, este reporte junto a los reportes de usuarios y su debido análisis histórico es la resultante del segundo criterio. Por último, el nivel de criticidad del sitio calculado por: el número de empleados por campus, número de vicepresidentes por campus, ubicación geográfica, grupo de negocio predominante en el campus, entre otros. A continuación, la Ilustración 9 - Selección de sitios a actualizar, contiene la lista definitiva de sitios que fueron seleccionados.



Ilustración 9 - Selección de sitios a actualizar

4.4 Ejecución de la Propuesta

El progreso en cuanto a la ejecución de la propuesta del proyecto obedeció a un ciclo de vida del tipo incremental, es decir, se fueron liberando periódicamente prototipos de los productos a entregar mediante iteraciones. A continuación, se detallan las diferentes etapas que se siguieron para cada uno de los entregables.

4.4.1 Evolución de la métrica

Al concluir la etapa inicial, se determinó que el reporte inicial no era suficiente para mejorar la red LAN respecto al servicio de *webcast*, pues éste incluía información que no era certera, es decir, las sesiones en donde la mayoría de los paquetes se perdieron, o bien, en donde los paquetes perdidos eran mínimos; estaban considerados como sitios con problemas potenciales. Sin embargo, la experiencia arrojaba algo distinto, pues las sesiones con grandes números de pérdidas eran sinónimos de problemas concretos en las computadoras de los usuarios y las que tenían números muy pequeños de pérdidas, se podían asociar a múltiples razones, sin que esto tuviera relación con el desempeño de la red LAN.

Por lo anterior, durante el proyecto surgió la necesidad de crear una métrica que midiera de manera más confiable este servicio complejo y que el reporte final arrojara datos más concluyentes. Usando el marco de referencia propuesto por la IETF para el desarrollo de métricas de desempeño para protocolos y aplicaciones en tiempo real en una red se realizó la definición de la métrica en tres fases:

1) Definición de la métrica y su unidad de medida.

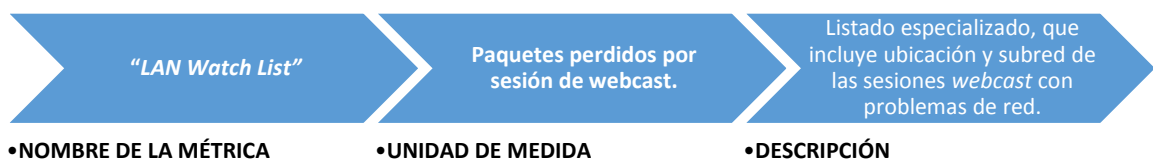


Ilustración 10 - Concepto de nueva métrica

2) Especificación del método de medición. La fórmula tomaba en cuenta dos tipos de sesiones del servicio de *webcast* desde la LAN: 1) las que tuvieran un porcentaje menor al 20% de paquetes perdidos sobre el total los transmitidos y 2) las que tuvieran más de 100 paquetes perdidos.



Ilustración 11 - Método de medición de nueva métrica

3) Especificación del formato de reporte.

Al aplicar el criterio de la nueva métrica, se obtenía un listado concreto de sesiones con problemas de red que necesitaban atención. El reporte (Anexo 5) era una lista con varios campos: 1) segmento de red IP, 2) ubicación geográfica de la subred, 3) número de sesiones y 4) el número de paquetes perdidos en total desde ahí. Al contar con este reporte, resultaba simple priorizar en base al número de pérdidas.

En la Ilustración 12 - iteraciones de la métrica, se observa la evolución que tuvo la creación de la métrica "LAN Watch List" a lo largo del proyecto hasta su versión final. Los factores por los cuales se dio la evolución entre la métrica 1, 2 y 3, fue la necesidad de encontrar los paquetes perdidos en la red, para así corregir esos sitios con problemas. No obstante, el avance hacia la métrica 4 y 5, ocurrió al incluir nuevos criterios que

llevaran hacia la erradicación de falsos positivos provocados sólo por el número de paquetes perdidos.



Ilustración 12 - iteraciones de la métrica

4.4.2 Progreso del nuevo estándar de dispositivos LAN

Al revisar los sitios con más problemas, se descubrió que tenían hardware obsoleto que requería actualización, inclusive algunos sitios contaban con equipos que habían alcanzado su “End of Life” por parte del proveedor y no existía soporte para ellos. En la Tabla 2 – Avances en la implementación de nuevo estándar LAN, se presentan las principales recomendaciones realizadas para la actualización de equipos:

| Descubrimiento | Recomendación |
|--|---|
| 1. En casi todos los sitios, las conexiones hacia puntos de acceso inalámbricos tienen una velocidad de 100 Mbps. | Migrar las conexiones entre los switches y puntos de acceso inalámbrico a la velocidad de 1 Gbps. |
| 2. En los sitios con mayor número de empleados, se observan enlaces saturados entre switches de distribución y core. | Migrar los enlaces entre los switches distribución y core, de 1 Gbps a la velocidad de 10 Gbps. |
| 3. Sitios importantes como Santa Clara, tienen como Switch core un equipo obsoleto, sin soporte por parte del proveedor y velocidades en los puertos no mayores a 1 Gbps. Catalyst 6500. | Cambiar de los equipos Catalyst 6500 hacia equipos aún vigentes 4500, aún con soporte del proveedor y que pueda tener puertos de hasta 10 Gbps. |
| 4. El estándar de todos los sitios para los switches de distribución tiene poco tiempo de vida y es costoso hacer una actualización de los módulos - Catalyst 4500 con chasis obsoleto. | Introducir un nuevo producto de nueva generación, con mayor tiempo de vida, soporte por parte del proveedor, menor precio y soportando velocidades de 10 Gbps por default. Catalyst 4500-X. |
| 5. El cableado estructurado en diferentes sitios es obsoleto, de categoría 3, por lo que no soporta velocidades mayores a 100 Mbps. | Migrar hacia cableado categoría 6A, para soportar velocidades hasta de 10 Gbps, cubriendo necesidades de hasta cinco años. |

