

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA SOLUCIÓN DE GESTIÓN DE RENDIMIENTO EN
REDES DE ACCESO**

EDUARD FERNANDO ABRIL MENA

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ
2016**

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA SOLUCIÓN DE GESTIÓN DE RENDIMIENTO EN
REDES DE ACCESO**

EDUARD FERNANDO ABRIL MENA

ING. GUSTAVO A. CHICA PEDRAZA

Asesor

Monografía de grado para optar el título de Ingeniero de Telecomunicaciones

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ**

2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Presidente de Jurado

Firma del Jurado 1.

Firma del Jurado 2.

Bogotá, 2016

CONTENIDO

Pág.

PARTE I	13
RESUMEN	14
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. JUSTIFICACIÓN	18
1.3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	19
1.4. METODOLOGÍA SEGUIDA DURANTE LA INVESTIGACIÓN	20
PARTE II	23
2. MARCO TEÓRICO DE LA GESTIÓN DE RENDIMIENTO EN ÁMBITOS TECNOLÓGICOS	24
2.1. UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT)	27
2.2. TELECOMMUNICATION MANAGEMENT NETWORK (TMN)	30
2.3. TM Forum (TELEMANAGEMENT FORUM)	36
3. REDES DE ACCESO	51
3.1. REDES DE ACCESO INALÁMBRICAS	53
3.2. REDES DE ACCESO ALÁMBRICAS	54
4. TOMA DE DECISIÓN PARA ELECCIÓN DE METODOLOGÍA ÓPTIMA	59
PARTE III	65
5. DESARROLLO DEL PROYECTO	66
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	66

6. MAPEO DE LA METODOLOGÍA ETOM CONTRA LO OFRECIDO CON LA SOLUCIÓN PROPUESTA	71
6.1. SERVICE PERFORMANCE MANAGEMENT	72
6.2. RESOURCE PERFORMANCE MANAGEMENT	74
6.3. MAPEO DE LA SOLUCIÓN OFRECIDA A LO PROPUESTO POR EL BPF	75
7. SOLUCIÓN DE GESTIÓN DE RENDIMIENTO IMPLEMENTADA	78
7.1. ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN	78
8. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	82
8.1. EQUIPOS A MONITOREAR.....	82
8.2. MÉTRICAS UTILIZADAS PARA EL POLEO DE INFORMACIÓN.....	84
9. IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	88
9.1. INSTALACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	88
9.2. CONFIGURACIÓN DE CONECTIVIDAD	89
9.3. CONFIGURACIÓN DE MÉTRICAS DE RENDIMIENTO	90
9.4. CONSULTA Y VISUALIZACIÓN DE REPORTES.....	93
10. EJECUCIÓN PASO A PRODUCCIÓN Y ESTABILIZACIÓN.....	95
10.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	95
CONCLUSIONES	98
REFERENCIAS	101
ANEXOS.....	104

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Etapas del proyecto solución de gestión de rendimiento	22
Figura 2. Arquitectura multicapa <i>Telecommunication Management Network</i>	31
Figura 3. Relación <i>Agent-Manager</i> en la arquitectura multicapa para la gestión de redes de datos.	35
Figura 4. Modelo esquemático de <i>Framework-TM Forum</i>	38
Figura 5. Dominios y procesos del <i>Business Process Framework</i>	41
Figura 6. Área de operaciones del <i>Business Process Framework</i>	44
Figura 7. Descripción de subprocesos dentro del dominio de recursos.	48
Figura 8. Tecnologías usadas en redes de acceso.	52
Figura 9. Infraestructura de red del operador de telecomunicaciones cliente.	68
Figura 10. Gestión de rendimiento realizada por los operadores de la infraestructura GPON en el operador de telecomunicaciones cliente.	70
Figura 11. Desglose de procesos del <i>Application Framework (TAM)</i>	72
Figura 12. Arquitectura lógica de la solución.	79
Figura 13. Arquitectura física de la solución.	81
Figura 14. Diagrama de flujo para la instalación de la solución	89
Figura 15. Configuración de OID en la solución.	91
Figura 16. Configuración de colección de métricas de rendimiento de los nodos monitoreados.	92
Figura 17. Interfaz de generación de reportes de rendimiento en la solución implementada.	93
Figura 18. Reporte de rendimiento generado.	94

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tecnologías de acceso <i>xDSL</i>	55
Tabla 2. Unidades tributarias SDH.....	56
Tabla 3. Tecnologías <i>xPON</i> para prestación de servicios de comunicaciones.....	58
Tabla 4. Selección de criterios para toma de decisión.....	59
Tabla 5. Selección de alternativas	60
Tabla 6. Matriz criterios y alternativas para aplicación de método <i>AHP</i>	60
Tabla 7. Valoración de primer criterio con respecto a cada alternativa.....	61
Tabla 8. Valoración de segundo criterio con respecto a cada alternativa.	61
Tabla 9. Valoración de tercer criterio con respecto a cada alternativa.....	62
Tabla 10. Comparación entre criterios en base a importancia entre los mismos. ...	62
Tabla 11. Toma de decisión para uso y sugerencia de metodología.	63
Tabla 12. Servicios comercializados por el operador de telecomunicaciones cliente.	68
Tabla 13. Mapeo TAM, matriz de cumplimiento propuesta.	75
Tabla 14. Lista de equipos y elementos pertenecientes a la infraestructura de red del operador de telecomunicaciones cliente.	83
Tabla 15. Lista de atributos de equipo monitoreadas para la gestión de rendimiento de la infraestructura de red.	85
Tabla 16. Configuración de conectividad de la solución.	90
Tabla 17. Cronograma de proyecto	95

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Prerrequisitos para instalación de la solución.	104
Anexo B. Especificaciones técnicas de los servidores de la solución.....	105
Anexo C. Componentes de software instalado en cada servidor.....	106

ABREVIATURAS

AHP: Analysis Hierarchy Process. Proceso utilizado para la toma de decisiones organizacionales, basándose en criterios para debatir alternativas.

BPF: Business Process Framework. Marco de procesos propuesto por el TM Forum que provee los procesos necesarios para la prestación de servicios de comunicaciones por parte de un proveedor de servicios.

CATV: Community Antenna Television. Red para la prestación de servicios de televisión mediante redes HFC.

CSDM/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection. Control de acceso al medio con detección de colisión, utilizado en topologías de red Ethernet tipo bus, para la transmisión de información.

CSP: Communication Service Provider. Proveedor de servicios de comunicaciones.

E1: Trama de 32 bits, utilizada para la transmisión digital en PDH.

ETOM: Enhanced Telecommunication Operative Map. Marco de procesos, actualmente denominado BPF.

FAB: Procesos del BPF que concentran la operación y las labores diarias de un CSP.

HFC: Hybrid Fiber Coaxial. Tecnología de red para la prestación de servicios por parte de un proveedor utilizando como medio de transmisión una red híbrida entre fibra óptica y cable coaxial.

HTTP: Hypertext Transfer Protocol. Protocolo utilizado para el intercambio de información en ambientes web.

ICMP: Internet Control Message Protocol. Protocolo de control de mensajes para establecer conectividad entre 2 o más dispositivos de red.

IP: Internet Protocol. Dirección de 32 bits que identifica a una máquina en el interior de una red.

IPTV: Internet Protocol Television. Servicio consistente en la transmisión de televisión sobre protocolo de internet.

ITU: International Telecommunication Union. Ente regulador de las telecomunicaciones a nivel global.

MIB: Management Information Base. Árbol jerárquico que poseen los elementos de red para almacenar su información de gestión.

MPLS: Multilayer Protocol Label Switching. Protocolo multicapa utilizado en redes de core para el enrutamiento de paquetes utilizando etiquetas para su funcionamiento.

NE: Network Element. Elemento de red cualquiera que hace parte de una infraestructura de red para la prestación de un servicio en específico.

OID: Object Identifier. Dirección en el árbol jerárquico de un elemento de red que representa un atributo o parámetro en específico.

OLT: Optical Line Terminal. Elemento óptico pasivo ubicado en la locación del proveedor de servicios para la prestación de servicios de comunicaciones mediante tecnologías PON.

ONU: Optical Network Unit. Elemento óptico pasivo ubicado en la locación del usuario final para recepción de servicios de comunicaciones adquiridos.

OSI: Open System Interconnection. Marco de referencia propuesto por la ITU para la interconexión de sistemas abiertos.

POS: Passive Optical Splitter. Divisor Óptico Pasivo, es un elemento de red que divide la potencia óptica de entrada óptica de su puerto de entrada por sus n puertos de salida.

SDH: Synchronous Digital Hierarchy. Jerarquía Digital Sincrónica. Red de transporte de servicios de segunda generación. Es la evolución de PDH.

SID: Information Framework. Marco de procesos que tienen como finalidad crear un lenguaje común para la implementación de procesos descritos en el BPF.

SLA: Services Level Agreement. Acuerdo de servicio realizado entre un proveedor de servicios y su cliente, con respecto a la disponibilidad de un servicio específico.

SNMP: Simple Network Management Protocol. Protocolo utilizado para gestionar elementos de red de forma remota.

STM: Synchronous Transport Module. Unidad de transporte de información en arquitecturas SDH.

T1: Trama utilizada para servicios digitales de voz basados en PCM.

TAM: Application Framework. Marco de procesos para la facilitar la implementación de procesos descritos en el BPF.

TDM: Time Division Multiplexing. Multiplexación por división de tiempo, transmitir información de una fuente determinada, en intervalos de tiempo.

TIC: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

TMN: Telecommunication Management Network. Norma o recomendación de la ITU-T para la gestión de redes de telecomunicaciones en base a un modelo multicapa.

XDSL: Digital Subscriber Line. Tecnología de red basada en la utilización de par trenzado como medio de transmisión, para la prestación de servicios de comunicaciones.

FTTx: Fiber To The. Tecnología de red desplegada de las redes ópticas pasiva, se caracterizan por el uso de fibra óptica para la prestación de servicios de telecomunicaciones hasta última milla de usuario.

XPON: Passive Optical Network. Tecnología de red que utiliza elementos ópticos pasivos para la prestación de servicios de comunicaciones.

PARTE I

Introducción a la Investigación

RESUMEN

El siguiente trabajo describe la implementación de una solución de gestión de rendimiento para el aseguramiento del servicio en un proveedor de servicios de telecomunicaciones. La implementación planteada se basa en la elección de una metodología o marco de referencia que permita establecer procesos óptimos para ejercer una gestión de rendimiento eficiente en una red de telecomunicaciones.

Palabras Clave: Gestión, rendimiento, servicio, recursos, red, telecomunicaciones, acceso, Framework.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las infraestructuras mediante las cuales se realiza la prestación de servicios de comunicaciones son una fuente de desarrollo para el negocio en el sector de las telecomunicaciones, que debido a la alta demanda del mercado en la cual se pide cada vez más mejoras tecnológicas en los servicios, se encuentra en continua expansión.

La gestión de infraestructuras de red en un proveedor de servicios de comunicaciones o *CSP* (Communication Service Provider) abarca procesos y funciones de integración, despliegue y administración de elementos y sistemas de gestión para realizar funciones de monitoreo, análisis y colecciones de datos que permitan evaluar y llevar un control del uso y adquisición de recursos utilizados en las diferentes infraestructuras de telecomunicaciones según sea el tipo de servicio prestado, todo en miras a elevar el nivel y calidad de servicio de una organización.

Uno de los procesos que se destacan al interior de una empresa *CSP* es el aseguramiento del servicio, el cual implica una gestión de red para garantizar que el servicio comercializado al exterior de la organización se preste y esté disponible a los usuarios finales, para eso también deben llevarse a cabo labores que anteriormente se mencionaban para la gestión de una red en un *CSP* como el monitoreo y el estado de la infraestructura y de cada elemento de red que a ella compone.

En el siguiente escrito se detalla el proceso de adopción de un marco de referencia para llevar a cabo un aseguramiento de servicio óptimo al interior de una organización *CSP*, que por motivos de confidencialidad se denominará “Operador de Telecomunicaciones Cliente”, a través de la implementación de una

herramienta dedicada a la gestión de rendimiento de infraestructura de telecomunicaciones.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Históricamente el manejo eficiente de los recursos ha sido de gran importancia en los diversos campos de la tecnología, debido a que de su gestión depende el buen desarrollo de las tareas que hacen parte de procesos en ejecución y que componen los servicios que un operador, proveedor de servicios u organización ofrece; una gestión inapropiada de los recursos en un entorno tecnológico implica una falla en la rentabilidad del servicio final y lo que significa: pérdida de dinero, y así cómo la gestión de recursos existen otras áreas que se encargan de garantizar el óptimo desarrollo de un servicio tecnológico. Es por esto que existen organizaciones mundialmente reconocidas como la *ITU* (International Telecommunication Union) y el *TM Forum* (Telemanagement Forum) *Framework* que promueven conjuntos de buenas prácticas y estándares, apropiados para servicios TI, proveyendo pautas para evaluar y optimizar el desempeño de sus servicios, utilizando un enfoque orientado al servicio.

Actualmente un operador telecomunicaciones de la ciudad de Bogotá, al que por motivos de confidencialidad se denomina como Operador de Telecomunicaciones Cliente, no tiene una forma de calcular el rendimiento de los nodos de red que conforman y dan soporte a los servicios comercializados de *IpTV* (Internet Protocol Television) y banda ancha residencial. En la actualidad dicho operador tiene conformada una red de telecomunicaciones de tecnología GPON mediante la cual lleva a sus usuarios finales servicios de televisión digital (*IpTV*) y banda ancha, para ello cuenta con un número de equipos de red provenientes de distintos *vendors* o fabricantes. En el momento de realizar los estudios de calidad de servicio brindada al usuario, el operador tiene que utilizar el software propietario de cada elemento de red dependiendo de su fabricante para medir parámetros específicos del equipo y de esta forma medir el rendimiento del

mismo, esto hace que el estudio realizado tome más tiempo del esperado y resulte ser ineficiente.

Lo anteriormente descrito hace que sea posible plantearse un interrogante ¿Cómo gestionar de forma eficiente el rendimiento de una red de telecomunicaciones *GPON*?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente las nociones sobre gestión de rendimiento que los operadores y proveedores de servicios de comunicaciones del país poseen en cuanto a las redes mediante las cuales soportan sus servicios de usuarios finales, están basadas en el control y análisis de uso de recursos que en ellas se invierten. A partir de lo anterior los proveedores de servicios deben estar preparados para posibles redimensionamientos de sus redes y así no ver afectada la capacidad de la misma provocando colapsos que influyan directamente en la prestación de servicios a los diferentes clientes y usuarios finales.

La implementación del proyecto en cuestión, cuenta con un marco social basado en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones como herramienta de desarrollo del país, de forma que este pueda verse impulsado por la eficacia y eficiencia de los servicios TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) que en él se prestan, impulsando a su vez factores como la economía y trayendo reconocimiento y beneficios directamente al mercado local a empresas colombianas que prestan servicios de integración de servicios o que simplemente pertenecen a la industria de las tecnologías de la información y las comunicaciones a través de innovaciones o emprendimientos en nuevas tecnologías que permitan fortalecer el ámbito tecnológico del sector de las TIC.

La importancia y el impacto de la solución planteada radican principalmente en generar rentabilidad al operador de telecomunicaciones propietario de la red de telecomunicaciones a nivel de gestión de red tal y como lo mencionan algunos de los autores consultados, ya que si se conocen parámetros específicos como por ejemplo el consumo de ancho de banda en un periodo de tiempo determinado para un sector o localidad en específico, se podrá realizar un aprovisionamiento de recursos más adecuado a los equipos de la red dependiendo de los requerimientos y el consumo evidenciado, brindando a la vez mayor calidad de experiencia a los usuarios finales de los servicios. [1] [2]

1.3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Implementar una solución para gestionar el rendimiento de la red que soporta los servicios de IpTV y banda ancha residencial, ofrecidos por un operador de telecomunicaciones de la ciudad de Bogotá utilizando la herramienta BPS Web Repórter v1.5.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diseño de la arquitectura que se implementará en la solución para llevar a cabo la medición del rendimiento de los nodos de la red.
- Medir parámetros específicos en los equipos de la red del operador de telecomunicaciones que permitan dimensionar el alcance de la red.

- Realizar un análisis de diferentes metodologías de monitoreo de elementos de red basadas en un enfoque orientado al servicio, que permita hacer un manejo eficiente de los recursos disponibles la red de telecomunicaciones estudiada.
- Realizar un mapeo de la metodología *Frameworkx* provista por el *TM Forum Frameworkx* para definir los beneficios y ventajas de lo ofrecido al operador de telecomunicaciones.
- Simplificar las labores para medición de calidad del servicio en redes *GPON*, por parte del operador de telecomunicaciones cliente.

1.4. METODOLOGÍA SEGUIDA DURANTE LA INVESTIGACIÓN

Para alcanzar los objetivos trazados, la metodología que será utilizada con el fin de implementar el proyecto de ingeniería planteado se basa en un análisis empírico y basado en la observación del desarrollo del proyecto. Para ello se requiere de conocimientos avanzados en temas de gestión de red y gestión de rendimiento, los cuales hacen parte de estándares y conjuntos establecidos que promueven las mejores prácticas.

Con la finalidad de llevar un control sobre el desarrollo del proyecto a realizar, se implementaron una serie etapas, las cuales se encuentran evidenciadas en la figura 1, de forma tal que el seguimiento al proyecto se pueda realizar de forma sencilla y eficaz. Dichas etapas se componen básicamente de una planeación previa, seguida de una etapa de alistamiento de recursos, posteriormente una etapa de levantamiento de información, una implementación, retroalimentación de posibles errores y cierre.

