

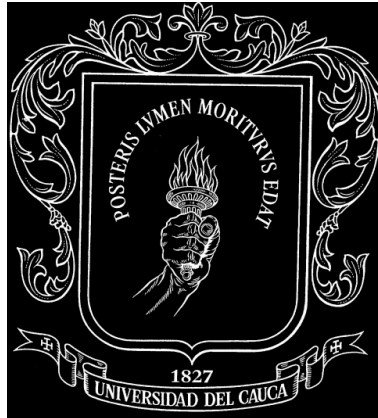
**CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA CREACIÓN DE POLÍTICAS DE GESTIÓN EN EL CONTEXTO
DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES**



**ADRIANA MARÍA GUSTIN REBOLLEDO
CARLOS ALBERTO ASTUDILLO TRUJILLO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
GRUPO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES - GNTT
POPAYÁN, DICIEMBRE DE 2008**

**CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA CREACIÓN DE POLÍTICAS DE GESTIÓN EN EL CONTEXTO
DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES**



**ADRIANA MARÍA GUSTIN REBOLLEDO
CARLOS ALBERTO ASTUDILLO TRUJILLO**

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

Director: Ing. OSCAR J. CALDERÓN CORTÉS

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
GRUPO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES - GNTT
POPAYÁN, DICIEMBRE DE 2008**

A Dios,
A la Virgen María y
A mis padres
Adriana María Gustin Rebolledo

A mis padres y
A mis hermanos
Carlos Alberto Astudillo Trujillo

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Oscar Josué Calderón Cortés quien nos guió durante el desarrollo de este proyecto de grado, y por haber sido más que un director, nuestro amigo.

A las personas de la Red de Datos, quienes amablemente nos colaboraron en la realización de este proyecto, en especial a los ingenieros Jaime Gaviria, Jaime Martínez, Andrés Zúñiga y a los monitores del Área de Servidores Eivar Armero y Fabio Fuertes.

A todos nuestros profesores quienes nos transmitieron todo su conocimiento y experiencias.

LISTA DE PUBLICACIONES

Artículos en Revistas Nacionales

1. A. Gustin, C. Astudillo y O. Calderón, **“Propuesta de un modelo de ciclo de vida de las políticas para la gestión de redes de telecomunicaciones”**, *Ingenium*, Revista de la Facultad de Ingeniería, N.º 17, 2008, pp. 24 - 32.

Artículos en Congresos Internacionales

1. C. Astudillo, A Gustin y O. Calderón, **“Procedimientos para la Creación de Políticas en la Gestión de Redes de Telecomunicaciones”**, VIII Congreso Internacional de Telecomunicaciones, Valdivia - Chile, Noviembre de 2008.
2. C. Astudillo, A Gustin y O. Calderón, **“Niveles de Abstracción de las Políticas para la Gestión de Redes de Telecomunicaciones”**, Simposio IEEE Monterrey – SIEEEM’08, Monterrey - México, Octubre de 2008, IEEE Press.
3. A. Gustin, C. Astudilo y O. Calderón, **“Modelo de Ciclo de Vida de las Políticas para la Gestión de Redes de Telecomunicaciones”**, II Congreso Internacional de Telecomunicaciones IP, Quito - Ecuador, Julio de 2008.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2. PANORAMA ACTUAL DE LA GESTIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES.....	3
2.1 INTRODUCCIÓN	3
2.2 DEFINICIÓN DE “GESTIÓN DE REDES”	3
2.3 GENERALIDADES	4
2.4 ÁREAS FUNCIONALES.....	5
2.5 SISTEMAS DE GESTIÓN.....	6
2.6 EL PARADIGMA GESTOR-AGENTE	7
2.6.1 <i>Modelo de Gestión OSI</i>	9
2.6.2 <i>Modelo de Gestión de Internet: Simple Network Management Protocol – SNMP</i>	10
2.6.3 <i>Telecommunication Management Network – TMN</i>	11
2.6.3.1 Beneficios de TMN.....	11
2.6.3.2 Arquitectura TMN.....	12
2.6.3.2.1 Arquitectura Lógica	12
2.6.3.2.2 Arquitectura Funcional.....	13
2.6.3.2.3 Arquitectura Física.....	13
2.6.3.2.4 Arquitectura de la Información	14
CAPÍTULO 3. GESTIÓN BASADA EN POLÍTICAS.....	15
3.1 INTRODUCCIÓN	15
3.2 EL PARADIGMA – GESTIÓN BASADA EN POLÍTICAS	15
3.3 DEFINICIÓN DE POLÍTICA	16
3.4 TIPOS DE POLÍTICAS	17
3.5 REGLA DE POLÍTICA	17
3.6 ÁREAS DE APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RED BASADA EN POLÍTICAS	18
3.7 REQUERIMIENTOS PARA LA GESTIÓN BASADA EN POLÍTICAS.....	19
3.8 ARQUITECTURA DE IETF PARA LA GESTIÓN BASADA EN POLÍTICAS	19
3.8.1 <i>Protocolos para la Distribución y Almacenamiento de las Políticas</i>	20
3.8.1.1 Lightweight Directory Access Protocol – LDAP	20
3.8.1.2 COPS y COPS-PR.....	21
3.9 MODELOS DE INFORMACIÓN DE POLÍTICAS	21
3.9.1 <i>Common Information Model – CIM</i>	22
3.9.2 <i>Policy Core Information Model - PCIM y PCIM extensions - PCIME</i>	22
3.9.3 <i>QoS Policy Information Model - QPIM</i>	23
3.9.4 <i>QoS Device Datapath Model Information - QDDIM</i>	23
3.9.5 <i>DEN-New Generation (DEN-ng)</i>	23
CAPÍTULO 4. ANALISIS Y PROPUESTA DEL CICLO DE VIDA DE LAS POLÍTICAS PARA LA GESTIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES.....	24
4.1 INTRODUCCIÓN	24
4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS DE CICLOS DE VIDA EXISTENTES	24
4.2.1 <i>Ciclo de Vida 1</i>	24
4.2.2 <i>Ciclo de Vida 2</i>	25
4.2.3 <i>Ciclo de Vida 3</i>	25

4.2.4	<i>Ciclo de Vida 4</i>	26
4.2.5	<i>Ciclo de Vida 5</i>	27
4.2.6	<i>Ciclo de Vida 6</i>	28
4.2.7	<i>Ciclo de Vida 7</i>	28
4.3	ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE CICLOS DE VIDA EXISTENTES	31
4.4	PROPUESTA DE CICLO DE VIDA DE LAS POLÍTICAS.....	33
CAPÍTULO 5. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA CREACIÓN DE POLÍTICAS		36
5.1	INTRODUCCIÓN	36
5.2	ALCANCE DEL PROCESO DE CREACIÓN DE POLÍTICAS	36
5.3	ACTORES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE CREACIÓN DE POLÍTICAS.....	37
5.4	NIVELES DE ABSTRACCIÓN DE LAS POLÍTICAS	38
5.4.1	<i>Definición del Término “Niveles de Abstracción”</i>	38
5.4.2	<i>Revisión de Niveles de Abstracción de las Políticas</i>	38
5.4.3	<i>Propuesta de Niveles de Abstracción para la Gestión de Redes de Telecomunicaciones</i>	40
5.5	PROCEDIMIENTO PARA LA CREACIÓN DE POLÍTICAS DE GESTIÓN	44
5.5.1	<i>Fase 1: Definición de Propósitos de Alto Nivel</i>	46
5.5.2	<i>Fase 2: Refinamiento de Propósitos de Alto Nivel</i>	47
5.5.3	<i>Fase 3: Transformación de los Propósitos a Políticas Desplegables</i>	49
5.6	RECURSOS UTILIZADOS EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DE CREACIÓN DE LAS POLÍTICAS	51
5.6.1	<i>Técnicas Formales para la Fase 2</i>	51
5.6.2	<i>Técnicas Formales para la Fase 3</i>	52
5.6.2.1	<i>Cálculo de Eventos con Razonamiento Abductivo</i>	52
5.6.2.2	<i>Verificación del Modelo</i>	53
5.6.2.3	<i>Traducción de Primitivas</i>	53
5.7	SÍNTESIS DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CREACIÓN DE POLÍTICAS.....	54
5.8	CRITERIOS PARA LA CREACIÓN DE POLÍTICAS DE GESTIÓN	54
CAPÍTULO 6. ESCENARIO DE APLICACIÓN PARA EL PROCESO DE CREACIÓN DE POLÍTICAS.....		57
6.1	INTRODUCCIÓN	57
6.2	DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO DE APLICACIÓN	57
6.2.1	<i>Conexión a Internet de la Red de Datos de la Universidad del Cauca</i>	57
6.2.2	<i>Servicios</i>	58
6.2.3	<i>Mecanismos de Calidad de Servicio Utilizados en la Red de Datos</i>	60
6.3	APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO Y CONSIDERACIÓN DE LOS CRITERIOS EN LA RED DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA	61
6.3.1	<i>Definición de los Actores en la Red de Datos de la Universidad del Cauca</i>	61
6.3.2	<i>Paso 1: Adquirir los Requerimientos de Gestión</i>	62
6.3.3	<i>Paso 2: Definir la(s) Política(s) Abstracta(s) de Alto Nivel</i>	62
6.3.4	<i>Paso 3: Especificar el(los) Propósito(s) de Alto Nivel</i>	63
6.3.5	<i>Paso 4: Definir los Sub-Propósitos</i>	63
6.3.6	<i>Paso 5: Generar Estrategias</i>	67
6.3.7	<i>Paso 6: Identificar Condiciones</i>	67
6.3.8	<i>Paso 7: Identificar el Tipo de Política</i>	68
6.3.9	<i>Paso 8: Identificación del Sujeto y/o Objeto</i>	68
6.3.10	<i>Paso 9: Definir las Políticas Desplegables en el Sistema</i>	68
6.3.10.1	<i>Implementación de la Política 3 (Derivada del Sub-Propósito 2-2)</i>	73
6.3.10.2	<i>Implementación de la Política 5 (Derivada del Sub-Propósito 2-3)</i>	76
6.3.10.3	<i>Implementación de la Política 9 (Derivada del Sub-Propósito 2-1)</i>	78

6.3.11	<i>Uso de los Criterios en el Desarrollo del Proceso de Creación de Políticas en la Red de Datos de la Universidad del Cauca</i>	80
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		83
CONCLUSIONES.....		83
RECOMENDACIONES.....		85
REFERENCIAS		86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelos de Gestión de Red de lo 90's.....	7
Figura 2. Paradigma Gestor-Agente	8
Figura 3. Modelo de Referencia SNMP	11
Figura 4. Arquitectura Lógica Estratificada de TMN.....	12
Figura 5. Ejemplo de una Regla de Política para QoS.....	17
Figura 6. Arquitectura GBP de IETF	20
Figura 7. Niveles de Abstracción de los Modelos de Información de Políticas de IETF.....	21
Figura 8. Propuesta de Ciclo de Vida de las Políticas	33
Figura 9. Alcance del Proceso de Creación de las Políticas dentro de Ciclo de Vida Propuesto	37
Figura 10. Relación del Plano de Gestión con los Niveles de Abstracción Propuestos	42
Figura 11. Diagrama del Procedimiento para la Creación de Políticas.....	44
Figura 12. Esquema de Obtención de Propósitos.	48
Figura 13. Descomposición de los Propósitos de Alto Nivel	48
Figura 13. Interconexión entre Internet y la Intranet de la Universidad del Cauca	58
Figura 15. Gráfica de Derivación de Propósitos	66
Figura 16. Host Descargas	73
Figura 17. Tiempo para Descargas	74
Figura 18. QoS para Descargas.....	74
Figura 19. Política para Descargas.....	75
Figura 20. Host Video Conferencia.....	76
Figura 20. Tiempo para Video Conferencia	76
Figura 22. QoS para Video Conferencia	77
Figura 23. Política para Video Conferencia	78
Figura 24. Horario Laboral.....	79
Figura 25. Política para descartar el Acceso a P2P	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de los Ciclos de Vida de las Políticas	31
Tabla 2. Comparación de los Ciclos de Vida de las Políticas.....	32
Tabla 3. Actividades Involucradas dentro de las Fases del Ciclo de Vida Propuesto	35
Tabla 4. Resumen Niveles de Abstracción.....	40
Tabla 5. Relación de los Niveles de Abstracción Revisados y los Niveles Propuestos.....	43
Tabla 6. Pasos del Procedimiento para Creación de Políticas	45
Tabla 7. Procedimiento para la Creación de Políticas	54
Tabla 8. Criterios Asociados a las Fases del Proceso de Creación de las Políticas.	56
Tabla 9. Direcciones IP de los Principales Servidores de la Red de Datos.....	60
Tabla 10. Condiciones para Lograr los Sub-Propósitos.	68
Tabla 11. Tipo de Política para Cada Sub-Propósito.....	68
Tabla 12. Rangos Definidos para Asignar Prioridad	69
Tabla 13. Utilización de los Criterios Propuestos en la Fase 1	81
Tabla 14. Utilización de los Criterios Propuestos en la Fase 2	81
Tabla 15. Utilización de los Criterios Propuestos en la Fase 3	82

ACRÓNIMOS

ACPL	Lenguaje de Políticas de Computación Autónoma (Autonomic Computing Policy Language)
ALICE	América Latina Interconectada con Europa
CIM	Modelo de Información Común (Common Information Model)
CLARA	Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas
CLI	Intérprete de Línea de Comandos (Command Line Interface)
CMIP	Protocolo de Información de Gestión Común (Common Management Information Protocol)
CMIS	Servicio de Información de Gestión Común (Common Management Information Service)
COPS	Protocolo Común Abierto para el Servicio de Políticas (Common Open Policy Service)
COPS-PR	COPS Utilizado para Provisionamiento de Políticas (COPS Usage for Policy Provisioning)
DEN-ng	Redes Habilitadas por Directorios – Nueva Generación (Directory-Enabled Networks-New Generation)
DiffServ	Servicios Diferenciados (Differentiated Services)
DMTF	Grupo de Trabajo en Gestión Distribuida (Distributed Management Task Force)
DNS	Sistema de Nombres de Dominio (Domain Name System)
ECA	Evento-Condición-Acción (Event-Condition-Action)
EMTEL	Empresa de Telecomunicaciones de Popayán
ETB	Empresa de Teléfonos de Bogotá
FCAPS	Fallas, Configuración, Contabilidad, Desempeño y Seguridad (Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security)
FTP	Protocolo para la Transferencia de Archivos (File Transfer Protocol)
GBP	Gestión Basada en Políticas
GUI	Interfaz Gráfica de Usuario (Graphic User Interface)
HDSL	Línea de Abonado Digital de Alta Velocidad Binaria (High bit-rate Digital Subscriber Line)
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HyperText Transfer Protocol)
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
IETF	Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force)
IntServ	Servicios Integrados (Integrated Services)
IP	Protocolo Internet (Internet Protocol)
ISO	Organización Internacional de Estándares (International Standard Organization)
ITU-T	Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (International Telecommunications Union - Telecommunications)
LAN	Red de Área Local (Local Area Network)

LDAP	Protocolo Ligero de Acceso a Directorio (Lightweight Directory Access Protocol)
LTL	Lógica Temporal Lineal
MF	Función de Mediación (Mediation Function)
MIB	Base de Información de Gestión (Management Information Base)
MO	Objeto Gestionado (Managed Object)
NAT	Traducción de Dirección de Red (Network Address Translation)
NEF	Función de Elemento de Red (Network Element Function)
NMS	Sistema Administrador de Red (Network Management System)
OSF	Función de Operación de Sistemas (Operations Systems Function)
OSI	Interconexión de Sistemas Abiertos (Open Systems Interconnection)
P2P	Punto a Punto (Peer to Peer)
PBM	Gestión Basada en Políticas (Policy Based Management)
PBNM	Gestión de Red Basada en Políticas (Policy Based Network Management)
PBX	Central Secundaria Privada (Private Branch Exchange)
PCIM	Núcleo del Modelo de Información de Políticas (Policy Core Information Model)
PCIMe	Extensiones de PCIM (PCIM extensions)
PDL	Lenguaje de Descripción de Políticas (Policy Description Language)
PDP	Punto de Decisión de Políticas (Policy Decision Point)
PEP	Punto de Ejecución de Políticas (Policy Enforcement Point)
PFDL	Lenguaje de Definición para el Marco de Trabajo en Políticas (Policy Framework Definition Language)
PMAC	Gestión de Políticas para Computación Autónoma (Policy Management for Autonomic Computing)
PMT	Herramienta de Gestión de Políticas (Policy Management Tool)
PR	Repositorio de Políticas (Policy Repository)
QA	Función de Adaptador Q (Q Adaptador Function)
QDDIM	Modelo de Información para Describir los mecanismos de QoS inherentes en los Dispositivos (QoS Device Datapath Information Model)
QoS	Calidad de Servicio (Quality of Service)
QPIM	Modelo de Información de Políticas de QoS (QoS Policy Information Model)
RAP	Protocolo para la Asignación de Recursos (Resource Allocation Protocol)
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
RENATA	Red Académica de Tecnología Avanzada
RFC	Petición de Comentarios (Request For Comments)
RSVP	Protocolo para Reserva de Recursos (Resource ReserVation Protocol)
SLA	Acuerdo de Nivel de Servicio (Service Level Agreement)
SNMP	Protocolo Simple de Gestión de Red (Simple Network Management Protocol)
SPL	Lenguaje de Políticas de Seguridad (Security Policy Language)
SPL	Lenguaje Simple de Políticas (Simple Policy Language)
TCP	Protocolo de Control de Transmisión (Transmission-Control-Protocol)
TMForum	Foro de Gestión de las Telecomunicaciones (TeleManagement Forum)
TMN	Red de Gestión de las Telecomunicaciones (Telecommunication Management Network)
ToS	Tipo de Servicio (Type of Service)

TPL	Lenguaje de Políticas de Confianza (Trust Policy Language)
UDP	Protocolo de Datagrama de Usuario (User Datagram Protocol)
URL	Localizador Uniforme de Recurso (Uniform Resource Locator)
UTP	Par Trenzado No Apantallado (Unshielded Twisted Pair)
VLAN	LAN Virtual (Virtual LAN)
VoIP	Voz Sobre IP (Voice over IP)
VPN	Red Privada Virtual (Virtual Private Network)
WAN	Red de Área Extensa (Wide Area Network)
WLAN	Red de Área Local Inalámbrica (Wireless Local Area Network)
WSF	Función de Estación de Trabajo (Workstation Function)
XCAML	Lenguaje de Marcado de Control de Acceso Extensible (eXtensible Access Control Markup Language)

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

“El principio de todas las cosas es pequeño”

Marcus Tullius Cicero

Día a día las redes de telecomunicaciones dentro de las diferentes organizaciones a nivel mundial desempeñan roles cada vez más importantes y en su mayoría esenciales, en áreas como el comercio, la industria, y el gobierno, entre otras. Es por esta razón, que la operación exitosa de una organización depende de que la gestión de dichas redes y de los servicios que éstas proveen, se realice de manera efectiva y eficiente.

La gestión de redes cobra un protagonismo esencial en este entorno, ya que permite verificar que los servicios de telecomunicaciones cumplan con los criterios de calidad establecidos, ayuda a controlar los costos asociados a la operación de la red y da soporte al despliegue rápido de nuevos servicios; contribuyendo a aumentar el grado de satisfacción de los clientes y, por tanto, a conseguir los objetivos de negocio establecidos.

Sin embargo, a lo largo de los últimos años, las redes de telecomunicaciones se han caracterizado por un crecimiento acelerado y un constante incremento en la complejidad y en la heterogeneidad de los recursos que las componen, lo cual ha llevado a que se propongan nuevas estrategias para responder a las nuevas exigencias presentadas para la gestión de redes. Una de ellas es la utilización de políticas, ya que éstas permiten realizar muchas de las tareas o actividades de gestión, desde las más simples hasta las más complejas de forma ágil, sencilla y con cierto grado de autonomía, brindando una gestión mucho más pro-activa. Dadas las ventajas que trae la inclusión de políticas en la gestión de redes surge la gestión basada en políticas, la cual ha sido propuesta para proveer sistemas de gestión más flexibles que puedan responder rápidamente a cambios en los requerimientos de dichos sistemas, tales como cambios en la topología de la red, en las necesidades de los usuarios, así como la introducción de nuevos usuarios y servicios, entre otros.

Con la gestión basada en políticas la visión tradicional de la gestión de red se transforma, ya que en lugar de centrarse en los dispositivos e interfaces, este nuevo paradigma se centra en los usuarios y los servicios que se ofrecen (visión de alto nivel).

En este contexto, surgió la necesidad de realizar este trabajo de grado, con el fin de aclarar la problemática que implica el desarrollo del proceso de creación de políticas, definiendo así su alcance, y los criterios y procedimientos que deben tenerse para que éstas sean aplicadas finalmente a cualquier contexto dentro de las redes de telecomunicaciones.

Este documento está organizado de la siguiente manera:

En el Capítulo 2 se hace una corta descripción de la gestión de redes de telecomunicaciones y se presenta un breve resumen de los principales modelos de gestión de red tradicionales.

En el Capítulo 3 se describe el paradigma de gestión basada en políticas y sus principales conceptos y elementos.

En el Capítulo 4 se analizan los principales modelos de ciclo de vida de las políticas y con base en ésta, se propone un modelo de ciclo de vida para la gestión de redes de telecomunicaciones, que abarca todas las actividades involucradas en el desarrollo de las políticas en un sistema de gestión. Esto permite enmarcar y contextualizar la gestión basada en políticas dentro de las redes de telecomunicaciones.

En el Capítulo 5, se delimita el alcance del proceso de creación de políticas definiendo las fases del ciclo de vida que están involucradas en dicho proceso; a partir de ello se presenta una propuesta de procedimientos para la creación de políticas y los métodos con los que se pueden realizar dichas fases. Por último, se formulan los criterios que deben considerarse para el desarrollo del proceso de creación de políticas.

El Capítulo 6 presenta un escenario en el que se aplican el procedimiento y los criterios definidos en el capítulo anterior, orientado a la gestión de calidad de servicio dentro la red de datos de la Universidad del Cauca. De esta manera, se tiene una idea más clara la utilización de los resultados obtenidos en el proyecto.

Finalmente, en el Capítulo 7 se dan una serie de conclusiones y recomendaciones, producto del desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO 2

PANORAMA ACTUAL DE LA GESTIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES

“Se puede tener por compañera la fantasía, pero se debe tener como guía a la razón”

Samuel Johnson

2.1 INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento acelerado de las redes y a la inminente necesidad de mejorar su eficiencia, disponibilidad y desempeño, se hizo obligatorio a lo largo de los últimos años poder gestionarlas eficientemente y de esta manera garantizar el cumplimiento de los requerimientos exigidos por parte de los usuarios de la misma.

El hecho de que dicha gestión deba hacerse de la manera más efectiva posible, ha generado una gran preocupación y ha motivado un sinnúmero de estudios e investigaciones alrededor de dicho tema, generando así documentos de trabajo y recomendaciones que han servido de guía para los desarrolladores y empresas que trabajan en el área. Entre los organismos que más han generado aportes a la gestión de redes están la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU – International Telecommunication Union) a través de las recomendaciones de la serie M y la serie X y el TMForum (Tele Management Forum).

Las actuales redes de telecomunicaciones se caracterizan por un constante incremento en la complejidad y en la heterogeneidad de los recursos que las componen. Los principales problemas relacionados con la expansión de las redes son la gestión para su correcto funcionamiento y la planificación estratégica de su crecimiento. Por tal motivo, la gestión de redes cobra un protagonismo esencial en este entorno, ya que permite verificar que los servicios de telecomunicaciones cumplan con los criterios de calidad establecidos, ayuda a controlar los costos asociados a la operación de la red y da soporte al despliegue rápido de nuevos servicios; contribuyendo a aumentar el grado de satisfacción de los clientes y, por tanto, a conseguir los objetivos de negocio fijados.

2.2 DEFINICIÓN DE “GESTIÓN DE REDES”

A continuación, se citan algunas de las definiciones planteadas para el término “gestión de redes”:

- *“Conjunto de facilidades para controlar, coordinar y monitorizar los recursos que soportan las telecomunicaciones”* según el estándar 7498-4 [1] de la Organización Internacional de

Estándares (ISO – International Standard Organization), el cual está orientado únicamente a las redes de computadores.