Tabla 2 – Avances en la implementación de nuevo estándar LAN

4.4.3 Actualizaciones por sitio

Una vez obtenida la lista con los cinco sitios a ser renovados, se realizó un análisis por sitio para determinar cuáles eran las carencias de dicho sitio respecto al estándar del ambiente de oficina, recién actualizado y así determinar el equipo necesario a ser actualizado, obtener cotizaciones y solicitar aprobación del presupuesto.

La renovación del hardware en cada uno de los sitios fue muy distinta y totalmente independiente entre cada uno de ellos, siguiendo la secuencia de proceder con las actualizaciones al identificarse como un sitio elegido; el estado de obsolescencia de los equipos era diferente para cada uno de ellos, además de que el personal de operaciones que gestiona la LAN es distinto.

A continuación, se muestra la Ilustración 13 - desglose de actualizaciones por sitio, con la secuencia de cómo se procedió a actualizar los cinco sitios importantes para INTEL y en qué consistió dicha actualización para cada uno de ellos.

| 1. Santa Clara, CA | 2. Jones Farm, OR | 3. Folsom, CA | 4. Ocotillo, AZ | 5. Chandler, AZ |
|--|---|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Cableado estructurado a cat6A. • Cambio de switches Core. | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de switches de distribución. • Migración a 1 Gbps para puntos de acceso inalámbricos. | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de switches de distribución. • Migración a 1 Gbps para puntos de acceso inalámbricos. | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de switches core. • Migración a 1 Gbps para puntos de acceso inalámbricos. | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de switches de distribución. • Migración a 1 Gbps para puntos de acceso inalámbricos. |

Ilustración 13 - desglose de actualizaciones por sitio

5 RESULTADOS

Múltiples acciones fueron ejecutadas durante este proyecto con duración aproximada de un año y con el objetivo de mejorar diversos segmentos de redes LAN de la compañía para que el servicio de webcast funcionara correctamente. Entre ellas destacan las siguientes: 1) reporte efectivo de sitios y subredes de LAN experimentando problemas durante servicio *webcast* por medio la nueva métrica y 2) las actualizaciones en la infraestructura de LAN de diversos sitios para así mejorar indirectamente el servicio de *webcast*.

5.1 Resultados obtenidos por los reportes de la nueva métrica

Con la implementación de la métrica “LAN watch list” se lograron obtener reportes más confiables que permitieran identificar las subredes con problemas en la LAN para el servicio de webcast. Adicionalmente, permitió llevar el registro histórico de diferentes aspectos con el fin de realizar un análisis del desempeño de la red.

En el caso concreto de dicha métrica, se hizo de tres variables más para proveer de mayor contexto en el reporte: 1) el número total de usuarios que usaron el servicio desde la LAN, 2) cuántos de ellos experimentaron pérdidas de paquetes y 3) el número de usuarios que tuvieron problemas potencialmente causados por la LAN, es decir, cuantos entran dentro del criterio de la nueva métrica. A continuación, la Ilustración 14 - Gráfica de reporte con nueva métrica, muestra las otras variables y su evolución a lo largo del proyecto; el reporte permitía enfocarse en números específicos de sesiones con

problemas para el servicio de webcast y relacionados con el desempeño de la red. Y aunque en ocasiones se detectará aumento en el número de paquetes perdidos en la LAN, estos fueron causados por múltiples factores, sin embargo, se consideraron como resultados satisfactorios, pues el reporte arrojaba siempre un listado con no más de diez sitios con problemas.