En primer lugar para dar inicio al desarrollo del proyecto se formalizó una etapa de planeación, en la que se definirán los recursos como personal, tiempos y las actividades que incluyen un análisis previo a los posibles escenarios para implementar la solución.

En segundo lugar se encuentra la etapa de alistamiento de recursos la cual tiene como objetivo el alistamiento de temas preliminares como hardware y software que pueden aportar a la mejora de tiempos de implementación en el proyecto.

En tercer lugar se implementó una etapa de levantamiento de información la cual tiene como finalidad definir los recursos tangibles e intangibles que serán necesarios para el desarrollo y posterior despliegue de la solución.

En cuarto lugar se realizará una etapa de ejecución e implementación que estará enfocada en la instalación y configuración de la herramienta en un entorno de desarrollo o de prueba. En esta misma etapa se evaluarán las retroalimentaciones recibidas de la etapa de estabilización, con el objetivo de encontrar la solución más eficiente.

Posteriormente, en quinto lugar se prevé la puesta en marcha de la solución, es decir, el paso a producción en instalaciones del operador de telecomunicaciones cliente.

El proyecto finaliza con la etapa de estabilización la cual tiene dos sub-etapas la primera estará orientada a realizar un seguimiento al comportamiento de la herramienta dentro del ambiente de producción que realice el cliente, lo anterior, en un periodo tiempo definido. La segunda sub-etapa está fundamentada en la

identificación y corrección de errores, lo cual incluye una retroalimentación y como consecuencia un retroceso a la etapa de ejecución e implementación.

A continuación se mostrará el diagrama de las etapas del proyecto.

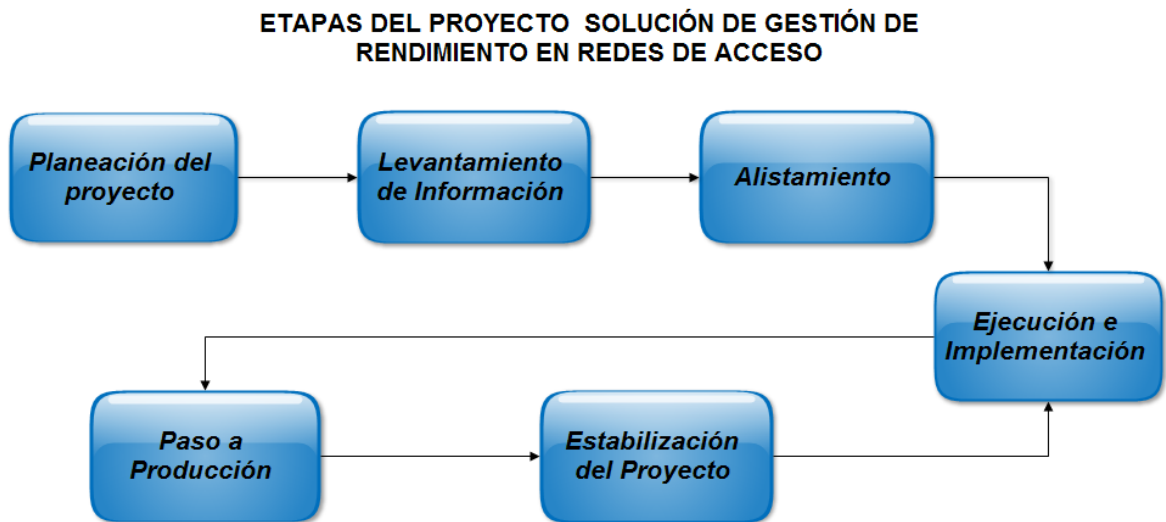


Figura 1. Etapas del proyecto solución de gestión de rendimiento

Fuente: Elaboración propia

PARTE II

Marco Teórico

2. MARCO TEÓRICO DE LA GESTIÓN DE RENDIMIENTO EN ÁMBITOS TECNOLÓGICOS

El sector de las tecnologías de información y las comunicaciones es un sector que desde sus inicios se caracterizó por proveer de innovación, facilidades y desarrollo tecnológico al planeta; con ayuda de las telecomunicaciones y la informática, ciencias que permiten establecer comunicaciones mediante el establecimiento de redes de datos, se desarrollaron servicios a nivel mundial de extremo a extremo, enlaces satelitales, redes de telecomunicaciones de nueva generación, redes banda ancha para transmisión de datos, entre otros, dichos servicios se han implementado siempre con el objetivo final de brindar un nivel de calidad de servicio y experiencia al usuario final [3], lo cual consiste en la percepción del grado de satisfacción del usuario final sobre un servicio específico, aunque no se contara con una forma de garantizar y controlar dichos parámetros de servicio brindados a los usuarios finales, debido a que los procesos sobre calidad de experiencia de servicio se enfocaban en las mejoras a futuro mediante el establecimiento de indicadores de servicio. [4]

En escenarios posteriores, surgió la necesidad de gestionar, administrar y optimizar el uso de recursos para mejorar el desempeño de la amplia gama de servicios, tal y como lo mencionan los autores [3], [5] debido a temas como la demanda solicitada del mercado en cuanto a calidad del servicio, lo cual obligo a la industria a reaccionar ante la creciente expectativa por parte de los usuarios y demás actores del sector.

Posteriormente gracias a las grandes ideas innovadoras y amplio conocimiento en el área de las tecnologías de la información de proveedores de servicios, fabricantes y operadores e integradores de servicios los cuales ya ofrecían sus servicios enfocados en el nicho específico de las tecnologías de la información y

las comunicaciones; se empezaron a dar a conocer modelos y directrices para garantizar el buen rendimiento de cada recurso o activo tecnológico, mediante la creación de prácticas que consistían en la implementación de políticas y procesos para asegurar que el servicio en el que esté involucrado cada recurso tecnológico utilizado, cuente con una calidad mínima que permita brindar un nivel de experiencia aceptable a los usuarios finales de dicho servicio, esta práctica mencionada es conocida en la industria de las telecomunicaciones como *service assurance* [6] o aseguramiento del servicio. El aseguramiento del servicio se enfoca en mantener y mejorar la calidad del servicio de forma que en caso de cualquier incidente, inconveniente o fallo en el servicio pueda ser gestionado eficientemente. El aseguramiento del servicio engloba tópicos como diagnóstico y gestión de fallos, priorización de los mismos, así como planificación de mantenimientos teniendo como finalidad la reducción del tiempo de inactividad del servicio. Adicionalmente el aseguramiento del servicio abarca temas como gestión de rendimiento, gestión de tráfico de red, monitoreo de acuerdos de nivel de servicio, monitoreo de red, gestión de calidad del servicio y gestión de problemas mediante *tickets*. [6]

Así pues, la gestión de rendimiento nace del aseguramiento del servicio y de la necesidad de gestionar y optimizar el desempeño de los recursos tecnológicos que intervienen o son responsables de un servicio de comunicaciones.

Históricamente la gestión de rendimiento en el campo de las tecnologías de la información representa un aspecto de cumplimiento de metas en cuanto al servicio. Con la implantación de la gestión de rendimiento, las organizaciones buscaron entrar en un campo que les permitiera controlar el rendimiento de sus recursos tecnológicos a largo plazo, de forma proactiva y no reactiva como se estaba acostumbrado, lo cual beneficia metas y objetivos organizacionales

mediante la reducción de costos y la creación de ventajas que permitan mejorar la competitividad contra otros actores de la industria.

La gestión de rendimiento es un tema que ha surgido en el portafolio de las empresas del sector de telecomunicaciones a nivel interno y externo como una necesidad debido a los crecientes requerimientos de la industria en cuanto a tecnología. Dado que la gestión de rendimiento busca encargarse en gran medida de los recursos tecnológicos en cuanto a adquisición, uso y control, se buscó establecer metodologías, métricas y procesos que permitieran estandarizar prácticas que puedan servir de guía a las organizaciones que quieran implementar soluciones que permitan mejorar la gestión y el funcionamiento de los servicios de información y comunicaciones. [5]

En secciones posteriores se mostrarán algunas de las organizaciones reconocidas mundialmente que dentro de sus metodologías y estándares promueven el aseguramiento del servicio y con él, la gestión de rendimiento para cumplir metas organizacionales y mejorar el desempeño del servicio.

Actualmente en el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones existen organizaciones privadas como TM Forum [7] y entes regulatorios como la ITU (International Telecommunications Union) [8], que promueven metodologías para llevar a cabo modelos de negocio en la industria de las telecomunicaciones, basados en buenas prácticas, estandarización de procesos, normativas internacional y recomendaciones técnicas. Además de eso cuentan con gran documentación a nivel global para implementar procesos que involucren gestión de red orientada hacia el servicio y medición de métricas de servicio. A continuación se realizará una revisión de las organizaciones que hoy por hoy proveen marcos y modelos de referencia sobre el tema de aseguramiento del servicio.

2.1. UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT)

La Unión Internacional de Telecomunicaciones es el organismo rector de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) constituido en la ciudad de París en 1865 por 19 países, todos europeos. Tal y como es fomentado en su sitio web, a la UIT se le atribuyen actividades relacionadas con la atribución del espectro radioeléctrico, atribución de orbitas para satélites a nivel mundial, creación de estándares y normas técnicas de interconexión, facilitar el acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones en todo el mundo. [8]

La UIT está conformada por 193 países y por una gran cantidad de actores del sector de las telecomunicaciones dentro de los cuales se encuentran, operadores de servicios, fabricantes, organismos científicos e industriales, organizaciones internacionales e instituciones financieras.

Las recomendaciones realizadas por la UIT están aplicadas a redes de telecomunicaciones en general, tienen como finalidad definir cómo dichas redes funcionan e interactúan con los servicios IT. [8] Dichas recomendaciones establecen una forma estándar para el diseño de servicios, aunque dado que la amplia gama de servicios en la industria de las tecnologías de información y comunicaciones depende de ciertas tecnologías, existen diferentes tipos de recomendaciones según la tecnología en la que se base el servicio. Se ahondará en el tipo de recomendación que tiene como objeto gestionar redes de datos y comunicaciones en orden a abordar el tema de gestión de rendimiento, descrito en el capítulo anterior.

Por otra parte, dado a que la UIT es una organización mundialmente aceptada, el grado de cumplimiento y aplicabilidad de dichos estándares radica en si el país en

el cual se llevara a cabo el proyecto IT ha adoptado o no dichas normativas dentro de su legislación. [8]

2.1.1. Recomendación UIT-T X.739

La recomendación X.739 aprobada por la UIT-T (Sector de normalización de las telecomunicaciones de la UIT) el 16 de noviembre de 1993 y se encuentra publicada de igual forma cómo Norma Internacional ISO/CEI 10164-11. [9] Tiene como objetivo definir las funciones que son llevadas a cabo en el campo de gestión de sistemas y que pueden ser utilizadas para gestionar una red de datos entre sistemas abiertos de forma centralizada o descentralizada.

La recomendación en cuestión cumple con identificar los requisitos necesarios para llevar a cabo una gestión de sistemas en un entorno o una infraestructura de datos de telecomunicaciones, para ello la recomendación especifica una serie de modelos sobre el comportamiento de los elementos gestionables que generalmente son utilizados para llevar a cabo tareas de gestión de red y propone unas características que deben tener los objetos gestionables bajo el marco de referencia *ISO/OSI* (Open System Interconnection). [9]

Es necesario remarcar que la recomendación X.739 no define de ninguna manera ningún servicio, ni detalla la forma en la que un usuario o administrador de una infraestructura de datos debe efectuar la gestión de la misma.

Como se mencionó anteriormente, la recomendación X.739 especifica una serie de modelos para ser utilizados en tareas de gestión, dichos modelos aplican sobre el comportamiento de los elementos pertenecientes a una infraestructura de datos, además permiten a cualquier gestor o administrador de red, instrumentos que

permiten observar características específicas de un recurso contenido en un objeto que actualmente este siendo gestionado. Los instrumentos provistos por la norma X.739 radican en métodos de observación y análisis de recursos, los cuales a su vez están basados en captación, procesamiento y mejora de datos, así como utilización de métodos que permitan la configuración de umbrales para propósitos de generación alarmas y notificaciones, facilitando así la realización de análisis posteriores sobre la eficiencia en el uso de métricas o recursos de un objeto gestionado. [9]

Según el sistema de gestión OSI fomentado por la ITU, la recomendación X.739 especifica o define cuales son las características que un objeto gestionado (siendo este perteneciente a una infraestructura de datos) proporciona, dichas características serán presentadas en el siguiente apartado.

2.1.1.1. Características de un objeto gestionado

Las características que un objeto gestionado puede ofrecer según la recomendación X.739 que fomenta el sistema de gestión OSI para redes de datos en sistemas abiertos son:

1. Identificación del objeto gestionado y de sus recursos observados.
2. Identificación del algoritmo métrico utilizado en las mediciones y análisis.
3. El número de muestras, la frecuencia de las mediciones y la hora de la última medición.
4. Planificación de las mediciones.
5. Indicación de los resultados de sus algoritmos métricos.
6. Valores umbral a los que debe ceñirse la configuración de alarmas. [9]

Los atributos y métricas anteriormente mencionados son utilizados para medir y analizar el desempeño individual de los recursos de los elementos que conforman una red de datos entre sistemas abiertos, que puedan clasificarse dentro del marco de referencia promovido por la ITU.

2.2. TELECOMMUNICATION MANAGEMENT NETWORK (TMN)

El *Telecommunication Management Network (TMN)* agrupa un conjunto de especificaciones dadas para aplicar conceptos de gestión y administración de procesos en redes de telecomunicaciones. Está definida y hace parte del conjunto de recomendaciones M.3XXX propuestas por la *ITU* para gestionar redes de telecomunicaciones.

En el *TMN* se propone una arquitectura lógica multicapa, que tiene por objetivo en primer lugar diferenciar los planos que son llevados en el interior de una organización para la prestación de servicios de comunicaciones. Igualmente en dicho modelo se propone agrupar funciones de la gestión en una red de telecomunicaciones separándolas mediante capas, cada capa refleja aspectos particulares que se refieren a una o varias funcionalidades en cuanto a cómo gestionar y administrar redes de telecomunicaciones en base a las diversas tecnologías que las caracterizan. A continuación se puede observar el modelo multicapa del TMN. [10]

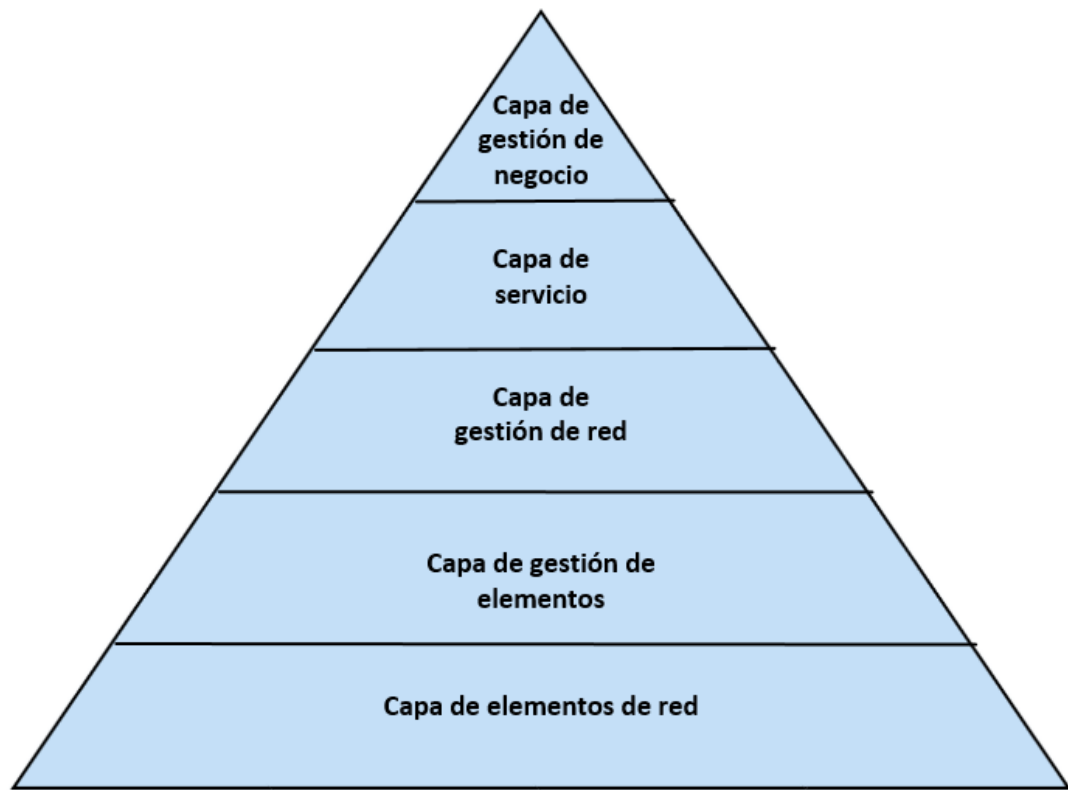


Figura 2. Arquitectura multicapa *Telecommunication Management Network*. [11]

Como puede observarse en la figura 2, la cual muestra el modelo propuesto por el TNM para realizar la implementación de una red de gestión de telecomunicaciones, una agrupación por funcionalidad es:

- Capa de gestión empresarial
- Capa de gestión de servicio
- Capa de gestión de red
- Capa de gestión de elementos
- Capa de elementos de red

El modelo mostrado separa cada capa teniendo en cuenta la operación general y las actividades en las que se ven realizadas las mismas, en la implementación de redes de gestión telecomunicaciones. [10]

A continuación se hará una breve descripción de cada capa propuesta en el modelo mencionado realizando especial énfasis y profundización en la que está relacionada con el tema de gestión de rendimiento.