- *“Conjunto de procesos y actividades que realiza un operador o un proveedor de servicios de telecomunicaciones para ofrecer a sus clientes sus servicios, de forma que se cumplan tanto los criterios de calidad y costo establecidos en los objetivos de negocio fijados por las empresas, como los reflejados en los correspondientes contratos con los clientes, sean éstos usuarios finales u otras operadoras que formen parte de la cadena de prestación de los servicios” [2].*
- *“Conjunto de tareas de monitorización, información y control necesarias para operar efectivamente una red, lo cual puede requerir repetidas acciones de recogida de datos y análisis cada vez que sucede un nuevo evento en la red” [3].*
- *“La gestión de redes incluye el despliegue, integración y coordinación del hardware, software y los elementos humanos para monitorizar, probar, sondear, configurar, analizar, evaluar y controlar los recursos de la red para conseguir los requerimientos de tiempo real, desempeño operacional y calidad de servicio a un precio razonable” [4].*

2.3 GENERALIDADES

La gestión de redes, como núcleo de una gestión global, es fundamental para proporcionar servicios de calidad y lograr un rendimiento óptimo de las inversiones en infraestructuras en un entorno de redes multiservicio. Es por esto, que la gestión de redes abarca todas las actividades relacionadas con todo el ciclo de vida de los servicios, tanto las actividades *pre-servicio*, es decir, las que se llevan a cabo antes de su prestación (por ejemplo la planificación, el diseño o la implementación de las redes y los servicios), como las actividades *post-servicio*, que tienen lugar después de la prestación (por ejemplo el análisis de los parámetros de prestación del servicio, la retirada del mismo, la baja de los circuitos o el desmonte de los equipos de red).

La gestión de redes juega un papel importante en el buen funcionamiento de las redes y se hace imprescindible su aplicación por las siguientes razones:

- Los sistemas de información son vitales y están soportados sobre redes.
- La información manejada tiende a ser cada día mayor y a estar más dispersa.
- Las nuevas tecnologías de red requieren de una gestión cada vez más especializada, que le permita el empleo eficiente de sus recursos de telecomunicaciones.
- El adecuado empleo de las tecnologías de gestión de red permite mejorar la eficiencia, disponibilidad y el rendimiento de las redes, aumentar la relación calidad/costo en el diseño de las redes, así como aumentar la satisfacción de los usuarios por el servicio de red proporcionado.

2.4 ÁREAS FUNCIONALES

Para una mejor organización en el desarrollo de las actividades de gestión, el marco de gestión OSI define 5 áreas funcionales [5] las cuales también fueron adoptadas por TMN [6] y cumplen con determinadas responsabilidades. Éstas son:

- **Gestión de Fallos:** Tiene como objetivo fundamental la localización y recuperación de los problemas de la red. Ésta, abarca dos tareas principales:
 - Detección e identificación de los fallos.
 - Corrección del problema.
- **Gestión de Configuración:** Es el proceso de obtención de datos de la red y utilización de los mismos para incorporar, mantener y retirar los diferentes componentes y recursos que la integran. Consiste en la realización de tres tareas fundamentales:
 - Recolección de datos sobre el estado de la red. Para ello generalmente se emplean dos tipos de herramientas que funcionan de forma automática: las herramientas de auto-descubrimiento (auto-discovery) y las herramientas de auto-topología (auto-mapping). La primera lleva a cabo un sondeo periódico de la red para averiguar qué elementos están activos y qué características tienen estos; la segunda averigua de qué forma están interconectados los distintos elementos de la red. Toda esta información se representa gráficamente mediante un mapa topológico.
 - Cambio en la configuración de los recursos.
 - Almacenamiento de los datos de configuración.
- **Gestión de Contabilidad:** Tiene como misión la recolección de estadísticas que permitan generar informes de tarificación que reflejen la utilización de los recursos por parte de los usuarios. Requiere la realización de las siguientes tareas:
 - Recolección de datos sobre la utilización de los recursos.
 - Establecimiento de cuotas.
 - Cobro a los usuarios por la utilización de los recursos.
- **Gestión de Desempeño:** Tiene como principal objetivo el mantenimiento del nivel de servicio de la red.

La gestión de desempeño basa sus tareas en la definición de unos indicadores de funcionamiento. Es decir, es necesario fijar una serie de criterios que permitan conocer cuál es el grado de utilización de un recurso. Algunos de los indicadores más utilizados son:

- Parámetros de funcionamiento orientados al servicio. Miden el grado de satisfacción del usuario al acceder a los recursos. Los más importantes son la disponibilidad, el tiempo de respuesta y precisión.
- Parámetros de funcionamiento orientados a la eficiencia. Miden el grado de utilización de los recursos. Básicamente son el throughput y la productividad.

La gestión de desempeño consiste en realizar cuatro tareas básicas:

- Recolección de datos.
 - Análisis de datos.
 - Establecimiento de umbrales.
 - Modelado de la red. Se crea un modelo teórico para simular el comportamiento de la red bajo determinadas circunstancias.
- **Gestión de Seguridad:** Su objetivo es ofrecer mecanismos que faciliten el mantenimiento de políticas de seguridad. La Gestión de Seguridad se ocupa de los siguientes puntos:
 - Identificación de la información a proteger y dónde se encuentra.
 - Identificación de los puntos de acceso a la información.
 - Protección de los puntos de acceso.
 - Mantenimiento de los puntos de acceso protegidos.

2.5 SISTEMAS DE GESTIÓN

Una de las formas de ayudar a los operadores a llevar a cabo las actividades de gestión de forma eficiente, es la inclusión de los *sistemas de gestión*, los cuales son productos software que permiten realizar determinadas tareas de forma automática. Estos sistemas han ido incorporando las tecnologías más modernas con el objetivo de mejorar la calidad y la rentabilidad de los procesos.

Los sistemas de gestión habilitan a los operadores la conexión con equipos de red que se encuentran dispersos en un área geográfica extensa para supervisar su funcionamiento, coordinar su actuación de acuerdo con los criterios de utilización definidos en la estrategia de negocio de la empresa y analizar su comportamiento para verificar si se están cumpliendo dichos criterios.

Mediante la aplicación de un sistema de gestión de red se presentan las siguientes ventajas [7]:

- Incremento de confiabilidad: Se tiene una disminución del tiempo requerido para la detección y la corrección de errores, y la posibilidad de re-enrutar tráfico de red automáticamente si alguna parte de la red no opera eficientemente.
- Incremento de seguridad: Se da un acceso controlado a la red regulado para cada usuario de acuerdo a autorizaciones y autenticaciones definidas previamente.
- Personalización de servicios: Se puede definir para los diferentes tipos usuarios de la red.

- Monitoreo computarizado efectivo de sistema: Se puede almacenar información de seguimiento, evaluación y desempeño de la red, así como estadísticas de errores, soporte de estrategias de desarrollo de red, etc.

En resumen, se puede decir que los Sistemas de gestión de red buscan:

- Reducir los costos operacionales.
- Aumentar la calidad de los servicios.

Para que un sistema de gestión de red opere, es necesario ejecutar los siguientes pasos [7]:

- Obtener y recolectar datos característicos acerca de los elementos de la red y de su operación e interrelación en la misma (condiciones operacionales, desempeño, condiciones de falla y tipos de eventuales malos funcionamientos, relación entre elementos vecinos, parámetros de tráfico y carga, entre otros).
- Almacenar y evaluar los datos recolectados a través de un centro de procesamiento de datos del sistema.
- Controlar la operación de la red (modificando la funcionalidad de algunos elementos si es necesario) como conclusión y resultado de la evaluación.

En la medida en que un sistema de gestión de red deba ejecutar tareas de gestión de servicios y/o negocios, pueden ser necesarios pasos adicionales como parte de la operación, tales como:

- Registro de contratos de servicio y gestión de servicios de cliente.
- Elaboración de planes de negocios y diseños técnicos.
- Modelado y simulación de procesos técnicos y/o financieros, etc.

2.6 EL PARADIGMA GESTOR-AGENTE

Este concepto fue la base para los sistemas de gestión en la década de los 90's. estándares como SNMP, OSI y TMN (ver Figura 1) siguen este paradigma centralizado, el cual tiene sus orígenes en la arquitectura de computadores cliente-servidor.

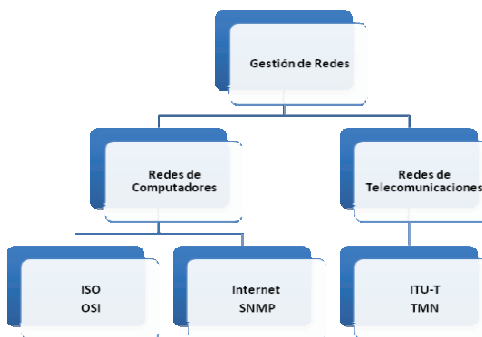


Figura 1. Modelos de Gestión de Red de lo 90's

De esta forma los componentes de una red se pueden dividir en dos grupos:

Gestores: Son los elementos de un sistema de gestión que interactúan con los operadores humanos y desencadenan las acciones pertinentes para llevar a cabo las operaciones invocadas por ellos.

Agentes: Son los componentes de un sistema de gestión que llevan a cabo las operaciones de gestión invocada por el gestor (o gestores) de la red.

La Figura 2 muestra el esquema básico del paradigma Gestor-Agente.

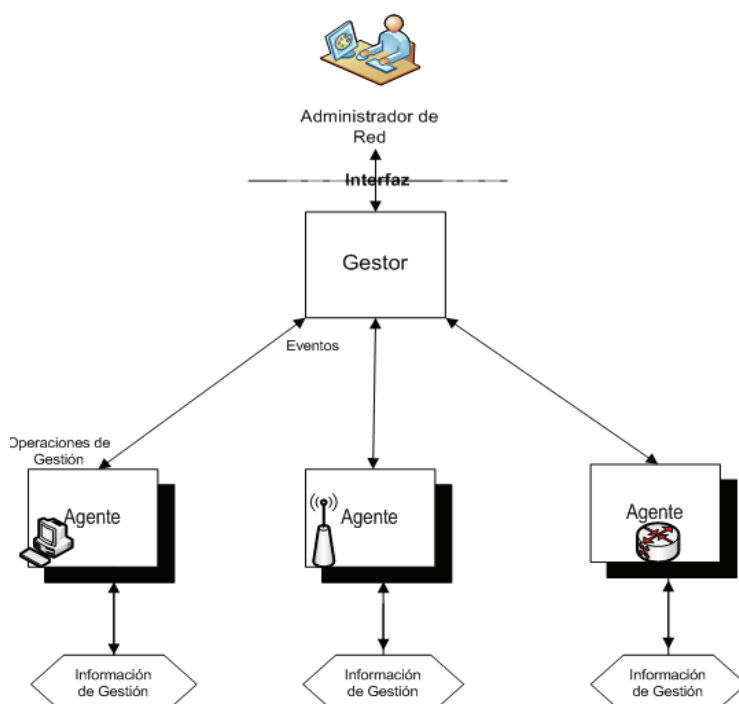


Figura 2. Paradigma Gestor-Agente

Los elementos de una red que contengan un gestor se denominan nodos gestores, y aquellos que tengan un agente de gestión se denominan nodos gestionados.

El funcionamiento de este tipo de sistemas de gestión se basa en el intercambio de información de gestión entre nodos gestores y nodos gestionados por medio de un protocolo de red el cual depende del modelo de gestión que se esté utilizando. Por lo general, los agentes mantienen información relacionada con el estado y las características de un determinado recurso de red, por eso, el gestor le pide a él que realice operaciones con la información que tiene del recurso y así éste podrá conocer su estado y podrá influir en su comportamiento por medio de la modificación de información de gestión. Cuando sucede algún evento excepcional los agentes pueden emitir

una notificación o un evento para informar al gestor de lo que está sucediendo con el recurso gestionado y pueda tomar así las decisiones necesarias.

Como se mencionó previamente, entre los estándares más difundidos que siguen este paradigma se encuentran:

- Modelo de Gestión OSI: Arquitectura definida por ISO, utiliza CMIS/CMIP (Common Management Information Service/ Common Management Information Protocol). Constituye un estándar concebido para operar sobre protocolos OSI.
- Modelo de Gestión Internet: utiliza SNMP (Simple Network Management Protocol), estándar de facto que opera sobre el protocolo TCP/IP.
- Arquitectura TMN: Definida por la ITU-T. Más que un modelo de gestión, define una estructura de red de gestión, basada en modelos de más bajo nivel.

Los dos primeros se refieren a redes de computadores, mientras que el tercero es de utilidad para los grandes operadores de redes de telecomunicaciones.

2.6.1 Modelo de Gestión OSI

El modelo de gestión OSI define un verdadero sistema de gestión de red orientado a objetos basado en la arquitectura de comunicaciones de OSI (recomendaciones X.200 de ITU-T [8] y el estándar 7498 de ISO [1]), conformando así, los protocolos y servicios necesarios para la gestión de red en entornos abiertos OSI [5].

Un sistema de gestión OSI hace referencia a un conjunto de estándares para la gestión de red, que se fundamenta en una base de datos que contiene información relativa a los recursos y elementos que deben ser gestionados (MIB – Management Information Base¹), un conjunto de servicios (CMIS - Common Management Information Service - Servicio Genérico de Información de Gestión [9]), y un protocolo (CMIP – Common Management Information Protocol - Protocolo Genérico de Información de Gestión [10]) que permite la comunicación de información y operaciones entre la base de datos y los gestores/agentes [3].

Los Sistemas de Gestión de Red basados en OSI pueden ser aplicados para gestionar:

- Redes de área local (LANs).
- Redes corporativas y redes privadas de área amplia (WANs).
- Redes nacionales e internacionales.

Este modelo aunque está bien diseñado, es de poca aceptación debido a que es muy complejo implementarlo en su totalidad, sólo las redes mejor equipadas pueden soportarlo; sin embargo, ha sido la base para la comprensión de otras soluciones de gestión.

¹ Base de datos lógica que contiene la información de gestión local referente a cada uno de los dispositivos que contienen un agente

2.6.2 Modelo de Gestión de Internet: Simple Network Management Protocol – SNMP

El estándar de gestión de red SNMP, ha sido definido por la comunidad de Internet para la gestión de redes que se basan o que implementan TCP/IP. SNMP es un estándar de facto y ha estado disponible desde 1990 [11], aunque en 1994 se estandarizó su segunda versión (SNMPv2).

Como en el caso de OSI utiliza el modelo gestor-agente, pero con la salvedad de que las comunicaciones son lo más simples posibles.

Este modelo de gestión es el más sencillo de los modelos de gestión, y por tal razón también es el más difundido. En realidad, SNMP es un conjunto de protocolos que definen las reglas para el intercambio de información entre las entidades del software de gestión de red (gestor, agente y la base de información de gestión (MIB)).

Una de las ventajas de SNMP, es que puede ser operado fácilmente y no requiere recursos de hardware sofisticados.

Los sistemas de gestión de red SNMP pueden ser aplicados principalmente en:

- LANs y redes corporativas basadas en TCP/IP.
- Segmentos de red Internet.

Una red gestionada a través de SNMP consta de tres componentes básicos: Dispositivos administrados, Agentes, y Sistemas administradores de red (NMS's), los cuales se muestran en la Figura 3.

- Un Dispositivo Administrado es un nodo de red que contiene un agente SNMP y reside en una red gestionada. Estos recogen y almacenan información de gestión, la cual se coloca a disposición de los NMS's usando SNMP. Los dispositivos administrados, a veces llamados elementos de red, pueden ser enrutadores, servidores de acceso, conmutadores, concentradores, puentes, computadores o impresoras.
- Un agente es un módulo de software de gestión de red que reside en un dispositivo administrado. Un agente posee un conocimiento local de información de gestión (por ejemplo: memoria libre, número de paquetes IP recibidos, ruta por defecto), la cual es organizada en jerarquías descritas en la base de información de gestión o MIB.
- Un NMS o gestor ejecuta aplicaciones que supervisan y controlan a los dispositivos administrados. Los NMS's proporcionan el volumen de recursos de procesamiento y memoria requeridos para la gestión de la red. Uno o más NMS's deben existir en cualquier red gestionada.

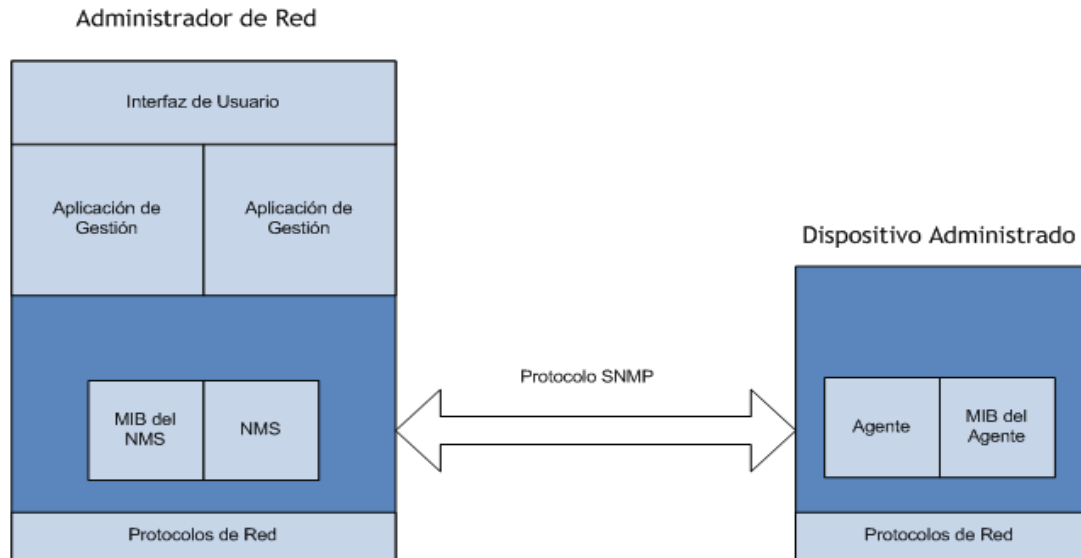


Figura 3. Modelo de Referencia SNMP

2.6.3 Telecommunication Management Network – TMN

El término TMN fue introducido por la ITU-T y está definido en la recomendación M.3010 [6]. Mediante TMN se buscó apoyar al sector de las telecomunicaciones para obtener un máximo de productividad de los recursos de la red instalada, ofrecer servicios de alta calidad de acuerdo a las exigencias del mercado, y sobre todo definir un modelo de arquitectura de gestión común para todos los fabricantes de equipos.

TMN es un modelo real, orientado a objetos, actualizado y ampliamente aplicable, basado en el modelo OSI de 7 Capas. Como consecuencia de la aplicación de la arquitectura OSI, TMN es similar a la gestión de red OSI, sin embargo, no son totalmente iguales. TMN ha sido desarrollado pensando hacia futuro (por eso aún es vigente).

Las instituciones participantes en la estandarización de TMN fueron: ITU/T, ETSI, ISO, Network Management Forum, y ANSI.

2.6.3.1 Beneficios de TMN

Los beneficios más sobresalientes de TMN son los siguientes:

- Modelo orientado a objetos.
- Multi-proveedor.
- Extensible.
- Escalable.
- Interoperable.

Todos estos beneficios son muy importantes porque permite a las compañías gestionar redes y servicios dinámicos y complejos, además de permitir la expansión de sus servicios manteniendo la calidad, y protegiendo la inversión.

2.6.3.2 Arquitectura TMN

El modelo TMN define varios tipos de arquitectura o formas para organizar la gestión de los diferentes sistemas para realizar actividades de manera eficiente. Todas ellas de carácter importante e interdependiente. Estas son:

- Arquitectura Lógica.
- Arquitectura Funcional.
- Arquitectura Física.
- Arquitectura de la Información.

2.6.3.2.1. Arquitectura Lógica

TMN define una serie de capas o niveles de gestión (ver Figura 4) mediante las cuales se pretende abordar la gran complejidad de la gestión de redes de telecomunicaciones. Estas son:

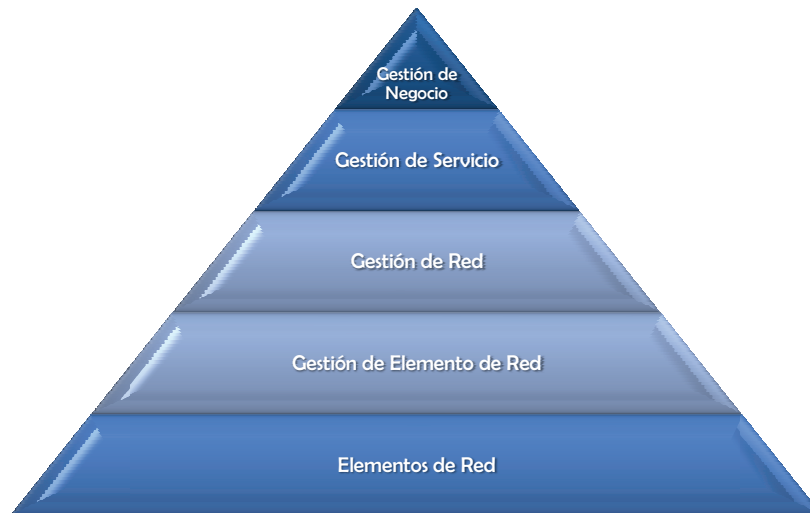


Figura 4. Arquitectura Lógica Estratificada de TMN

- Capa de Gestión de Negocio: Realiza las funciones relacionadas con los aspectos de negocio, analiza tendencias y cuestiones de calidad.
- Capa de Gestión de Servicio: Realiza las funciones necesarias para el manejo de los servicios de red: definición, administración y tarificación de los servicios.
- Capa de Gestión de Red: Realiza las funciones para la distribución de los elementos de red: configuración, control, y supervisión de la red.

- Capa de Gestión de Elemento de Red: Contiene funciones para el manejo de elementos individuales de la red.
- Elementos de red: Son los elementos físicos de la red.

2.6.3.2.2. Arquitectura Funcional

La arquitectura funcional de TMN está basada en cinco tipos de bloques funcionales. Estos bloques proporcionan la funcionalidad que permite a TMN realizar sus funciones de gestión. La recomendación M.3010 [66] define cinco bloques funcionales, estos son:

- Función de Operación de Sistemas (OSF - Operations Systems Function): Encargado de procesar la información relativa a la gestión de la red con el objeto de monitorear y controlar las funciones de gestión.
- Función de Estación de Trabajo (WSF - Workstation Function): Encargado de proporcionar los mecanismos para que un usuario pueda interactuar con la información gestionada por la TMN.
- Función de Elemento de Red (NEF - Network Element Function): Es el bloque que actúa como agente, susceptible de ser monitorizado y controlado. Proporciona las funciones de intercambio de datos entre los usuarios de la red de telecomunicaciones gestionada.
- Función de Adaptador Q (QA - Q Adaptador Function): Este tipo de bloque funcional se utiliza para conectar a la TMN aquellas entidades que no soportan los puntos de referencia estandarizados a ésta, es decir, entidades no TMN.
- Función de Mediación (MF - Mediation Function): La función de mediación se encarga de garantizar que la información intercambiada entre los bloques del tipo OSF o NEF cumplen los requisitos demandados por cada uno de ellos. Puede realizar funciones de almacenamiento, adaptación, filtrado y condensación de la información.

2.6.3.2.3. Arquitectura Física

La arquitectura física se encarga de definir como se implementan los bloques funcionales mediante equipamiento físico y los puntos de referencia e interfaces. La recomendación M.3010 [66] define los siguientes bloques constructivos:

- Elemento de Red (NE - Network Element).
- Dispositivo de Mediación (MD - Mediation Device).
- Adaptador Q (QA - Q Adaptor).
- Sistema de Operaciones (OS - Operations System).
- Red de Comunicaciones de Datos (DCN - Data Communication Network).
- Estación de Trabajo (WS - Workstation).

Cada uno de estos bloques puede implementar uno o más bloques funcionales (excepto DCN que se encarga de realizar el intercambio de información entre bloques).

2.6.3.2.4. *Arquitectura de la Información*

Describe la información a intercambiar entre los elementos de la red, como objetos que representan recursos a gestionar. Esta arquitectura se basa en el paradigma orientado a objetos y sigue los principios de los modelos de gestión OSI (CMIS y CMIP).

CAPÍTULO 3

GESTIÓN BASADA EN POLÍTICAS

“Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano”
Isaac Newton

3.1 INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la gestión de redes se ha efectuado aplicando modelos de gestión que siguen el paradigma clásico centralizado Gestor-Agente como se describe en la sección 2.6, sin embargo, con el incremento del tamaño de las redes y los requerimientos de nuevos servicios, los procesos de gestión se han vuelto más complejos, por lo cual este paradigma convencional de gestión ya no es el más adecuado, y ha evolucionado a un paradigma distribuido, en el cual el procesamiento de gestión se asigna a un gran número de nodos, y a diferencia del paradigma de gestión centralizado ofrece escalabilidad, flexibilidad y robustez.

El uso de políticas [12]- [14], es una propuesta que permite responder a las nuevas exigencias presentadas en la gestión de redes. A través de ellas, es posible definir por completo el comportamiento deseado de una red; siendo ésta una solución bien vista como medida para satisfacer las necesidades de las redes, tales como el aprovisionamiento de calidad de servicio (QoS - Quality of Service), seguridad, asignación de recursos, entre otras.

La Gestión Basada en Políticas (GBP) ha surgido como un nuevo campo de interés en el que se incluyen las políticas dentro de arquitecturas de gestión estandarizadas, mejorando los procesos para la aplicación de éstas, así como su adopción en las diferentes áreas de las telecomunicaciones. Además, ha sido propuesta como una manera para ocultar la complejidad debida a la diferencia entre los objetivos de negocio y la configuración a nivel de red [15].