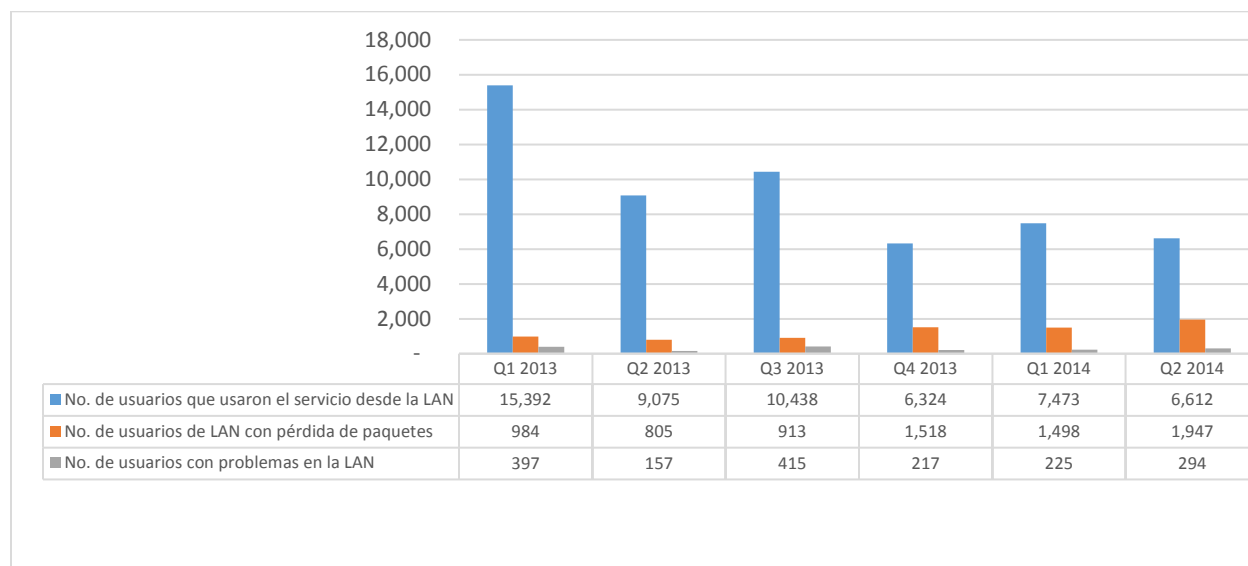


Ilustración 14 - Gráfica de reporte con nueva métrica

El número de usuarios con problemas se mantuvo con una tendencia a no sobrepasar más de 400 sesiones en no más de 10 segmentos LAN de INTEL y no pudo mantener siempre la tendencia a la baja debido a eventos específicos: 1) Q3 2013, hubo una falla importante de hardware en un dispositivo concreto del sitio de Ocotillo, AZ. Causando que ese solo sitio llegará a tener casi el 50% del total de paquetes perdidos de la LAN y 2) Q2 2014, donde se realizó la migración hacia el nuevo servidor de video de webcast que soportaba video de mayor definición, entre otros.

5.2 Mayores velocidades en Enlaces entre dispositivos LAN

El nuevo estándar para las velocidades de enlaces entre dispositivos LAN cambió para mejorar el desempeño de la red ante diversos servicios como, por ejemplo: el *webcast*. Entre los puntos específicos donde se realizaron cambios están los puntos de acceso a usuarios y puntos de acceso inalámbricos, que se actualizaron de Fast Ethernet, tecnología que soporta hasta 100 Mbps, a Gigabit Ethernet que soporta hasta 1 Gbps.

La conexión entre los switches de distribución y core también fueron actualizados, pues al inicio del proyecto, la velocidad considerada estándar entre los switches de distribución y core en cualquier oficina de INTEL era Gigabit Ethernet, es decir, soportaba hasta 1 Gbps. Pero como resultado de este proyecto, el diseño se modificó para soportar 10 Gigabit Ethernet, que soporta hasta 10 Gbps.

Estas dos actualizaciones en el diseño, generaron un nuevo proyecto de actualización de enlaces en toda la compañía el cual se asignó al grupo de operaciones.

5.3 Beneficios derivados de las acciones ejecutadas

Las sesiones que se determinaban como problemáticas en la LAN, se lograron reducir a un número mucho más manejable en comparación del reporte inicial con tan solo el

número de paquetes perdidos; logrando estabilizar dicho número de sesiones, para tener un número promedio por debajo de 300 utilizando de la métrica desarrollada en este proyecto, lo que significó una reducción de hasta del 38% sobre índices iniciales a la métrica. A continuación, la Ilustración 15 - Número de sesiones dentro de la métrica "LAN Watch List", se puede observar el comportamiento de la métrica con mayor detalle, considerando los eventos extraordinarios que causaron alzas, mencionados con anterioridad, pero que al final se consideraban buenos, pues solo incluían los reportes un listado de no mayor a diez sitios con problemas en la LAN.

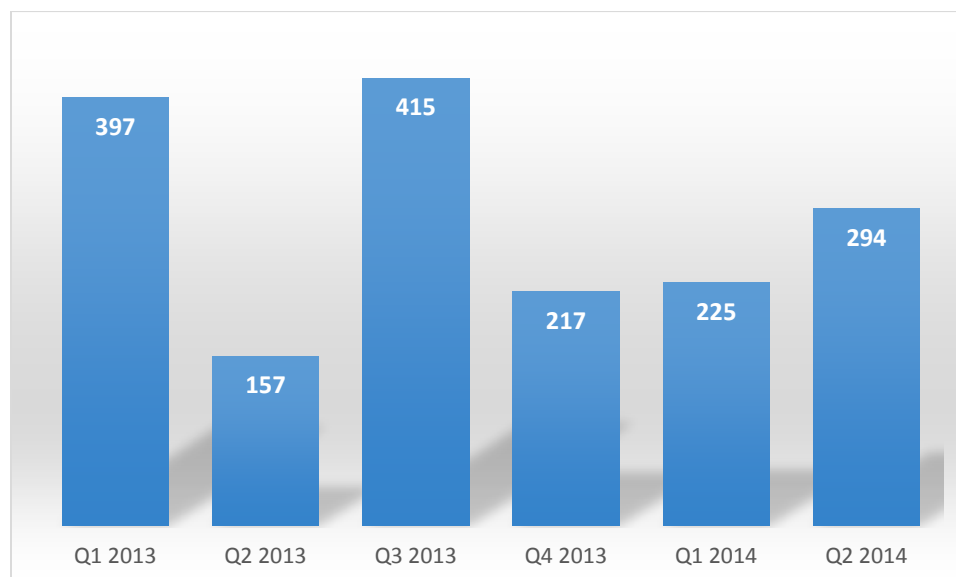


Ilustración 15 - Número de sesiones dentro de la métrica "LAN Watch List"