2.2.1. Capa de elementos de red

Esta capa contiene los equipos que forman parte de la red de datos y transporte de información que soportará el servicio de comunicaciones ofrecido: enrutadores, conmutadores, multiplexores, servidores, concentradores, cortafuegos, entre otros.

La interacción de esta capa con las capas superiores está basada en los conjuntos de parámetros que definen los diferentes estados en los que se pueden encontrar los elementos de red con respecto a producción de información o con respecto a otros elementos de red. [11]

2.2.2. Capa de gestión de elementos

Esta capa tiene como función ejercer una gestión sobre los elementos de red como tareas de configuración, revisión de eventos y registro de actividad ya sea individual o grupalmente. Dicha gestión sobre los elementos puede realizarse en cuanto a función de red en específico o en base a un común denominador en cada elemento de red por ejemplo fabricante. Como resultado se obtendrá una visión general de la red en la capa superior sin importar el modelo o fabricante de cada elemento de red.

La forma de interacción de esta capa con las demás capas propuestas, es a través de unos puntos de referencia como lo menciona la norma M.3010, que son traducidos al uso de una interfaz con características específicas para el intercambio de información en la red de gestión de telecomunicaciones. [10] [11]

2.2.3. Capa de gestión de red

En esta capa se tiene una visibilidad total de la red de datos y transporte que soportan los servicios comercializados. Tiene como objetivo realizar gestión de a nivel red mediante el control de la totalidad de elementos de red, definidos en un dominio específico, el almacenamiento de datos y registros acerca de la red, capacidad y calidad de funcionamiento técnica de la misma y la gestión de relaciones entre los diferentes dispositivos de red. [10]

Asimismo, la capa de gestión de red aporta a las capas superiores una visión de la red independientemente de la tecnología, además, esta capa es capaz de facilitarle a las capas superiores información sobre el control, uso y asignación de recursos. [10] La forma de interacción de esta con las otras capas del modelo propuesto, es a través de una interfaz con características específicas para el intercambio de información. [10] [11]

2.2.4. Capa de gestión de servicio

La capa de gestión de servicios es la capa que se encuentra de cara a los clientes del servicio comercializado. Dentro de sus responsabilidades de encuentran los acuerdos con los clientes tales como los *Service Level Agreement* (SLA). Es por dicha razón que en lo que respecta al tema de gestión de rendimiento de una red de comunicaciones, la capa de gestión de servicio la cual es responsable de la

prestación del servicio hacia los clientes o usuarios finales, es clave en una arquitectura de gestión de red de comunicaciones. Por lo tanto es necesario establecer un control directo sobre los recursos disponibles en cada elemento que compone la red, lo anterior en miras a garantizar el aseguramiento del servicio por parte del proveedor hacia el cliente o usuario final. [10] [11]

Al igual que las capas inferiores anteriormente descritas, la capa de gestión de servicio interactúa con sus homologas mediante el uso de una interfaz con características específicas ceñidas a los requerimientos provistos por la recomendación M.3010 para el intercambio de información. [10]

2.2.5. Capa de gestión empresarial

Finalmente la capa de gestión empresarial está enfocada a procesos de negocio que lleva la compañía. [11] Según lo especificado en la recomendación M.3010, la capa de gestión empresarial se incluye en la arquitectura de una red de gestión de telecomunicaciones para facilitar la definición que funciones son de ejecución necesaria en las demás capas de gestión. [10].

2.2.6. Comunicación e interacción entre capas del modelo TMN

Dentro de cada capa es necesario distinguir dos componentes lógicos en la arquitectura multicapa presentada. Dichos componentes están basados en el modelo cliente-servidor y como se puede validar en la siguiente figura, lógicamente son los encargados de permitir el intercambio de información entre las capas del modelo.

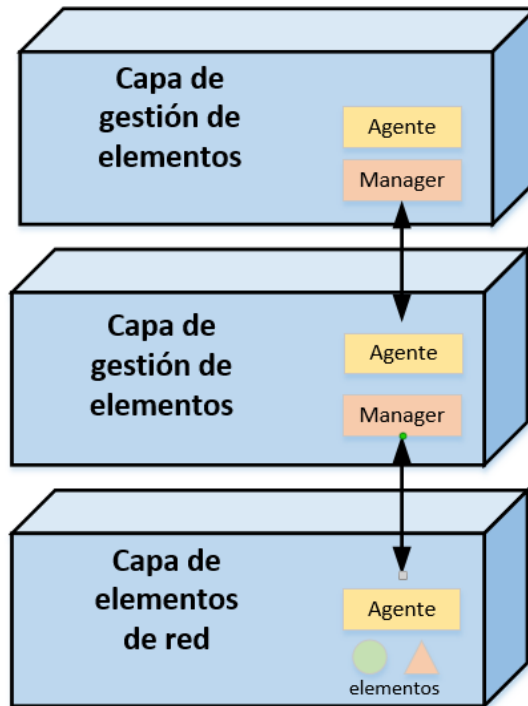


Figura 3. Relación *Agent-Manager* en la arquitectura multicapa para la gestión de redes de datos. [11]

Como se puede observar en la figura 3, la relación que se define entre Agente y Gestor para intercambio de información de una capa a otra está basada en objetos que definen el sistema de información que esta siendo gestionado, cada objeto contiene parámetros que pueden definir su estado o su relación con otros objetos del mismo ámbito o dominio. [10]

Así mismo, la interfaz física que se menciona anteriormente en la norma M.3010 para realizar el intercambio de información entre capas es la interfaz Q3, definida en las normas de la UIT Q.812 y Q.821. Esta interfaz es utilizada principalmente para efectuar la comunicación entre sistemas de operaciones (OS) y elementos de

red (NE) y entre OS en el interior de una misma red de gestión de telecomunicaciones. [12]

2.3. TM FORUM (TELEMANAGEMENT FORUM)

El *TM Forum* antes conocido como TeleManagement Forum, es una organización mundial que provee una amplia guía de normas, instrucciones y soluciones para mejorar el funcionamiento y manejo de los servicios de la información y las comunicaciones a nivel de procesos al interior de una compañía, a través del establecimiento y adopción de un conjunto de mejores prácticas. [13]

Compuesta por más de 900 compañías en la que se incluyen fabricantes, operadores de telecomunicaciones, proveedores de servicios, equipos, soluciones informáticas e integradores de sistemas, el anteriormente conocido como *TeleManagement Forum* es una asociación sin ánimo de lucro fundada en 1988 por ocho empresas del sector TIC entre fabricantes, operadores y proveedores de servicio con el objetivo de estandarizar la interoperabilidad de dispositivos y procesos dentro de un marco de referencia común; desde entonces ha venido consolidándose como una asociación de la industria TIC. En otras palabras, las labores del *TM Forum* se basan en poner a disposición de los miembros de la asociación: investigaciones, publicaciones, herramientas, mejores prácticas, estándares, conferencias y entrenamiento especializado, todo esto con el objetivo establecer una interoperabilidad entre dispositivos para facilitar la gestión en las infraestructuras de redes de datos y facilitar las operaciones a nivel de los procesos al interior de una organización. [13]

El *TM Forum* cuenta con un marco de referencia denominado *FRAMEWORX*, en el cual especifica un conjunto de buenas prácticas para buscar los objetivos

anteriormente descritos. A continuación se realizará una revisión detallada del mismo para abarcar el tema de aseguramiento del servicio.

2.3.1. Frameworx

El *Frameworx* es un conjunto de mejores prácticas y estándares que creadas por el *TM Forum* que permiten realizar un enfoque orientado al servicio de los procesos de negocio que internamente hacen parte de una organización. [14] El *Frameworx* se ha convertido en un marco de referencia para mejorar en cuanto a los procesos internos en una organización de manera ordenada y sistemática.

Frameworx está compuesto por tres módulos o componentes, dichos componentes al integrarse de forma correcta dentro de la operación de una organización garantizan que la prestación del servicio se realice de forma eficiente.

En la figura 7, mostrada a continuación presentan los componentes mencionados anteriormente, realizado énfasis en el *BPF* (Business Process Framework) debido a que en este componente se encuentran las bases para el aseguramiento del servicio.

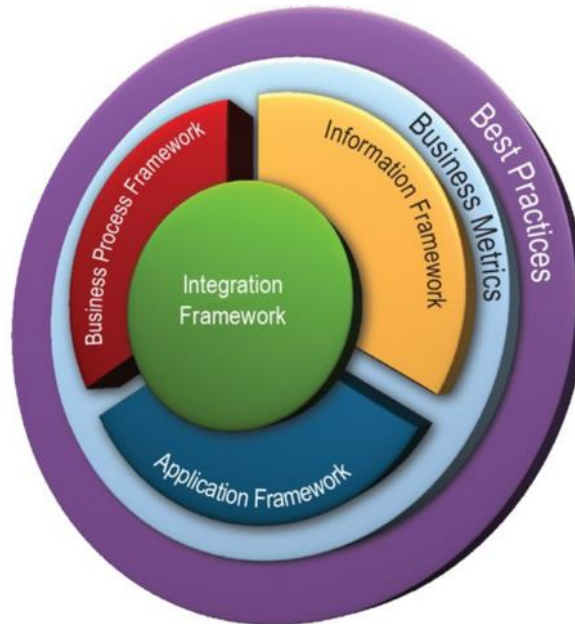


Figura 4. Modelo esquemático de *Frameworkx-TM Forum*. [15]

2.3.1.1. Application Framework (TAM)

El *TM Forum Application Framework (TAM)* provee un marco de referencia y un lenguaje común para ir a través de los escenarios y sistemas complejos encontrados al interior de un proveedor de servicios de comunicaciones. Nace de la necesidad de que tanto proveedores como operadores de servicio tengan un lenguaje común y se facilite la implementación de procesos. [16]

2.3.1.2. Information Framework (SID)

El componente *information Framework (SID)*, está dirigido a la necesidad de compartir información al interior de una organización y al exterior de la misma con los proveedores o compañeros (*partners*) de negocio. El SID es un marco de

referencia que provee la información necesaria para implementar los flujos de procesos especificados en el componente *Business Process Framework*. [16]

2.3.1.3. Business Process Framework (BPF)

Business Process Framework es uno de los componentes claves del *TM Forum Framework*, también conocido como marco de referencia *eTOM* (Enhanced Telecommunication Operative Map), *Business Process Framework* ha sido ampliamente aceptado por los miembros del *TM Forum* en cuanto a marco de referencia para estandarizar temas como interoperabilidad entre sistemas de información de provenientes de diferentes fabricantes y a la necesidad de abordar las operaciones y procesos de negocio de una forma más sistemática y ordenada.

Formalmente, el *TM Forum* describe el *BPF* en su manual de referencia denominado *Core Frameworks Concepts and Principles* [16] como un modelo o marco de referencia para categorizar las actividades de negocio que un proveedor de servicios realiza, en elementos de proceso que permitan implementar la construcción de mejores prácticas, es decir, es un marco de referencia que permite categoriza los elementos de procesos y actividades de negocio al interior de una organización de forma tal que se pueda implementar procesos de negocio que generen un valor agregado a los clientes y para establecer límites en las actividades de negocio.

El propósito del *TM Forum BPF* es proveer una estructura de procesos estándar y una terminología que se adecue al esquema de procesos de negocio en el interior de un proveedor de servicios. El cometido es ofrecer una base para el desarrollo de procesos de negocio que permitan la implementación de flujos de procesos de extremo a extremo consistentes y reutilizables. Igualmente el *TM Forum BPF*

limita a enfocarse en los procesos de negocio al igual que realizar gestión de arquitectura al interior de un proveedor de servicios de comunicación. [16]

El *TM Forum* promueve el *BPF* bajo una arquitectura jerárquica en la cual se organizan los elementos de proceso mostrando relación con cada proceso de negocio, esto permite delinear las actividades de negocio que se realicen, lo cual reducirá el índice de error traducido a insatisfacción del cliente por abarcar más actividades de las necesarias.

A continuación se describirá el primer nivel del *BPF* ahondando en los procesos de negocio que tienen relación al aseguramiento del servicio.

➤ **Nivel 1 del BPF**

El primer nivel del Business Process Framework permite visualizar los procesos de negocio que se encuentran al interior de una organización. De igual forma provee un contexto sobre los las dos áreas al interior de una organización, permitiendo diferenciar los procesos de negocio de nivel 1 del BPF que en ellas se encuentran; entre las áreas detalladas se encuentran los procesos referentes a estrategia y ciclo de vida, en la primer área, mientras que en la segunda se encuentran los procesos relacionados a la operación del negocio.

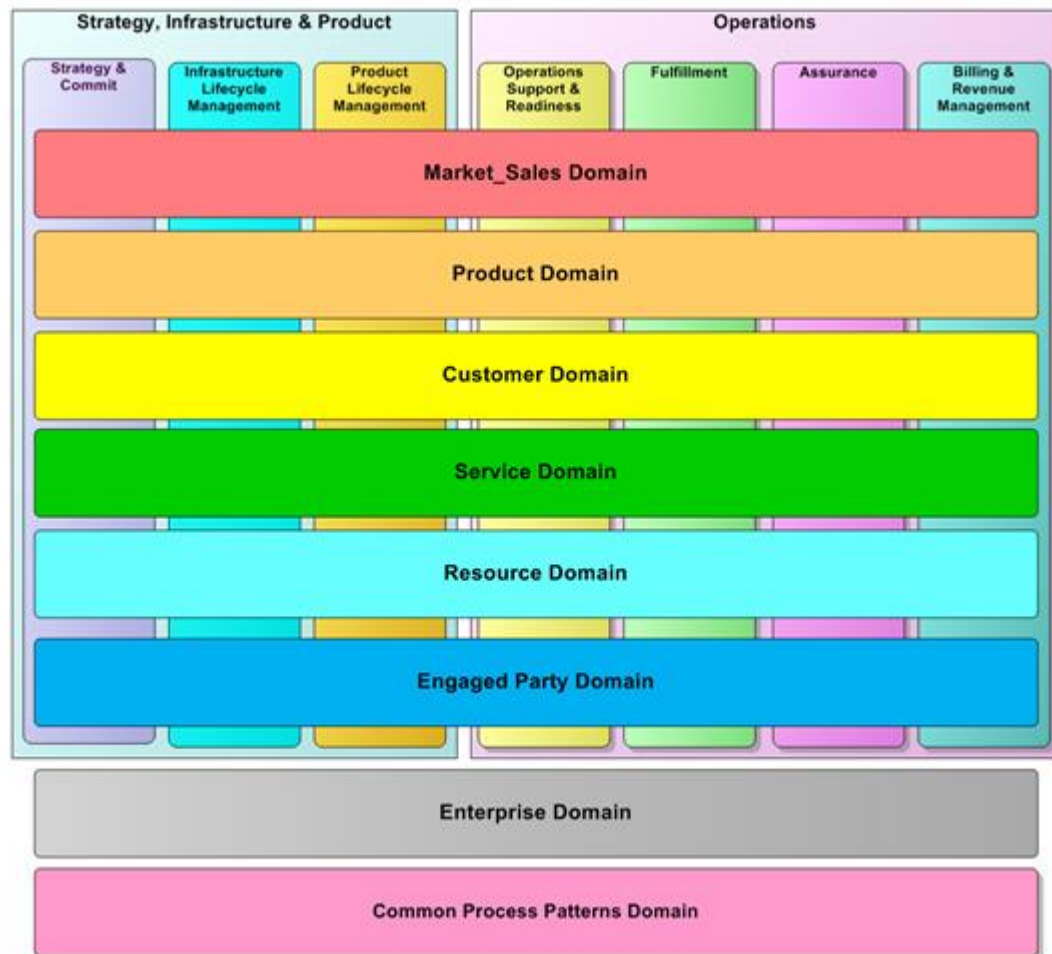


Figura 5. Dominios y procesos del *Business Process Framework*. [16]

Como se puede observar, en la figura 5, se muestran la agrupación y categorización de procesos de negocio (verticales), también llamados procesos de nivel 1, los cuales representan los procesos requeridos para generar valor agregado a los clientes.

Entre la agrupación de procesos se pueden diferenciar dos áreas de procesos, el *TM Forum BPF* centra en los procesos llevados a cabo en el área de operaciones

ya que representan gran parte de las acciones diarias en una organización; conformada por los procesos denominados *FAB* debido a la unión de sus siglas en inglés: Cumplimiento (*Fulfillment*), Aseguramiento (*Assurance*), Facturación (*Billing & Revenue*), el proceso restante Operación soporte y preparación (*OSR*), se diferencia de *FAB* debido a que soporta la logística y la preparación de los procesos que se van a ejecutar en el *FAB*. Esta investigación profundizará exclusivamente en el área de operaciones debido a que en el proceso de aseguramiento se encuentran las bases utilizadas en la gestión de rendimiento para uso y control de recursos. [16]

Contigua al área de operaciones se encuentra el área de Estrategia (*Strategy*), Infraestructura (*Infrastructure*), y Producto (*Product*), denominado (*SIP*) estos procesos aunque no apoyan directamente al cliente apoyan al ciclo de vida del servicio y a la visión y estrategia de negocio de forma general.

Posteriormente se encuentran los procesos horizontales denominados dominios o procesos de nivel 0, los cuales permiten distinguir procesos de operación, que son transversales a los procesos de negocio previamente identificados y permiten actividades de negocio necesarias para el proceso de negocio que en el que se está.