La Gestión Basada en Políticas genera gran impacto dentro del área de la gestión de redes debido a que permite la separación de las reglas que gobiernan las decisiones del comportamiento de un sistema respecto a la funcionalidad proporcionada por él. Esto quiere decir, que es posible adaptar el comportamiento de un sistema sin que sea necesario re-programar alguna de sus funcionalidades, además de permitir que dichos cambios puedan ser aplicados en tiempo de ejecución.

3.2 EL PARADIGMA – GESTIÓN BASADA EN POLÍTICAS

La gestión basada en políticas (PBM, Policy Based Management) es un paradigma que permite reducir la complejidad de gestionar y controlar redes de telecomunicaciones, así como facilitar la adaptación de la red ante cambios en el ambiente gestionado dándole a la gestión flexibilidad y

escalabilidad de la cual carecen los sistemas tradicionales. Esto lo logra gracias a la visión unificada y de alto nivel que se obtiene de la red, los usuarios, sus servicios y aplicaciones, cambiando la visión tradicional de la gestión de red la cual se centraba en los dispositivos e interfaces.

3.3 DEFINICIÓN DE POLÍTICA

Para comprender la gestión basada en políticas, se hace necesario conocer algunos de los conceptos que más se utilizan en este ámbito, aclarando así cuál es el significado o la orientación que se da al término “política”. Debido a que la gestión basada en políticas se encuentra en continuo proceso de investigación, se han planteado muchas definiciones acerca de ésta, algunas de ellas son:

- *“Los planes de una organización para conseguir sus objetivos”* [16].
- *“La especificación de un objetivo para ser logrado”* [17].
- *“Un conjunto de acciones para realizarse en el futuro”* [17]
- *“Un número de reglas relacionadas a un dominio gestionado”* [18], [19]
- *“Información que influencia el comportamiento de los gestores y los objetos gestionados”* [20], [21].
- *“Se derivan de los propósitos de gestión y definen el comportamiento deseado de redes y sistemas heterogéneos distribuidos”* [22].
- *“Una política de gestión representa un paso intermedio entre los propósitos de gestión y los planes de gestión. Las políticas de gestión son declaraciones generales de cómo logrará el sistema de información los propósitos de gestión, y cómo éstos se usarán para suavizar la toma de decisiones restringiendo el conjunto de soluciones a un problema”* [23].
- *“Una especificación identificable que se evalúa con relación a objetos gestionados”* [5].
- *“Una manifestación acerca de un comportamiento del sistema que será traducido y después incorporado en el sistema para cambiar su comportamiento en tiempo de ejecución”* [15].
- *“Un propósito definitivo, curso o método de acción para guiar y determinar decisiones presentes y futuras”* [24].
- *“Conjunto de reglas para administrar, gestionar y controlar el acceso a los recursos de la red”* [25], [26].
- *“Restricciones en el comportamiento de los objetos y los agentes en un sistema”* [27].
- *“Un conjunto de consideraciones diseñadas para guiar decisiones o cursos de acciones”* [28], [29].
- *“Las reglas que gobiernan el comportamiento deseado de un sistema”* [30].

Con base en las definiciones anteriores se propone una definición de política aplicable al contexto de las redes de telecomunicaciones: “Un conjunto de reglas que describen los objetivos administrativos con los cuales se orienta el comportamiento de la red”.

3.4 TIPOS DE POLÍTICAS

Es importante definir los tipos de política que se implementan en un sistema ya que con base en ello se selecciona la herramienta con la cual se lleva a cabo este proceso. En este sentido, se presenta la siguiente clasificación [31]:

- **Políticas de Autorización:** Son utilizadas para definir que se puede (o no) hacer. Esto significa que las políticas de autorización pueden dividirse en dos subtipos: *autorizaciones positivas* que especifican que se puede hacer (permisos) y *autorizaciones negativas* que especifican que no puede hacerse (prohibiciones).
- **Políticas de Obligación:** Son utilizadas para especificar las operaciones que deben ser ejecutadas.
- **Políticas de Abstención:** Son utilizadas para especificar las operaciones que no deben ser ejecutadas.
- **Políticas de Delegación:** Son utilizadas para especificar cuando determinados permisos u obligaciones deben ser transferidos.

3.5 REGLA DE POLÍTICA

Las políticas pueden contener una o más reglas de políticas [32]. Una regla de política especifica un conjunto de condiciones que al evaluarse como verdaderas, originan una o varias acciones. Cada regla tiene una declaración lógica de la forma:

Si Condiciones Entonces Acciones, con o sin evento de disparo dependiendo de la implementación que se tenga.

Una solución de GBP implementa éstas reglas de políticas en la red. La Figura 5 [32] muestra un ejemplo de una regla de política para QoS:

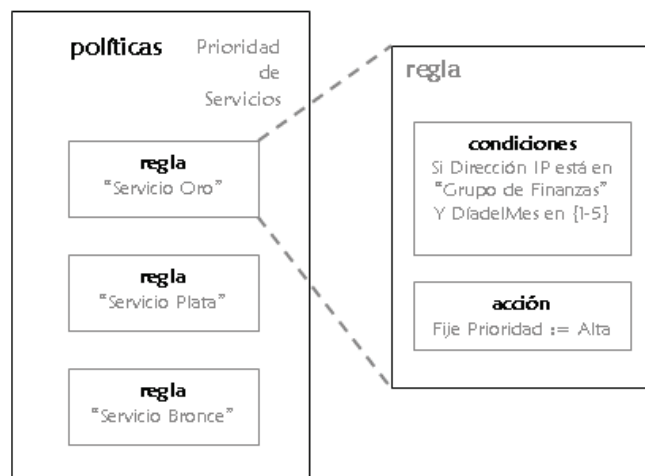


Figura 5. Ejemplo de una Regla de Política para QoS

Básicamente todas las soluciones de GBP utilizan la “idea” o paradigma de una regla de política como se describió previamente; pero también hay marcos de trabajo en políticas donde utilizan elementos adicionales y cambian los conceptos previamente establecidos por otros. Ponder, utilizado por la comunidad académica para la aplicación y distribución de políticas es uno de ellos y será estudiado con mayor detalle en el capítulo 5. Por esta razón, se presenta a continuación los elementos de una regla de política definidos bajo un marco de trabajo Ponder [33]:

- **Sujeto:** Define el alcance de una política en términos de los usuarios que están autorizados para ejecutar una acción. En una política de obligación el sujeto es el agente que interpreta la política y ejecuta la acción especificada. En algunas especificaciones de políticas el sujeto puede no estar explícitamente definido de modo que debe inferirse del contexto para el cual se especifica la política.
- **Objeto:** Define el alcance de una política en términos de los recursos para los cuales las acciones definidas en la política están permitidas (para autorizaciones) o deben ser ejecutadas (para obligaciones).
- **Acciones:** Especifican lo que deben ejecutar las obligaciones y lo que deben permitir las autorizaciones.
- **Condiciones:** Define una cláusula que debe validarse antes de que se ejecute una acción. Todos los tipos de política pueden tener condiciones especificadas como parte de una regla.
- **Activadores o Disparadores:** Define los eventos que inician las acciones en una política de obligación. Las políticas de autorización se evalúan cada vez que una acción se ejecuta y no se activan por un evento específico.

Además es importante definir otros conceptos muy utilizados en la gestión basada en políticas como son:

- **Rol:** Se utilizan para agrupar un conjunto de políticas. Los Roles pueden expresar los derechos, obligaciones y tareas de un puesto o función.
- **Dominio:** Los dominios son un conjunto de objetos bajo un mismo control administrativo.

3.6 ÁREAS DE APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RED BASADA EN POLÍTICAS

Las áreas de aplicación de la Gestión de Red Basada en Políticas (PBNM – Policy Based Network Management) son diversas, la más conocida es QoS, con lo cual se puede dar prioridad a tráfico de diferentes usuarios y aplicaciones. También existen otras como son la seguridad incluyendo el control de acceso y la configuración de VPNs (Virtual Private Networks).

3.7 REQUERIMIENTOS PARA LA GESTIÓN BASADA EN POLÍTICAS

Cuando se desea utilizar las políticas para controlar y gestionar las aplicaciones de red y la red como tal, es necesario contar con ciertos elementos o bloques funcionales fundamentales [34]. A continuación se nombran los más importantes:

1. **Modelo de información extensible:** Contiene la abstracción y representación de las entidades en un ambiente gestionado (incluyendo sus propiedades, operaciones y relaciones), lo cual le permite definir los elementos de red, servicios y clientes para representar las políticas de alto nivel. Además, este modelo es independiente de cualquier repositorio, aplicación, protocolo o plataforma [35]. En este sentido han surgido dos importantes referentes, el primero y más utilizado en aplicaciones comerciales es el propuesto por IETF (Internet Engineering Task Force) debido a que está especialmente diseñado para la gestión de redes y que además cuenta con un modelo de información específico para QoS; y el segundo, mucho más general, es un esfuerzo del TMForum denominado DEN-ng (Directory-Enabled Networks-New Generation) el cual integra directorios y redes con el propósito de proveer una gestión avanzada de servicios y elementos de red.
2. **Lenguaje de especificación de políticas:** Permite representar los requerimientos de negocio de una manera formal e independiente tanto de proveedores de equipos como de dispositivos. Lenguajes como Ponder y XACML (eXtensible Access Control Markup Language) han sido desarrollados para este fin.
3. **Arquitectura escalable:** Se utiliza para la administración, gestión, resolución de conflictos y distribución de las políticas. La más sobresaliente es la desarrollada por el IETF y será presentada en la siguiente sección.

3.8 ARQUITECTURA DE IETF PARA LA GESTIÓN BASADA EN POLÍTICAS

La arquitectura definida por la IETF es la más aceptada y en la que están basadas casi todas las aplicaciones o desarrollos en el área. IETF definió el marco de trabajo en políticas el cual consta de 4 componentes lógicos básicos los cuales se indican en la Figura 6 [36], estos son:

- **Herramienta de Gestión de Políticas (PMT, Policy Management Tool):** Elemento utilizado por el administrador de la red para especificar las diferentes políticas que van a ser ejecutadas.
- **Repositorio de Políticas (PR, Policy Repository):** Entidad lógica encargada de almacenar las políticas generadas por la herramienta de gestión.
- **Punto de Ejecución de Políticas (PEP, Policy Enforcement Point):** Entidad donde se puede aplicar y ejecutar las diferentes políticas.
- **Punto de Decisión de políticas (PDP, Policy Decision Point):** Entidad encargada de interpretar las políticas almacenadas en el PR y comunicarlas al PEP. Este es el elemento clave de la arquitectura, ya que ejecuta la mayor parte de las tareas determinantes del sistema.

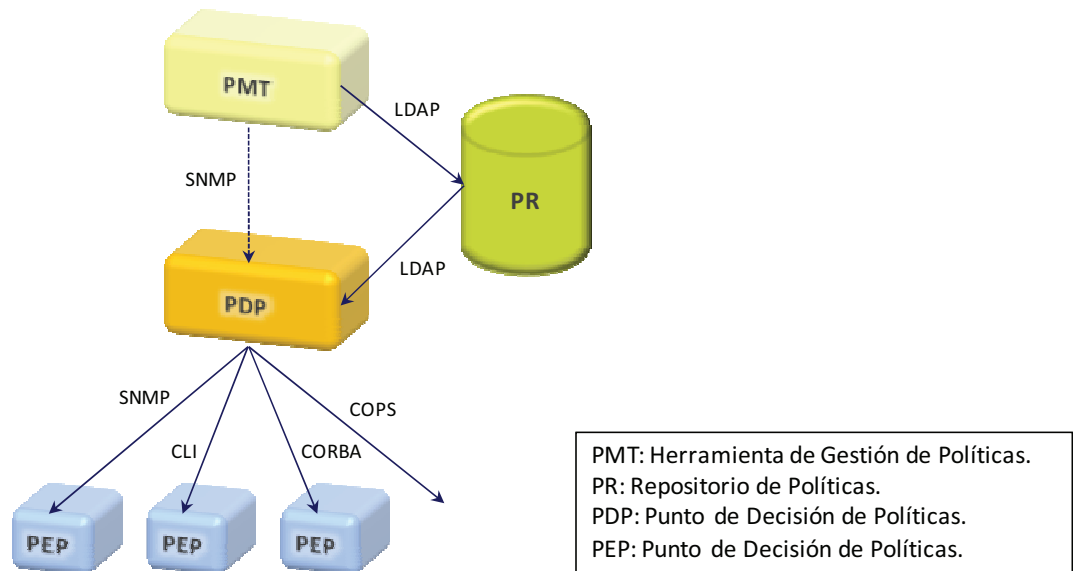


Figura 6. Arquitectura GBP de IETF

Regularmente esta arquitectura funciona en tres niveles, el nivel superior está compuesto por el PMT y el PR, el segundo nivel lo constituye el PDP y el tercer nivel el PEP. Esta arquitectura también puede encontrarse en un modelo de dos capas cuando el PDP y el PEP se encuentran en un mismo dispositivo, evitando la necesidad de utilizar un protocolo para comunicar estos dos elementos.

Para comunicar el PMT con el PDP se utiliza protocolos como SNMP. La comunicación entre el PDP y el PEP se puede realizar a través de protocolos como SNMP, COPS (Common Open Policy Service) o mediante un Intérprete de Línea de Comandos (CLI - Command Line Interface)². Finalmente, para comunicar el PMT y el PDP con el PR se utiliza el protocolo LDAP (Lightweight Directory Access Protocol).

3.8.1 Protocolos para la Distribución y Almacenamiento de las Políticas

Las políticas necesitan ser almacenadas en un directorio de red o base de datos y para ello el IETF recomienda la utilización del protocolo LDAP. Luego de ser almacenadas, las políticas son distribuidas a los elementos en las cuales éstas se ejecutan a través de protocolos como COPS, COPS-PR y SNMP.

3.8.1.1 Lightweight Directory Access Protocol – LDAP

El protocolo ligero de acceso a directorio (LDAP) es un protocolo de nivel de aplicación que permite el acceso a servicios de directorio y está optimizado para operaciones de lectura y

² Es una interfaz de usuario para una aplicación que acepta comandos tecleados en ésta.

búsqueda. LDAP se basó en X.500³ y mejoró el mecanismo de acceso a la información, utilizando un modelo de datos jerárquico para el directorio.

3.8.1.2 COPS y COPS-PR

COPS es un protocolo desarrollado por el Grupo de Trabajo en Protocolos para Asignación de Recursos (RAP - Resource Allocation Protocol) del IETF en el RFC 2753. Este protocolo es del tipo Solicitud/Respuesta y puede ser utilizado para intercambiar información de políticas entre un servidor de Políticas (PDP), y sus Clientes (PEP's). Soporta dos modelos comunes para el control de políticas: Outsourcing y Provisionamiento. En el Modelo Outsourcing el PEP delega la responsabilidad a un servidor de políticas (PDP) externo para que tome decisiones en su nombre (por ejemplo: Autorizaciones). En el modelo de Provisionamiento el PDP puede proveer proactivamente al PEP para reaccionar ante eventos externos, eventos propios del PEP, y cualquier combinación de ellos. El RFC 3084 [37] define COPS-PR, el cual es una especie de cliente COPS para el modelo de provisionamiento.

3.9 MODELOS DE INFORMACIÓN DE POLÍTICAS

PCIM (Policy Core Information Model), Extensiones PCIM (PCIMe - PCIM extensions), QPIM (QoS Policy Information Model), QDDIM (QoS Device Datapath Information Model) son modelos de información orientados a objetos definidos por IETF para representar información acerca de las políticas. Éstos son una extensión del Modelo de Información Común (CIM – Common Information Model) de DMTF.

La Figura 7 muestra los diferentes modelos de información de IETF de una forma jerárquica dependiendo del nivel de abstracción.

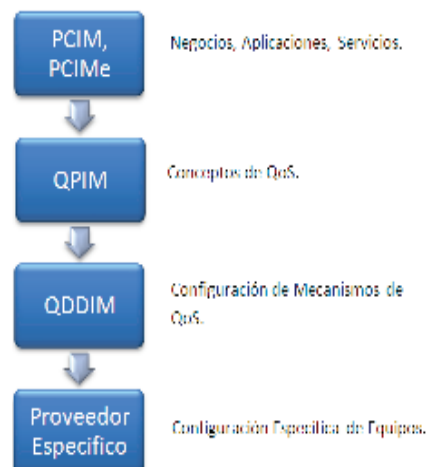


Figura 7. Niveles de Abstracción de los Modelos de Información de Políticas de IETF

³ X.500 es un conjunto de estándares de redes de computadores de la ITU-T sobre servicios de directorio, los cuales son una especie de bases de datos. El estándar se desarrolló conjuntamente con la ISO como parte del Modelo OSI, para usarlo como soporte del correo electrónico X.400. Los protocolos definidos por X.500 incluyen, Protocolo de Acceso al Directorio (DAP), el protocolo de sistema de directorio, el protocolo de ocultación de información de directorio, y el protocolo de gestión de enlaces operativos de directorio.

3.9.1 Common Information Model – CIM

El Modelo de Información Común CIM [38] es un modelo de información orientado a objetos publicado por el DMTF que permite representar de una forma común la información de gestión de redes y sistemas.

CIM es la base de todos los modelos de información desarrollados por el IETF y el DMTF tales como PCIM, PCIMe, WBEM y DEN.

CIM está estructurado en estos 3 niveles:

- **Modelo de Núcleo:** Es un modelo de información que captura todos los conceptos que son aplicables a todas las áreas de gestión.
- **Modelo Común:** Es un modelo de información que contiene conceptos que son comunes a áreas de gestión particulares independientes de una implementación o tecnología particular. Estas áreas comunes son:
 - Sistemas.
 - Aplicaciones.
 - Bases de datos.
 - Redes y,
 - Dispositivos.

Como se observa no existe una correspondencia con los demás modelos de gestión que siguen las FCAPS. El modelo común y de núcleo conforma el esquema CIM.

- **Esquema de Extensión:** Los esquemas de extensión son extensiones del modelo común para una tecnología específica. Estos esquemas son para ambientes específicos tales como los sistemas operativos (por ejemplo: Unix, Windows).

3.9.2 Policy Core Information Model - PCIM y PCIM extensions - PCIMe

PCIM [25] y PCIMe [26] definen el modelo básico para la especificación de políticas en cualquier ambiente de aplicación, permitiendo así que las políticas puedan implementarse en ambientes de redes heterogéneas.

[25] define unas clases estructurales (elementos básicos de las políticas) para representar la información y el control de políticas, y unas clases de asociación que indican como se relacionan las clases estructurales.

3.9.3 QoS Policy Information Model - QPIM

QPIM [39] está basado en el PCIM y sus extensiones, y define un modelo de información para especificar y representar políticas de QoS.

QPIM contiene un conjunto de abstracciones específicas para la gestión de Servicios Integrados (IntServ) y Servicios Diferenciados (DiffServ) y facilita la representación formal de reglas abstractas de alto nivel.

3.9.4 QoS Device Datapath Model Information - QDDIM

QDDIM [40] extiende a QPIM para modelar la forma cómo las políticas pueden definirse para gestionar y configurar mecanismos de QoS en los dispositivos (Por ejemplo: Funcionalidades de Clasificación, marcado, descarte, medición, encolado y planificación).

Este modelo define acciones sobre los paquetes por medio de acciones sobre los equipos mientras permanece independiente de las implementaciones. El objetivo de QDDIM es hacer posible la configuración de un enrutador o equipo de red, independientemente del proveedor de equipos.

3.9.5 DEN-New Generation (DEN-ng)

DEN es un modelo de información de gestión anunciado en 1997 por Cisco y Microsoft que integra redes y servicios de directorio con el propósito de proveer gestión avanzada de servicios y elementos de red.

Una nueva versión de este modelo llamada DEN-ng fue desarrollada por el TMForum. Este modelo propone 3 mejoras sustanciales del modelo DEN: primero una política se representa con una continuidad de Sub-Políticas, segundo hace la transformación de reglas de negocios dentro de dispositivos y servicios (incluyendo los procesos involucrados en la configuración) y por último refina el uso de una política para controlar cuando una entidad cambia de estado de acuerdo a un modelo de máquina de estados finita (FSM – Finite State Machine).

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y PROPUESTA DEL CICLO DE VIDA DE LAS POLÍTICAS PARA LA GESTIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES

“El ignorante afirma, el sabio duda y reflexiona”
Aristóteles

4.1 INTRODUCCIÓN

Como se mencionó en el capítulo anterior, a través de las políticas, se puede definir por completo el comportamiento deseado de una red. Sin embargo, para que las políticas finalmente sean interpretadas en un sistema de gestión deben someterse a un proceso de desarrollo, el cual comprende varias actividades. A este proceso se le llama “ciclo de vida de las políticas” y mediante él se busca identificar las diferentes actividades involucradas en el proceso de evolución⁴ de las políticas dentro de los sistemas de gestión, agrupándolas en procesos relevantes denominados fases o etapas.

En este capítulo, se expone una síntesis de los principales ciclos de vida de las políticas propuestos por varios autores y plantea una abstracción más general que se puede aplicar a cualquier contexto dentro de las redes de telecomunicaciones.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS DE CICLOS DE VIDA EXISTENTES

Los ciclos de vida de las políticas orientadas a la gestión de redes han sido abordados desde diferentes perspectivas, fundamentalmente desde el contexto de aplicación al cual está dirigido, dando como resultado un amplio abanico en el número y nombre de las fases o etapas que componen dichos ciclos de vida. A continuación se presentan las propuestas más relevantes de los ciclos de vida de las políticas enfocados a la gestión de red:

4.2.1 Ciclo de Vida 1

En [41] se propone uno de los primeros ciclo de vida de las políticas aplicado a Sistemas Distribuidos. Dicho ciclo, fue planteado de una manera muy sencilla y aunque generalmente los ciclos de vida aplicados a la gestión se definen en fases o etapas en este caso se hizo a través de los estados: Inactivo, Habilitado, Deshabilitado y Eliminado, en vez de fases o etapas. En ellos se

⁴ Comprende desde la concepción de las políticas, pasando por su definición y despliegue, y finalizando con su eliminación.

especifican las siguientes acciones: Crear, Editar, Eliminar, Distribuir, Habilitar, Deshabilitar y Retractor políticas.

4.2.2 Ciclo de Vida 2

El ciclo de vida propuesto en [42] define 5 fases, estas son:

1. Establecimiento de los requerimientos organizacionales.
2. Interpretación según la trascendencia en el dominio.
3. Refinamiento para lograr una funcionalidad específica.
4. Mapeo para configuración en el mundo real.
5. Análisis de auditoría y monitoreo como una forma para verificar la ejecución de las políticas.

4.2.3 Ciclo de Vida 3

En [15] se plantea un ciclo de vida con las siguientes fases:

1. Especificación de Políticas.
2. Refinamiento de Políticas.
3. Resolución Estática de Conflictos.
4. Difusión de Políticas.
5. Ejecución de Políticas.
6. Resolución Dinámica de Conflictos.

En la fase de especificación de las políticas (fase 1), el usuario del sistema escribe las políticas en cualquier lenguaje y éstas se representan de alguna forma dentro del sistema de soporte de políticas. Debido a que en un inicio las políticas especificadas son de alto nivel, se hace necesario representarlas de forma más detallada (fase 2) mediante procesos semiautomáticos de refinamiento de políticas hasta que tengan la forma con la cual puedan ser interpretadas e implementadas por los sistemas de gestión.

Durante la fase de refinamiento de políticas es necesario realizar algunos análisis debido a que pueden presentarse conflictos que deben ser resueltos (fase 3) mediante la generación de estrategias tales como reescribir políticas, priorizar políticas, etc.

La siguiente fase en este ciclo de vida es la difusión de políticas (fase 4), durante la cual éstas son distribuidas a los gestores.

Una vez que la información de políticas se encuentra distribuida en el sistema de gestión, se hace necesario algún mecanismo que emprenda la ejecución de las políticas (fase 5), para lo cual éstas deben traducirse a una forma ejecutable y ser verificadas posteriormente.

Durante el proceso de ejecución, los conflictos en las políticas pueden ser detectados a través de un gestor (o gestores) que descubren si existen algunas políticas contradictorias al momento de implementarlas (fase 6). En este caso, los conflictos pueden ser simplemente reportados al sistema de soporte de políticas, o pueden resolverse aplicando la priorización previamente definida.

Otras fases que pueden incluirse dentro de éste del ciclo de vida son las de Desactivar, Abstractar y Suprimir políticas.