La validez de los criterios utilizados para generar la nueva métrica "LAN Watch List" se confirmaron al verdaderamente reducir los problemas en la LAN. Pues, aunque las sesiones con paquetes perdidos continuaron, los filtros utilizados permitieron descartar satisfactoriamente a aquellas no relacionadas con el desempeño del webcast en la red y enfocarse en la lista de no mayor a diez sitios con problemas en la LAN. A continuación,

se puede observar la Ilustración 16 - Porcentaje de sesiones en "LAN Watch List" VS. Sesiones con pérdida de paquetes, que muestra la relación de las sesiones con pérdidas y de ellas que porcentaje verdaderamente tenía problemas en la LAN.

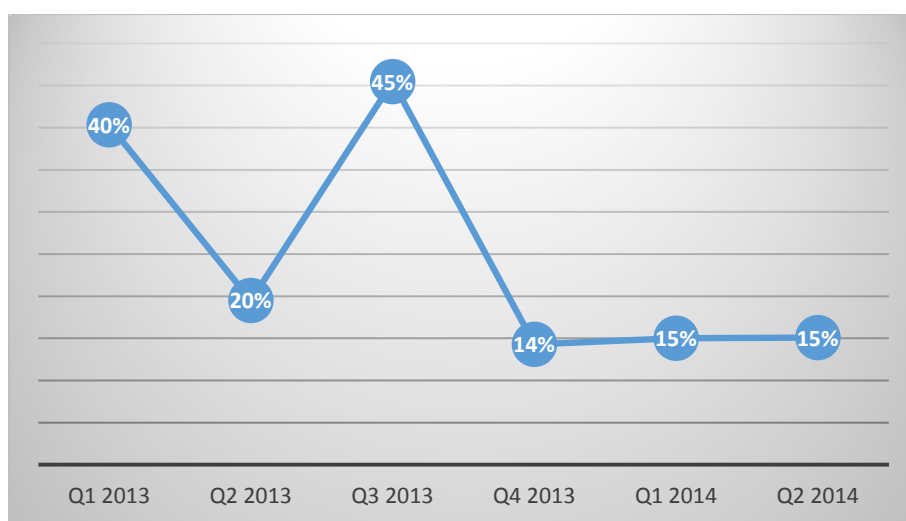


Ilustración 16 - Porcentaje de sesiones en "LAN Watch List" VS. Sesiones con pérdida de paquetes

También se pudo observar una mejoría considerable en cuanto a la sumatoria de paquetes perdidos dentro de la "LAN Watch List", ofreciendo números más saludables; es decir, junto al número de sesiones totales que lograron tener porcentajes promedio del 4% ateniendo dicha métrica, también junto a ese porcentaje se reflejó que el número total de paquetes perdidos fue considerablemente menor. A continuación, la Ilustración 17 - Sumatoria de paquetes perdidos en la "LAN Watch List" muestra el progreso.

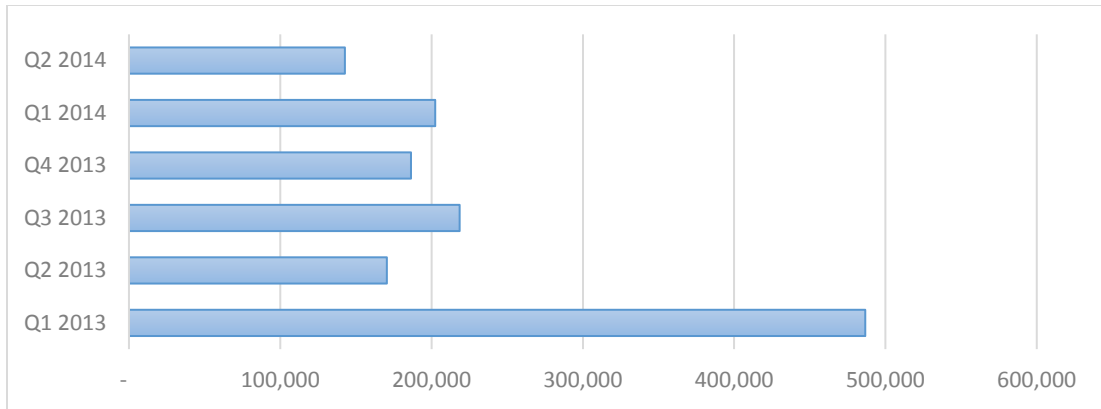


Ilustración 17 - Sumatoria de paquetes perdidos en la "LAN Watch List"

5.4 Resultados en números

- Debido a la definición del nuevo estándar a 1 Gbps para las conexiones entre puntos de acceso inalámbricos y switches, durante este proyecto, el grupo de operaciones migró alrededor de 200 conexiones.
- Al encontrar subredes con problemas de red, esto facilitó la localización de infraestructura obsoleta en la red en sitios críticos: cableado estructurado de tercera generación. Determinando un nuevo proyecto urgente de actualización para el grupo de operaciones, iniciando por la oficina principal de la compañía donde los vicepresidentes están localizados.
- Así mismo, debido a la definición del nuevo estándar de 10 Gbps para las conexiones entre switches principales de sitios de oficina con más de 3,000 empleados, el grupo de operaciones inició un proyecto de actualización de este tipo de enlaces en más de 20 sitios.