Entre los procesos horizontales se encuentran los dominios de Mercado (*Market*), Producto (*Product*) y Cliente (*Client*), los cuales apoyan la gestión empresarial de una organización en los procesos de referentes a estrategia y ciclo de vida, mientras que en los procesos referentes a la operación son procesos que están del lado del cliente para gestión de procesos. Los dominios restantes Servicio (*Service*) y Dominio (*Domain*) son procesos que incluyen trato con el desarrollo y prestación de servicios. [16]

Esta investigación se centrará exclusivamente en los dominios de servicio y recursos, con el fin de profundizar en el tema de gestión de rendimiento.

➤ **Área de operaciones del BPF**

El *Business Process Framework* provee ayuda al proveedor de servicio para desarrollar y operar sus respectivos procesos de negocio. El *TM Forum* describe en su libro de referencia [16] al área de operaciones como el área encargada de soportar las redes y los servicios ofrecidos a los clientes, adicionalmente, en esta área se encuentra el ya mencionado anteriormente *FAB* el cual está referido exclusivamente a procesos de operación que relacionan a los clientes. Debido a esto es que el marco *eTOM (BPF)* centra su foco en estos tres procesos ya que enmarcan la operación diaria de la organización. [17]

A continuación se explicará en que consiste cada proceso del área de operaciones haciendo especial énfasis en el proceso de aseguramiento.

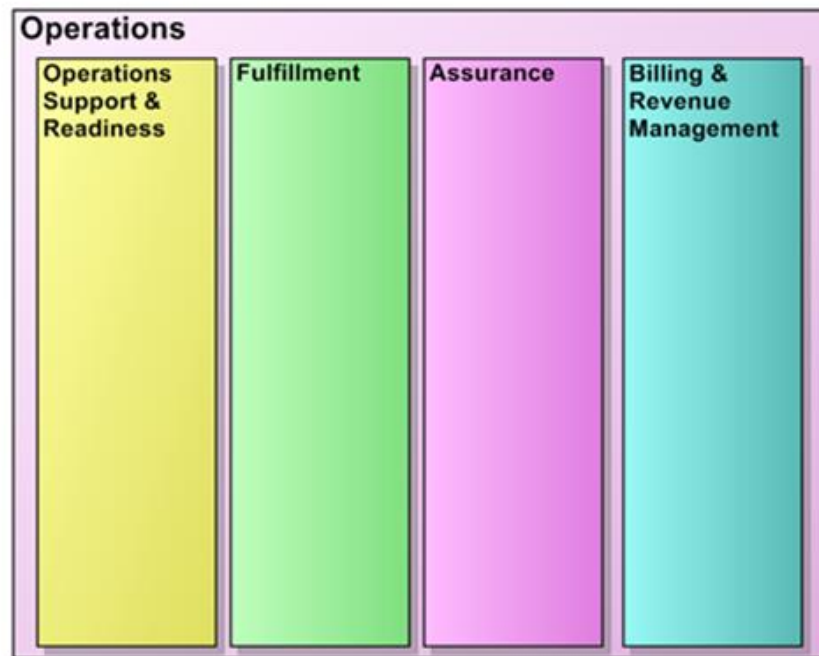


Figura 6. Área de operaciones del *Business Process Framework*. [16]

➤ Procesos verticales

Como se puede observar, en la figura 6, el área de operaciones está compuesta por cuatro procesos verticales, los cuales son:

1-Fulfillment

El proceso de cumplimiento es responsable de proveer a los clientes con los productos requeridos dentro del tiempo y de la forma correcta, transformando las necesidades de los clientes en soluciones que pueden ser entregadas usando productos contenidos en el portafolio de servicios de la organización. [16]

2-Assurance

Dentro de las responsabilidades del proceso de aseguramiento se encuentran las labores de mantenimiento proactivo y reactivo para asegurar que los servicios ofrecidos a los clientes se encuentren disponibles y cumpliendo con lo establecido en los acuerdos de nivel de servicio.

El proceso de aseguramiento según lo especifica el libro de referencia propuesto por el *TM Forum* [16] también es responsable de realizar revisiones sobre el estado de los recursos y el monitoreo de rendimiento con el objetivo de detectar potenciales fallas y resolverlas sin impactar al cliente. Asimismo el proceso de aseguramiento es el encargado de reportar el rendimiento del servicio a los clientes; en caso de recibir reportes de fallas en el servicio de parte de un cliente el proceso de aseguramiento deberá realizar la función de asegurar la restauración del servicio y de mantener contento al cliente.

3-Billing & Revenue Management

Este proceso es responsable de realizar la facturación por los servicios ofrecidos a los clientes en base a los registros de información de servicios. Dentro de las funciones de este proceso también se encuentra realizar manejo, revisión y solución de consultas provenientes de los clientes sobre facturación de servicio. [16]

4-Operations Support and Readiness

Este proceso se encarga de gestionar la logística y soportar los procesos que son llevados a cabo en el *FAB* mediante la preparación operacional de cada uno de sus procesos. [16]

Como ya se ha mencionado en anteriores ocasiones, este escrito está enfocado al aseguramiento del servicio, por lo cual se realizará énfasis en el proceso vertical se *assurance* correspondiente y relacionado a la gestión de rendimiento.

➤ **Funciones horizontales**

Al interior del FAB se encuentran unos procesos transversales denominados procesos de nivel 0 los cuales al mezclarse con los procesos de nivel uno anteriormente descritos permiten delinear actividades de negocio para que un proveedor del servicio optimice su prestación de servicio añadiendo valor agregado al cliente. A continuación se profundizara en los procesos de nivel 0 que tienen relación con el tema tratado.

1-Service Domain

El dominio de servicio tiene funciones relacionadas a la definición de aspectos operacionales de los servicios que se comercializan en las diferentes ofertas de mercado, asimismo como la elaboración de acuerdos de nivel de servicio (*SLA*) con los clientes y el despliegue y configuración de los servicios.

En cuanto labores de gestión, el dominio de servicio está encargado de realizar la gestión de los posibles problemas que se presenten en la instalación, despliegue, uso y rendimiento del servicio, es decir, la capacidad del mismo, así como de incluir un aspecto de planeación a largo plazo que permita mejorar los servicios ofrecidos. [16]

2-Resource Domain

Las funciones del dominio de recursos están referidas al realizar definiciones de aspectos de la infraestructura que soporta los servicios ofrecidos, tales como, aplicaciones, redes y equipos de cómputo. [16]

Este dominio igualmente se encarga de tareas de gestión de recursos relacionadas a la eficiencia en cuanto a asignación de recursos, soporte y entrega eficaz del servicio con los recursos asignados y según lo pactado con el cliente, es decir, al aseguramiento del servicio; tareas de planeación, configuración y monitoreo que permitan medir el rendimiento y el uso del servicio y labores de reasignación de recursos que permitan mejorar rendimiento del servicio, disolver fallas y corregir deficiencias operacionales que afecten la infraestructura del negocio. [16]

➤ Descripción de procesos en el aseguramiento de recursos

En la figura 7, se dan a conocer los procesos al interior del dominio de recursos que forman parte del proceso mayor que es el aseguramiento y que TM Forum define en su documentación como procesos necesarios para lograr aportar valor agregado al servicio prestado.

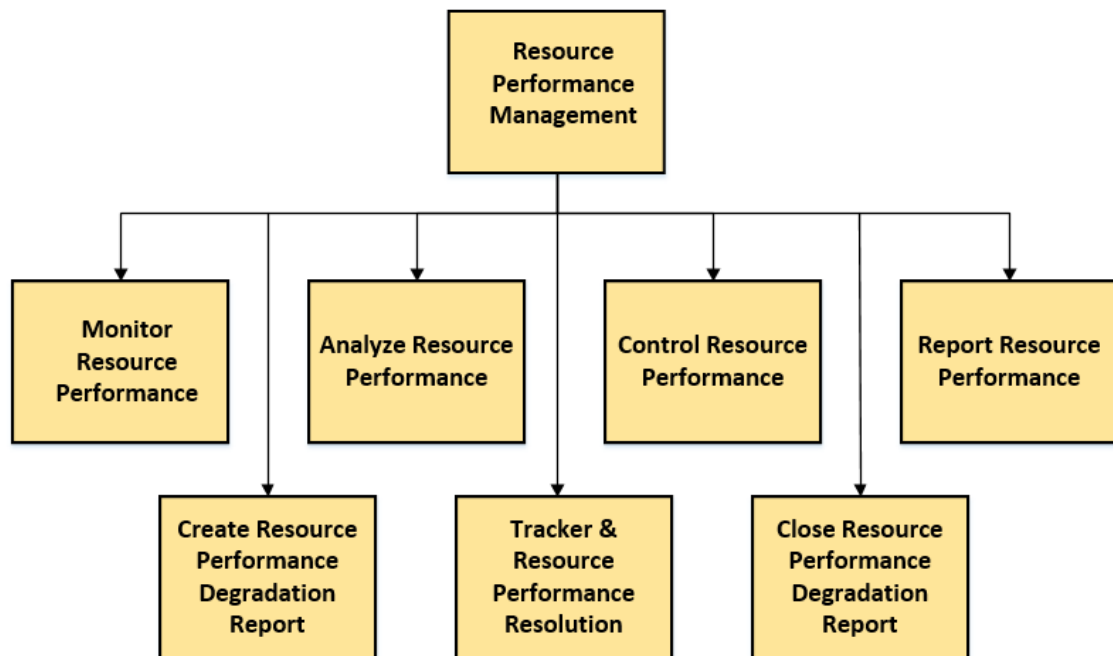


Figura 7. Descripción de subprocesos dentro del dominio de recursos. [15]

➤ Resource Performance Management

Dentro del proceso mayor, que en este caso es el proceso de aseguramiento, se encuentran una variedad de subprocesos que llevados a cabo de una manera idónea, supondrán un plus y un valor agregado al servicio en cuando a procesos organizaciones.

El subproceso de gestión de rendimiento de recursos, está encargado de realizar una gestión de los recursos específicos en un entorno definido por medio de monitoreo, análisis, control y generación de reportes. Dicha información es en su totalidad provista por los procesos previos de colección en el entorno definido. Dentro de las funciones de este subproceso también se encuentra realizar seguimiento a los problemas por falta de recursos en los servicios y asegurar que

el rendimiento de los recursos asignados sea el óptimo para un soporte eficiente el servicio comercializado. [15]

1-Monitor Resource Performance

El objetivo de este subproceso es observar y verificar la información que provee el rendimiento de recursos. Dentro de sus funciones se encuentran monitoreo y detección de datos sobre rendimiento de recursos, comparaciones entre el estado actual e idóneo del recurso, evaluar y comparar si la información de rendimiento de recursos recibida se encuentra en los límites permitidos de los estándares de rendimiento y gestionar la información obtenida en caso de detectar una potencial degradación en el servicio por una degradación en el recurso monitoreado. [15]

2-Analyze Resource Performance

El objetivo del subproceso de análisis de rendimiento de recursos es evaluar el rendimiento de un recurso en específico en base a la información recibida por parte del proceso de monitoreo de recursos. Dentro de las funciones de este proceso también se encuentran determinar las posibles causas que contribuyan a la degradación de rendimiento de los recursos. [15]

3-Control Resource Performance

Este subproceso se encarga aplicar controles necesarios para la optimización del rendimiento de recursos al momento de realizar el análisis de los mismos, provisto por el subproceso anteriormente explicado. [15]

4-Report Resource Performance

Este subproceso ofrece el envío de notificaciones y la provisión de reportes informativos sobre cualquier cambio o degradación en el rendimiento de los recursos. [15]

5-Create, Manage and Close Resource Performance Degradation Report

El objetivo de este conjunto de sub procesos radica en gestionar adecuadamente la detección de fallos o deterioros en el rendimiento de recursos mediante la creación o modificación de informes de degradación. La gestión aplicada en este proceso consta en aplicar análisis y realizar actividades que permitan controlar el rendimiento de recursos que soportan un servicio, dichas actividades son modificación de los informes de rendimiento de recursos creados, análisis para restaurar el rendimiento de un recurso en específico, cancelación o eliminación del informe cuando está asociado a una falsa falla o evento. Finalmente cuando el rendimiento del o los recursos ha sido restaurado, el informe se cierra y elimina. [15]

3. REDES DE ACCESO

Actualmente, los CSP utilizan infraestructura especializada que permite llevar el servicio de extremo a extremo a los clientes de la organización, sin embargo además de contar con la infraestructura que soporte los servicios comercializados y ya que no todos los usuarios o abonados del servicio están ubicados en un mismo lugar, el CSP debe contar con los medios para transportar su servicio y llegar a las diferentes ubicaciones de los usuarios finales con una calidad de servicio aceptable de cara al cliente. De acuerdo a lo anterior, en el sector de telecomunicaciones existe un término para denominar dicho despliegue de infraestructura que realizan los CSP para llevar sus servicios a los abonados, dicho termino es red de última milla o red de último kilómetro, dicha red de última milla no tiene otro significado el cual además de ser la red de acceso mediante la cual el o los usuarios finales se conectaran al servicio ofrecido por el proveedor. [18] [19]

La evolución de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones no es ajena a lo anteriormente mencionado, por el contrario con el transcurrir de los años la demanda en torno a las redes de acceso para acceder los servicios ofrecidos por los operadores y proveedores de servicio se ha incrementado de gran forma, lo cual ha provocado una evidente evolución en las tecnologías utilizadas por las redes de acceso de acuerdo al servicio, de acuerdo a las necesidades o cualidades que este requiera, en base a parámetros cruciales para un usuario final como lo es la calidad de servicio y el ancho de banda de un servicio de internet corporativo o residencial.

A continuación se presentará un diagrama resumiendo las redes de acceso que con el pasar de los años han surgido y pueden ser utilizadas para instalación de última milla de un servicio.

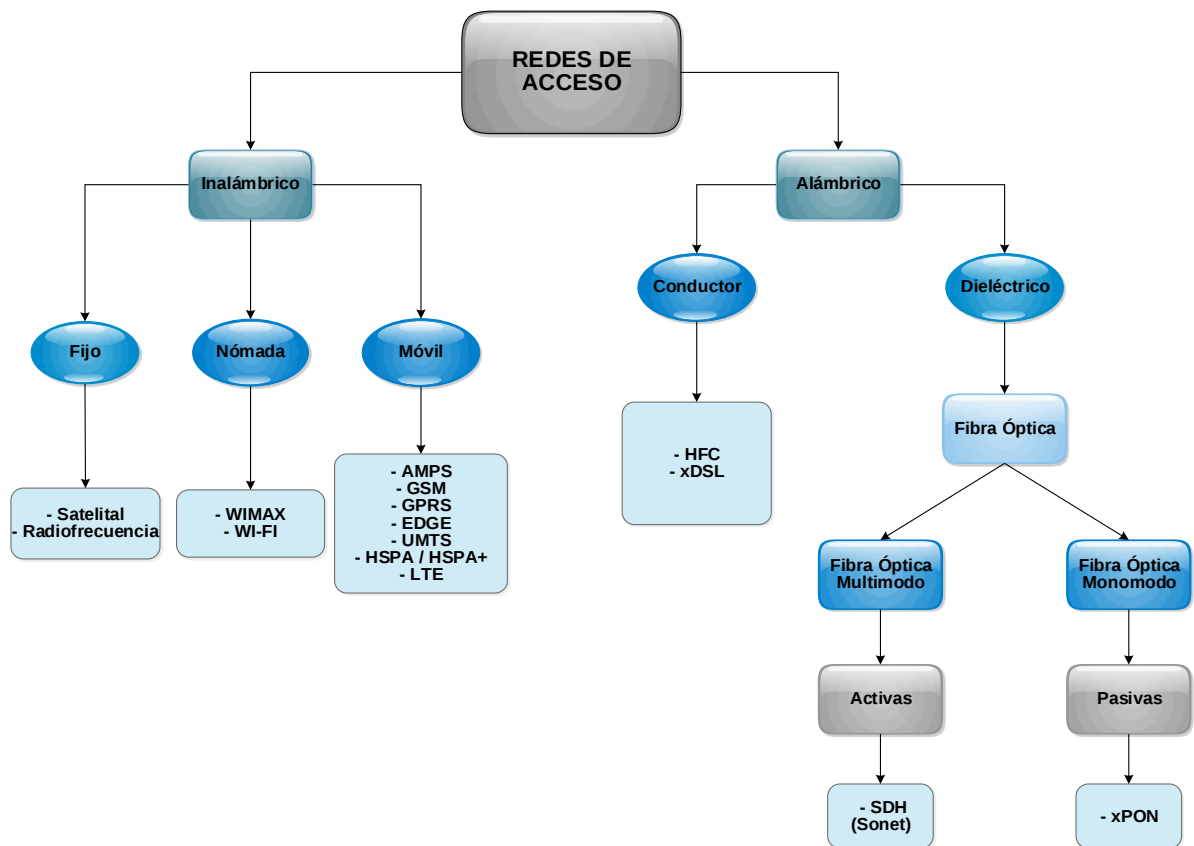


Figura 8. Tecnologías usadas en redes de acceso.

Fuente: Adaptada de [18] [19]

Como se puede observar, en la figura 8, las tecnologías usadas para redes de acceso pueden dividirse en dos grupos de acuerdo al medio de transmisión: inalámbrico o alámbrico. A continuación se detallará brevemente las tecnologías

presentadas realizando énfasis en la tecnología de red utilizada por el operador de telecomunicaciones para soportar sus servicios y llevarlos a los abonados. [18]
[19]

3.1. REDES DE ACCESO INALÁMBRICAS

Las redes de acceso inalámbricas son las que no dependen de un medio físico para transmitir información, a continuación se presentarán algunas de ellas. [19]

3.1.1. Redes Fijas

Las redes fijas son reconocidas por utilizar estaciones terrestres o satélites para transmitir la información. Entre ellas se encuentran las redes satelitales y las redes de transmisión por radiofrecuencia.