4.2.4 Ciclo de Vida 4

En [32] se propone un ciclo de vida para la Gestión de Red basada en Políticas desde el punto de vista de Hewlett Packard. Éste modelo es específico para control/configuración basada en políticas y gestión de desempeño. Las fases de este ciclo son:

1. **Análisis del Problema y Diseño de las Políticas:** Se definen los requerimientos de desempeño para el ambiente de red, los cuales deben ser específicos para una o más aplicaciones. Por ejemplo, las políticas de QoS se redactan con base a las aplicaciones a las cuales las políticas van dirigidas, los clientes (usuarios) de esas aplicaciones, y los trayectos entre los clientes y los servidores de aplicación.
2. **Implementación y Pruebas de las Políticas:** Las políticas redactadas son validadas previamente a su despliegue mediante el uso de simulaciones o por medio de pruebas reales. Con simulación existen 2 alternativas:
 - Utilización de carga de tráfico simulado en una red de prueba.
 - Utilización de un simulador de red que modele el ambiente de red deseado.

Éste es un proceso iterativo, que permite descubrir los defectos que deben ser reparados en las políticas redactadas y el refinamiento para ellas. Cuando los resultados son aceptables, las políticas se despliegan dentro del ambiente de red real.

3. **Despliegue de las políticas:** Las políticas validadas se implementan dentro de la red real, además, se establecen las aplicaciones y se realizan las mediciones del tráfico con el fin de comprobar su efectividad. En este caso, las políticas pueden: no ser desplegadas (no efectivas), ser modificadas y re-desplegadas (en caso de mejoras), o desplegadas a nuevos trayectos o sub-conjuntos de la red.
4. **Gestión basada en políticas Pragmática:** Se refiere a que durante las anteriores 3 fases se debe hacer un análisis de desempeño con el propósito de maximizar la efectividad del servicio que se este implementando.

4.2.5 Ciclo de Vida 5

En [14] se presenta un modelo de ciclo de vida de las políticas basado en técnicas de ingeniería de software que guía a la empresa dentro del proceso de evolución de las políticas. Está diseñado específicamente para sistemas de gestión de información basados en políticas dentro de una empresa y sigue el modelo en cascada utilizado en el desarrollo de proyectos software.

Las fases propuestas en este modelo son las siguientes:

1. **Análisis de la estructura organizacional y procesos de negocio:**
Debido a que este modelo está basado en ingeniería de software, es probable que la empresa ya tenga modelos basados en estos análisis. Por lo tanto, lo que se busca es extraer objetivos de gestión del sistema, no sólo de las acciones o funciones que éste debería ejecutar o proveer, sino también de lo que no debería hacer.
2. **Análisis de los requerimientos del sistema de gestión:**
En esta fase se utiliza la ingeniería de requerimientos para modelar y analizar la estructura organizacional y los procesos de negocio que se necesitan para obtener las políticas de gestión.
3. **Definición y especificación de políticas:**
Se determinan políticas de alto nivel que describen lo que los sistemas gestionados y las actividades de gestión deben lograr y lo que deberían evitar. Como estas políticas son casi siempre escritas en lenguaje natural, no son ejecutables, y por lo tanto requieren un formato más formal y exacto.

La especificación de políticas tiene tres categorías principales: Lenguaje de lógica formal, especificación basada en reglas, y lenguaje de especificación de política. Desde un punto de vista humano, un lenguaje de especificación de política es la mejor opción porque ofrece mayor flexibilidad y expresividad respecto a las otras propuestas.

4. **Análisis y traducción de las políticas:**
Para asegurar que una política satisfaga ciertos criterios, los desarrolladores de políticas deben validar su sintaxis, su semántica, y su viabilidad además de detectar y resolver cualquier conflicto entre ellas.

La traducción de políticas es un proceso de refinamiento gradual que requiere información extensa sobre el ambiente de gestión, por ejemplo: las herramientas de gestión desplegadas o disponibles, las plataformas, los procedimientos, y la estructura organizacional. El proceso de refinamiento puede ser manual o automático.

5. **Distribución y Ejecución de políticas:**
Implica la transferencia de políticas refinadas a entidades que las hagan cumplir (elementos de ejecución).

6. Monitoreo y Mantenimiento de las políticas:

En esta fase se definen dos tareas principales:

- Comprobar si los sistemas implicados están haciendo cumplir las políticas de gestión y si están logrando los resultados esperados.
- Supervisar cambios en los ambientes de red⁵ y notificarlos a los administradores y a los encargados de realizarlos.

Además, el sistema de monitoreo de políticas debe registrar los acontecimientos de interés a gestores y administradores que puedan usar esta información para evaluar y así mejorar la definición y la implementación de las políticas.

4.2.6 Ciclo de Vida 6

En [13] se plantea un ciclo de vida aplicado a los Servicios Web que incluye:

1. Generación de políticas: Se provee el entorno y los mecanismos necesarios para la creación de políticas.
2. Ejecución y gestión de políticas: En esta fase las políticas se transforman a una forma ejecutable.
3. Fijación y publicación de políticas: En esta fase se incorporan las políticas con los objetos a los cuales éstas se aplican, y se definen los mecanismos para difundirlas.
4. Negociación y verificación de políticas: Se encarga de establecer los recursos que se comprometen para satisfacer los requerimientos además de identificar la presencia de conflictos.
5. Evolución de las políticas: En esta fase se realiza la monitorización y la actualización de los cambios que se puedan presentar en las políticas y de esta manera poder difundir las variaciones.

4.2.7 Ciclo de Vida 7

El ciclo de vida planteado en [12] desarrolla la propuesta partiendo de una propia clasificación de políticas, así:

A. Políticas de Evento-Condición-Acción (ECA - Event-Condition-Action): Describen *acciones* de gestión que se deben tomar como respuesta a *eventos* externos o propios de la red, siempre y cuando ciertas *condiciones* se cumplan.

B. Políticas de Control de Acceso: Describen reglas que identifican las operaciones que están permitidas para ciertos usuarios con determinados recursos.

⁵ Incluye la implementación de nuevos dispositivos o servicios, modificaciones en la topología de red, e introducir nuevos roles, usuarios, información de valor, etcétera.

C. *Políticas de Configuración*: Especifican los parámetros de configuración para los elementos, servicios, protocolos, y componentes de software de la red. Estas políticas pueden subdividirse en dos categorías:

- *Políticas de configuración para elementos de red, protocolos, y servicios*: Contienen información de configuración para los elementos de red, los servicios o los protocolos para enrutamiento y QoS.
- *Políticas Operacionales*: Son una expresión de objetivos y propósitos de alto nivel que deben lograrse. Estas políticas no pueden ser usadas directamente, ya que están escritas en lenguaje natural y deben ser traducidas por los operadores del sistema.

Teniendo en cuenta la anterior clasificación, el ciclo de vida presenta las siguientes fases:

1. Creación de Políticas

Las políticas son generadas por fuentes diferentes dependiendo de su clasificación y de su propósito, de la siguiente manera:

- Las políticas ECA pueden ser generadas por medio de la Planeación de Red o de forma manual antes de la implementación. Mediante la Planeación de Red se pueden generar diferentes planes que se activan bajo ciertas circunstancias basadas en diversos criterios tales como sucesos en la red, hora del día, etc.
- Las políticas de Control de Acceso se crean manualmente para definir privilegios de acceso a los diferentes usuarios que utilizan la red y sus servicios.
- Las políticas de Configuración se pueden generar automáticamente de la planeación de la red o por medio de algún comando externo.

2. Implementación de Políticas

Esta fase también se efectúa dependiendo de la clasificación de las políticas.

- Las políticas ECA son implementadas por un Punto de Decisión de Políticas (ECA PDP) que incorpora un motor de políticas para manejarlas. El motor de políticas en este tipo de PDP escucha eventos, evalúa condiciones, e invoca acciones. Las acciones implementan diferentes tipos de funcionalidades requeridas por la red, y son implementados por los Puntos de Ejecución de la Políticas (ECA PEPs).
- Las políticas de Control de Acceso son implementadas por un Punto de Decisión de Políticas (AC PDP), el cual recibe las peticiones para el acceso a un recurso, consulta las políticas relacionadas, y devuelve una decisión de control de acceso. La petición para el acceso a un recurso es generada por un AC PEP.
- Las políticas de Configuración son implementadas directamente en los elementos/servicios de la red, o a través de parámetros de configuración para determinados componentes del sistema de gestión de red. Para este tipo de políticas ninguna funcionalidad de PDP es necesaria.

3. Resolución de Conflictos de Políticas

Esta fase genera gran interés debido a que es esencial que las políticas sean analizadas antes y durante la implementación para asegurar que no se presente algún comportamiento indeseable.

En esta propuesta los conflictos de políticas pueden clasificarse en las siguientes dos categorías: conflictos independientes de la aplicación y los conflictos específicos de la aplicación.

Conflictos Independientes de la Aplicación, como su nombre lo dice, son independientes de la aplicación de la política, y por consiguiente, su resolución es mucho más fácil. Para este tipo de conflictos, las herramientas de resolución son muy útiles y pueden proveer una ayuda valiosa de automatización. Los conflictos independientes de la aplicación son los más fáciles de detectar y resolver, estos incluyen:

Conflictos de Modalidad: Surgen en las políticas de control de acceso cuando se permite y se niega cierta operación simultáneamente. Para resolver estos conflictos, las políticas pueden etiquetarse previamente con una prioridad, y dado el caso la política que tenga la prioridad inferior será suprimida; o se pueden desplegar todas las políticas conflictivas al usuario, y éste tendría la obligación de eliminar manualmente alguna de las políticas conflictivas.

Conflictos de Redundancia: Surgen cuando hay dos o más políticas idénticas en el sistema. Estos conflictos se pueden detectar fácilmente por medio de un análisis en la sintaxis de las políticas definidas, y en el caso de que haya una política duplicada se procede a eliminarla.

Conflictos Específicos de la Aplicación, requieren una inspección manual debido a que no es posible describir un conflicto específico en la aplicación sin una comprensión de cómo deberían comportarse las políticas y el sistema gestionado. Los conflictos específicos de la aplicación incluyen:

Conflictos de Configuraciones Mutuamente Exclusivas (o Conflictos Mutex): Este tipo de conflicto surge cuando un parámetro de un objeto se coloca simultáneamente con dos valores distintos por dos acciones diferentes. Dependiendo de la implementación del motor de políticas se elige uno de los dos valores y se fija para dicho parámetro.

Conflictos de Configuraciones Inconsistentes (o Conflictos Dilbert): Este tipo de conflictos está relacionado con el anterior, pero es algo más sutil. Aquí, dos (o más) parámetros diferentes pueden ser los objetos de configuración de dos políticas diferentes.

4.3 ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE CICLOS DE VIDA EXISTENTES

La Tabla 1 sintetiza las propuestas previamente descritas con el fin de destacar el número de fases involucradas en el ciclo de vida de las políticas y determinar el contexto para el cual fueron concebidas.

INDICADOR	CICLO DE VIDA 1	CICLO DE VIDA 2	CICLO DE VIDA 3	CICLO DE VIDA 4	CICLO DE VIDA 5	CICLO DE VIDA 6	CICLO DE VIDA 7
AUTOR(ES)	D. Marriot et. al.	C. Goh	M.D.J. Cox y R. G. Davison	HP Company	Y. Zhang et. al.	D. Lan. et. al.	R. Chadha
AÑO	1996	1998	1999	1999	2005	2005	2006
N° DE FASES	7	5	9	4	6	5	3
CONTEXTO DE APLICACIÓN	Sistemas Distribuidos	Recursos Empresariales	Comunicaciones	Control y Configuración de Red	Sistemas de Gestión de Información	Servicios Web	Redes Militares

Tabla 1. Indicadores de los Ciclos de Vida de las Políticas

Acorde con la síntesis de los modelos estudiados, se han identificado un conjunto de actividades involucradas dentro del proceso de evolución de las políticas (ver columna de Actividades en la Tabla 2) con el fin de verificar cuales de éstas se encuentran asociadas a las fases propuestas en dichos modelos.

En la Tabla 2 se observa la relación entre las actividades identificadas y las fases de los modelos de ciclos de vida existentes.

CAPÍTULO 4. ANALISIS Y PROPUESTA DEL CICLO DE VIDA DE LAS POLÍTICAS PARA LA GESTIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES

ACTIVIDAD	CICLO DE VIDA 1	CICLO DE VIDA 2	CICLO DE VIDA 3	CICLO DE VIDA 4	CICLO DE VIDA 5	CICLO DE VIDA 6	CICLO DE VIDA 7
Análisis Organizacional		Establecimiento de los Requerimientos Organizacionales			Análisis de la Estructura Organizacional y Procesos de Negocio		
		Interpretación según la Trascendencia del Dominio					
Análisis de Requerimientos			Abstraer Políticas Opcional	Análisis del Problema y Diseño de las Políticas	Análisis de los Requerimientos del Sistema de Gestión		
Definición de Políticas	Crear Políticas					Definición de Políticas	Generación de Políticas
Refinamiento de Políticas		Refinamiento para lograr una Funcionalidad Específica	Refinamiento de Políticas				
Especificación de Políticas			Especificación de Políticas	Implementación y Pruebas de las Políticas	Especificación, Análisis y Traducción de las Políticas		
Análisis de Políticas	Editar Políticas		Resolución Estática de Conflictos				
Distribución de Políticas	Distribuir Políticas	Mapeo para Configuración en Mundo Real	Difusión de Políticas	Despliegue de las Políticas	Distribución y Ejecución de las Políticas	Fijación y Publicación de Políticas	
Ejecución/Implementación de Políticas	Habilitar Políticas		Ejecución de Políticas				Ejecución y Gestión de las Políticas
Monitoreo de Políticas		Análisis de Auditoría y Monitoreo como una forma para Verificar la Ejecución de las Políticas		Gestión Basada en Políticas Pragmática	Monitoreo y Mantenimiento de las Políticas	Evolución de las Políticas	
Resolución Dinámica de Conflictos	Retractar Políticas		Resolución Dinámica de Conflictos			Negociación y Verificación de las Políticas	Resolución de Conflictos de Políticas
Desactivar Políticas	Deshabilitar Políticas		Desactivar Políticas (Opcional)				
Eliminar Políticas	Eliminar Políticas		Eliminar Políticas (Opcional)				

Tabla 2. Comparación de los Ciclos de Vida de las Políticas

4.4 PROPUESTA DE CICLO DE VIDA DE LAS POLÍTICAS

Con base en lo anterior, y en trabajos realizados recientemente en el campo de la gestión basada en políticas que ayudan a esclarecer y mejorar los procesos de refinamiento y análisis como es el caso de [43] [44] y [45], se generó un modelo más general de ciclo de vida de las políticas (Figura 8) que busca abarcar dentro de sus fases todas las actividades (ver columna de actividades en la Tabla 2) involucradas en el proceso de evolución de las políticas para aplicarlo a contextos más amplios dentro de la gestión de redes de telecomunicaciones, en donde procesos como la creación de políticas deben ser claramente identificados para garantizar que éstas sean utilizadas eficientemente dentro del sistema de gestión.



Figura 8. Propuesta de Ciclo de Vida de las Políticas

A continuación se describen las fases o etapas propuestas para el ciclo de vida de las políticas:

1. **Definición de Propósitos⁶ de alto nivel:** En esta fase se extraen los objetivos de gestión del sistema, con el fin de especificar las funciones y acciones que este deberá ejecutar. Los propósitos se definen realizando un análisis de los requerimientos de las aplicaciones implementadas en la red, de los usuarios de esas aplicaciones, así como de los recursos disponibles en ella.

⁶ En la literatura inglesa se encuentra como Goal y hace referencia a Objetivos de Negocio y Criterios Administrativos.

2. **Refinamiento de los Propósitos de alto nivel:** Con el fin de que se cumplan los propósitos de alto nivel, en esta fase se generan unos sub propósitos con los cuales se puedan alcanzar los objetivos de gestión del sistema inicialmente propuestos.
3. **Transformación de los Propósitos a Políticas Desplegables:** En esta fase se derivan las políticas desplegadas en el sistema de gestión a partir de los propósitos refinados de bajo nivel (sub propósitos). Esas políticas desplegadas pueden ser expresadas en algún lenguaje de especificación de políticas entre los que se destaca Ponder.
4. **Análisis de las Políticas:** Esta etapa se realiza con el fin de verificar la correcta especificación de las políticas, que incluye desde la detección de conflictos hasta la validación de las políticas y la solicitud de revisión. De esta manera se tiene que en:
 - Detección de conflictos: se determina si hay políticas que no es posible ejecutarlas simultáneamente.
 - Validación: se determina si las políticas especificadas son coherentes con las capacidades del sistema.
 - Revisión: se obtienen diferentes perspectivas de la información del sistema.
5. **Distribución de las Políticas:** Esta fase implica la transferencia de las políticas refinadas a las entidades que las ejecutan (PEP's). El mecanismo de distribución de políticas deberá transferir todas las políticas de una manera correcta y específica a los elementos de ejecución involucrados.
6. **Ejecución de las Políticas:** Después de que las políticas relacionadas a un elemento gestionado se reciben, en esta fase los elementos ejecutan éstas políticas poniéndose en el estado impuesto por ellas.
7. **Monitoreo de las Políticas y Resolución Dinámica de Conflictos:** Se verifica si se están ejecutando las políticas y si se están logrando los resultados deseados. Además, se realiza una monitorización permanente de los cambios que ocurren en el entorno (entre estos se tiene el despliegue de nuevos equipos o servicios, las modificaciones en la topología de la red, la introducción de nuevos usuarios, etc.) y su consecuente notificación a los gestores y administradores. En el caso en que se presenten conflictos después de que las políticas se ejecuten, éstos deben corregirse; así mismo, el administrador puede ser notificado y puede intervenir para resolverlos.

En la Tabla 3 se especifican las actividades involucradas dentro de cada una de las fases que conforman el ciclo de vida propuesto:

ACTIVIDAD	FASES DEL CICLO DE VIDA PROPUESTO
Análisis Organizacional	Definición de Propósitos de Alto Nivel
Análisis de Requerimientos	
Definición de Políticas	
Refinamiento de Políticas	Refinamiento de Propósitos de Alto Nivel
Especificación de Políticas	Transformación de Propósitos a Políticas Desplegables
Análisis de Políticas	Análisis de las Políticas
Distribución de Políticas	Distribución de las Políticas
Ejecución/Implementación de Políticas	Ejecución de las Políticas
Monitoreo de Políticas	Monitoreo de las Políticas y Resolución Dinámica de Conflictos
Resolución Dinámica de Conflictos	
Desactivar Políticas	
Eliminar Políticas	

Tabla 3. Actividades Involucradas dentro de las Fases del Ciclo de Vida Propuesto

Es importante aclarar que dependiendo del contexto, del ambiente de gestión y de la experiencia que tenga el administrador, las fases involucradas en el proceso de evolución de las políticas pueden variar. Por ejemplo, si un administrador es experimentado, puede escribir las políticas directamente en un lenguaje de especificación de políticas y saltarse algunas fases del anterior ciclo de vida.

CAPÍTULO 5

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA CREACIÓN DE POLÍTICAS

“El mundo no puede ser entendido desde un solo punto de vista”

Eleanor Roosevelt

5.1 INTRODUCCIÓN

La identificación de un procedimiento genérico para el proceso de creación de políticas de gestión en el contexto de las redes de telecomunicaciones resulta esencial, debido a que permite agilizar dicho proceso y además, garantizar que los resultados esperados al aplicar las políticas satisfagan las necesidades para las cuales fueron planteadas. Además, es necesario tener en cuenta ciertos criterios que permitan y faciliten la consecución de dicho proceso para que de esta manera éste se realice de la mejor forma posible.

En este capítulo, se propone los criterios y procedimientos que deben tenerse en cuenta en el proceso de creación de políticas de gestión para aplicarlo a cualquier contexto dentro de la gestión de redes de telecomunicaciones, producto del estudio realizado a lo largo del proceso de desarrollo de este Trabajo de Grado.

5.2 ALCANCE DEL PROCESO DE CREACIÓN DE POLÍTICAS

Basados en la propuesta de ciclo de vida de las políticas presentada en el capítulo 4, se puede determinar el alcance del proceso de creación de políticas. Este proceso abarcará las siguientes fases:

- Definición de los propósitos de alto nivel.
- Refinamiento de los propósitos de alto nivel.
- Transformación de los propósitos a políticas desplegables.

En la Figura 9 se indican las fases o etapas de la propuesta de ciclo de vida de las políticas, resaltando aquellas fases que hacen parte del proceso de creación.



Figura 9. Alcance del Proceso de Creación de las Políticas dentro de Ciclo de Vida Propuesto

5.3 ACTORES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE CREACIÓN DE POLÍTICAS

Se debe identificar los actores que se encuentran involucrados de alguna manera en el proceso de creación de políticas, estos son:

- **Constructores de las Políticas:**
Para realizar un adecuado análisis de requerimientos y definición de políticas de alto nivel es necesarios contar con:
 - **Gerentes**, los cuales conocen las reglas, los objetivos, el negocio, y la estructura organizacional.
 - **Expertos en las tecnologías de red**, ya que ellos están familiarizados con principios, técnicas y mecanismos de soporte de la red (por ejemplo: expertos en seguridad o Calidad de Servicio).
 - **Administrador Desarrollador**, conoce de mecanismos utilizados en la red (por ejemplo de calidad de servicio) y ayuda a definir los propósitos de alto nivel.
- **Administradores:** Son los responsables de aplicar las políticas en el sistema de gestión, de hacerles mantenimiento y en caso de que se requiera, también realizarle mantenimiento a los mecanismos necesarios para hacer cumplir dichas políticas. Además, deben hacer reportes a los gerentes y a los expertos en seguridad y calidad de servicio.

- **Usuarios/Clientes:** En ellos se ven reflejadas de mejor manera las políticas de gestión y son la razón de ser de dichas políticas. Por tanto, intervienen en la captación de requerimientos ya que ellos al ser los que utilizan la infraestructura de la red de telecomunicaciones son a los que se les debe brindar los servicios.

5.4 NIVELES DE ABSTRACCIÓN DE LAS POLÍTICAS

Para que los dispositivos finalmente puedan ejecutar las políticas en un sistema de gestión, éstas deben haber sido transformadas previamente a configuraciones específicas para ellos a partir de las necesidades o requerimientos inicialmente planteados por los gerentes o administradores de red. Teniendo en cuenta lo anterior, es posible deducir que las políticas en un sistema de gestión pueden ser representadas y especificadas de diferentes formas, brindando escalabilidad y flexibilidad a los sistemas de gestión. Escalabilidad porque una política puede ser creada para varios dispositivos u objetos y flexibilidad debido a que separa las políticas de la implementación del sistema gestionado.

Las diferentes formas en las que se puedan representar las políticas se conoce como niveles de abstracción. Estos niveles pueden depender de quién las define, a qué parte del plano de gestión están dirigidas o en qué parte del proceso de evolución se encuentran.

5.4.1 Definición del Término “Niveles de Abstracción”

A continuación se presentan algunas definiciones relevantes sobre el término “niveles de abstracción de las políticas” también conocido como jerarquía de políticas o continuidad de las políticas.

- *“Los sistemas de gestión basados en políticas podrán utilizar más de una clase de representación de una política para proveer escalabilidad e incorporar los diversos detalles que pueden requerir los diferentes componentes. Nos referiremos a estos diferentes tipos de representación como diferentes niveles de abstracción” [35].*
- *“Las políticas pueden representarse en diferentes niveles que van desde objetivos de negocio hasta los parámetros de configuración específicos del dispositivo. La traducción entre diferentes niveles de “abstracción” puede requerir información adicional de las políticas, como capacidades y configuración de parámetros de red y de equipos. Varios documentos e implementaciones pueden especificar explícitamente los niveles de abstracción. Sin embargo esto no necesariamente corresponde a distintos procesos de entidades o el conjunto completo de niveles en todos los ambientes” [24].*

5.4.2 Revisión de Niveles de Abstracción de las Políticas

Diferentes organismos de estandarización entre los que se encuentran IETF y TMForum, así como varios investigadores han planteado algunas propuestas en las que definen los niveles de

abstracción de las políticas, generando una gran variedad de puntos de vista, así como concepciones de política diferentes.

Los niveles de abstracción de las políticas orientadas a la gestión de redes han sido abordados desde diferentes perspectivas, dando como resultado un amplio abanico en el número y nombre de los niveles que los componen. La Tabla 4 presenta una síntesis de las propuestas más relevantes de los niveles de abstracción de las políticas enfocados a la gestión de red, indicando particularmente sus autores, el año de la propuesta, el número y el nombre de niveles que lo componen.