- Durante el proyecto, se detectó que la herramienta para auditar la configuración de dispositivos LAN, no siempre detectaba fallas para protocolo *multicast*. Por lo que se realizó un ajuste de reglas, corrigiendo más de 1400 errores puntuales, de configuraciones de diversos dispositivos de red que impedían en muchos casos que los usuarios logaran conexiones exitosas al servicio de webcast.
- La percepción de mejora del usuario se logró cuantificar y medir de dos maneras durante del proyecto: la primera fue totalmente nueva y se refiere al reporte de la métrica “LAN Watch List” y la segunda, fueron las encuestas rápidas al concluir el servicio, comenzaron a mostrar mejores calificaciones de satisfacción.

6 CONCLUSIONES

6.1 Del Proyecto

La complejidad de las redes de cómputo en nuestros días, han creado la necesidad de robustecer las diferentes áreas de la red, para así dar cabida a nuevos servicios que ponen a prueba a la calidad de cualquier arquitectura de red implementada.

La necesidad anterior, aunado una implementación de gran tamaño y las expectativas corporativas de innovación, dieron como resultado un proyecto con un interés concreto de mejora de la LAN en la compañía y así proveer un mejor servicio de webcast.

La nueva generación de redes que soportan servicios multimedia, debe entregar aplicaciones con alta calidad de experiencia de usuario. Muchos de los elementos de la red ya favorecen a la entrega de este tipo de servicios y ciertos elementos administrados proporcionan información acerca del rendimiento de los mismos. Sin embargo, estas medidas discretas no son suficiente para medir de manera adecuada a la experiencia de usuario, por lo que la creación de una métrica que generara un reporte confiable que reportara los problemas reales en la LAN afectando al servicio de webcast fue clave para poder mostrar progreso en este proyecto.

El impacto en la actualización al diseño LAN para este proyecto fue concreto, la configuración de los dispositivos de red, se mantuvo intacta; pero la mejora en el ámbito de hardware fue contundente, definiendo un nuevo estándar para las velocidades de enlaces entre dispositivos LAN y con esto iniciar la renovación de equipos en puntos críticos del diseño, como lo son los switches de distribución y core de las LAN para alinearse a dicho estándar.

La vida promedio de un diseño de LAN dentro de INTEL es de cinco años, por lo que este proyecto permitió detectar que había múltiples sitios dentro la compañía que se habían descuidado, desde el punto de vista de actualizaciones, por lo que se concretizó como una necesidad en esos sitios y así poder soportar los nuevos servicios multimedia de una manera satisfactoria.

También menciono que las actividades de análisis, selección y coordinación de la renovación de los sitios considerados como piloto del nuevo diseño de LAN, en cuanto a dispositivos de red; fue efectivamente una manera de demostrar que el diseño anterior necesitaba ser actualizado, ya que los dispositivos que se encontraban en ese momento en la LAN, no estaban preparados para la entrega de calidad en la experiencia de usuario al usar servicios multimedia en la LAN y la selección de la nueva generación de dispositivos tuvo como requisito de contar con la tecnología apropiada para soportar el servicio de webcast junto a la demanda del tráfico normal en la red. Por lo que, para la

elección y arquitectura, se siguió la recomendación formal del proveedor, tomando en cuenta solo dispositivos de última generación en el diseño.

Por último, aunque el proyecto comenzó con una naturaleza técnica que contemplaba el mejoramiento de los segmentos de LAN de INTEL, mediante el análisis de la configuración de diferentes redes, correlación basada en reportes de usuarios y análisis de desempeño de la red por medio del reporte del servicio. La evolución del proyecto llevó a entender que, para lograr resultados significativos, el enfoque del proyecto debía cambiar a contemplar otras variables como la calidad de experiencia de usuario, la forma de medir la evolución del desempeño de la red ante el servicio y la generación de un nuevo modelo de LAN que satisficiera los nuevos requerimientos de la red.

.

6.2 Lecciones Aprendidas

De manera personal, este proyecto no solo amplió mi conocimiento técnico como arquitecto de red por medio de la utilización de protocolos *multicast* para soportar video; también fomentó mis habilidades de gestión para poder dirigir un proyecto que involucraba múltiples recursos técnicos, aumentó mi involucramiento en las distintas líneas de negocio de la compañía e impulsó la creación de métricas para medir desempeño de un servicio complejo y subjetivo, como lo es el *webcast*.

Hacer un cambio de perspectiva del alcance del proyecto, que al inicio era técnico y se transformó a algo más complejo contemplando otras variables para lograr mejores resultados; fue una decisión arriesgada, que pudo comprometer al objetivo primario del proyecto. Sin embargo, el contemplar a todo el entorno alrededor de la LAN entregando un servicio, favoreció a una ejecución más apropiada que entregaba mejores resultados a largo plazo, así como la demostración de liderazgo necesario para concretar las múltiples acciones que involucraron a este proyecto; dicha cualidad es algo que se exige como tal a cualquier miembro del equipo de ingeniería responsable del mismo.