3.1.2. Redes Nómadas

Las redes nómadas son llamadas así debido a que cuentan con características propia de redes móviles, dichas características son la itinerancia y movilidad, lo cual permite de realizar cambios de conexión entre los puntos de acceso de forma automática o manual. Entre estas redes se encuentran las tecnologías WIMAX (IEEE 802.16) y WI-FI (IEEE 802.11n). [20]

3.1.3. Redes Móviles

Las redes móviles se encuentran divididas por tecnologías que incluyen la mejora en la velocidad de transmisión de datos con las estaciones de servicio y mejoras

en ancho de banda de las portadoras que componen los clústeres de celdas de servicio móvil. Entre las tecnologías que componen las redes móviles se encuentran AMPS (primera generación de telefonía celular), GSM y GPRS, EDGE, (segunda generación de telefonía celular), UMTS (tercera generación de telefonía celular), HSPA y HSPA+ (sucesora de la tercera generación de telefonía celular y predecesora de la cuarta generación) y finalmente LTE (cuarta generación de telefonía celular). [21]

3.2. REDES DE ACCESO ALÁMBRICAS

Las redes de acceso alámbricas son las redes que más comúnmente se utilizan para implementar las redes de última milla de servicios como internet banda ancha, telefonía y IpTV, están divididas en dos grupos en base al material mediante el cual se transmitan, dichos materiales también pueden tener efectos sobre las señales, y son conocidos como conductores o dieléctricos. [18] [19]

3.2.1. Redes de acceso basadas en materiales conductores

Existen redes de acceso basadas en materiales conductores, estas son:

3.2.1.1. HFC (Hybrid Fiber Coaxial)

Una red *HFC* (Hybrid Fiber Coaxial), es una red híbrida entre fibra óptica y cable coaxial, es una red que fue diseñada para transmitir señales de video y televisión pero que soporta la transmisión de voz y la transmisión de datos. [22]

La tecnología *HFC* es la sucesora de la tecnología *CATV* (Community Antenna Television), la cual fue diseñada exclusivamente para transmitir el servicio de televisión, y cuenta con un ancho de banda elevado por precisamente por utilizar fibra óptica como uno de sus medios de transmisión. [23]

3.2.1.2. XDSL (Digital Subscriber Line)

La tecnología *xDSL* o Línea de abonado digital utiliza cables de cobre, material que en inicialmente se utilizaba exclusivamente para soportar el servicio de telefonía, para transmitir información a alta velocidad. [24]

La tecnología *xDSL* se divide en cuatro tecnologías que se adaptan al tipo de servicio que se quiera transmitir y soportar.

Tabla 1. Tecnologías de acceso *xDSL*. [24]

Tecnología	Velocidad	Modo de transmisión	Servicios que soporta
HDSL (<i>High data rate Digital Subscriber Line</i>)	1.544 y 2.048 Mbps	Full dúplex	• Transmisión de E1 y T1 • Conexión a PBX
ADSL (<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>)	• 1,5 a 8 Mbps • 16 kbps a 1Mbps	Full duplex	• Acceso a internet • Video por demanda • Multimedia interactiva
SDSL (<i>Symmetric Digital Subscriber Line</i>)	2 Mbps	Full dúplex	• Acceso a internet • Video por demanda • Multimedia interactiva
VDSL(<i>Very high data rate Digital Subscriber Line</i>)	• 25 a 52 Mbps • 1,5 a 16 Mbps	Full dúplex	• Acceso a internet • Video por demanda • Multimedia interactiva • Televisión en alta definición

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Redes de acceso basadas en materiales dieléctricos

Las redes de acceso basadas en materiales dieléctricos tienen una característica definida y es que están basadas en tecnologías que pueden o no necesariamente necesitar de alimentación o polarización, lo cual hace que a estas redes puedan

3.2.2.1. SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

Las redes de jerarquía digital sincrónica conocidas por sus siglas en inglés *SDH* (Synchronous Digital Hierarchy) o Sonet en Norte América, son redes activas de segunda generación diseñadas para transporte de servicios basadas en multiplexación por división de tiempo (*TDM*). Las redes *SDH* están compuestas por dispositivos opto electrónicos y como su nombre lo indica son jerárquicas debido a que tienen un orden en su unidad de transporte denominada tributarios. [25]

Tabla 2. Unidades tributarias SDH.

<i>Tributario SDH</i>	<i>Velocidad</i>
STM - 1	155,52 Mbps
STM - 4	622 Mbps
STM - 16	2,5 Gbps
STM – 64	10 Gbps
STM - 256	40 Gbps

Fuente: Adaptación de [25].

3.2.2.2. XPON (Passive Optical Network)

Una red *PON* (Passive Optical Network) o red óptica pasiva es una tecnología de acceso basada en el despliegue de una red únicamente con elementos pasivos para transmitir tráfico correspondiente a uno o varios servicios. [26]

Están basadas en el funcionamiento de las redes *CATV*, y al ser redes compuestas exclusivamente por elementos pasivos representa una reducción en costes de instalación y mantenimiento. [27] De igual forma la tecnología *PON* se caracteriza por contar un elevando ancho de banda debido al medio de transmisión de información.

Las redes *PON* están basadas en arquitecturas punto a multipunto, y cuentan con elementos pasivos denominados Terminal de Línea Óptica (*OLT*, *Optical Line Terminal*) físicamente ubicada en el proveedor de servicios y Unidad de Red Óptica (*ONU*, *Optical Network Unit*), la cual se encuentra localizada en la ubicación de los usuarios.

El proceso para transmitir el tráfico de servicio a través de la red *PON* comienza cuando el *OLT* recoge el tráfico que irá destinado a cierta cantidad de usuarios ubicados en una localidad específica, posteriormente lo transmite a la red de cabecera que está compuesta por elementos denominados divisores ópticos pasivos o *POS* (Passive Optical *Splitters*) y acopladores direccionales (*Directional Couplers*) los cuales están conectados mediante topologías bus, anillo o árbol Ethernet con control de acceso al medio *CSMA/CD* para el caso de una topología en bus; dichos elementos son los encargados de llevar el tráfico hasta el *ONU* del usuario final, según sea el servicio *FTTx* (*Fiber To The*) requerido, habiendo entre estos *FTTH* (*Fiber To The Home*), *FTTB* (*Fiber To The Building*) y *FTTA* (*Fiber To*

The Apartment) siendo estos servicios conocidos como fibra hasta el hogar, fibra hasta el edificio y fibra hasta el apartamento, respectivamente. [26]

Tabla 3. Tecnologías *xPON* para prestación de servicios de comunicaciones. [26]

<i>Tecnología xPON</i>	<i>Velocidad de transmisión</i>
APON (<i>ATM Passive Optical Network</i>)	155,52 <i>Mbps</i> canal de bajada
BPON (<i>Broadband Passive Optical Network</i>)	155,52 <i>Mbps</i> (canal de bajada + canal de subida)
GPON (<i>Gigabit Capable Passive Optical Network</i>)	2.488 <i>Gbps</i> para canal de bajada 1.244 <i>Gbps</i> para canal de subida

Fuente Elaboración propia

Para concluir, esta investigación está diseñada para gestionar el rendimiento de la red de acceso de un operador de telecomunicaciones de la ciudad de Bogotá, dicha red de acceso es una red GPON que transporta servicios de banda ancha residencial e *IpTV* a través de toda la ciudad.

4. TOMA DE DECISIÓN PARA ELECCIÓN DE METODOLOGÍA ÓPTIMA

Con el objetivo de sugerir una metodología que permitiera optimizar la gestión de rendimiento en la red de servicios del operador de telecomunicaciones cliente, se realizó la implementación de un método que permitiera realizar un análisis multicriterio que permitiera realizar comparaciones entre los marcos anteriormente estudiados.

El método de comparación utilizado es denominado proceso de análisis jerárquico (*AHP, Analysis Hierarchy Process*), dicho método de análisis permite valorar la importancia a nivel individual de un conjunto de criterios para tomar una decisión que involucra el uso de una u otra alternativa. [28] Para la implementación de dicha proceso de decisión se seleccionaron los criterios y alternativas los cuales serán presentados a continuación.

Tabla 4. Selección de criterios para toma de decisión.

Criterio 1	Nivel de detalle en gestión de rendimiento
Criterio 2	Control y aprovisionamiento de recursos
Criterio 3	Actualización de la metodología.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Selección de alternativas

Alternativa 1	ITU-T – X.739
Alternativa 2	ITU-T – TMN
Alternativa 3	TM Forum – Framework

Fuente: Elaboración propia

Para llevar a cabo el proceso de decisión [29] se identificó inicialmente la relación de los criterios contra las alternativas en una matriz y se asignó un valor a cada alternativa en cuanto al criterio.

Tabla 6. Matriz criterios y alternativas para aplicación de método *AHP*.

	Nivel de detalle en gestión de rendimiento	Control y aprovisionamiento de recursos	Actualización de la metodología
Alternativa 1	2	4	2 (Desactualizada, 1996)
Alternativa 2	3	5	2 (Desactualizada, 2000)
Alternativa 3	5	5	4 (Actualizada, 2016)

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realizó una valoración que permitiera cuantificar la preferencia de cada alternativa sobre sus homologas en base a cada uno de los criterios planteados.

Tabla 7. Valoración de primer criterio con respecto a cada alternativa.

CRITERIO: NIVEL DE DETALLE EN GESTIÓN DE RENDIMIENTO							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz normalizada			Vector promedio
Alternativa 1	1	0,20	0,11	0,07	0,03	0,08	0,06
Alternativa 2	5	1	0,20	0,33	0,16	0,15	0,22
Alternativa 3	9	5	1	0,60	0,81	0,76	0,72
SUMA	15	6,20	1,31				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Valoración de segundo criterio con respecto a cada alternativa.

CRITERIO: CONTROL Y APROVISIONAMIENTO DE RECURSOS							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz normalizada			Vector promedio
Alternativa 1	1	0,14	0,11	0,06	0,02	0,08	0,06
Alternativa 2	7	1	0,20	0,41	0,16	0,15	0,24
Alternativa 3	9	5	1	0,53	0,81	0,76	0,70
SUMA	17	6,14	1,31				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Valoración de tercer criterio con respecto a cada alternativa.

CRITERIO: ACTUALIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA							
	<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>	<i>Alternativa 3</i>	<i>Matriz normalizada</i>			<i>Vector promedio</i>
<i>Alternativa 1</i>	1	0,14	0,11	0,06	0,02	0,08	0,06
<i>Alternativa 2</i>	7	1	0,20	0,41	0,16	0,15	0,24
<i>Alternativa 3</i>	9	5	1	0,53	0,81	0,76	0,70
SUMA	17	6,14	1,31				

Fuente: Elaboración propia

Después de esto se realizó una comparación entre los criterios para definir la importancia de los mismos y así llevar a cabo la toma de decisión.

Tabla 10. Comparación entre criterios en base a importancia entre los mismos.

MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES – CRITERIOS							
	<i>Criterio 1</i>	<i>Criterio 2</i>	<i>Criterio 3</i>	<i>Matriz normalizada</i>			<i>Vector promedio</i>
<i>Criterio 1</i>	1	0,20	0,14	0,08	0,13	0,03	0,08
<i>Criterio 2</i>	5	1	3	0,38	0,65	0,72	0,59
<i>Criterio 3</i>	7	0,33	1	0,54	0,22	0,24	0,33
SUMA	13	1,53	4,14				

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se realizó una ponderación con los datos obtenidos para definir la metodología ganadora.

Tabla 11. Toma de decisión para uso y sugerencia de metodología.

	<i>Nivel de detalle en gestión de rendimiento</i>	<i>Control y aprovisionamiento de recursos</i>	<i>Actualización de la metodología</i>	<i>Total</i>
Alternativa 1	0,06	0,06	0,06	0,06
Alternativa 2	0,22	0,24	0,24	0,24
Alternativa 3	0,72	0,70	0,70	0,70
Ponderación	0,08	0,59	0,33	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, en la tabla 11, se encontró que la metodología que mejor se encuentra con respecto a los criterios planteados es la metodología que representa a la alternativa número 3, es decir, la propuesta por el *TM Forum*, seguida por la metodología del *Telecommunication Management Network*. Para facilitar y dar claridad a la lectura del procedimiento realizado, se resaltaron las celdas utilizadas en la tabla 11, para realizar la elección definitiva.

Los resultados mostrados en el análisis previo, representan un escenario que puede describirse como un Óptimo de Pareto, debido a que los puntajes asignados en el análisis evidencian una totalidad en la que el resultado dominante es la metodología ganadora. Con el análisis realizado se evidencia que las alternativas número 1 y 2, aunque son ampliamente aceptadas, cuentan con

menos argumentos frente a la alternativa número 3 en cuanto a los criterios planteados, lo cual evidencia de gran forma una superioridad que se ve reflejada en el resultado obtenido. [30]

PARTE III

Desarrollo del Proyecto

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

A continuación se detallará limitadamente el desarrollo del proyecto debido al acuerdo de confidencialidad firmado con el operador de telecomunicaciones cliente, igualmente cualquier información, dato, dispositivos, herramientas, aplicaciones, esquemas, características de red o infraestructuras de red reales no se podrán mencionar. Tal como se ha presentado en el transcurso del escrito para mantener la anonimidad, el cliente de BPS Consultores será denominado “Operador de Telecomunicaciones Cliente” y la información suministrada en este escrito no corresponde a la información verdadera correspondiente al cliente con el que se firmó el acuerdo de confidencialidad.

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El operador de telecomunicaciones cliente, cuyo nombre es protegido por acuerdos de confidencialidad en el proyecto implementado, es una empresa que hace parte del sector de las telecomunicaciones y opera en la ciudad de Bogotá D.C, dedica sus esfuerzos en actividades de provisión de servicios fijos y móviles de comunicaciones a nivel local y nacional.

Con la creciente demanda de capacidad e interactividad de los servicios de comunicaciones fijos por parte de los usuarios del sector y la creciente estrategia fomentada por entes gubernamentales de impulsar las tecnologías de la información y las comunicaciones como una herramienta para el desarrollo del país, el operador de telecomunicaciones cliente implementó una nueva tecnología de red con la cual proveía mayor capacidad para satisfacer las demandas del mercado y llevar a cabo la instalación de última milla al usuario final, dicha tecnología está basada en una red de fibra óptica (*GPON*) que puede ser instalada

hasta distintas instancias del usuario final (*FTTx*) para la prestación de servicio y ser la tecnología de acceso al servicio adquirido.

Con la introducción de la tecnología *GPON*, el incremento de usuarios poseedores de los servicios fijos provistos, era algo con lo cual el operador de telecomunicaciones cliente contaba, pues gracias a su infraestructura, los servicios de internet residencial y corporativo alcanzaban grandes capacidades de navegación lo cual aumento la popularidad del servicio a nivel nacional. Adicionalmente el operador de telecomunicaciones cliente realiza la prestación de servicios de televisión por internet *IpTV*.

El aumento de usuarios, la cantidad de recursos por servicio y lo esperado por el usuario final, evidencio la necesidad de gestionar el rendimiento de la infraestructura de red que en su mayoría se componía de equipos ópticos y elementos ópticos pasivos, que soportaban los servicios comercializados de internet corporativo y residencial y de televisión por internet *IpTV*, con el objetivo de garantizar un nivel mínimo en la calidad de servicio, al usuario final.

A continuación se muestran los servicios que el operador de telecomunicaciones cliente comercializa sobre la infraestructura de red *GPON*.

Tabla 12. Servicios comercializados por el operador de telecomunicaciones cliente.

<i>Servicio</i>	<i>Tecnología de Acceso</i>
<i>Internet Residencial</i>	<i>GPON</i>
<i>Internet Corporativo</i>	<i>GPON</i>
<i>IpTV</i>	<i>GPON</i>

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1. Infraestructura de red del Operador de Telecomunicaciones Cliente

Los servicios mencionados anteriormente, comercializados por el operador de telecomunicaciones cliente están soportados en la infraestructura de red mostrada en la figura 9.

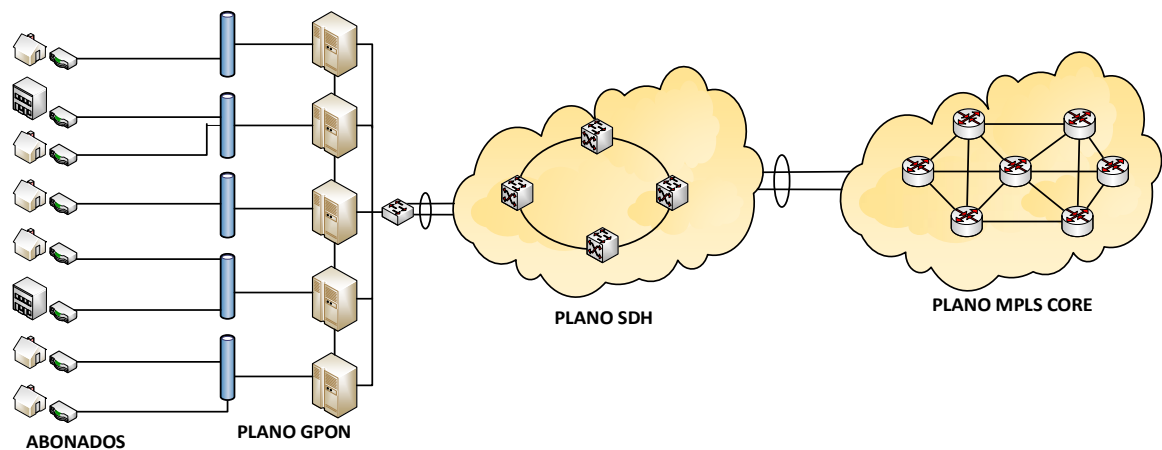


Figura 9. Infraestructura de red del operador de telecomunicaciones cliente.