Autor	Número de Niveles	Año	Nombre de los Niveles
Masullo y Calo [28]	6	1993	Sociedad /Principal – Principios.
			Direccional – Propósitos.
			Organizacional – Prácticas.
			Funcional - Objetivos de Desempeños.
			Proceso – Directrices.
Wies [46]	4	1995	Alto Nivel/ Corporativa - Estrategias de Negocio
			Orientado a Tareas - Aplicado a Herramientas de Gestión.
			Funcional - Aplicado a Funciones de Gestión.
			Bajo Nivel - Aplicado a MO's.
Koch et al. [47]	3	1996	Requerimientos - Lenguaje Natural Abstracto.
			Orientado a Propósitos - Objetos con Atributos y Restricciones.
			Operacional - Reglas.
Meyer et al. [48]	3	1996	Alto Nivel - Propósitos.
			Nivel Medio - Estrategias para lograr los propósitos.
			Bajo Nivel - Representación Concreta de las Estrategias.
Cox y Davison [15]	4	1999	Amigable para Humanos - Entendible por el hombre, Independiente de equipos, Visión de toda la red.
			Independiente de los Equipos - Entendible por la maquina, independiente de equipos, Visión de toda la red.
			Especifico para Equipos - Entendible por la maquina, dependiente de equipos, Individual.
			Ejecutable - Ejecutable por la maquina, dependiente del equipo, individual.
Verma [49]	4	2000	Políticas de Nivel de Negocio
			Políticas de Nivel de Red
			Políticas de Nivel de Dispositivo
			Configuración de Dispositivo
Kosiur [35]	3	2001	Políticas definidas por el administrador
			Políticas independientes de los dispositivos
			Políticas dependientes de los dispositivos

DEN-ng [50]	5	2002	Vista de Negocio: SLA's, Procesos, Lineamientos y Propósitos.
			Vista de Sistema: Independientes de los dispositivos y de la Tecnología.
			Vista de Administrador: Independiente de los dispositivos, Especifico de la Tecnología.
			Vista de Dispositivo: Dispositivo y Tecnología específica.
			Vista de Instancia: Dispositivo específico, MIB, PIB, CLI, etc.
Damianou [51]	3	2002	Políticas de Alto Nivel / Abstractas Políticas de Nivel de Especificación Políticas de Bajo Nivel / Configuraciones
Reyes [52]	3	2003	Políticas de Nivel Alto - Políticas de Nivel de Servicio.
			Políticas de Nivel Medio - Políticas de Nivel de Red.
			Políticas de Nivel Bajo
IETF [40]	3	2004	Políticas de Negocio de Alto Nivel
			Políticas Independientes de los Dispositivos
			Políticas Dependientes de los Dispositivos
García [53]	3	2006	Políticas de Alto Nivel
			Políticas de Nivel de Especificación
			Políticas de Bajo Nivel

Tabla 4. Resumen Niveles de Abstracción

5.4.3 Propuesta de Niveles de Abstracción para la Gestión de Redes de Telecomunicaciones

Los diferentes niveles de abstracción de las políticas han sido propuestos acorde a las necesidades de los ambientes gestionados. Del análisis de todos ellos, y teniendo en cuenta las definiciones de niveles de abstracción de las políticas, se propone unos niveles de abstracción aplicados a las redes de telecomunicaciones los cuales se mencionan y desarrollan a continuación:

- **Política Abstractas de Alto Nivel:** Éstas políticas se definen por los creadores de las políticas, que comprende a: administradores de red, gerentes de las empresas o equipo administrativo y/o especialistas en las tecnologías de red y contienen:
 - Los objetivos de negocio de la empresa u organización.
 - Los SLA's definidos entre proveedores, proveedores y sus clientes, o internamente en una organización.
 - Las necesidades de los involucrados en la red, entre los que se encuentran: clientes, aplicaciones, servicios, proveedores y operadores de red.

Este tipo de políticas se definen en lenguaje natural y representan los propósitos de comportamiento de la red y los deseos de las partes involucradas en ella.

Las políticas en este nivel no son desplegadas en el sistema de gestión, y deben ser refinadas a políticas de nivel medio para que puedan introducirse en él, y luego éste se encargue de aplicarlas a la red.

- **Política de Nivel Medio:** Éstas políticas son escritas por el administrador en el PMT a través de una consola y se definen mediante un lenguaje de especificación de políticas que soporte el sistema de gestión o a través de una interfaz gráfica de usuario por medio de una regla de política.

Cuando una implementación no incluye un lenguaje para la especificación de políticas se contará con una interfaz gráfica que implemente un modelo de información de políticas que permita modelar la política en el sistema de gestión.

Una regla de política especifica un conjunto de condiciones que si al evaluarse son verdaderas, el resultado es una o varias acciones. Cada regla tiene una declaración lógica de la forma “*Si Condiciones Entonces Acciones*”, con o sin un evento de disparo dependiendo de la implementación que se tenga.

- **Política de Bajo Nivel:** Son políticas que definen la configuración específica para un dispositivo determinado y representan el nivel más bajo de una política ya que se aplican directamente en el elemento de red involucrado en la política, es decir al PEP.

Estas políticas se construyen en un formato entendible y exclusiva para cada dispositivo; y se convierten a este formato gracias al PDP.

Por lo general en este nivel no se deben especificar las políticas, ya que se perdería el sentido de la gestión basada en políticas que busca brindar una gestión a alto nivel y a un gran número de dispositivos a la vez. Además, las políticas creadas en cualquiera de los dos niveles anteriores deberán traducirse automáticamente a políticas de bajo nivel por la arquitectura de gestión.

Como se puede apreciar en la Figura 10, las políticas pueden crearse en cada uno de los niveles en el plano de gestión. Los niveles de abstracción propuestos reflejan lo mencionado ya que las políticas abstractas de alto nivel son creadas para la capa de gestión de negocio, las políticas de nivel medio debido a que contienen información de servicios y red están dirigidas a estos dos niveles, y las políticas de bajo nivel que contienen la configuración para los dispositivos hacen referencia a la capa de gestión de elemento de red. Con esto se cubre todos los niveles de gestión propuestos por TMN, y se evidencia como se pueden crear políticas que abarquen las áreas funcionales de gestión conocidas como FCAPS [66], para gestionar desde cada uno de estos niveles la seguridad, el desempeño, la contabilidad, la configuración y las fallas en una red de telecomunicaciones.

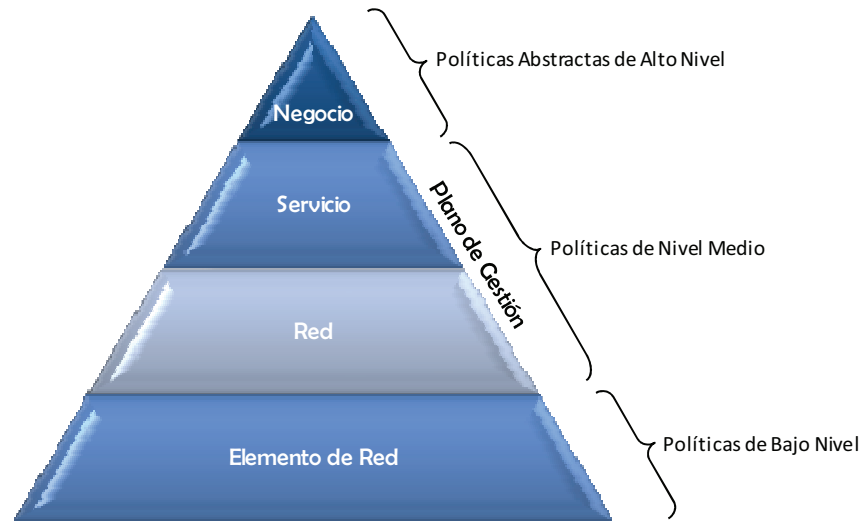


Figura 10. Relación del Plano de Gestión con los Niveles de Abstracción Propuestos

La Tabla 5 indica cómo se encuentran asociados los niveles de abstracción de las políticas revisados respecto a los niveles propuestos y de su análisis se puede deducir que:

- La propuesta presentada contiene todas las propuestas anteriores ya que está dirigida hacia los niveles que deben considerarse en las redes de telecomunicaciones actuales.
- Las políticas de nivel medio se proponen para ser expresadas por los administradores de red y la representación puede hacerse mediante modelos de información o mediante lenguajes de especificación, cosa que las otras propuestas no consideran ya que solo especifican una de las dos opciones.
- Algunos de los autores consideran que las políticas expresadas en un lenguaje de especificación de políticas o a través de un modelo de información son políticas de alto nivel. Sin embargo, en nuestra propuesta estas políticas son de nivel medio ya que las políticas de alto nivel según la filosofía de la gestión basada en políticas deben ser entendibles por cualquier usuario y deben tener una abstracción de alto nivel de las redes, aplicación y servicios, y no deben tener detalles técnicos.

		NIVELES PROPUESTOS		
		<i>Política Abstracta de Alto Nivel</i>	<i>Política de Nivel Medio</i>	<i>Política de Bajo Nivel</i>
PROPUESTAS DE DIVERSOS AUTORES	Masullo y Calo	Sociales – Principios.	Procedimiento – Reglas.	
		Direccionales – Propósitos.		
		Organizacionales – Prácticas.		
		Funcionales - Objetivos de Desempeño.		
		Proceso – Directrices.		
	Wies	Alto Nivel/ Corporativa - Estrategias de Negocio	Orientado a Tareas - Aplicado a Herramientas de Gestión.	Bajo Nivel - Aplicado a MO's.
			Funcional - Aplicado a Funciones de Gestión.	
	Koch et al.	Requerimientos - Lenguaje Natural Abstracto.	Orientado a Propósitos - Objetos con Atributos y Restricciones.	
			Operacional - Reglas.	
	Meyer et al.	Alto Nivel - Propósitos.	Nivel Medio - Estrategias para lograr los propósitos.	
			Bajo Nivel - Representación Concreta de las Estrategias.	
	Cox y Davison	Amigable para Humanos - Entendible por el hombre, Independiente de equipos, Visión de toda la red.	Independiente de los Equipos - Entendible por la máquina, independiente de equipos, Visión de toda la red.	Específico para Equipos - Entendible por la máquina, dependiente de equipos, Individual.
				Ejecutable - Ejecutable por la máquina, dependiente del equipo, individual.
	Verma	Políticas de Nivel de Negocio	Políticas de Nivel de Red	Políticas de Nivel de Dispositivo
Configuración de Dispositivo				
Kosiur		Políticas definidas por el administrador. Políticas Independientes de los Dispositivos	Políticas dependientes de los dispositivos	
DEN-ng	Vista de Negocio: SLA's, Procesos, Lineamientos y Propósitos.	Vista de Sistema: Independientes de los dispositivos y de la Tecnología.	Vista de Dispositivo: específico para Dispositivo y Tecnología.	
		Vista de Administrador: Independiente de los dispositivos, Específico de la Tecnología.	Vista de Instancia: Dispositivo específico, MIB, PIB, CLI, etc.	
Damianou	Políticas de Alto Nivel / Abstractas	Políticas de Nivel de Especificación	Políticas de Bajo Nivel / Configuraciones	
Reyes		Políticas de Nivel Alto - Políticas de Nivel de Servicio.	Políticas de Nivel Bajo	
		Políticas de Nivel Medio - Políticas de Nivel de Red.		
IETF	Políticas de Negocio de Alto Nivel	Políticas Independientes de los Dispositivos	Políticas Dependientes de los Dispositivos	
García	Políticas de Alto Nivel	Políticas de Nivel de Especificación	Políticas de Bajo Nivel	

Tabla 5. Relación de los Niveles de Abstracción Revisados y los Niveles Propuestos

5.5 PROCEDIMIENTO PARA LA CREACIÓN DE POLÍTICAS DE GESTIÓN

En la Figura 11 se identifican las acciones que deben llevarse a cabo para desarrollar cada una de las fases involucradas en el proceso de creación de políticas, indicando el nivel de abstracción en el que se encuentra la política.

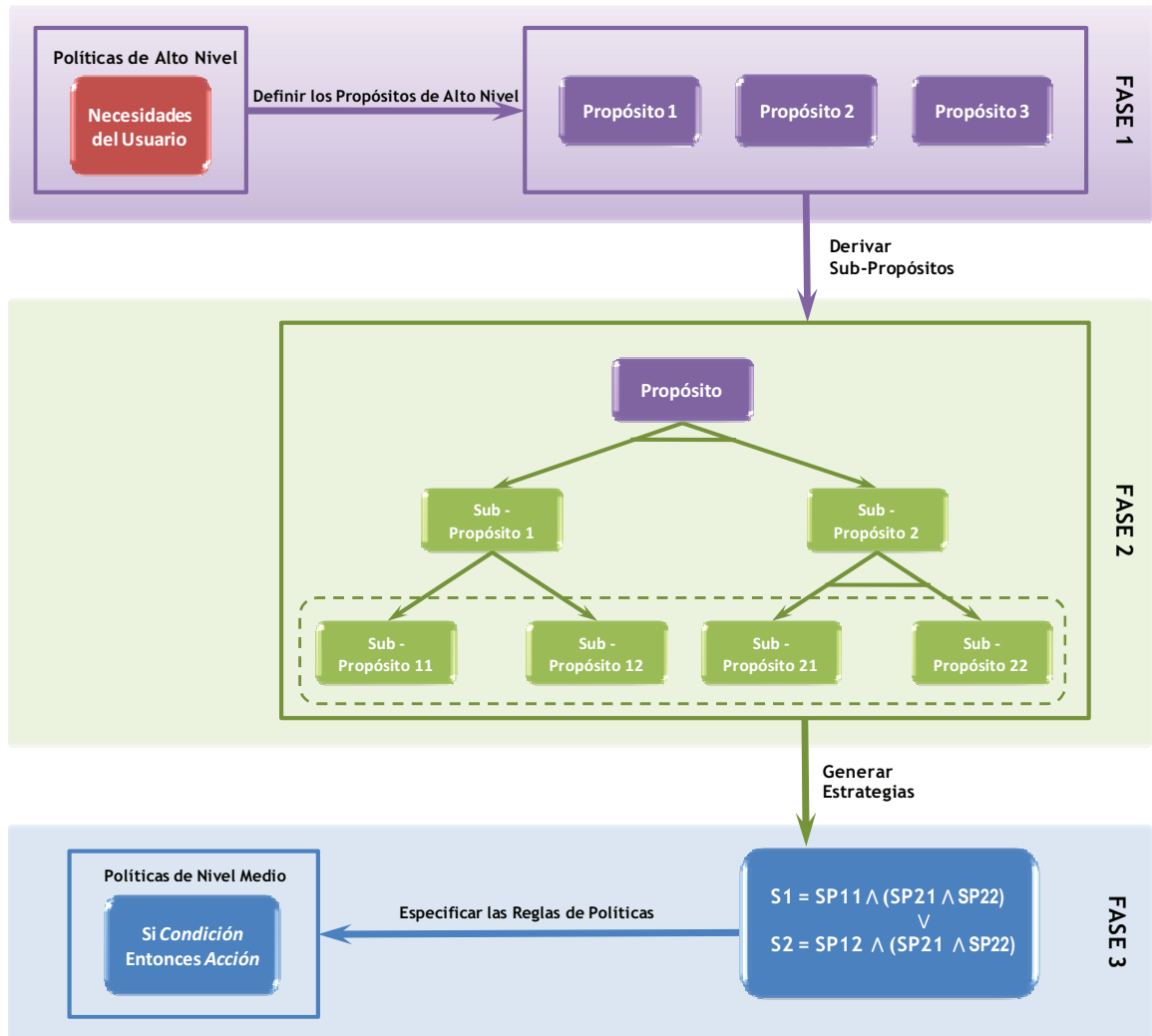


Figura 11. Diagrama del Procedimiento para la Creación de Políticas

La Tabla 6 sintetiza los pasos del procedimiento que deben realizarse para el desarrollo de cada una de las fases involucradas en el proceso de creación de políticas:

FASES	PROCEDIMIENTO
Definición de los Propósitos de Alto Nivel	 <ul style="list-style-type: none"> Paso 1 • <i>Adquirir los Requerimientos de Gestión.</i> Paso 2 • <i>Definir la(s) Política(s) Abstracta(s) de Alto Nivel.</i> Paso 3 • <i>Especificar el (los) Propósito(s) de Alto Nivel.</i>
Refinamiento de los Propósitos de Alto Nivel	 <ul style="list-style-type: none"> Paso 4 • <i>Definir los Sub-Propósitos.</i>
Transformación de los Propósitos a Políticas Desplegables	 <ul style="list-style-type: none"> Paso 5 • <i>Generar Estrategias.</i> Paso 6 • <i>Identificar Condiciones.</i> Paso 7 • <i>Identificar el Tipo de Política.</i> Paso 8 • <i>Identificar el Sujeto/Objeto.</i> Paso 9 • <i>Definir las Políticas Desplegables en el Sistema.</i>

Tabla 6. Pasos del Procedimiento para Creación de Políticas

A continuación se presenta de forma detallada la descripción de cada uno de los pasos planteados previamente, identificando la fase a la cual hace referencia:

5.5.1 Fase 1: Definición de Propósitos de Alto Nivel

Como se mencionó previamente, en esta fase se extraen los objetivos de gestión del sistema. En la literatura relacionada no se encuentra de forma clara de donde se obtienen dichos objetivos, los cuales finalmente son los que deberá alcanzar el sistema de gestión basado en políticas. Esta sección brindará un apoyo para lograr la obtención de estos propósitos de alto nivel.

PASO 1: Adquirir los Requerimientos de Gestión

Las necesidades o requerimientos de gestión las capturan los constructores de las políticas y con base en éstas se crean las políticas de alto nivel. Estas necesidades pueden extraerse de:

- *Los Acuerdos de nivel de servicio (SLA's)*: Estos pueden darse entre proveedores, proveedores y sus clientes, o pueden ser internos a las empresas.
- *Objetivos de Negocio*: Tanto de operadores de red, proveedores de servicio, como de gerentes de empresas.
- *Requerimientos de Usuarios*: Perfiles de Usuarios, requerimientos específicos para cada flujo multimedia.

A. SLA (Service Level Agreements)

Los acuerdos de nivel de servicio también se denominan de garantía de nivel de servicio. Es un contrato de carácter técnico, económico y legal entre el proveedor de servicio y su cliente, en el cual se definen los beneficios, las responsabilidades, así como también los objetivos de cada una de las partes, para así establecer formalmente el nivel de servicio deseado. Existen también SLA's internos, en los que se considera a cierta dependencia de una empresa u organización como un proveedor de servicio.

B. Objetivos de Negocio

Tanto para un gerente de una empresa, un operador de red o un proveedor de servicio, un objetivo de negocio describe un objetivo abstracto que puede ser alcanzado de diferentes maneras y que frecuentemente requiere de la coordinación de diferentes tareas y actividades. Algunos ejemplos que ilustran este concepto son:

- Control efectivo de la relación costo/beneficio [28].
- Lograr que al menos el 85% de los clientes estén satisfechos [54].
- La calidad deberá ser alta [55].

C. Requerimientos de los Usuarios

Los usuarios de un sistema de gestión basado en política para la gestión de redes de telecomunicaciones son todos los actores involucrados en dicha red. Como ejemplo se puede considerar una red de telecomunicaciones que cuente con:

- Un proveedor de servicio.
- Un operador de Red.
- Usuarios / Aplicaciones (con las cuales se brinda un servicio).

En este caso, se debe tener en cuenta los requerimientos de cada uno de estos actores para crear las políticas, así:

- **Requerimientos de Usuarios/Aplicaciones:** Son los perfiles de los usuarios configurados por ellos mismos, así como las necesidades específicas para ciertos servicios o aplicaciones.
- **Requerimientos del Operador de la Red:** Son necesidades de reserva de recursos y de optimización del ancho de banda utilizado para transportar el tráfico generado por el proveedor de servicio o los usuarios.
- **Requerimientos del Proveedor de Servicio:** Son necesidades o requerimientos para cierto tipo de servicio ofrecido por el proveedor a sus usuarios dependiendo de las preferencias de éstos.

PASO 2: Definir Política(s) Abstracta(s) de Alto Nivel.

Teniendo en cuenta las necesidades identificadas y definidas en el paso anterior, se escriben las políticas de alto nivel. Estas políticas se escriben en lenguaje natural y definen el comportamiento deseado de la red de forma general, para que pueda ser entendida por cualquier persona.

PASO 3: Especificar el(los) Propósito(s) de Alto Nivel.

Inicialmente, es necesario definir el término “Propósito” que se aplica al contexto de gestión basada en políticas. En [56] se define los propósitos como “los Objetivos que el sistema deberá obtener o alcanzar”; en tanto que en [43] se define los propósitos como “Objetivos de negocio y criterios Administrativos”.

A partir de las políticas de alto nivel se extraen estos propósitos, y su importancia radica en que éstos describen la(s) acción(es) que deberá realizar el sistema a un nivel de abstracción alto.

5.5.2 Fase 2: Refinamiento de Propósitos de Alto Nivel

En esta fase, se busca descomponer sucesivamente los propósitos de alto nivel especificados en lenguaje natural en descripciones más detalladas; para esto, es necesario tener en cuenta los pasos descritos a continuación:

PASO 4: Definir los Sub-Propósitos.

Dentro del proceso de creación de políticas debe considerarse una técnica para refinar los propósitos de alto nivel (propósitos generales) en propósitos operacionales (Sub-Propósitos). Estos propósitos, a menudo llamados Requerimientos del Sistema, en conjunto con los recursos disponibles en la red se tienen en cuenta para que los constructores de las políticas puedan

generar las reglas de políticas que finalmente gobiernan el comportamiento de la red. La Figura 12 muestra conceptualmente como se obtienen los sub-propósitos.



Figura 12. Esquema de Obtención de Propósitos.

Para que cada propósito de alto nivel pueda refinarse en sub-propósitos, es necesario descomponerlos de forma conjuntiva (AND)⁷ o disyuntiva (OR)⁸ según sea el caso. A partir de esto, es posible formar una jerarquía de refinamiento en la que las dependencias entre los propósitos de los diferentes niveles de refinamiento se basan en la forma con la cual se descompuso cada uno. Adicionalmente puede haber dependencias entre los propósitos de jerarquías diferentes.

La Figura 13 muestra cómo puede considerarse la descomposición de un propósito.

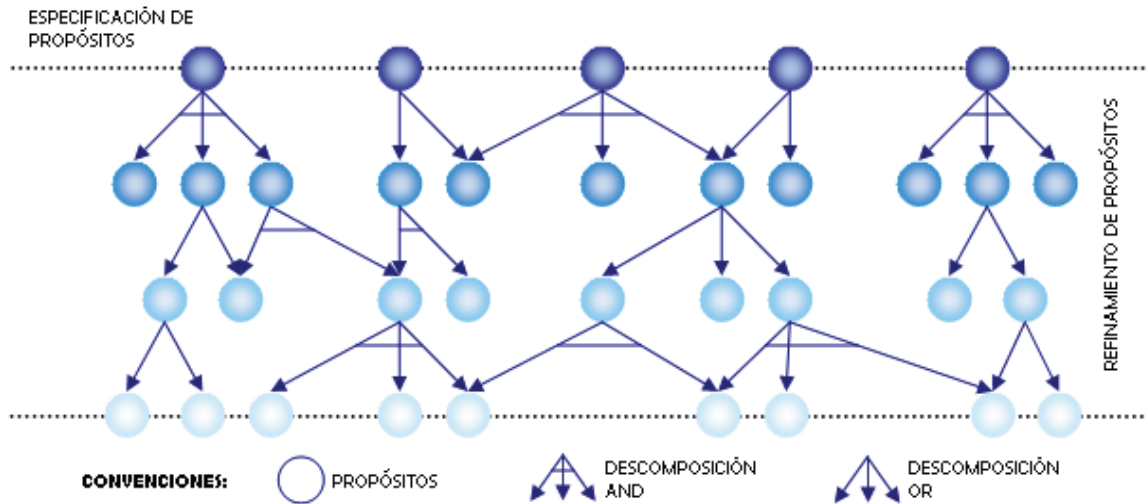


Figura 13. Descomposición de los Propósitos de Alto Nivel

⁷ Cuando se logran todos los sub-propósitos se considera que se logra el propósito de alto nivel.

⁸ Cuando se logra cualquiera de los sub-propósitos se considera que se logra el propósito de alto nivel.

Los sub-propósitos deben definirse de tal manera, que cada uno de éstos se encargue de realizar una tarea específica. Por lo tanto, su proceso de derivación debe realizarse hasta que esta condición se cumpla.

Para que los sub-propósitos puedan definirse en forma adecuada, es necesario verificar que el propósito de alto nivel se obtenga en cada una de las etapas de la jerarquía del proceso de refinamiento. En caso de que no pueda obtenerse, es necesario reorganizar la información de alto nivel para garantizar que el proceso se realice adecuadamente.

5.5.3 Fase 3: Transformación de los Propósitos a Políticas Desplegables

PASO 5: Generar Estrategias.

Una estrategia se conoce como la secuencia de sub-propósitos que deben ser válidos para que se obtenga un propósito de alto nivel (derivar un camino en un diagrama de estados para llegar desde algún estado inicial hasta un deseado).

Una estrategia puede codificarse en una o más políticas dependiendo exclusivamente del dominio de aplicación particular. Es posible que se dé el caso de que ninguna estrategia pueda derivarse. Para solucionar este problema, se tienen dos posibilidades:

- Formular propósitos adicionales. Una de las razones por las cuales una estrategia no pueda derivarse es que el propósito de alto nivel que se tiene bajo consideración no se ha refinado totalmente; en otras palabras, dicho propósito está expresado en un nivel de abstracción más alto que cualquiera de los objetos gestionados en el sistema y por lo tanto no puede considerarse un propósito operacional. En esta situación, es necesaria la formulación de propósitos adicionales que permitan abarcar en su totalidad al propósito de alto nivel original.
- Aumentar el modelo del comportamiento del sistema: En algunos casos, no es posible dejar un propósito de alto nivel en un nivel de abstracción menor; lo que significa que cierta información adicional hace falta. En esta situación, es necesario describir el comportamiento del sistema con más detalle, para así redefinir los propósitos y encontrar la estrategia requerida.