Destaco también, la participación de este proyecto a manera de caso de éxito dentro de un documento para el departamento de TI¹² de INTEL México, posteriormente se presentó dentro del ciclo de conferencias de dicho grupo en Guadalajara en el 2014. Cabe mencionar que el documento original, tuvo que ser sometido a evaluación por parte del consejo de gerentes locales de TI, para posteriormente ser elegido como un proyecto que formara parte de dicho ciclo de conferencias. Al final, después de la presentación, el proyecto fue reconocido por el impacto que generó a nivel global desde Guadalajara y se otorgó un premio a manera de agradecimiento.

Finalmente, es importante mencionar que no todo fue positivo durante el proyecto, por lo que a continuación expongo algunos puntos de mejora que considero ayudarían a tener una mejor planeación y ejecución de este tipo de proyectos.

¹² Tecnologías de Información

- **Mejor definición de requerimientos inicialmente:** la asignación repentina, la falta de experiencia en la organización y el poco involucramiento en el funcionamiento del servicio de webcast dentro de la compañía, dieron como resultado una incorrecta recolección inicial de requerimientos.
- **Reducir el número de sitios a ejecutar el piloto:** al inicio el objetivo contemplaba una mayor área de cobertura como meta, para demostrar un mejor alcance. Cada sitio tiene sus propias variables y esto dio como resultado que la conclusión del proyecto se prolongara. Por lo tanto, reducir de cinco a tres sitios únicamente, hubiera arrojado el mismo resultado, pero una conclusión más rápida.
- **Incorporación anticipada de métrica de desempeño:** el descubrimiento de que la manera como se estaba midiendo el desempeño de la red ante el servicio inicialmente no era lo suficientemente preciso, tomó alrededor de seis meses. Por lo tanto, de haber anticipado la necesidad de una nueva métrica, se hubieran encontrado sitios con problemas de red antes.
- **Identificación previa puntos de congestión en dispositivos de LAN:** al inicio del proyecto era natural pensar en congestión de ancho de banda para asociarlo a mal desempeño de la red al momento de ocurrir sesiones de *webcast*. Sin embargo, esto en la mayoría de los casos, no fue evidente encontrar pues la saturación ocurría a nivel buffer de los puertos.
- **Priorización adecuada de los recursos:** aunque la visibilidad del resultado del proyecto era evidente para los usuarios de múltiples grupos de negocio, la realidad

fue que, al interior del proyecto no todos los recursos estaban alineados en cuanto a la prioridad debida del proyecto. Esto causaba constantemente retrasos al momento de ejecutar implementaciones o mejoras en los dispositivos de LAN, por lo que se pudo mejorar la comunicación hacia todos los involucrados desde un inicio, para establecer correctamente el nivel de expectativas requerido.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Batteram, H., Damm, G., Mukhopadhyay, A., Philippart, L., Odysseos, R., & Urrutia-Valdés, C. (2010). Delivering Quality of Experience in. *Bell Labs Technical Journal* 15(1), 175-194.
- Clark, A., & Claise, B. (2011). *Estados Unidos Patente nº RFC6390*.
- Davies, J. (2008). *Windows 2008 TCP/IP Protocols and Services*. Redmon, Washington, EUA: Microsoft Press.
- Donahue, G. A. (2007). *Network Warrior*. Sebastopol : O'Reilly Media Inc.
- *Forbes*. (02 de 23 de 2016). Obtenido de Forbes The world Most Valuable Brands: <http://www.forbes.com/companies/intel/>
- Goralski, W. (2009). *The illustrated network* . Burlington, MA: Morgan Kaufmann.
- Information Sciences Institute University of Southern California. (Septiembre de 1981). RFC 791. Marina del Rey, California, EUA. Obtenido de IEFT Tools: RFC 791: <https://tools.ietf.org/html/rfc791>

- Kurose, J., & Ross, K. (2012). *Computer Networking: a top down approach*. New Jersey: Pearson.
- Kurose, J., & Ross, K. (2013). *Computer Networking A top-Down Approach*. Harlow: Pearson Education.
- McCabe, J. D. (2007). *Network Analysis, Architecture, and Design*. Burlington, MA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Möller, S., & Raake, A. (2014). Quality of Experience: Terminology, Methods and Applications. *DE GRUYTER*, 255-263.
- Odom, W. (2008). *CCENT/CCNA ICDN1 Official Examan Certificacion Guide*. Indianapolis: Cisco Press.
- Olifer, N., & Olifer, V. (2009). *Redes de Computadoras*. Mexico, DF: McGraw-Hill.
- Oppenheimer, P. (2011). *Top-Down Network Design*. Indianapolis: Cisco Press.
- Stallings, W. (1994). *Data and Computer Communication*. Englewood Cliffs, NJ: Macmillian.
- Stallings, W. (2007). *Data and Computer Communications*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.

- Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de Computadoras*. México: Pearson Education.

- Teare, D. (2008). *Authorized Self-Study Guide: Designing for Cisco Internetwork Solutions (DESGN), Second Edition*. Indianapolis: Cisco Press.

- Zimmermann, H. (1990). OSI Reference Model - The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection. *IEEE Transactions*, 425-432.