Fuente: Adaptada de [31] [32]

5.1.2. Gestión de rendimiento previa a la implementación de la solución

La gestión de rendimiento aplicada a la infraestructura de red GPON manejada por el operador de telecomunicaciones previa a la implementación del proyecto con BPS Consultores, estaba basada en el uso software propietario de los distintos nodos de red que conforman la infraestructura GPON sobre la cual se brindan los servicios. Los procesos realizados para la gestión de rendimiento del servicio tenían el problema de ser ineficientes, no automatizables y no aseguraban un cien por ciento de veracidad, lo cual era causal de pérdidas de tiempo y otros factores que dificultaban la gestión y el aseguramiento del servicio.

El procedimiento llevado a cabo consiste en medir parámetros específicos en los nodos de red usando el software propietario del fabricante de dicho nodo. La totalidad de los parámetros medidos por nodo debe ser sintetizada para la elaboración de reportes e indicadores de rendimiento para garantizar la eficiencia de recursos y calidad de servicio. Razón por la cual el procedimiento de utilizar un software por cada diferente fabricante resulta bastante ineficiente. Adicionalmente no existe metodología alguna, en la gestión de rendimiento realizada por el operador de telecomunicaciones cliente por lo cual el valor agregado aportado al cliente es muy bajo o prácticamente nulo.

Un punto débil de la gestión de rendimiento que el operador de telecomunicaciones cliente tenía en su gestión de rendimiento, era la imposibilidad de visualizar el rendimiento y los recursos de un conjunto nodos de red de diferentes fabricantes.

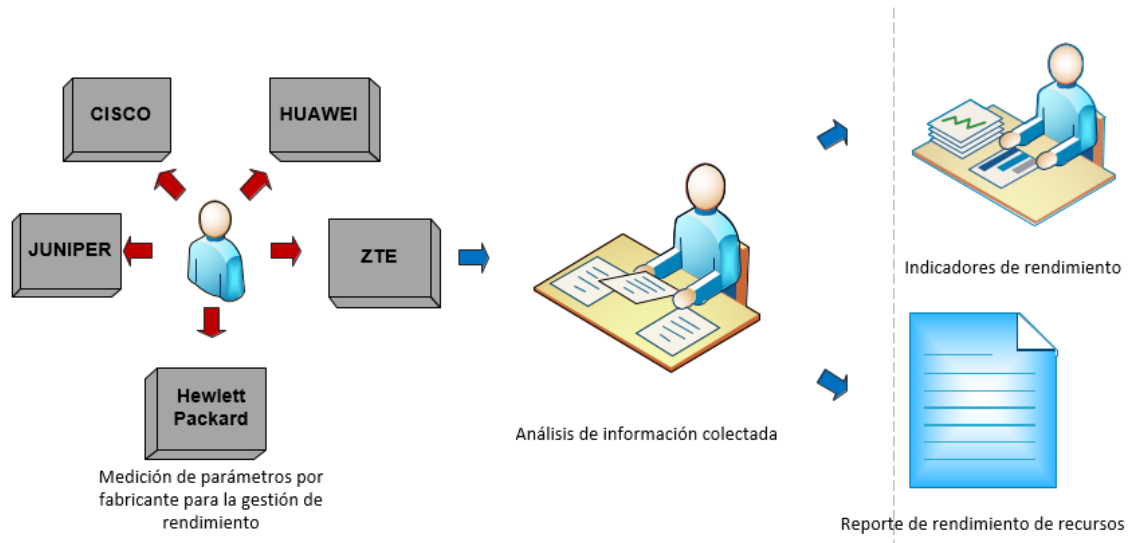


Figura 10. Gestión de rendimiento realizada por los operadores de la infraestructura GPON en el operador de telecomunicaciones cliente.

Fuente: Elaboración propia

6. MAPEO DE LA METODOLOGÍA ETOM CONTRA LO OFRECIDO CON LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Dentro de la oferta realizada al operador de telecomunicaciones cliente, se planteó realizar un mapeo de lo ofrecido con la solución desarrollada por BPS Consultores para expresar el nivel de similitud con los procesos y funciones de negocio que promueve el *TM Forum* mediante *Frameworx* y sus componentes.

Anteriormente ya se ha definido qué alcance y la implementación del proyecto abarca exclusivamente los procesos que involucran la gestión de rendimiento de las redes propias del operador de telecomunicaciones cliente, que soportan los servicios de *IpTV* y banda ancha residencial; de igual forma se han definido ya los procesos de negocio y las funciones operacionales que describe y promueve el *TM Forum* en su marco de referencia *Frameworx* para realizar una prestación eficiente del servicio en lo que respecta a gestión de rendimiento tanto del servicio como de los recursos que soportan el mismo. Posteriormente la acción a realizar involucra la selección de la herramienta que permita llevar a cabo la ejecución de los procesos estudiados previamente. Para realizar el mapeo de los procesos y funciones que fueron definidos anteriormente por el *BPF* se hará uso del *Application Framework (TAM)* mencionado anteriormente.

Con el TAM se pueden evaluar los procesos y funciones que cumple e incumple la solución propuesta por BPS Consultores en cuanto a lo propuesto por el *BPF*. A continuación se enfatizan las funciones y procesos del componente *TAM* que relacionan los procesos del *BPF* estudiados anteriormente.

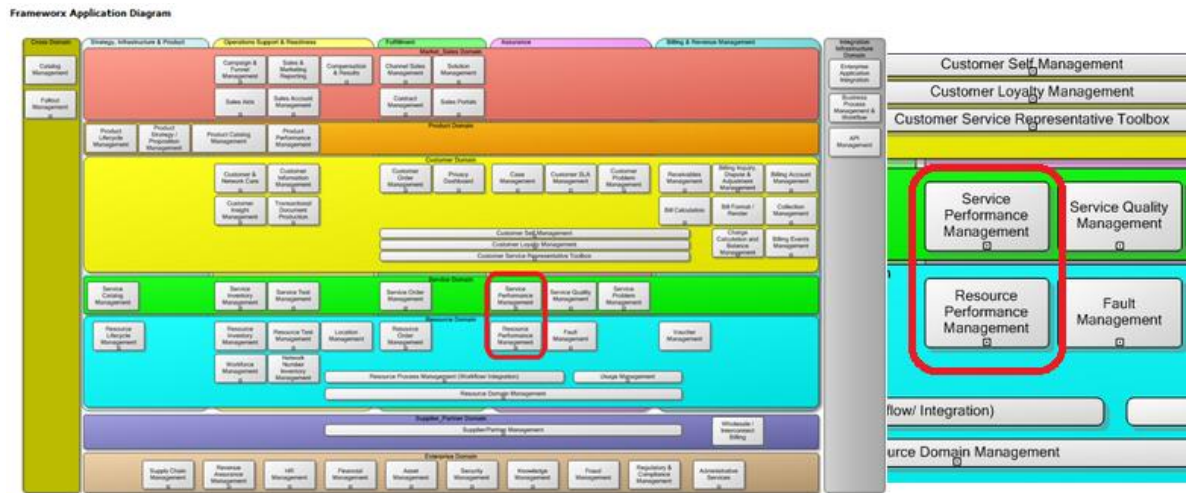


Figura 11. Desglose de procesos del *Application Framework (TAM)*. [15]

6.1. SERVICE PERFORMANCE MANAGEMENT

Las aplicaciones que cumplen con este proceso tienen las herramientas para monitorear, analizar, y reportar el rendimiento del servicio en tiempo real para permitir una vista de extremo a extremo que asegure la funcionalidad y disponibilidad del servicio. [15]

6.1.1. Service Performance Monitoring

Las aplicaciones que realizan monitoreo de rendimiento de servicio poseen las funcionalidades y herramientas necesarias para realizar colecciones de información y monitoreo de servicios de un proveedor. [15] Dichas funcionalidades son:

1. Colección de datos e información de rendimiento, incluyendo información de extremo a extremo.

2. Colección de información sobre recursos relacionados a la métrica.
3. Almacenamiento de datos de rendimiento monitoreados.
4. Correlación de eventos sobre rendimiento del servicio y filtrado de los mismos
5. Capacidad de agregación de datos.

6.1.2. Service Performance Analysis

Las aplicaciones que realizan análisis proveen las funcionalidades necesarias para analizar el rendimiento de los servicios de un proveedor. [15] Entre dichas funcionalidades se encuentran las siguientes:

1. Análisis de la información prevista por la funcionalidad de monitoreo incluyendo la topología de servicio.
2. Detección de causa raíz sobre degradaciones en rendimiento.
3. Realizar sugerencias sobre mejoras en el rendimiento del servicio.

6.1.3. Service Performance Reporting

Para proveer reportes sobre de rendimiento de servicio, se debe contar con las funcionalidades requeridas para generar reportes sobre rendimiento del o los servicios manejados por un proveedor. [15]

6.2. RESOURCE PERFORMANCE MANAGEMENT

Las aplicaciones para gestionar el rendimiento de los recursos tienen las herramientas para monitorear, analizar, y reportar sobre el rendimiento de los recursos utilizados en los servicios de un proveedor de comunicaciones. [15]

6.2.1. Resource Performance Monitoring

Las aplicaciones que proveen monitoreo sobre el rendimiento de los recursos de un servicio, cuentan con las funcionalidades para realizar colección de datos y monitoreo de los recursos utilizados por un proveedor de servicios. [15] Las funcionalidades habladas son:

1. Colección de datos sobre rendimiento en tiempo cercano al real.
2. Almacenamiento de datos de rendimiento monitoreados.
3. Correlación y filtrado de eventos de rendimiento.
4. Capacidad de agregación de datos.

6.2.2. Resource Performance Analysis

Para proveer análisis sobre el rendimiento de los recursos de un servicio, se debe contar con una aplicación que cuente con las siguientes funcionalidades. [15]

1. Análisis de datos e información de rendimiento, recibida por el proceso de monitoreo de rendimiento de recursos.
2. Detección de causa raíz sobre la degradación del rendimiento de recursos.
3. Provisión de recomendaciones para realizar mejoras sobre rendimiento de recursos.

6.2.3. Resource Performance Management Reporting

Para realizar reportes sobre el rendimiento de recursos, se debe contar con la funcionalidad de generar reportes sobre el rendimiento de los recursos administrados por el proveedor de servicios. Adicionalmente dichos reportes pueden ser generados de forma programada o por demanda. [15]

6.3. MAPEO DE LA SOLUCIÓN OFRECIDA A LO PROPUESTO POR EL BPF

Una vez determinados que procesos y funcionalidades del TAM deben cumplirse se procede a realizar la creación de una matriz de cumplimiento, en la que se verifique las capacidades de la solución propuesta por BPS Consultores.

Tabla 13. Mapeo TAM, matriz de cumplimiento propuesta.

<i>Solución software propuesta</i>	<i>Proceso TAM</i>	<i>Funcionalidades propuestas por el TAM</i>	<i>Cumplimiento</i>	
			<i>SI</i>	<i>NO</i>
<i>BPS Web Repórter</i>	<i>Service Performance Management</i>	Colección de datos de rendimiento.	X	
		Colección de información sobre recursos relacionados a la métrica.	X	
		Almacenamiento de datos de rendimiento.	X	
		Correlación de eventos sobre rendimiento.		X
		Capacidad de agregación de datos.	X	
		Análisis de la información.		X
		Detección de causa raíz sobre degradaciones en		X

		rendimiento.		
		Sugerencias sobre mejoras en el rendimiento.		X
		Reportes sobre de rendimiento de servicio	X	
	<i>Resource Performance Management</i>	Colección de datos sobre rendimiento en tiempo cercano al real	X	
		Almacenamiento de datos de rendimiento.	X	
		Correlación y filtrado de eventos de rendimiento.		X
		Capacidad de agregación de datos.	X	
		Análisis de datos e información de rendimiento	X	
		Detección de causa raíz sobre la degradación del rendimiento de recursos.		X
		Provisión de recomendaciones para realizar mejoras sobre rendimiento de recursos.		X
		Reportes sobre el rendimiento de recursos.	X	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, en la tabla 13, los procesos que soporta la solución de gestión de rendimiento diseñada, cumplen en su mayoría con lo propuesto por el marco de referencia *Framework* del *TM Forum*.

7. SOLUCIÓN DE GESTIÓN DE RENDIMIENTO IMPLEMENTADA

BPS Web Repórter [31] es una herramienta que permite gestionar el rendimiento de dispositivos y elementos de red a través de protocolo *SNMP* (Simple Network Management Protocol). La información que provee BPS Web Repórter aporta al aseguramiento del servicio y gestión de eventos en infraestructuras de red debido a las colecciones de información de rendimiento de recursos que soportan los servicios comercializados por una empresa *CSP*.

A demás de lo anterior, la herramienta cuenta con acceso vía *HTTP* (Hypertext Transfer Protocol) para visualizar reportes de desempeño de cada uno de los nodos monitoreados.

7.1. ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN

La arquitectura propia de la solución está dividida en las arquitecturas que a continuación se detallan.

7.1.1. Arquitectura lógica

En la arquitectura lógica se detallan los procesos e instancias mediante las cuales la herramienta a implementar realiza la colección de información en una infraestructura de red.

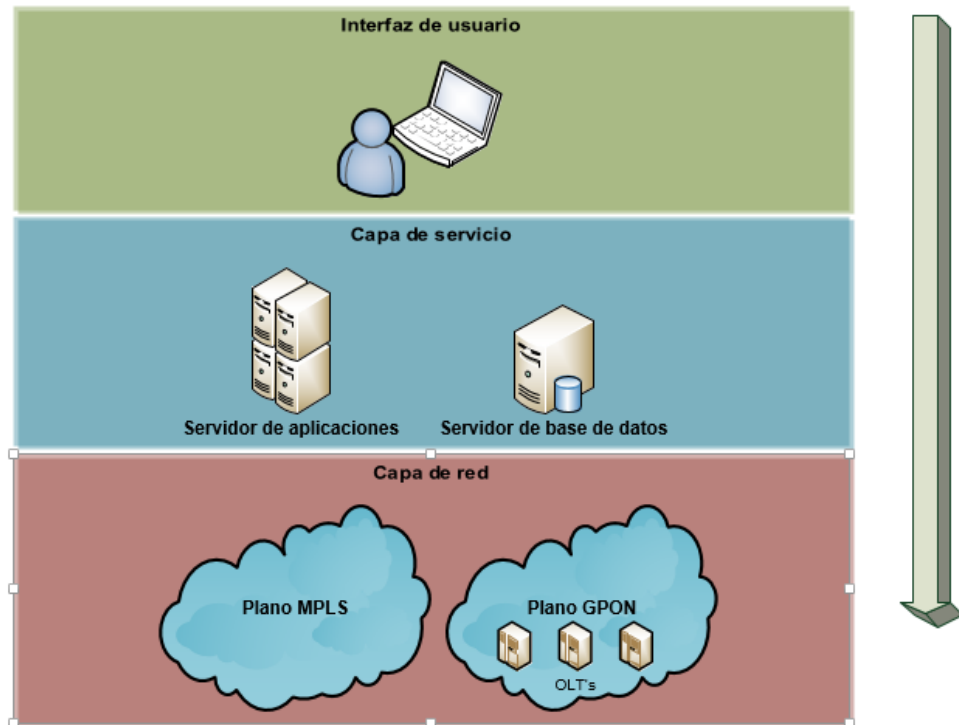


Figura 12. Arquitectura lógica de la solución implementada. [31]

Los componentes lógicos que componen cada servidor, es decir el software que soporta las funcionalidades de la solución se encuentran definidos en los anexos del escrito.

7.1.2. Arquitectura física

La arquitectura física permite detallar la forma en que se instalará a nivel de hardware la solución. Es importante mencionar que la herramienta está planificada para desplegarse en una arquitectura distribuida, es decir, con sus principales componentes separados para lograr mayor eficacia en la colección y almacenamiento de información de rendimiento.

7.1.2.1. Componente de Aplicaciones

El componente de aplicaciones es el encargado de configurar los poleos de información de rendimiento vía *SNMP*. Asimismo es el componente encargado de la generación de reportes por demanda a través de una aplicación que actúa como servidor HTTP.

7.1.2.2. Componente de base de datos

El componente de base de datos no tiene otra función que de almacenar los datos colectados del rendimiento para conformar un histórico de información. La base de datos que soporta la solución es tipo relacional y está configurada para realizar resúmenes o sumalizaciones de información en diferentes tablas para evitar colapsos por información, de igual forma las funciones de mantenimiento y borrado de información están previstas para cada 36 horas.

Las características necesarias para soportar los componentes de aplicaciones y base de datos, así mismo las especificaciones de hardware de cada uno de los servidores, se encuentran en los anexos del documento.