PASO 6: Identificar Condiciones.

Las condiciones son circunstancias que se presentan en las redes. Si dichas condiciones se validan verdaderas, desencadenan una serie de acciones que afectan al sistema y permiten alcanzar el estado deseado del mismo. Por lo tanto, es tarea del usuario o administrador identificar las condiciones que deben tenerse en cuenta para la especificación de una política.

Adicionalmente, es necesario identificar eventos y/o restricciones que delimiten el alcance de las políticas en caso de que éstas se presenten.

PASO 7: Identificar el Tipo de Política.

Para identificar el tipo de política requerido para la especificación de más bajo nivel es necesario analizar cada uno de los Sub-Propósitos obtenidos, y con base en ese análisis y en la clasificación de políticas presentada en la sección 3.4 se determina el tipo de política. Aunque también pueden existir otros tipos de políticas dependiendo de la implementación que se tenga, esa clasificación es la base de las demás clasificaciones existentes.

PASO 8: Identificar el Sujeto/Objeto.

Una vez derivados los eventos, restricciones y acciones que permiten obtener el propósito de alto nivel, se hace necesario identificar el sujeto y/o el objeto que será especificado en las reglas de política finales.

En el caso de políticas de autorización, el sujeto hace referencia a los objetos permitidos o prohibidos en las acciones especificadas en una estrategia; mientras que en el caso de una política de obligación el objeto hace referencia a la entidad responsable de ejecutar o no las acciones definidas en una estrategia.

En la mayoría de los casos, la identificación del sujeto y/o objeto, requiere de un alto grado de experiencia y por lo tanto ésta representa una tarea manual para el usuario.

Ahora bien, una vez el usuario ha escogido una estrategia para la implementación de políticas, se hace necesario que el sujeto y/o objeto esté autorizado para ejecutar las acciones requeridas.

PASO 9: Definir las Políticas Desplegables en el Sistema.

Para que una política pueda desplegarse en un sistema de gestión, es necesario definirla como una política de nivel medio (ver sección 5.4.3). Para esto, se cuenta con todos los elementos obtenidos en los pasos previos.

A partir de este momento, y como paso adicional, se recomienda al administrador definir la forma mediante la cual especificará las políticas de nivel medio. Esta especificación en un sistema de gestión puede hacerse a través de lenguajes de especificación de políticas y de modelos de información, permitiendo que la información de las políticas sea compartida con otras entidades como los PDPs y los PEPs.

A. Lenguajes para la Especificación de Políticas

Los lenguajes proporcionan una definición consistente de las políticas, que facilita la interpretación en los elementos que las ejecutan. Algunos de los lenguajes son exclusivos para implementaciones particulares, mientras que otros pueden ser utilizados independientemente de la implementación y por lo tanto no están ligados a un marco de trabajo específico. El Anexo A presenta una pequeña descripción de algunos de los lenguajes más utilizados para la especificación de políticas.

B. Modelo de Información de Políticas

Ésta es la forma más común para expresar políticas en un marco IETF debido a que no se ha definido un lenguaje para la especificación de políticas como tal para él. Se hace uso entonces de interfaces gráficas de usuario (GUI – Graphic User Interface) en las que las políticas se expresan de la forma “*Si Condiciones Entonces Acciones*”, y los objetos gestionados, las acciones que se ejecutan sobre esos objetos y las condiciones bajo las cuales éstas acciones se aplican, se definen por el modelo de información.

Ésta forma de expresar políticas es más sencilla y requiere menos experiencia por parte del administrador; sin embargo, su problema radica en que la identificación de conflictos es más difícil de realizar.

Existen varias propuestas para utilizar en conjunto los dos tipos de especificación de políticas nombradas previamente y de esta manera aprovechar las ventajas que cada una de éstas tiene, entre ellas se encuentra [57].

5.6 RECURSOS UTILIZADOS EN EL DESARROLLO DEL PROCESO DE CREACIÓN DE LAS POLÍTICAS

Para el desarrollo del proceso de creación de políticas es posible utilizar tanto técnicas informales como formales que permiten su realización.

Generalmente, la más utilizada es la técnica informal en la que el administrador realiza de forma manual el proceso de especificación de políticas de acuerdo a su experiencia y no es necesario tener el mismo conocimiento y destreza que se requiere al utilizar técnicas formales. Sin embargo, esta técnica es propensa a problemas debido a que pueden surgir ambigüedades e inconsistencias cuando se intenta trasladar de forma manual las descripciones en lenguaje natural de propósitos en especificaciones técnicas del sistema. Para evitar este problema, como segunda opción se han propuesto recursos que utilizan técnicas formales de especificación para asegurar una descripción precisa del sistema.

Estos recursos, pueden utilizarse para apoyar el desarrollo de algunas fases involucradas en el proceso de creación de políticas; y si bien, su realización no hace parte de este proyecto, a continuación se describen algunos de éstos. Queda a criterio del usuario (administrador) elegir la forma mediante la cual desarrollará cada una de las fases.

5.6.1 Técnicas Formales para la Fase 2

Mediante la utilización de técnicas formales se propone el uso de patrones de refinamiento de propósitos que permiten definir los propósitos de alto nivel en términos de una combinación de otros de más bajo nivel. Los propósitos se especifican en términos de reglas lógicas temporales, y por lo tanto se pueden derivar los sub-propósitos haciendo uso de dichos patrones de

refinamiento. Los patrones aseguran que cada etapa del proceso de elaboración sea correcta (es decir, que obtener los propósitos de bajo nivel es equivalente a obtener el de alto nivel), consistente (significa que es posible satisfacer todos los propósitos de bajo nivel), y mínimo (que no haya redundancia de propósitos en el conjunto refinado).

La metodología KAOS, es una de las técnicas formales más utilizadas en el proceso de refinamiento de propósitos de alto nivel ya que puede aplicarse sin importar el dominio de aplicación. A continuación se presenta una descripción de la misma:

KAOS (Knowledge Acquisition in autOated Specification)

KAOS [58] es una metodología para implementar razonamiento basado en propósitos. En este contexto, los requerimientos se construyen mediante un proceso en el se elabora una estructura gráfica de jerarquía de propósitos (especificación semi-formal) a partir de una especificación en lenguaje natural (especificación informal), de la cual se pueden obtener notaciones formales haciendo uso de Lógica Temporal Lineal [59]. Adicionalmente, KAOS permite identificar restricciones, agentes, objetos y acciones involucrados en el proceso de refinamiento de propósitos.

La elaboración de propósitos en KAOS [60] se basa en el refinamiento de estructuras de tipo AND/OR, para lo cual se hace útil emplear preguntas de tipo COMO? para derivar sub-propósitos a partir de un propósito determinado.

5.6.2 Técnicas Formales para la Fase 3

En esta fase se hace uso de varias técnicas que permiten incluir información del comportamiento del sistema, para la posterior especificación de políticas. Algunas de ellas se describen en la siguiente sección.

5.6.2.1 Cálculo de Eventos con Razonamiento Abductivo

En [61] – [62] se plantea la utilización del Cálculo de Eventos [63] en conjunto con técnicas de razonamiento abductivo [64] para derivar la secuencia de operaciones que le permitirá a un sistema obtener un propósito deseado.

Para todo nivel de abstracción debe tenerse tanto la descripción del sistema (SD – System Description) como los propósitos (G - Goal) que quieren obtenerse. La relación que existe entre éstos se conoce como Estrategia (S - Strategy) [62], la cual es la encargada de describir el mecanismo por el cual el sistema representado por SD obtiene los propósitos G. Dichos propósitos han sido previamente refinados en niveles más bajos (sub-propósitos) mediante el uso de la metodología KAOS descrita previamente en la sección 5.6.1. Formalmente esto podría verse de la forma: $(SD, S \vdash) G$.

La técnica de Cálculo de Eventos hace uso de diagramas de estado para describir el comportamiento del sistema; en éstos, una transición de estados indica la invocación de una operación y/o la ocurrencia de un evento del sistema. Con el uso de razonamiento abductivo se puede encontrar la Estrategia. Cada sub-propósito representa un estado dentro del diagrama de estados, y el conjunto de dichos sub-propósitos representa el propósito de alto nivel que debe obtenerse. El proceso de derivar una estrategia conlleva además a la definición de eventos, restricciones y acciones que son necesarios para obtener el estado deseado del sistema descrito por los propósitos de alto nivel.

5.6.2.2 Verificación del Modelo

En lugar de utilizar un razonamiento abductivo, en [65] se investigó el uso de verificación del modelo con el fin de obtener políticas operacionales de los propósitos de bajo nivel. El perfeccionamiento del marco se basa en la metodología de KAOS, el uso de la lógica temporal, y el modelado del comportamiento del sistema en términos de eventos basados en la transición de etiquetas (diagramas de estado).

El Modelo de comprobación es una técnica de verificación de sistemas que se basa en el principio del contraejemplo. Es decir, con el fin de demostrar que se puede tener la propiedad P, es suficiente encontrar un contraejemplo a la propiedad P que establece que ésta nunca podrá suceder. El contraejemplo producido por un verificador del modelo no sólo demuestra que P puede tenerse sino que también proporciona una manera para lograrlo efectivamente, que a su vez no es más que una política de bajo nivel que debe ser codificada a fin de lograr el propósito original.

5.6.2.3 Traducción de Primitivas

En [66], se proporciona un enfoque funcional que amplía el modelo KAOS y la verificación del modelo basado en el marco de refinamiento con la utilización de patrones de diseño para la verificación de estados finitos [67] y los patrones de traducción [68].

La idea clave es limitar el sistema a un determinado comportamiento entre un conjunto de posibles comportamientos, basados en un conjunto de patrones de refinamiento sistemáticamente identificados.

Cada patrón tiene una representación equivalente en la lógica temporal haciendo uso de KAOS, y una vez que las relaciones temporales entre los sub-propósitos se identifican, la ingeniería de refinamiento utiliza la traducción de primitivas con el fin de resumir las políticas del sistema.

5.7 SÍNTESIS DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CREACIÓN DE POLÍTICAS

En la Tabla 7 se identifica si existen recursos formales asociados al desarrollo de las fases involucradas en el proceso de creación de las políticas.

FASES	PROCEDIMIENTO	EXISTEN RECURSOS FORMALES PARA EL DESARROLLO?
Definición de los Propósitos de Alto Nivel	1. Adquirir los Requerimientos de Gestión.	NO
	2. Definir la(s) Política(s) Abstracta(s) de Alto Nivel.	
	3. Especificar el(los) Propósito(s) de Alto Nivel.	
Refinamiento de los Propósitos de Alto Nivel	4. Definir los Sub-Propósitos.	SI (KAOS)
Transformación de los Propósitos a Políticas Desplegables	5. Generar Estrategias.	SI (Cálculo de Eventos con Razonamiento Abductivo, Verificación del Modelo, Traducción de Primitivas)
	6. Identificar Condiciones.	
	7. Identificar el Tipo de Política.	NO
	8. Identificar el Sujeto y/o Objeto.	NO
	9. Definir las Políticas Desplegables en el Sistema.	SI (Lenguajes de Especificación de Políticas)

Tabla 7. Procedimiento para la Creación de Políticas

5.8 CRITERIOS PARA LA CREACIÓN DE POLÍTICAS DE GESTIÓN

En el proceso de creación de políticas se hace indispensable considerar ciertos criterios para que su desarrollo se realice de forma rápida, disminuyendo tanto los costos como el tiempo invertido en él.

Teniendo en cuenta el análisis realizado para la obtención del proceso de creación de políticas de gestión descrito en secciones anteriores, se han identificado ciertos criterios que deben tenerse en cuenta al momento de realizar dicho proceso. Estos criterios no pretenden ser excluyentes ya que a juicio de diferentes personas pueden existir otros que complementen los aquí expuestos.

Criterio 1. CONOCIMIENTO DEL ENTORNO

Es necesario tener una visión completa del ambiente o entorno que se desea gestionar, conocer muy bien todas las entidades y personas involucradas en el dominio de gestión, la

infraestructura de red, los servicios ofrecidos, y el comportamiento de los usuarios de estos servicios. Todo esto con el fin de tener claro los roles de cada uno de los actores dentro de la organización y conocer muy bien los objetivos de negocio de la empresa para poder plantear las políticas de alto nivel.

Mediante el uso de este criterio se logra tener una base sólida de conocimiento de la red, punto clave para el inicio del proceso de creación de políticas, ya que permite tener una idea clara del comportamiento deseado de la red.

Criterio 2. CLARIDAD

La claridad en el proceso de creación de políticas hace referencia a que éste debe ser un proceso que facilite la definición de políticas de gestión que no den lugar a ambigüedades, que sean fáciles de interpretar, y que además su comprensión sea coherente en todas y cada una de las fases de dicho proceso.

Para lograr claridad en el proceso de creación es necesario:

- Que cada uno de los actores involucrados en el proceso de creación de políticas tenga identificado su rol dentro de él y que además sean idóneos para cumplir con las responsabilidades asignadas.
- Que la sintaxis utilizada para definir las políticas en cada una de las fases del proceso esté acorde con las capacidades técnicas de los actores involucrados en ellas (se recomienda tener en cuenta los niveles de abstracción de las políticas propuestos en la sección 5.4.3)

Criterio 3. EFICACIA

Cuando se habla de eficacia dentro del proceso de Creación de Políticas se hace referencia a que debe cumplirse el propósito para el cual se planteó cada una de las fases que abarca la creación, de forma que se evite que se presenten inconsistencias al momento de aplicar las políticas y que hagan que la solución propuesta no tenga un efecto positivo en la gestión de la red. Teniendo en cuenta lo anterior, es posible satisfacer las necesidades para las cuales se plantean el uso de las políticas.

Para lograr eficacia en el proceso de creación es necesario:

- Que las políticas se construyan teniendo en cuenta los recursos de red disponibles. Esto significa, que es necesario determinar las capacidades de los elementos y de los enlaces de la red para que las políticas puedan ejecutarse en éstos elementos sin problemas, y evitar que se exijan recursos que no se dispongan, o bien, mecanismos o funciones que no se soporten.

- Que se haga una especificación precisa de las políticas de nivel medio, para lo cual es necesario que todas las fases del proceso entreguen los resultados esperados y se realicen de forma correcta.
- Que cada vez que se especifique una nueva política, se garantice que ésta sea consistente con las demás políticas existentes en la red, para así evitar que se presenten contradicciones y acciones que generen conflictos.

Criterio 4. EFICIENCIA

Desde la perspectiva del proceso de creación de políticas, la eficiencia hace referencia al hecho de que dicho proceso debe ser rápido, expedito, y que además, cada uno de los actores involucrados en él realice su trabajo de forma adecuada. Este proceso cobra especial relevancia debido a que para poder satisfacer las necesidades reales de la red, las políticas deben especificarse en un tiempo razonable y así evitar procesos redundantes y repetitivos en su desarrollo.

Para lograr eficiencia en el proceso de creación es necesario:

- Contar con un excelente equipo interdisciplinario que esté capacitado para desarrollar todas las actividades que dicho proceso comprende en cada una de sus fases.

La Tabla 8 indica los criterios previamente expuestos asociados a cada una de las fases involucradas en el proceso de creación de políticas.

		CRITERIOS			
		CONOCIMIENTO DEL ENTORNO	CLARIDAD	EFICACIA	EFICIENCIA
FASES	Definición de Propósitos de Alto Nivel	✓	✓	✓	✓
	Refinamiento de Propósitos de Alto Nivel		✓	✓	✓
	Transformación de los Propósitos a Políticas Desplegables		✓	✓	✓

Tabla 8. Criterios Asociados a las Fases del Proceso de Creación de las Políticas.

CAPÍTULO 6

ESCENARIO DE APLICACIÓN PARA EL PROCESO DE CREACIÓN DE POLÍTICAS

“La sabiduría consiste en saber cuál es el siguiente paso; la virtud, en llevarlo a cabo”

David Starr Jordan

6.1 INTRODUCCIÓN

Una vez definido un procedimiento genérico para el proceso de creación de políticas de gestión en el contexto de las redes de telecomunicaciones en conjunto con los criterios que deben considerarse para que éste se realice de forma rápida y eficiente; se hace necesario plantear un escenario real y particular que permita ilustrar de una manera más clara su uso.

En el presente trabajo, el escenario escogido para la utilización del procedimiento y los criterios propuestos, es la Red de Datos de la Universidad del Cauca, debido a que éste era el escenario idóneo dentro de las instalaciones de la Universidad en el que se podían aplicar los resultados obtenidos y del cual se podría obtener mayor información.

Este capítulo, presenta la aplicación del procedimiento planteado para el proceso de creación de políticas de gestión en la Red de Datos de la Universidad del Cauca, considerando los criterios propuestos para el desarrollo del mismo y enfocado en el área de QoS.

6.2 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO DE APLICACIÓN

La LAN de la Universidad del Cauca funciona con tecnología Ethernet y está integrada por varios sectores, cada uno compuesto por uno o más edificios. Los edificios se encuentran conectados entre sí a través de un backbone de fibra óptica multimodo y monomodo y la infraestructura física de cada uno de éstos la forma un sistema de cableado estructurado que utiliza cable UTP de Categoría 5 y 6. Cada edificio tiene por lo menos un centro de cableado con sus respectivos puntos de red que se extienden hasta los puestos de trabajo alojados en él.

6.2.1 Conexión a Internet de la Red de Datos de la Universidad del Cauca

Actualmente el acceso WAN o acceso a Internet de la Red de Datos de la Universidad del Cauca se realiza a través de los ISP's (Proveedores de Servicio de Internet) EMTEL y ETB. La conexión con EMTEL es de 16 Mbps Dedicados y la Conexión con ETB es de 12 Mbps Dedicados, para un total de 28 Mbps de acceso a Internet. La Figura 14 muestra la conexión real entre la LAN de la Universidad

e Internet. Como se aprecia, todo el tráfico hacia y desde Internet pasa a través del gestor de ancho de banda NetEnforcer AC-404 y también a través del Firewall FortiGate 310B.

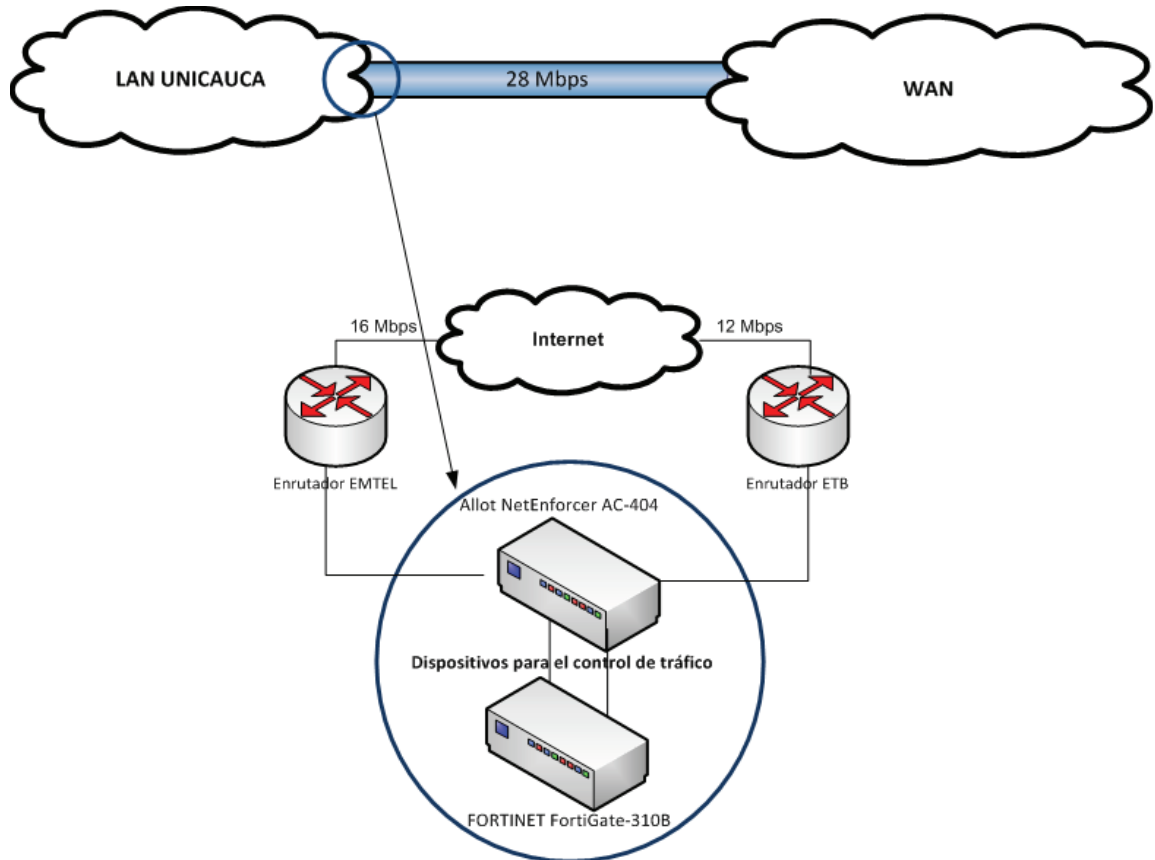


Figura 14. Interconexión entre Internet y la Intranet de la Universidad del Cauca

Para mayor información sobre la infraestructura física y lógica de la red de datos de la Universidad del Cauca ver el Anexo B.

6.2.2 Servicios

La siguiente es una lista de los servicios que actualmente soporta la Red de Datos de la Universidad del Cauca y que tienen requerimientos de QoS:

- HTTP:
El servicio web corre sobre el servidor acuario.unicauca.edu.co; éste implementa el protocolo HTTP por medio del servidor apache. También se encuentra el servidor Ragnarok en el que actualmente se está implementado el nuevo portal web, además de algunas aplicaciones nuevas como los pagos de matrícula en línea, entre otras.

- **FTP:**
El servidor web también presta el servicio de FTP para los usuarios que alojan sitios web dentro del dominio unicauca.edu.co. Estos usuarios son un número pequeño de dependencias y algunos grupos de investigación que tienen sus páginas alojados en el servidor institucional.
- **DNS:**
Hay dos grupos de servidores que cumplen esta labor. El primer grupo son los de los servidores externos: dns1.unicauca.edu.co y dns2.unicauca.edu.co. Con esto un equipo perteneciente a la red de datos con un nombre de dominio completo pueda ser visto desde Internet.
El Segundo grupo es el de los servidores internos: hades.unicauca.edu.co y cronos.unicauca.edu.co, los cuales resuelven peticiones de nombre y direcciones a solicitudes desde la intranet de la universidad.
- **Correo Electrónico:**
Estos servicios son prestados por los servidores afroditia.unicauca.edu.co, el cual contiene los correos de los estudiantes tanto de pregrado como de postgrado y atenea.unicauca.edu.co que es para los profesores y administrativos de la Universidad del Cauca.
- **Proxy HTTP y FTP:**
Este servicio es prestado por los servidores nexus.unicauca.edu.co que sale a Internet a través del enlace de ETB. Por el enlace de EMTEL salen los servidores temis.unicauca.edu.co e hiperion.unicauca.edu.co. Estos servidores hacen un balanceo de carga internamente ya que las peticiones realizadas a proxy.unicauca.edu.co son repartidas entre estos 3 servidores proxy.
- **VoIP:**
Este servicio es suministrado a través de una PBX IP implementada en Asterisk y con nombre voip.unicauca.edu.co. Se encuentra alojado en la división de sistemas de la Red de Datos.
- **Video Conferencia y Streaming:**
Los servicios de Video Conferencia se prestan a través de los equipos POLYCOM VSX 5000 y POLYCOM HDX 7000 los cuales utilizan el estándar de comprensión de video H.264. El Streaming utiliza el servidor VLC Media player, el cual captura video o audio por medio de cámaras, archivos y otros medios como interfaces de video, y luego lo emite a través de Internet o directamente a la red RENATA.

Otros servicios adicionales en la red de datos son las Bases de Datos MySql, Servicios de Directorio a través de LDAP, Alojamiento de Archivos y sitios Web y DHCP, entre otros.

La Tabla 9 presenta las direcciones IP de los principales servidores de la red de datos:

DIRECCIÓN IP	Equipo
190.24.10.234	Proxy ETB – Nexus
190.5.195.175	Proxy Emtel – Hiperion
190.5.195.178	Proxy Emtel – Temis
190.5.195.137	Acuario (Web)
190.5.195.129	Atenea (Correo)
190.5.195.130	Afrodita (Correo)
190.5.195.131	Odin (FTP)
190.5.195.113	VoIP
190.5.195.203	Streaming
190.5.195.204	Streaming
190.24.10.160	Video Conferencia
190.24.10.169	Video Conferencia
190.24.10.180	Streaming

Tabla 9. Direcciones IP de los Principales Servidores de la Red de Datos.