8 ANEXOS

8.1 Anexo 1

| | |
|------------------------|--|
| Correo original | <p>From: Quimby, Dan Sent: Wednesday, February 06, 2013 1:22 PM To: R [redacted], Sanjay; B [redacted], Carlos; H [redacted], Kevin K; C [redacted], Kevin P; [redacted], Liran; [redacted], Brad J; S [redacted], Mauricio; [redacted], Ramchandra; Rivera, David; [redacted], Daniel R Cc: [redacted], Yossi; B [redacted], Omri; E [redacted], Rami; S [redacted], Gilad; [redacted], Roy; [redacted], Avigail; T [redacted], Pavel; [redacted], Eli; C [redacted], Patrick; Ho, [redacted], N [redacted], S; [redacted], Li; [redacted], Daryl M; C [redacted], Joe A Subject: LAN CoE ww6 minutes</p> <ul style="list-style-type: none">• LAN Webcast discussion - not a project (yet)<ul style="list-style-type: none">• Kevin, Sanjay and Chandra met to talk about doing a 1Mbps stream for Webcasts• Lots of complaints about slide quality and no full screen quality• Yossi, let's have a discussion about the quality and get more data on the demand• End Goal is to get an HD capability before there is lots of demand.<ul style="list-style-type: none">○ We want to have it before the demand is great• Recall the recent conversations around video anywhere• Requirements we are shooting for<ul style="list-style-type: none">○ Real-time video call○ Support other sharing and basic work at the same time○ Attend a meeting with good video quality and ability to do normal work in a meeting• Looking for 2 days a week for 2 months from David to work on this<ul style="list-style-type: none">○ Can start in ww8 (training in ww7) |
| Traducción | <p style="text-align: right;">Miércoles 6 de febrero 2013.</p> <p>(parte de la minuta omitida por confidencialidad)</p> <ul style="list-style-type: none">• Discusión de Webcast en LAN<ul style="list-style-type: none">○ Kevin, Sanjay y Chandra se reunieron para hablar acerca de la opción de hacer flujos de 1 Mbps para webcasts.○ Hubo muchas quejas acerca de la calidad del servicio al usar modo de pantalla completa y al ver diapositivas.○ Yossi, tener una discusión acerca de la calidad y la demanda del servicio.○ La meta será tener un servicio de calidad de alta definición, antes de tener mayor demanda por él.<ul style="list-style-type: none">○ Tenerlo antes de que suceda esto.○ Recordar las conversaciones recientes de video en todos lados.○ Los requerimientos que estamos buscando:<ul style="list-style-type: none">○ Video llamada en tiempo real○ Soportar otros tipos de colaboración y el trabajo al mismo tiempo.○ Atender una junta con buena calidad de video y que el trabajo normal no se vea afectado.• Buscar que David dedique 40% de su tiempo a este proyecto.<ul style="list-style-type: none">○ Que empiece en la semana 8 (la 7 estará en entrenamiento). |

Anexo 1. Inicio de proyecto webcast, minuta de junta semanal grupo LAN

8.2 Anexo 2

| | |
|-------------------------------|--|
| <p>Correo original</p> | <p>From: R [REDACTED], Sanjay Sent: Wednesday, February 06, 2013 9:26 PM To: H [REDACTED] Kevin K <kevin [REDACTED]@intel.com>; Rivera, David <david.rivera@intel.com>; B [REDACTED] Omri <omri [REDACTED]@intel.com> Cc: Y Yossi <yossi [REDACTED]@intel.com>; Q [REDACTED], Dan <dan.q [REDACTED]@intel.com> Subject: RE: LAN CoE ww6 minutes</p> <p>Hi David For the webcast project after next week when you are ready, can you set up meeting between you me, Kevin and Omri to address issues. I will go over the data and things we need to do</p> <p>https://my.syncplicity.com/share/oolrruz1ik/2013_Q1_PSO_FM_Webcast_Statistics_All</p> |
| <p>Traducción</p> | <p style="text-align: right;">Miércoles 6 de febrero 2013.</p> <p>Hola David, Cuando estés listo para el proyecto de webcast, puedes agendar una junta entre tu, Kevin, Omri y yo para revisar los problemas. Yo revisaré los datos y cosas que tenemos que hacer. Enlace hacia el reporte de Webcast enero 2013</p> |

Anexo 2. Inicio de proyecto webcast, solicitud para realizar junta de arranque de proyecto.

8.3 Anexo 3

| Last Name | EmpNo | Subnet | IPAddress | frameRateHigh | DeptChgDate |
|--------------|-------|--------|---------------|---------------|-------------|
| Shunmugam | 26968 | 11-07 | 192.168.1.100 | 100 | 2013-01-01 |
| Sanjay | 26969 | 11-07 | 192.168.1.101 | 100 | 2013-01-01 |
| Omri | 26970 | 11-07 | 192.168.1.102 | 100 | 2013-01-01 |
| Kevin K | 26971 | 11-07 | 192.168.1.103 | 100 | 2013-01-01 |
| David Rivera | 26972 | 11-07 | 192.168.1.104 | 100 | 2013-01-01 |
| Yossi | 26973 | 11-07 | 192.168.1.105 | 100 | 2013-01-01 |
| Dan | 26974 | 11-07 | 192.168.1.106 | 100 | 2013-01-01 |