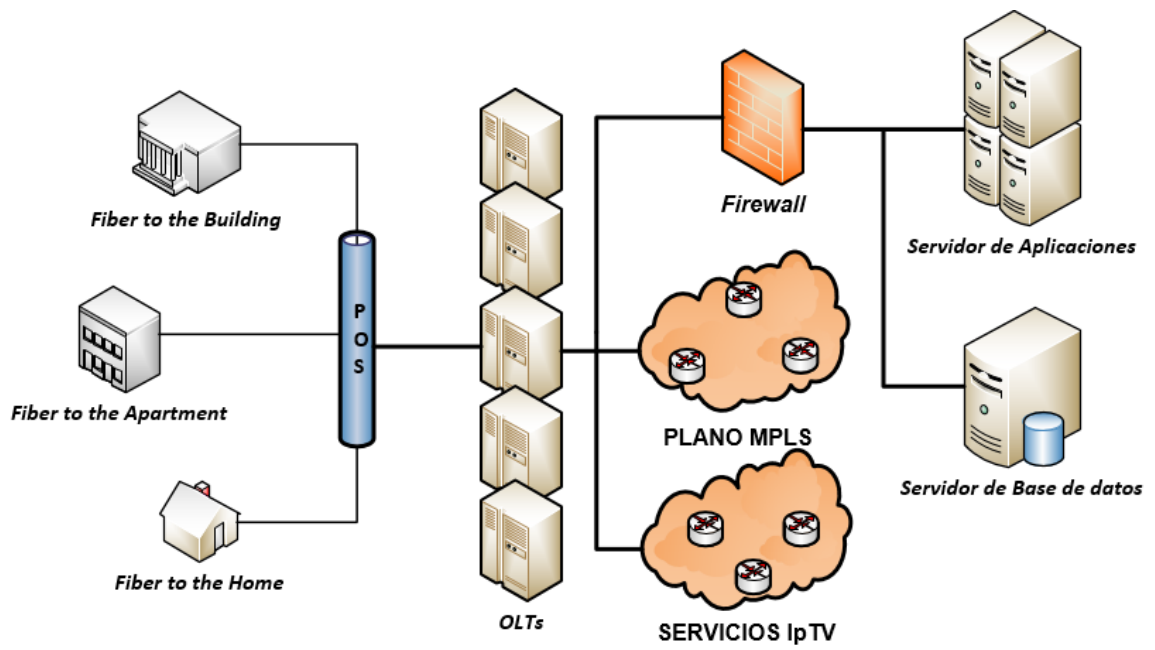


Figura 13. Arquitectura física de la solución.

Fuente: Adaptada de [31] [32]

8. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

El levantamiento de información para realizado para gestionar el rendimiento en la de infraestructura *GPON* propia del operador de telecomunicaciones cliente, tiene como objetivo conocer los modelos de equipos y los parámetros que serán necesarios medir al momento de realizar la colección de información de rendimiento. Así pues el levantamiento de información consiste en los siguientes pasos.

- 1.** Lista de equipos por fabricante pertenecientes a la infraestructura de red que soporta los servicios en cuestión.
- 2.** Lista de las métricas con sus respectivas *OID* (Object Identifiers) por cada modelo de equipo para la configuración de poleo vía *SNMP* en la herramienta.

Finalizado el proceso de levantamiento de información, se dispondrá de un equipo de trabajo para conceptualizar la eficiencia de los procesos de gestión de rendimiento actuales frente a lo propuesto por el *TM Forum*.

8.1. EQUIPOS A MONITOREAR

Para llevar a cabo una gestión del rendimiento de servicio y recursos en el operador de telecomunicaciones cliente, se monitorearan los *OLT*'s ubicados en las instalaciones del proveedor de servicios, como ya se ha observado previamente, dichos equipos son los encargados de conectar con los equipos ubicados en las dependencias de los usuarios finales mediante una serie de elementos pasivos como la fibra óptica.

A continuación se detallara el listado de equipos por fabricante pertenecientes a la infraestructura de red del operador de telecomunicaciones cliente, que soportan

los servicios ofrecidos. Los equipos marcados con un “Si” en el campo “Rendimiento” son los equipos en los cuales se realiza la gestión.

Tabla 14. Lista de equipos y elementos pertenecientes a la infraestructura de red del operador de telecomunicaciones cliente.

Rendimiento	Fabricante	Nombre de Equipo	Tecnología
No	Cisco	ASR 900	MPLS
No	Cisco	ONS 15494	SDH – Sonet
Si	Cisco	ME 4620-OLT	DWDM
Si	Cisco	ME 4605-OLT	DWDM
Si	Cisco	ME 4601-OLT	DWDM
No	Huawei	NE40E	MPLS
No	Huawei	NE5000E	MPLS
No	Huawei	OSN 3500	SDH – Sonet
No	Huawei	OSN 2500	SDH – Sonet
No	Huawei	Optix Metro 1000	SDH – Sonet
No	Huawei	Optix Metro 100	SDH – Sonet
Si	Huawei	MA 5600T	DWDM
Si	Huawei	MA 5603T	DWDM
Si	Huawei	MA 5608T	DWDM
Si	Huawei	MA 5680T	DWDM
Si	Huawei	MA 5683T	DWDM

Si	ZTE	ZXA10 C300	DWDM
Si	ZTE	ZXA10 C320	DWDM
No	ZTE	ZXHN F601	DWDM
No	ZTE	ZXHN F600	DWDM
No	ZTE	ZXHN F660	DWDM
Si	Alcatel Lucent	7342 P-OLT	DWDM
No	Alcatel Lucent	7342-O	DWDM
No	Alcatel Lucent	7342-B	DWDM
No	Alcatel Lucent	7342-M	DWDM

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se detallan parcialmente los equipos que componen la infraestructura de red del operador de telecomunicaciones cliente, tal y como se puede observar en la arquitectura de red mostrada en anteriormente, existen equipos basados en diversas tecnologías de red aunque la gestión propuesta se realizará únicamente a los equipos del plano óptico de servicios.

8.2. MÉTRICAS UTILIZADAS PARA EL POLEO DE INFORMACIÓN

Cada uno de los equipos detallados anteriormente posee en su interior uno o varios árboles jerárquicos que lógicamente organizan la información que puede ser obtenida para procesos de gestión del mismo, dichos árboles jerárquicos son conocidos como las MIB (Management Information Base) del equipo. Adicionalmente para realizar la gestión de las MIB's de un equipo es necesario contar con que el protocolo SNMP esté activo en la configuración del equipo.

A continuación, en la tabla 15, se detallarán las métricas o atributos que serán monitoreados en los equipos del plano óptico-pasivo que soportan los servicios comercializados por el operador de telecomunicaciones cliente.

Tabla 15. Lista de atributos de equipo monitoreadas para la gestión de rendimiento de la infraestructura de red.

Fabricante Equipo	Métrica	OID	Umbral
Cisco	Ancho de banda	1.3.6.1.2.1.2.2.1.5	Mayor al 90%
Cisco	Tráfico de entrada	1.3.6.1.2.1.2.2.1.10	Mayor al 80%
Cisco	Tráfico de salida	1.3.6.1.2.1.2.2.1.16	Mayor al 80%
Cisco	Uso Memoria	1.3.6.1.4.1.9.9.48.1.1.1.5	Mayor al 90%
Cisco	Uso de CPU	1.3.6.1.4.1.9.9.109.1.1.1.1.5	Mayor al 80%
Cisco	Paquetes descartados entrada	1.3.6.1.2.1.2.2.1.13	Mayor al 50%
Cisco	Paquetes descartados salida	1.3.6.1.2.1.2.2.1.19	Mayor al 50%
Cisco	Errores de entrada	1.3.6.1.2.1.2.2.1.14	Mayor al 50%
Cisco	Errores de salida	1.3.6.1.2.1.2.2.1.20	Mayor al 50%
Huawei	Ancho de banda	1.3.6.1.4.1.2011.10.2.40.2.3.2.1.3	Mayor al 90%

Huawei	Tráfico de entrada	1.3.6.1.4.1.2011.10.2.40.2.1.2.1.1.6	Mayor al 80%
Huawei	Tráfico de salida	1.3.6.1.4.1.2011.10.2.40.2.1.2.1.1.7	Mayor al 80%
Huawei	Uso Memoria	1.3.6.1.4.1.2011.2.2.5	Mayor al 90%
Huawei	Uso de CPU	1.3.6.1.4.1.2011.5.25.31.1.1.1.1.5	Mayor al 80%
Huawei	Paquetes descartados	1.3.6.1.4.1.2011.10.2.40.2.3.2.1.4	Mayor al 50%
Huawei	Errores de interfaz	1.3.6.1.4.1.2011.9.3.4.1.5	Mayor al 50%
ZTE	Ancho de banda	1.3.6.1.4.1.3902.3.202.6.2.5.1	Mayor al 90%
ZTE	Tráfico de entrada	1.3.6.1.4.1.3902.3.103.6.10.4.1.9	Mayor al 80%
ZTE	Tráfico de salida	1.3.6.1.4.1.3902.3.103.6.10.4.1.14	Mayor al 80%
ZTE	Uso Memoria	1.3.6.1.4.1.3902.3.202.5.4.1	Mayor al 90%
ZTE	Uso de CPU	1.3.6.1.4.1.3902.3.202.4.6.1.1.6	Mayor al 80%
ZTE	Paquetes descartados	1.3.6.1.4.1.3902.3.103.8.2.1.5	Mayor al 50%
ZTE	Errores de interfaz	1.3.6.1.4.1.3902.3.103.3.4.9.2	Mayor al 50%
Alcatel Lucent	Ancho de banda	1.3.6.1.4.1.637.3.1.4.10.44.1.1.63	Mayor al 80%

Alcatel Lucent	Tráfico de entrada	1.3.6.1.4.1.637.3.1.4.10.44.2.1.72	Mayor al 90%
Alcatel Lucent	Tráfico de salida	1.3.6.1.4.1.637.3.1.4.10.44.2.1.73	Mayor al 80%
Alcatel Lucent	Uso Memoria	1.3.6.1.4.1.637.800.1.2.1.16.1.1.1.9.0	Mayor al 80%
Alcatel Lucent	Uso de CPU	1.3.6.1.4.1.637.800.1.2.1.16.1.1.1.13.0	Mayor al 90%
Alcatel Lucent	Paquetes descartados entrada	1.3.6.1.4.1.637.3.1.5.4.1.2.1.6	Mayor al 50%
Alcatel Lucent	Paquetes descartados salida	1.3.6.1.4.1.637.3.1.5.4.1.2.1.9	Mayor al 50%
Alcatel Lucent	Errores de entrada	1.3.6.1.4.1.637.3.1.5.4.2.3.1.12	Mayor al 50%
Alcatel Lucent	Errores de entrada	1.3.6.1.4.1.637.3.1.5.4.2.3.1.11	Mayor al 50%

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, en la tabla 15, cada métrica de rendimiento tiene su propia OID dependiendo del fabricante, igualmente se establece un umbral para cada métrica en base a los requerimientos y niveles críticos establecidos por el operador de telecomunicaciones cliente el monitoreo de cada métrica.

9. IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

La implementación del aplicativo BPS Web Repórter se realizó en las etapas detalladas a continuación.

9.1. INSTALACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Para realizar la instalación de la solución ya sea para un ámbito de pruebas o ámbito de producción se sigue el diagrama de flujo mostrado en la figura 14. Es necesario remarcar que la instalación de componentes Mysql que se menciona en el diagrama de flujo es diferente en cada servidor. Para revisar que componentes Mysql se incluyen en cada servidor, remitirse a los anexos del escrito.

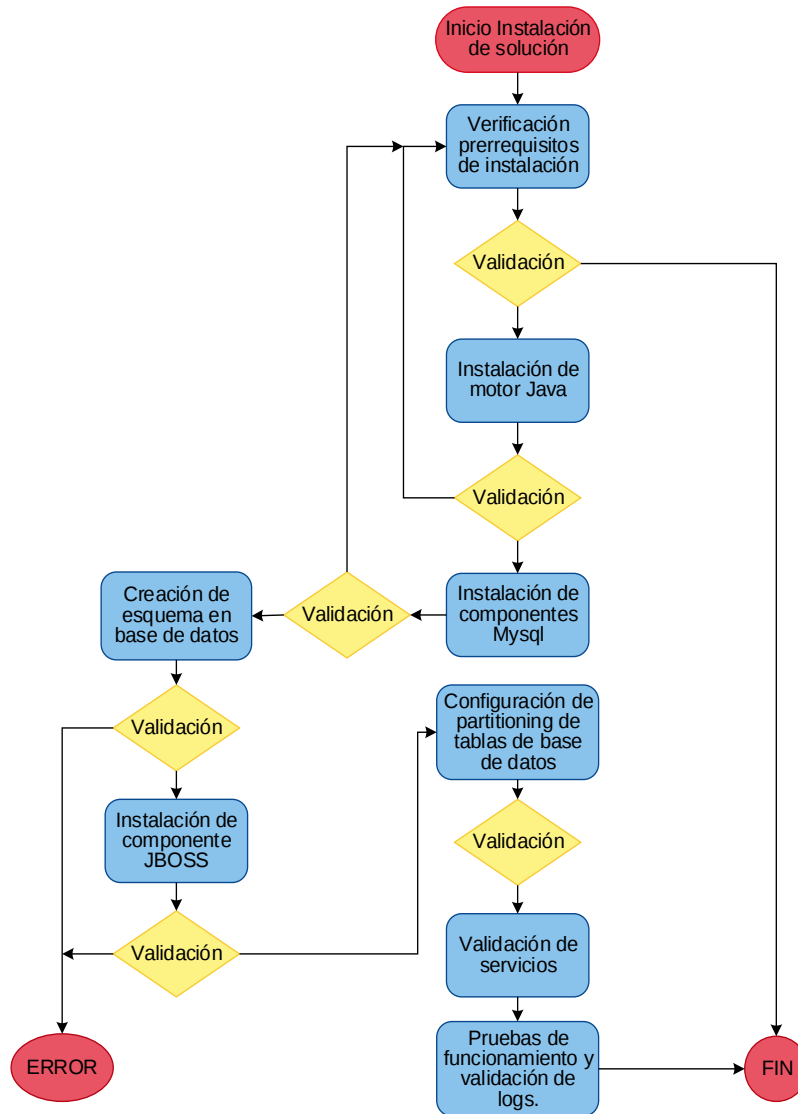


Figura 14. Diagrama de flujo para la instalación de la solución

Fuente: Elaboración propia

9.2. CONFIGURACIÓN DE CONECTIVIDAD

Con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento de la solución es necesario garantizar la conectividad con cada equipo de la infraestructura de red monitoreado. Siguiendo este objetivo se realizó la configuración de reglas en el

firewall del operador de telecomunicaciones cliente para alcanzar a cada equipo monitoreado.

A continuación se detalla los parámetros y características configuradas para la garantizar la conectividad entre la solución y los equipos monitoreados.

Tabla 16. Configuración de conectividad de la solución.

Origen	Destino	Puerto	Objetivo
Servidor de aplicaciones	Segmentos de equipos a monitorear	161	Garantizar la conectividad SNMP para realizar las colecciones de información de rendimiento.
Servidor de base de datos	Segmentos de equipos a monitorear	161	Garantizar la conectividad SNMP para realizar las colecciones de información de rendimiento.
Portal web	Servidor de aplicaciones	80	Visualización de reportes vía web.

Fuente: Elaboración propia.

9.3. CONFIGURACIÓN DE MÉTRICAS DE RENDIMIENTO

Una vez asegurada la conectividad a nivel *ICMP* (Internet Control Message Protocol) y *SNMP* entre los servidores de la solución y los equipos a monitorear, el paso siguiente es configurar las métricas de rendimiento para realzar las colecciones de información que a su vez será la información en base a la cual se generarán los reportes de rendimiento realizados por la herramienta.

La configuración realizada para cargar las OID de las métricas anteriormente descritas se realiza en la consola del aplicativo, en la cual como se mostrará en la

siguiente figura, es posible añadir una nueva métrica de monitoreo, quedando añadida también en la base de datos de la herramienta.

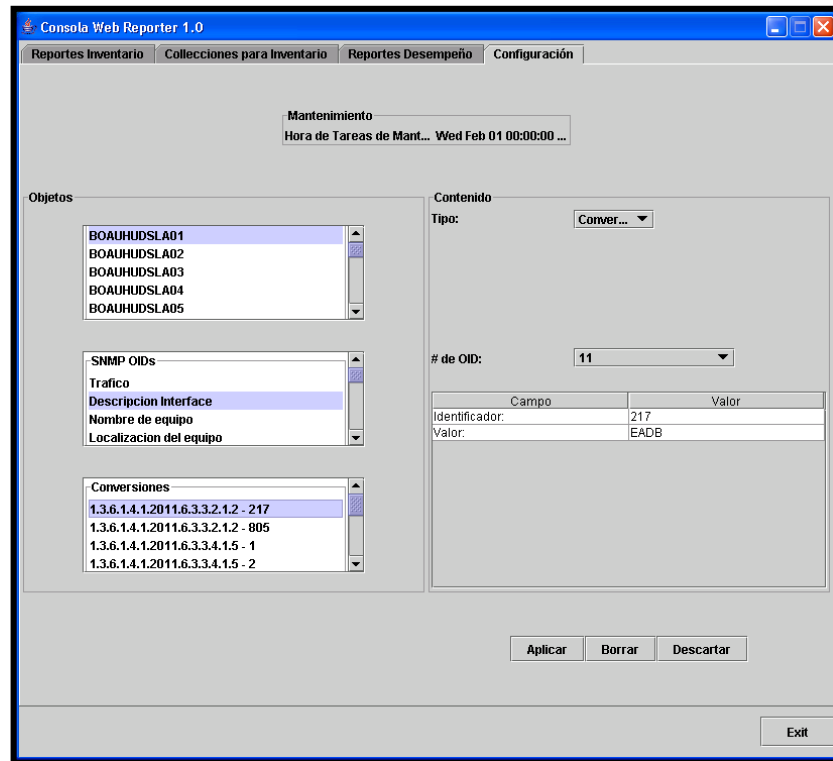


Figura 15. Configuración de OID en la solución. [32]

La figura 15, muestra la pestaña de “configuración” del aplicativo, en la cual se adicionan las OID de los equipos a gestionar, como se puede observar, dicha pestaña se divide en los campos “objetos” y “contenido”; en el campo “Objetos” se muestra la nomenclatura utilizada para los equipos gestionados junto a las métricas de gestión y su respectiva OID. En el campo “Contenido” se encuentran las opciones para añadir nuevas métricas de gestión con sus respectivas OID a monitorear.