6.2.3 Mecanismos de Calidad de Servicio Utilizados en la Red de Datos

En la actualidad, la Red de Datos no ha implementado ni utilizado ningún mecanismo de Calidad de Servicio como tal que actúe a nivel de elemento de red o a nivel de red, así como tampoco arquitecturas de calidad de servicio como Intserv [69] o Diffserv [70] para la INTRANET. Esto es debido a que hasta el momento no se ha visto necesario aplicarlos ya que el backbone del campus universitario está sobredimensionado y es suficiente para los servicios que se están prestando, así como para la cantidad de usuarios que manejan estos servicios. Debido a esto, solo se aplica calidad de servicio al tráfico entrante y saliente de Internet para lo cual es necesario optimizar y gestionar el ancho de banda de las conexiones.

En este proyecto, el problema se va a centrar en cómo optimizar y gestionar el ancho de banda a través de políticas para que el tráfico que se genere en la LAN pueda entrar y salir de manera adecuada hacia Internet.

El dispositivo utilizado actualmente para ofrecer Calidad de Servicio a través de la gestión de ancho de banda basada en políticas es el NetEnforcer. Dicho dispositivo aunque tiene la capacidad de trabajar con la filosofía de GBP, ha sido utilizado de una manera muy informal para gestionar los recursos de red existentes. A continuación se hace una revisión histórica de los mecanismos que se han utilizado en la Red de Datos de la Universidad del Cauca para controlar y gestionar la calidad de los servicios prestados por ésta:

1. Control de Ancho de Banda utilizando Delay Pools en los servidores Proxy SQUID:

Este fue el primer mecanismo que se utilizó en la Red de Datos antes de que se adquirieran los gestores de ancho de banda. Permite entre otras cosas limitar el ancho de banda que cada

estación de la Universidad puede utilizar a 512 kbps, y limitar la tasa de descarga a 128 kbps para diferentes aplicaciones como .avi, .mp3, .wav, etc.

Este mecanismo tenía varias limitaciones como:

- No comparten ancho de banda, si existe un solo cliente demandando ancho banda de Internet la cantidad máxima de canal que recibe esta limitado por el Delay más restrictivo que lo cobija sin importar que él sea el único haciendo peticiones al caché. Si el cliente tiene asignados 20KB/s y hay 200KB/s sin usar, seguirá recibiendo los 20KB/s.
- No hay forma de optimizar el uso de canal
- No hay garantía de asignación equitativa de canal entre los clientes de un mismo bucket.
- Si desea manejar unos valores de tasa/tamaño en horarios laborales y otros valores en horarios no laborales, en el momento de hacer los cambios puede provocarse la interrupción de las descargas.

2. Gestión de Ancho de Banda con Packet Shaper

Primer gestor de ancho de banda que se compró en la Red de Datos. Este equipo solo manejaba 2Mbps y no era muy confiable. Fue desechado cuando se adquirió el gestor de ancho de banda actual, debido a que el enlace a Internet de la universidad se amplió y ya no era suficiente manejar 2Mbps de tráfico.

3. Gestión de Ancho de Banda con Allot Netenforcer 404.

Este es el gestor de ancho de banda que actualmente tiene la red de datos; se compró en el año 2006. Este equipo tiene 4 puertos por lo que permite manejar los 2 enlaces externos (EMTEL y ETB). Tiene capacidad hardware de 100Mbps pero en este momento solo se tienen licenciados 45Mbps (la Universidad está manejando actualmente 28Mbps). En este equipo se pueden implementar políticas para manejar prioridades, controlar acceso y brindar ciertos niveles de QoS. Trabaja desde el nivel 7 de OSI por lo que hace una verdadera inspección del tipo de tráfico. Adicionalmente este equipo soporta el protocolo COPS para que pueda ser utilizado en el futuro para la ejecución de políticas en varios de los elementos de la red (Para más información remitirse al Anexo C).

6.3 APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO Y CONSIDERACIÓN DE LOS CRITERIOS EN LA RED DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

6.3.1 Definición de los Actores en la Red de Datos de la Universidad del Cauca

Constructores de las políticas:

En la Red de Datos de la Universidad del Cauca, este grupo de actores lo conforman:

- Jefe del Área de Servidores.
- Jefe del Área de Infraestructura.
- Ingeniero de Soporte – Área Infraestructura.

Administradores

Este grupo de actores lo conforman el jefe y los monitores del área de servidores de la Red de Datos de la Universidad del Cauca:

Usuarios:

Este grupo de actores lo conforman los usuarios de los servicios de la red de datos los cuales en cualquier momento pueden requerir de la red algún comportamiento particular, para alguna aplicación o servicio.

6.3.2 Paso 1: Adquirir los Requerimientos de Gestión

Para poder conocer el entorno de gestión fue necesario realizar algunas entrevistas a los actores identificados como constructores de las políticas. Dichos actores, de acuerdo a su campo de acción proporcionaron la información necesaria para conocer tanto su infraestructura física y lógica como los servicios ofrecidos por ésta (Ver Sección 6.2.2). Además, por medio de otras entrevistas a los actores identificados como administradores fue posible determinar las necesidades de la red de datos y con base en esto, determinar los requerimientos de gestión, enfocándonos en el área de QoS.

El objetivo de la Red de Datos es crear políticas solo de acceso a Internet (desde y hacia), y no de acceso ni de aplicaciones internas. Es por esta razón, que se hace necesario utilizar eficientemente el enlace hacia Internet para los servicios que ésta ofrece. En este sentido, se necesita lo siguiente:

- La navegación, los servicios Web, el Correo, y las Descargas para equipos especiales deben estar disponibles en cualquier momento y debe asignárseles una prioridad alta.
- Los servicios de VoIP, Videoconferencia y Streaming deben ser priorizados y se les debe garantizar un ancho de banda adecuado para su buen funcionamiento.
- El acceso a sitios de interés institucional debe estar garantizado siempre.
- Los servicios que no son de interés institucional o académico deben tener una baja prioridad y estar restringidos en horario laboral.
- A los equipos que tengan permisos especiales se les debe limitar el consumo de ancho de banda para tener una distribución razonable respecto a los demás equipos.

6.3.3 Paso 2: Definir la(s) Política(s) Abstracta(s) de Alto Nivel

Teniendo en cuenta las necesidades para la Red de Datos de la Universidad del Cauca descritas en el paso anterior, resulta necesario que en el sistema se ejecuten políticas que permitan gestionar su recurso principal: el ancho de banda.

Lo que se busca entonces, a nivel más abstracto, es poder organizar el tráfico de entrada y salida a Internet, para optimizar de esta manera el uso del ancho de banda. Para esto, es necesario tener en cuenta los servicios que se ofrecen (ver Sección 6.2.2), los recursos que cada uno de éstos consumen y la prioridad que debe darse a cada uno de estos recursos de acuerdo al papel que éstos representan dentro de la misión institucional de la Universidad.

6.3.4 Paso 3: Especificar el(los) Propósito(s) de Alto Nivel

Teniendo en cuenta las necesidades de gestión para la red de datos, definida por los constructores de o las políticas se definió el propósito abstracto de alto nivel. El P 1-1: “Optimizar el uso del Ancho de Banda de entrada y salida a Internet de la Red de Datos de la Universidad del Cauca”. Luego este propósito es el que se refina en el próximo paso para poder obtener los sub-propsitos.

6.3.5 Paso 4: Definir los Sub-Propósitos

Partiendo del propósito de alto nivel definido en el paso anterior, se comienzan a extraer los diferentes sub-propsitos generando una jerarquía de propsitos. Esto se realiza teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios, los recursos disponibles y la información del ambiente de gestión.

Partiendo de esta base se identificaron los siguientes requerimientos:

- Los servidores web deberán accederse en cualquier momento y a una buena velocidad, sin importar la cantidad de tráfico interno que se presente.
- Los correos deberán llegar y salir en un corto periodo de tiempo.
- El acceso hacia portales que tienen que ver con el trabajo administrativo y académico de la universidad deberá ser priorizado y se deberá garantizar un ancho de banda (Por ejemplo, los sitios de los ministerios, la contraloría, los bancos, icetex, colciencias, icfes).
- Se debe garantizar que al FTP siempre se pueda acceder. Sin embargo, no debe ser prioridad que la gente descargue rápido los archivos del FTP porque es un servicio suplementario y no uno principal.
- Deberán estar con prioridad mínima todos los accesos que no tengan que ver con la misión institucional (por ejemplo: las descargas de videos, música, etc).
- Los accesos a las aplicaciones P2P deben estar restringidos en horas laborales.
- Se debe garantizar siempre acceso al Servidor de VoIP a una velocidad que permita que la voz vaya fluida y no se entrecorte.

- Los equipos de videoconferencia Polycom y algunos servidores con software como Isabel se les debe garantizar un ancho de banda que les permita su buen funcionamiento.
- Los equipos que tengan servicios especiales (por ejemplo, los que tienen direcciones reales o con NAT) deberán tener un límite de ancho de banda establecido, pero con una prioridad más baja que otros servicios importantes que también requieran ancho de banda.
- La navegación aunque no es el servicio más importante en la Universidad deberá ser prioritario porque es el servicio que más se utiliza.

La Figura 15 muestra la organización de los propósitos para el escenario planteado.

Donde:

Propósito 1-1: Optimizar el uso del Ancho de Banda de acceso a Internet de la Red de Datos de la Universidad del Cauca.

Sub-Propósito 2-1: Permitir el acceso a los Servicios y/o Aplicaciones.

Sub-Propósito 2-2: Fijar un Ancho de Banda para los Servicios y/o Aplicaciones definiendo Umbrales (Mínimo – Máximo).

Sub-Propósito 2-3: Garantizar un Ancho de Banda para los Servicios y/o Aplicaciones.

Sub-Propósito 3-1: Garantizar un ancho de banda de 256Kbps por conexión entrante a los servidores de Correo.

Sub-Propósito 3-2: Fijar el máximo ancho de banda permitido por conexión para la salida de los servidores de Correo.

Sub-Propósito 3-3: Fijar un ancho de banda mínimo de 500Kbps por conexión entrante y saliente a los equipos que hacen descargas urgentes.

Sub-Propósito 3-4: Garantizar un ancho de banda de 64Kbps por conexión entrante y saliente al servidor de VoIP.

Sub-Propósito 3-5: Garantizar un ancho de banda de 384Kbps por conexión entrante y saliente a los equipos de Video Conferencia.

Sub-Propósito 3-6: Garantizar un ancho de banda de 512Kbps por conexión entrante al servidor Web.

Sub-Propósito 3-7: Fijar el máximo ancho de banda permitido por conexión para la salida del servidor Web.

Sub-Propósito 3-8: Descartar el acceso a los servidores de Rapid Share en horario laboral.

Sub-Propósito 3-9: Descartar el acceso a aplicaciones P2P en horario laboral.

Sub-Propósito 3-10: Aceptar el acceso a aplicaciones peer to peer en horario no laboral.

Sub-Propósito 3-11: Fijar un ancho de banda mínimo de 400Kbps para los equipos con IP real autorizados para salir a Internet.

Sub-Propósito 3-12: Fijar un ancho de banda total máximo de 512Kbps para la salida del servidor de FTP.

Sub-Propósito 3-13: Fijar un ancho de banda total mínimo de 1024Kbps para la salida a las páginas prioritarias.

Sub-Propósito 3-14: Garantizar un ancho de banda de 300Kbps por conexión para la salida de los servidores de Streaming.

Sub-Propósito 3-15: Fijar un ancho de banda mínimo de 5Mbps para la entrada a los Servidores Proxy.

Sub-Propósito 3-16: Fijar un ancho de banda mínimo de 300Kbps para la salida de los Servidores Proxy.

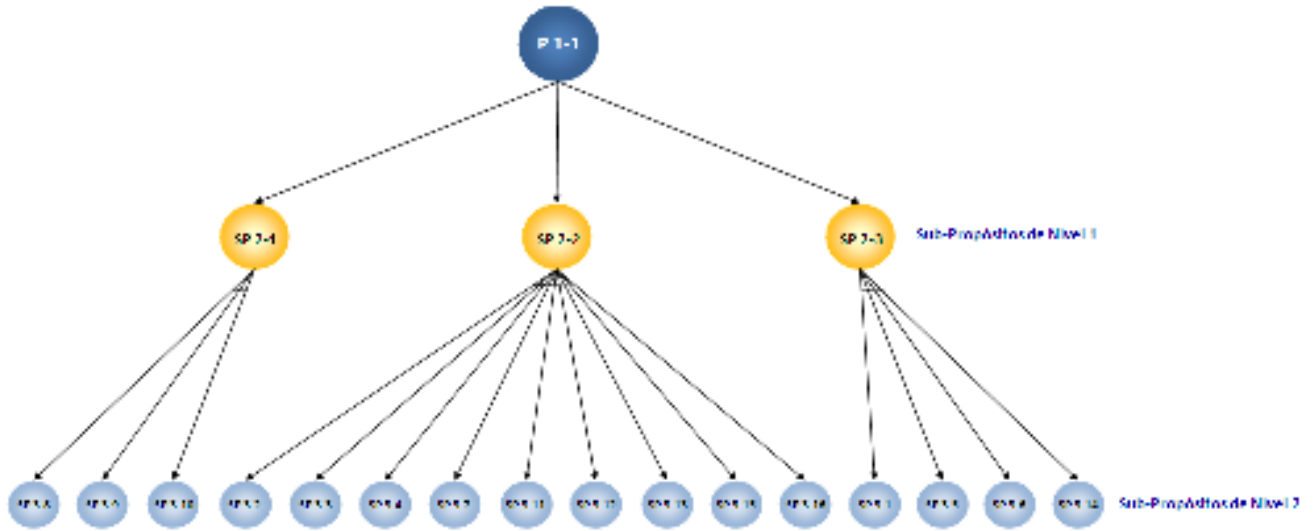


Figura 15. Gráfica de Derivación de Propósitos

6.3.6 Paso 5: Generar Estrategias

Debido a que el escenario planteado no es lo suficientemente complejo, el resultado de la gráfica de propósitos tiene una sola posibilidad para lograr el propósito de alto nivel (todas las derivaciones son disyuntivas). Por tanto, se deben cumplir todos los propósitos de bajo nivel para que se cumpla el propósito de alto nivel.

La estrategia sería entonces:

$$S1 = SP\ 3-1 \wedge SP\ 3-2 \wedge SP\ 3-3 \wedge SP\ 3-4 \wedge SP\ 3-5 \wedge SP\ 3-6 \wedge SP\ 3-7 \wedge SP\ 3-8 \wedge SP\ 3-9 \wedge SP\ 3-10 \wedge SP\ 3-11 \wedge SP\ 3-12 \wedge SP\ 3-13 \wedge SP\ 3-14 \wedge SP\ 3-15 \wedge SP\ 3-16.$$

6.3.7 Paso 6: Identificar Condiciones

Estas Condiciones se van extrayendo a medida que el propósito de alto nivel va siendo refinado y representan que parámetros deben cumplirse para que el sub-propósito sea ejecutado por el sistema.

En este paso se identificaron todas las condiciones que hacen que cada Sub-Propósito se alcance en el sistema teniendo en cuenta la funcionalidad que dicho sistema soporta. Para esto, se determina el origen y el destino del tráfico, el tipo de servicio y la hora en la que la que es válido cada uno de los Sub-Propósitos definidos en la sección 6.3.5.

La Tabla 10 sintetiza las condiciones identificadas para cada Sub-Propósito.

SUB-PROPÓSITO	CONDICIONES			
	Origen	Destino	Servicio	Tiempo
SP 3-1	Servidores de Correo	Cualquiera	Correo	Cualquiera
SP 3-2	Cualquiera	Servidores de Correo	Correo	Cualquiera
SP 3-3	Direcciones para descargas Urgentes	Cualquiera	Todo IP	Cualquiera
SP 3-4	Servidor VoIP	Cualquiera	VoIP	Cualquiera
SP 3-5	Equipos de Videoconferencia	Cualquiera	Todo IP	Cualquiera
SP 3-6	Servidores Web	Cualquiera	Todo IP	Cualquiera
SP 3-7	Cualquiera	Servidores Web	Todo IP	Cualquiera
SP 3-8	Cualquiera	Paginas de Rapidshare	Aplicaciones Web	Laboral
SP 3-9	Cualquiera	Cualquiera	Aplicaciones P2P	Laboral
SP 3-10	Cualquiera	Cualquiera	Aplicaciones P2P	No Laboral
SP 3-11	Direcciones ETB permitidas para salir a Internet	Cualquiera	Todo IP	Cualquiera

SP 3-12	Servidor FTP	Cualquiera	FTP	Cualquiera
SP 3-13	Cualquiera	Páginas Prioritarias	Aplicaciones Web	Cualquiera
SP 3-14	Servidores de Streaming	Cualquiera	Todo IP	Cualquiera
SP 3-15	Cualquiera	Servidores Proxy	Todo IP	Cualquiera
SP 3-16	Cualquiera	Servidores Proxy	Todo IP	Cualquiera

Tabla 10. Condiciones para Lograr los Sub-Propósitos.

6.3.8 Paso 7: Identificar el Tipo de Política

Ahora se determina el tipo de política a ser implementada por el sistema de gestión. Esta clasificación se realiza teniendo en cuenta los tipos de políticas que se describieron en la sección 3.4. La Tabla 11 presenta los tipos de políticas identificados para cada Sub-Propósito:

SUB-PROPÓSITO	TIPO DE POLÍTICA
SP 3-1	Obligación
SP 3-2	Obligación
SP 3-3	Obligación
SP 3-4	Obligación
SP 3-5	Obligación
SP 3-6	Obligación
SP 3-7	Obligación
SP 3-8	Autorización
SP 3-9	Autorización
SP 3-10	Autorización
SP 3-11	Obligación
SP 3-12	Obligación
SP 2-13	Obligación
SP 3-14	Obligación
SP 3-15	Obligación
SP 3-16	Obligación

Tabla 11. Tipo de Política para Cada Sub-Propósito

6.3.9 Paso 8: Identificación del Sujeto y/o Objeto

Para este caso en particular, el sujeto y el objeto hacen referencia al equipo NetEnforcer AC404 debido a que es el único equipo autorizado para actuar como PEP en el dominio de gestión.

6.3.10 Paso 9: Definir las Políticas Desplegables en el Sistema

Como se mencionó previamente, estas políticas son definidas de la forma **SI** “Condiciones” **ENTONCES** “Acciones” y son las reglas que finalmente se deben implementar en un sistema de gestión basado en políticas para que cumpla los requerimientos de gestión establecidos.

La Tabla 12 presenta los rangos establecidos para determinar la prioridad que se asigna a cada política teniendo en cuenta las necesidades de gestión de la Universidad del Cauca.

PRIORIDAD	VALOR NUMÉRICO
Alta	10
	9
	8
Medio	7
	6
	5
Baja	4
	3
	2
	1

Tabla 12. Rangos Definidos para Asignar Prioridad

A partir de los Sub-Propósitos que conforman la estrategia S1 se especifican las siguientes políticas:

- Política 1 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-1):

Si: El servicio es correo electrónico, la dirección origen pertenece a los servidores de correo, la dirección destino es cualquiera, y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces: Garantizar un ancho de banda de 256Kbps a los servidores de Correo, y asignarle una prioridad media (6).

- Política 2 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-2)

Si: El servicio es correo electrónico, la dirección origen es cualquiera, la dirección destino pertenece a los servidores de correo, y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces: Asignar una prioridad media (6) y darle la máxima capacidad disponible al servicio.

- Política 3 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-3)

Si:

Si la dirección origen es de algún equipo que tiene permitido realizar descargas urgentes, la dirección destino es cualquiera y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Asignar un ancho de banda mínimo de 500 Kbps por conexión tanto entrante como saliente a ese equipo, y darle una prioridad alta (9).

- Política 4 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-4)

Si:

La dirección origen es cualquiera, la dirección destino es el servidor de VoIP y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Garantizar un ancho de banda de 64 Kbps por conexión tanto entrante como saliente a ese equipo, y Asignarle una prioridad alta (9).

- Política 5 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-5)

Si:

La dirección origen es de los equipos de video conferencia, la dirección destino es cualquiera y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Garantizar un ancho de banda de 384 Kbps por conexión tanto entrante como saliente a estos equipos y Asignarle una prioridad media (6).

- Política 6 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-6)

Si:

La dirección origen es cualquiera, la dirección destino es alguno de los servidores web y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Garantizar un ancho de banda de 512 Kbps por conexión entrante a estos servidores y asignarles una prioridad media (7) a este tráfico.

- Política 7 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-7)

Si:

La dirección origen es alguno de los servidores web, la dirección destino es cualquiera y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Dar el ancho de banda máximo disponible por conexión saliente a estos servidores y asignarles una prioridad baja (4) a este tráfico.

- Política 8 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-8)

Si:

La dirección origen es cualquiera, la dirección destino es alguno de los servidores de rapid-share, el servicio es una aplicación web y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Descartar el tráfico desde esos servidores.

- Política 9 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-9)

Si:

La dirección origen es cualquiera, la dirección destino es cualquiera, la aplicación es P2P y el tiempo es horario laboral.

Entonces:

Descartar el tráfico desde y hacia esas aplicaciones.

- Política 10 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-10)

Si:

La dirección origen es cualquiera, la dirección destino es cualquiera, la aplicación es P2P y el tiempo es horario no laboral.

Entonces:

Aceptar el tráfico desde y hacia esas aplicaciones.

- Política 11 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-11)

Si:

La dirección origen es de algún equipo con permiso para salir a Internet, la dirección destino es cualquiera, y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Asignar un ancho de banda máximo de 400 Kbps a estos equipos y Asignar una Prioridad media (7).

- Política 12 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-12)

Si:

La dirección origen del servidor de FTP, la dirección destino es cualquiera, y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Fijar un ancho de banda máximo de 512 Kbps para la salida del servidor FTP y asignar una prioridad baja (4).

- Política 13 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-13)

Si:

La dirección origen es cualquiera, la dirección destino es alguno de los servidores de sitios prioritarios para la universidad, y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Fijar un ancho de banda mínimo de 1024 Kbps

- Política 14 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-14)

Si:

La dirección origen es alguno de los servidores de Streaming, la dirección destino es cualquiera, y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Garantizar un ancho de banda de 300 Kbps por conexión y Asignar una prioridad media (6).

- Política 15 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-15)

Si:

La dirección origen es cualquiera, la dirección destino es cualquiera un servidor proxy, y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Fijar un Ancho de Banda Mínimo de 5 Mbps y fijar una prioridad media (7).

- Política 16 (Basado en el Sub-Propósito SP 3-16)

Si:

La dirección origen es de alguno de los servidores proxy, la dirección destino es cualquiera, y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Fijar un Ancho de Banda Mínimo de 500 Kbps y fijar una prioridad media (5).

Si bien no es objetivo del proyecto hacer la especificación de las políticas definidas en esta sección, a continuación se indicará la forma como se lleva a cabo implementación de algunas de ellas. Para esto, se hizo uso del NetXplorer debido a su facilidad de manejo y a la rapidez con la que transmite la información al NetEnforcer.

En este sentido, se escogió una política derivada de cada sub-propósito de nivel 1 (SP 2-1, SP 2-2 y SP 2-3) con el fin de identificar la especificación particular que se tiene en cada uno de éstos. La especificación de las demás políticas es análoga a la derivada del mismo sub-propósito de nivel 2 al que pertenece y sólo se hace necesario cambiar las variables específicas para cada una de ellas.

Para la especificación de Políticas es necesario definir:

- Host: Hace referencia a los equipos o sub redes para los cuales se definen las políticas.
- Servicio: Vienen predeterminados en el NetXplorer. Hace referencia al servicio o aplicación en el que las políticas tiene efecto.
- Tiempo: Hace referencia al horario en el que la política tiene validez.

- QoS: Hace referencia a la Calidad de Servicio asignada a la política. En ésta se especifica la prioridad (En el NetXplorer se puede fijar una prioridad entre 1-10, siendo 1 la más baja y 10 la más alta) y el tipo de manejo que se le dará al ancho de banda.

6.3.10.1 Implementación de la Política 3 (Derivada del Sub-Propósito 2-2)

Si:

Si la dirección origen es de algún equipo que tiene permitido realizar descargas urgentes, la dirección destino es cualquiera y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Asignar un ancho de banda mínimo de 500 Kbps por conexión tanto entrante como saliente a ese equipo, y darle una prioridad alta (9).

- **Definición de Host**

Para esta política, es necesario identificar los equipos que tienen permitido realizar descargas urgentes. Por lo tanto, se especifican las direcciones IP asignadas a estos equipos. La Figura 16 muestra la forma como se especificó este host.