| Last Name | EmpNo | Subnet | IPAddress | frameRateHigh | DeptChgDate |
|------------|------------------|-----------|------------------|-----------------|-------------|
| First Name | EmpTypeCode | IPAddress | frameRateAverage | DeptCode | |
| Email | EntityCode | IPOct1 | framesSkipped | DeptFuncCode | |
| Login | GENIEmpClassCode | IPOct2 | lostPackets | DirectLaborCode | |

| | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| WWID | GENIEmpStatus | IPOct3 | receivedPackets | CDIStermDate |
| BusTitle | HrdName | IPOct4 | recoveredPackets | viewerID |
| Title | HrdWWID | trackingID | playerType | Region |
| CampusCode | Initials | viewersProgressID | playerVersion | Location |
| Department | LastUpdateDate | viewingStartTime | postCount | bitrate |
| OrgUnitCode | LengthOfService | viewingEndTime | LastPostCount | bufferingCount |
| GL_SUPER_GROUP_DESCR | Location | clipStartTime | isLive | bufferingTime |
| GL_GROUP_DESCR | LocCountryCode | clipEndTime | baseURL | frameRateLow |
| MgrWWID | LocCountryName | isFinished | presentationID | trck_dateStamp |
| MgrName | LongID | clipDuration | eventID | trackingInterval |
| BadgeType | MailStop | bandwidthLow | presentationDateID | |
| CellNum | ExportCountryCode | bandwidthHigh | trackdatetime | |
| Department | ExportCountryGroup | bandwidthAverage | lastDateTracked | |

Anexo 3. Reporte inicial de servicio webcast y cada uno de los 82 campos.

8.4 Anexo 4

INFORMATION
 TECHNOLOGY
 WORLDWIDE

LAN Config

! The following configuration can be used on any LAN router across the network

```

ip multicast-routing
ip pim rp-address 10.0.0.1 enforce-sparse-mode <= Ensure Sparse mode for all groups
!
! Commands that apply to all router interfaces
int FastEthernet 0/0
ip pim sparse-dense-mode
ip multicast rate-limit 2000 out
!
ip access-list standard enforce-sparse-mode
deny host 224.0.1.39
deny host 224.0.1.40
permit any
!

```

TRADUCCIÓN

! La siguiente configuración puede utilizarse en cualquier router de red LAN a través de la red.

--- dos líneas de configuración ---

¡ Comandos a aplicarse en todas las interfaces de los dispositivos.



Anexo 4. Configuración estándar de Intel para LAN.

8.5 Anexo 5

| Subnet | Locations | Sessions | LostPackets |
|------------|------------------------------|----------|-------------|
| 10.19.8 | California, Folsom | 7 | 3,682 |
| 10.19.95 | California, Folsom | 4 | 1,287 |
| 10.19.94 | California, Folsom | 6 | 996 |
| 10.223.188 | Indonesia, Surabaya | 4 | 2,256 |
| 10.223.178 | Indonesia, Surabaya | 6 | 2,068 |
| 10.223.176 | Indonesia, Surabaya | 3 | 906 |
| 10.223.180 | Indonesia, Surabaya | 5 | 819 |
| 10.223.4 | Indonesia, Surabaya | 3 | 705 |
| 10.227.35 | Japan -Tsukuba, Osaka, Tokyo | 25 | 20,640 |
| 10.227.34 | Japan -Tsukuba, Osaka, Tokyo | 6 | 6,502 |
| 10.227.64 | Japan -Tsukuba, Osaka, Tokyo | 4 | 1,216 |
| 172.30.119 | Malaysia, Penang | 3 | 4,439 |
| 172.30.190 | Malaysia, Penang | 5 | 4,022 |
| 10.21.65 | Oregon, Aloha | 3 | 2,761 |
| 10.21.64 | Oregon, Aloha | 4 | 2,011 |
| 10.21.68 | Oregon, Aloha | 4 | 1,483 |
| 10.22.230 | Oregon, Jones Farm | 9 | 10,022 |
| 10.24.33 | Oregon, Ronler Acres | 5 | 1,805 |
| 10.24.36 | Oregon, Ronler Acres | 5 | 1,643 |
| 10.24.37 | Oregon, Ronler Acres | 3 | 698 |
| 172.17.28 | PRC, Chengdu | 6 | 3,344 |
| 172.17.30 | PRC, Chengdu | 8 | 3,330 |
| 10.238.78 | PRC, Shanghai, Pudong | 7 | 3,344 |
| 10.238.33 | PRC, Shanghai, Pudong | 5 | 2,638 |
| 10.238.130 | PRC, Shanghai, Pudong | 8 | 2,123 |
| 10.238.128 | PRC, Shanghai, Pudong | 5 | 1,346 |
| 172.16.176 | PRC, Shanghai, Pudong | 7 | 1,128 |
| 10.239.196 | PRC, Shanghai, Pudong | 3 | 1,052 |
| 172.16.177 | PRC, Shanghai, Pudong | 4 | 814 |
| 10.68.168 | PRC, Shanghai, Zizhu | 5 | 1,779 |
| 10.234.252 | Venezuela, Caracas | 3 | 732 |

Anexo 5. Reporte de nueva métrica "LAN watch list" del servicio webcast, enero 2014.