Posteriormente, la colección de datos de rendimiento es realizada en la pestaña de “Reportes de desempeño”, allí será posible configurar nuevas colecciones de

información o modificar las ya existentes escogiendo la periodicidad de las colecciones de las métricas gestionadas, igualmente es posible establecer umbrales de porcentaje de métrica usado, si así lo requiere el usuario final.

Figura 16. Configuración de colección de métricas de rendimiento de los nodos monitoreados. [32]

Finalmente, es posible realizar sondeos de información de rendimiento de un nodo o equipo en específico, dicho procedimiento se realiza en la parte inferior de la ventana de configuración mostrada en la figura 16.

9.4. CONSULTA Y VISUALIZACIÓN DE REPORTE

Como se mencionó en anteriores secciones del escrito, la solución implementada tiene la funcionalidad de realizar reportes de la información de rendimiento recolectada, es posible acceder a dicha funcionalidad vía web y filtrar por el equipo y métrica gestionada a graficar. Adicionalmente es posible generar las gráficas del reporte en periodos de año, día mes y hora.



Figura 17. Interfaz de generación de reportes de rendimiento en la solución implementada. [32]

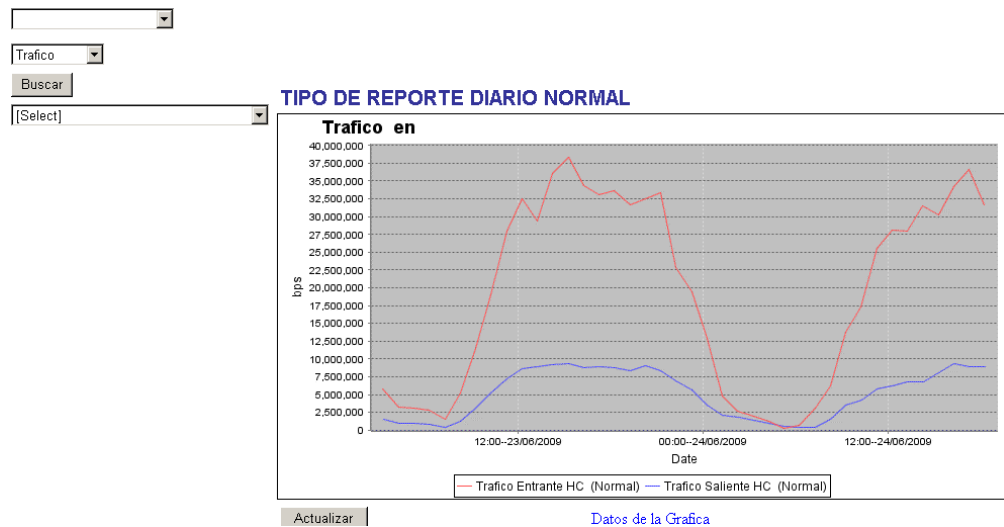


Figura 18. Reporte de rendimiento generado. [32]

Como se puede observar, en las figuras 17 y 18, se detalla la forma de generación de los reportes de rendimiento que realiza el aplicativo en base a la información recolectada vía SNMP a los equipos gestionados.

10. EJECUCIÓN PASO A PRODUCCIÓN Y ESTABILIZACIÓN

10.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Las fases restantes del proyecto en implementación están definidas en cuanto al cronograma programado para el cumplimiento de actividades relacionadas con la implementación, paso a producción y fase de estabilización del proyecto.

A continuación, en la tabla 17, se presentara el cronograma de actividades relacionadas con la fase final del proyecto en cuestión.

Tabla 17. Cronograma de proyecto

ID	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
1	IMPLEMENTACIÓN FASE FINAL GESTIÓN DE RENDIMIENTO EN REDES DE ACCESO	91,88 días	lun 18/01/16	vie 27/05/16		
2	Inicio de proyecto	0 días	lun 18/01/16	lun 18/01/16		
3	01. PLANEACIÓN	15 días	lun 18/01/16	vie 05/02/16		Equipo consultores
4	Desarrollo plan de proyecto	10 días	lun 18/01/16	vie 29/01/16	2	Equipo consultores
5	Aprobación plan de proyecto	3 días	lun 01/02/16	mié 03/02/16	4	Equipo consultores
6	Definición de recursos	2 días	jue 04/02/16	vie 05/02/16	5	Equipo consultores
7	02. ALISTAMIENTO	13 días	jue 04/02/16	lun 22/02/16		Equipo consultores
8	Hardware	11 días	jue 04/02/16	jue 18/02/16		

9	Solicitud de equipos	5 días	jue 04/02/16	mié 10/02/16	5	Equipo consultores
10	Verificación de prerequisites de hardware	1 día	jue 11/02/16	jue 11/02/16	9	Equipo consultores
11	Traslado de equipos a cliente	5 días	vie 12/02/16	jue 18/02/16	10	Equipo consultores
12	Software	2 días	vie 19/02/16	lun 22/02/16		
13	Instalación de componentes y prerequisites	2 días	vie 19/02/16	lun 22/02/16	11	Equipo consultores
14	03. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	10 días	vie 12/02/16	jue 25/02/16		Equipo consultores
15	Definición y listado de equipos a monitorear	7 días	vie 12/02/16	lun 22/02/16	10	Equipo consultores
16	Definición de métricas a monitorear	3 días	mar 23/02/16	jue 25/02/16	15	Equipo consultores
17	04. IMPLEMENTACIÓN	37,88 días	vie 26/02/16	vie 22/04/16		Equipo consultores
18	Instalación y configuración de aplicativo BPS Web repórter en entorno de desarrollo	2 días	vie 26/02/16	lun 29/02/16	16	Equipo consultores
19	Instalación y configuración de aplicativo BPS Web repórter en entorno de producción	2 días	vie 26/02/16	lun 29/02/16	16	Equipo consultores
20	Configuración de base de datos de la solución	4 días	mar 01/03/16	vie 04/03/16	19	Equipo consultores
21	Pruebas de conectividad contra los equipos a monitorear	6 días	mar 01/03/16	mar 08/03/16	19,18	Equipo consultores
22	Configuración SNMP contra los equipos a monitorear	10 días	mié 09/03/16	mié 23/03/16	21	Equipo consultores
23	Inclusión de OIDs y comunidades en el aplicativo para realizar los poleos o colección de información de gestión de rendimiento	14,88 días	lun 28/03/16	vie 15/04/16	22	Equipo consultores
24	Ejecución de retroalimentaciones	5 días	vie 15/04/16	vie 22/04/16	23	Equipo consultores
25	05. PASO A PRODUCCIÓN Y ESTABILIZACIÓN	30 días	vie 15/04/16	vie 27/05/16		Equipo consultores

26	Seguimiento del funcionamiento de la herramienta	30 días	vie 15/04/16	vie 27/05/16	23	Equipo consultores
27	Cierre de proyecto	0 días	vie 27/05/16	vie 27/05/16	26	

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La gestión de rendimiento que se realiza en una red de telecomunicaciones es equiparable a monitorear la “salud” de la infraestructura que soporta los servicios ofrecidos por un proveedor de Telecomunicaciones. Sin una adecuada gestión de rendimiento en las redes de comunicaciones, fácilmente se pueden presentar fallos en el dimensionamiento de infraestructura, por factores como el uso inadecuado de recursos o el uso y asignación desmedido, los cuales pueden ocasionar una insatisfacción por parte del cliente o usuario final en cuanto a calidad del servicio o en casos críticos la indisponibilidad del servicio.

Mediante la implementación de un marco de referencia como Frameworkx, la definición de funciones de gestión de rendimiento se clarifica, lo cual aporta al desarrollo de los procedimientos necesarios para gestionar de forma correcta la prestación de servicios en un proveedor de servicios.

Características de la solución implementada como la colección de datos sobre el rendimiento de nodos individuales y el almacenamiento de dichos datos de rendimiento, permiten el análisis de la información para contrastar el manejo de recursos en la infraestructura de red que permita realizar una toma de decisiones orientada a la mejora del uso de recursos.

La funcionalidad de reportes de rendimiento que posee el aplicativo provee la ventaja de analizar los recursos consumidos en periodos específicos de tiempo, debido a que su generación es por demanda. Asimismo características como ancho de banda y uso de memoria pueden aportar para el aprovisionamiento de recursos realizado por un operador.

El mapeo realizado, de la solución de gestión de rendimiento implementada por BPS consultores, a la metodología eTOM, evidenció que la solución provista no cumple a cabalidad con los procesos y funcionalidades impuestos, pues como se observa en la matriz de cumplimiento establecida en secciones anteriores, funciones como la correlación de eventos y detección de causa probable no habían sido contempladas. Se propone implementar estos aspectos para futuras versiones del aplicativo realizando procedimientos como la implementación de una consola de eventos que permita establecer datos de primera y última ocurrencia para realizar la correlación de eventos, además, implementar un algoritmo que permita establecer causas probables de los eventos alarmados.

Es muy importante resaltar el análisis realizado entre los marcos de referencia propuestos, ya que brinda la seguridad de escoger una metodología que se adapte a las demandas de la industria facilitando a su vez el trabajo realizado. La aplicación de la metodología AHP demostró que las ventajas y bondades proporcionadas por la alternativa (metodología) seleccionada, son potencialmente aplicables a las necesidades actuales de los proveedores de servicio del sector, en cuanto a la prestación de servicios de comunicaciones.

Con respecto al análisis realizado, se demostró que la metodología propuesta por el TM Forum fue la escogida para implementarse como marco de referencia con base a una serie de criterios transversales como control y aprovisionamiento de recursos, cuya relevancia en temas de gestión de servicio e infraestructura en la actualidad es de gran importancia para orientar el servicio hacia una mejora continua. Igualmente, se observó que la solución implementada (BPS Web Repórter) tiene una arquitectura lógica que aunque se asemeja mucho a la arquitectura multicapa propuesta por el modelo de gestión de la ITU, TMN, no alcanza el mismo nivel de la metodología propuesta por el TM Forum por el nivel de detalle con el cual se especifican las funcionalidades con las que se debe

contar para lograr una gestión de rendimiento eficiente en una red de telecomunicaciones.

REFERÊNCIAS

- [1] E. S. A. Garcia, «Gestion de Redes de un centro de computo utilizando protocolo SNMP/RMON,» Ambato, Ecuador, 2005.
- [2] A. Reyes, A. Barba y E. Sánchez, «Gestion Inteligente de tráfico en redes activas,» Cataluña, España, 2005.
- [3] J. N. Ortiz, «Mecanismos de mejora de calidad de experiencia sobre redes 802.11,» Granada, España, 2010.
- [4] J. S. Arenas, «Calidad de experiencia en el servicio banda ancha movil,» Santiago de Chile, Chile, 2011.
- [5] L. Raman, «OSI Systems and network management,» IEEE Communications Magazine, 1998.
- [6] Cramer, «Assuring the customer experience,» 2006.
- [7] TM Forum, «TM Forum - Home,» [En línea]. Available: <https://www.tmforum.org/>. [Último acceso: 02 04 2016].
- [8] ITU, «About ITU,» International Telecommunication Union, [En línea]. Available: <http://www.itu.int/es/about/Pages/default.aspx>. [Último acceso: 25 Enero 2016].
- [9] ITU-T, «Recomendacion UIT-T X.739 Tecnología de la informacion - interconexion de sistemas abiertos - gestion de sistemas: objetos metricos y atributos,» ITU, 1993.
- [10] ITU-T, «Recomendacion UIT-T M.3010 Principios para una red de gestion de las telecomunicaciones.,» 2000.
- [11] A. García Yagüe, «<http://www.ccapitalia.net>,» 1999 Junio 1. [En línea]. Available: <http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/1999-gestion-tmn-v1.pdf>. [Último acceso: 20 Febrero 2016].

- [12] ITU-T, «Serie Q: Conmutacion y Señalización Interfaz Q3 - Descripción de las etapas 2 y 3 para la interfaz Q3 - Vigilancia de alarmas,» ITU, 2000.
- [13] TM FORUM, «www.tmforum.org,» TM FORUM, [En línea]. Available: <https://www.tmforum.org/about-tm-forum/>. [Último acceso: 26 Febrero 2016].
- [14] TM FORUM, «www.tmforum.org,» TM FORUM, [En línea]. Available: <https://www.tmforum.org/tm-forum-frameworkx/>. [Último acceso: 27 Febrero 2016].
- [15] TM FORUM, «www.tmforum.org,» TM FORUM, [En línea]. Available: <https://www.tmforum.org/tm-forum-frameworkx/browse-clickable-model/>. [Último acceso: 27 Febrero 2016].
- [16] TM FORUM, Framework Reference - Core Frameworks Concepts and Principles, TM FORUM, November, 2015.
- [17] W. Y. Campo Muñoz, «www.dtm.unicauca.edu.co,» 2012 Diciembre 19. [En línea]. Available: <http://dtm.unicauca.edu.co/pregrado/conmutacion/transp/10-eTOM.pdf>. [Último acceso: 27 Febrero 2016].
- [18] J. Berrocal Colmenarejo, F. Gonzalez Vidal, R. Pérez Leal, M. Álvarez Campana, I. Román Martínez y E. Vásquez Gallo, Tecnologías de banda ancha y convergencia de redes, Madrid, España: Graymo S.A.
- [19] S. E. Alberto, Tecnologías de acceso para las ict. el instalador, los servicios y las redes de telecomunicaciones, Barcelona, España: Ediciones Experiencia, 2008.
- [20] www.dip-badajoz.es, «Las tecnologías WI-FI y WIMAX,» [En línea]. Available: http://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias_wifi_wmax.pdf. [Último acceso: 04 Marzo 2016].
- [21] H. C. Polo, Redes Moviles Celulares, Bogota, Colombia, 2010.
- [22] J. M. Huidobro Moya, Redes y servicios de telecomunicaciones, Madrid,

España: Thomson, 2006.

- [23] M. d. C. España Boquera, Servicios avanzados de telecomunicacion, Madrid, España: Diaz de Santos, 2003.
- [24] C. Valdivia Miranda, Redes Telemáticas, Madrid, España: Paraninfo, 2015.
- [25] G. Bernstein, B. Rajagopalan y D. Saha, Optical Network Control: Architecture, Protocols, and Standards., Wiley, 2004.
- [26] M. D. Cervantes Valencia, D. M. Pesantez Pesantez y G. O. Rosales Basantes, «Diseño de seguridad en una red GEPON orientada a servicios X-Play,» Guayaquil, Ecuador, 2011.
- [27] F. Boronat Seguí, M. Garcia Pineda y J. Lloret Mauri, «IPTV, la television por internet,» Vertice, Málaga, España, 2008.
- [28] H. Roche y C. Vejo, «Metodos cuantitativos aplicados a la administracion - Analisis multicriterio en la toma de decisiones,» 2005. [En línea]. Available: <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>. [Último acceso: 05 Marzo 2016].
- [29] F. D. De la Peña Esteban, Dirección, *Metodo AHP: Caso practico*. [Película]. Madrid, España: Youtube, 2015.
- [30] D. W. Pearce, Diccionario Akal de Economía Moderna, Madrid, España, 1999.
- [31] BPS Consultores, «Documentación BPS Webreporter,» Bogotá, 2009.
- [32] BPS Consultores, «Manual de usuario BPS Web Reporter V1.5,» Bogotá, 2008.
- [33] A. Villalva Franco, «Propuesta de la prestacion de servicios de banda ancha mediante el empleo conjunto de tecnologia CATV y PLC,» Guayaquil, Ecuador, 2012.

ANEXOS

Anexo A. Prerrequisitos para instalación de la solución.

Componente	Valor
Sistema operativo	Windows (2003 Server, XP, o versiones superiores) o Linux (Red Hat, CentOS).
Procesador	Procesador de 64 bits
Instalador servidor de base de datos	Mysql server 5.5
Instalador servidor de aplicaciones	Jboss 5.0.1.GA
Espacio en archivos de sistema	400MB (Paquete de instalación JBOSS y paquete de instalación Web Repórter)
Acceso	Credenciales administrador

Anexo B. Especificaciones técnicas de los servidores de la solución.

Característica	Valor
Nombre	Servidor de aplicaciones
Sistema operativo	Windows server 2008 R2
Resolución de nombres de dominio	Archivo Hosts
Tipo de procesador	Xeon 5110 1,6 GHz
Memoria RAM	4 Gb
Cantidad Discos Duros	3 de 150 Gb c/u
Software Instalado	Web Repórter 1.5 SDK 1.5.0_10

Característica	Valor
Nombre	Servidor de base de datos
Sistema operativo	Windows server 2008 R2
Resolución de nombres de dominio	Archivo Hosts
Tipo de procesador	Xeon E5420 2.5 GHz
Memoria RAM	4 Gb
Cantidad Discos Duros	3 Discos (1 de 180 Gb, 1 de 200 Gb y 1 de 50 Gb)
Software instalado	Web Reporter 1.5 Jsdk 1.5.0_10 My SQL 5.0

Anexo C. Componentes de software instalado en cada servidor.

Componentes servidor de aplicaciones
Web Reporter V1.5
Motor JDK Java
Mysql GUI Tools
Mysql Query Browser
JBOSS 5.0

Componentes servidor de base de datos
Web Reporter V1.5
Motor JDK Java
Mysql 5.5
Mysql GUI Tools
Mysql Query Browser
JBOSS 5.0