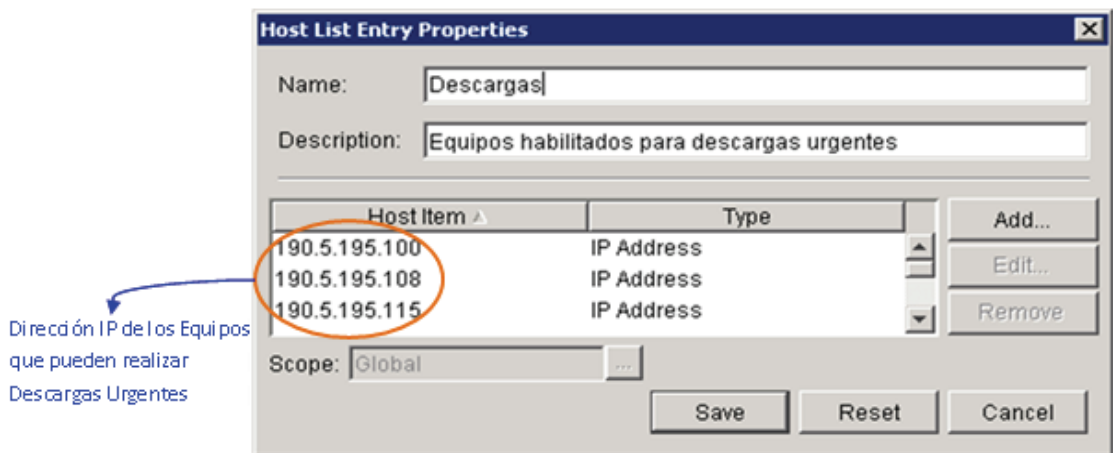


Figura 16. Host Descargas

- **Definición de Tiempo**

Esta política, debe ser válida a cualquier hora del día, por lo tanto, al momento de especificarlo se establece todo este tiempo. La Figura 17 muestra la forma como se especificó el tiempo.

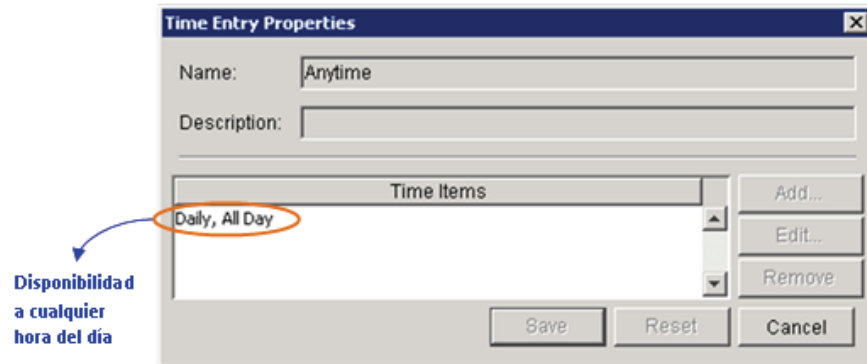


Figura 17. Tiempo para Descargas

- **Definición de QoS**

Para esta política, se asignó una Prioridad 9 debido a que las descargas que realizan estos equipos son de suma importancia para la Red de Datos. Para esta política y la de todas las demás derivadas del Sub-Propósito 2-2 se debe fijar un ancho de banda definiendo un Umbral (Mínimo – Máximo). En este caso se asigna un ancho de banda mínimo de 500 Kbps por conexión tanto entrante como saliente a estos equipos y un máximo permitido de acuerdo a la capacidad del enlace en ese momento. La Figura 18 muestra la forma como se especificó la QoS para esta política.

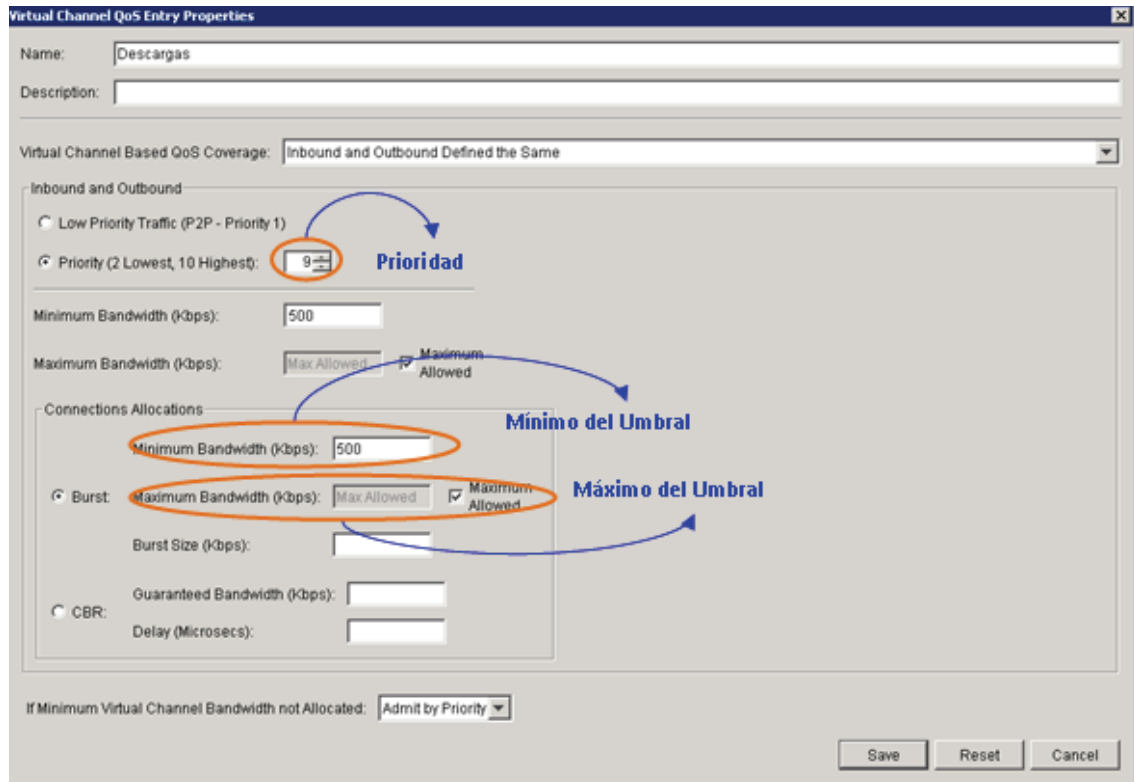


Figura 18. QoS para Descargas

- **Definición de la Política**

Para definir la política que se ejecuta en la red, es necesario identificar el origen y el destino del flujo de paquetes al que debe aplicársele, la dirección (sentido) del flujo, el tipo de servicio, y la hora en la que será válida la política. Además, es necesario definir la acción que se da y la Calidad de Servicio definida para la misma.

Para esta política se definió:

- Origen: El Host definido para Descargas.
- Destino: Cualquier equipo.
- Dirección: Bidireccional.
- Tipo de Servicio: Todo IP, ya que puede descargarse cualquier tipo de archivos.
- Hora: El tiempo definido para Descargas (Cualquier hora del día)
- Acción: Aceptar
- QoS: La Calidad de Servicio definida para Descargas.

La Figura 19 muestra la forma como se especificó la política.

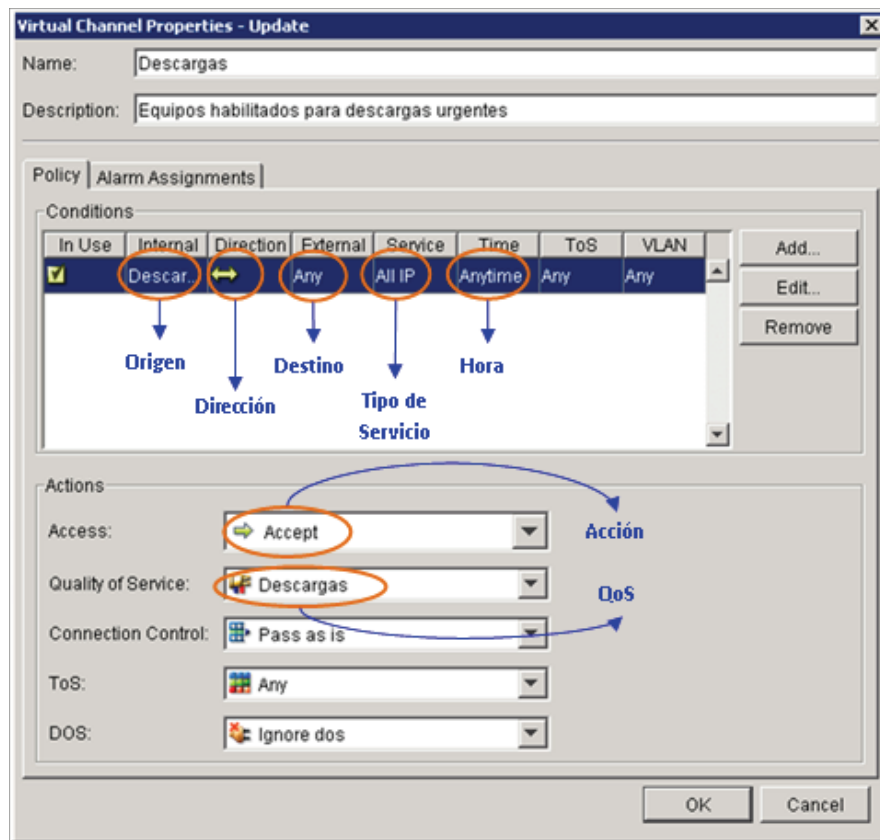


Figura 19. Política para Descargas

6.3.10.2 Implementación de la Política 5 (Derivada del Sub-Propósito 2-3)

Si:

La dirección origen es de los equipos de video conferencia, la dirección destino es cualquiera y el tiempo es cualquier hora del día.

Entonces:

Garantizar un ancho de banda de 384 Kbps por conexión tanto entrante como saliente a estos equipos y Asignarle una prioridad media (6).

- **Definición de Host**

Para esta política, es necesario definir los servidores para Video Conferencias. Por lo tanto, se especifican las direcciones IP asignadas a estos equipos. La Figura 20 muestra la forma como se especificó este host.

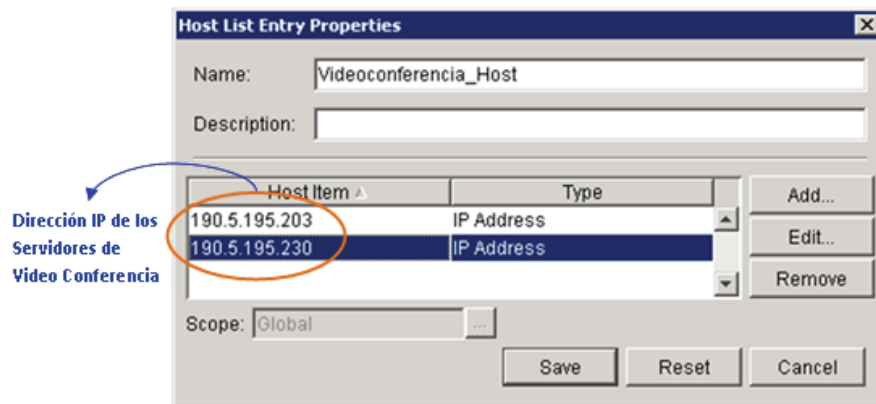


Figura 20. Host Video Conferencia

- **Definición de Tiempo**

Esta política, debe ser valida a cualquier hora del día, por lo tanto, al momento de especificarlo se establece todo este tiempo. La Figura 21 muestra la forma como se especificó el tiempo.

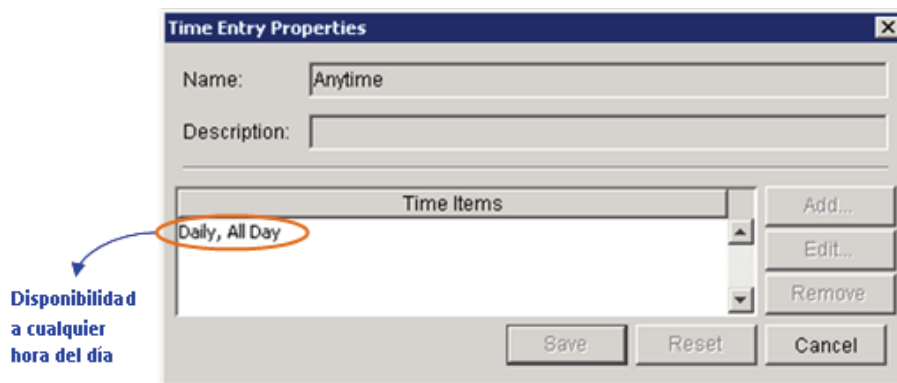


Figura 21. Tiempo para Video Conferencia

- **Definición de QoS**

Para esta política, se asignó una Prioridad 6 porque aunque la Video Conferencia es un servicio de tiempo real no consume mucho ancho de banda y éste se le tiene garantizado. Para esta política y la de todas las demás derivadas del Sub-Propósito 2-3 se debe garantizar un ancho de banda que certifique que el servicio funcione correctamente. En este caso se asigna un ancho de banda de 384 Kbps por conexión tanto entrante como saliente a estos equipos. La Figura 22 muestra la forma como se especificó la QoS para esta política.

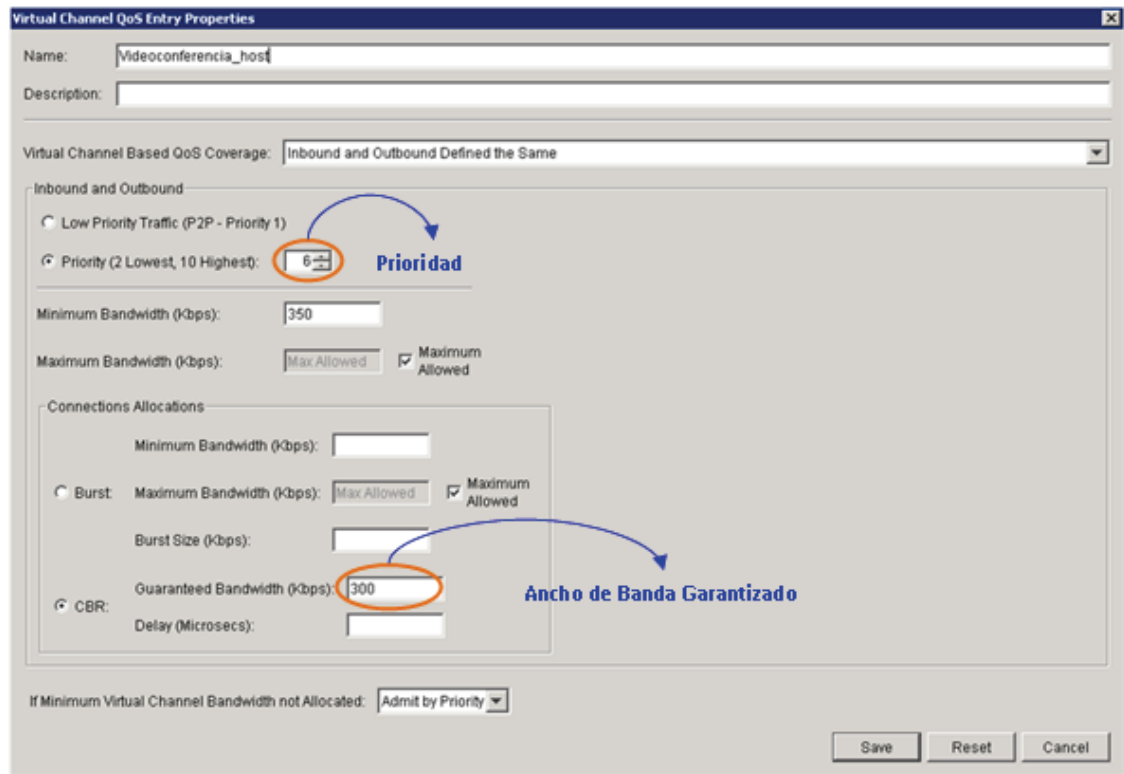


Figura 22. QoS para Video Conferencia

- **Definición de la Política**

Para esta política se definió:

- Origen: El Host definido para Video Conferencia.
- Destino: Cualquier equipo.
- Dirección: Bidireccional.
- Tipo de Servicio: Todo IP.
- Hora: El tiempo definido para Video Conferencia (Cualquier hora del día)
- Acción: Aceptar
- QoS: La Calidad de Servicio definida para Video Conferencia.

La Figura 23 muestra la forma como se especificó la política.

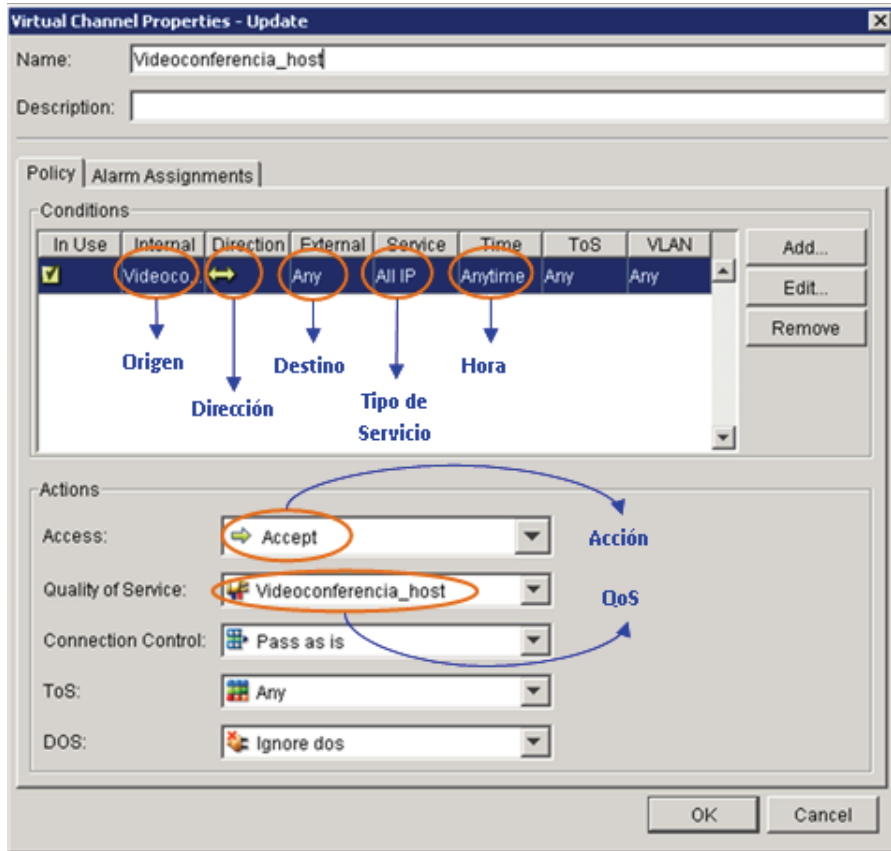


Figura 23. Política para Video Conferencia

6.3.10.3 Implementación de la Política 9 (Derivada del Sub-Propósito 2-1)

Si:

La dirección origen es cualquiera, la dirección destino es cualquiera, la aplicación es P2P y el tiempo es horario laboral.

Entonces:

Descartar el tráfico desde y hacia esas aplicaciones.

- **Definición de Tiempo**

Esta política, debe ser valida en horas laborales (De Lunes a Viernes de 6:00am a 7:00pm), por lo tanto, al momento de especificarlo se establece todo este tiempo. La Figura 24Figura 17 muestra la forma como se especificó el tiempo.

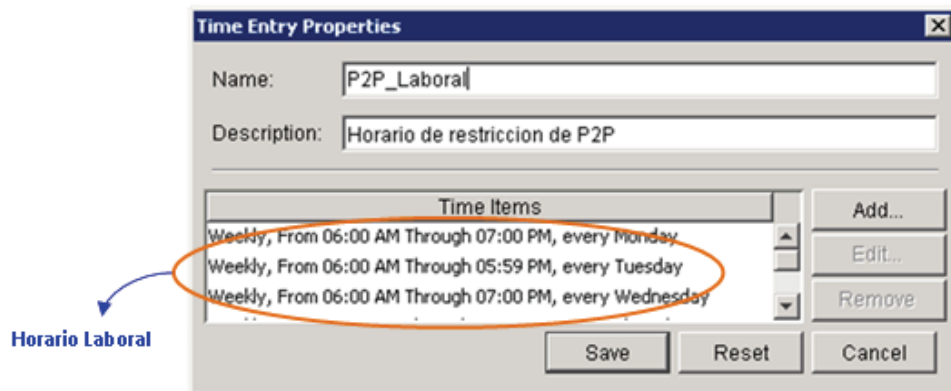


Figura 24. Horario Laboral

- **Definición de la Política**

La especificación de esta política es similar a todas las demás derivadas del Sub-Propósito 2-1, sólo debe tenerse en cuenta la acción a tomar.

Para esta política se definió:

- Origen: Cualquier equipo.
- Destino: Cualquier equipo.
- Dirección: Bidireccional.
- Tipo de Servicio: Aplicaciones Peer to Peer.
- Hora: Horario Laboral.
- Acción: Descartar.
- QoS: Normal. Está definida por defecto y hace referencia a una prioridad baja.

La Figura 25 muestra la forma como se especificó la política.

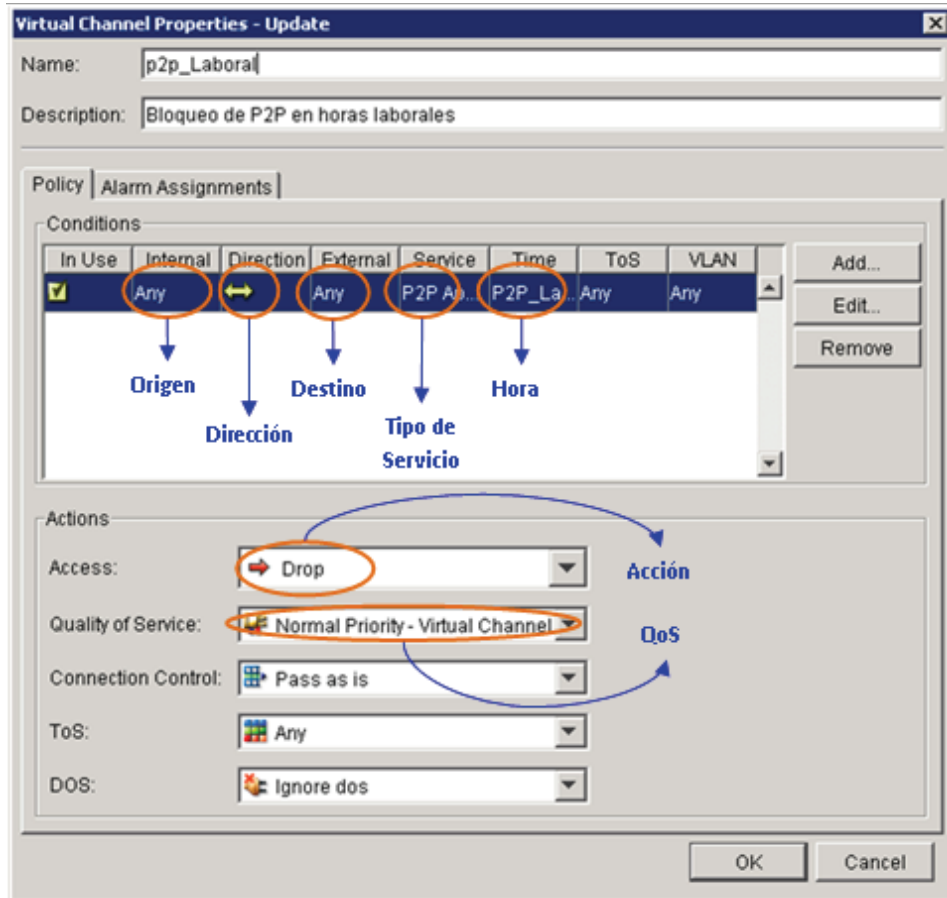


Figura 25. Política para descartar el Acceso a P2P

6.3.11 Uso de los Criterios en el Desarrollo del Proceso de Creación de Políticas en la Red de Datos de la Universidad del Cauca

Los criterios propuestos se vieron reflejados en el proceso de creación de políticas de gestión para la Red de Datos de la Universidad del Cauca de la siguiente manera:

FASE 1: DEFINICIÓN DE PROPÓSITOS DE ALTO NIVEL

CRITERIOS			
Conocimiento del Entorno	Claridad	Eficacia	Eficiencia
<p>Este criterio se vio reflejado en esta fase al hacer un estudio minucioso de la infraestructura tanto física como lógica de la universidad del Cauca (Ver Anexo B y Sección 6.2) con el fin de conocer muy bien el ambiente a gestionar. Además, se determinaron claramente los servicios que presta la red de datos haciendo énfasis en aquellos que para el caso de estudio se consideraron indicados para satisfacer requerimientos de Calidad de Servicio (Ver Tabla 9).</p> <p>Se identificaron además los actores involucrados en el proceso de creación, con el fin de identificar el rol que cada una de ellas desempeñan en dicho proceso. De esta manera fue posible formar una base sólida de conocimiento de la red con la cual se partió para el desarrollo de las políticas que finalmente se implementaron.</p>	<p>Este criterio se ve reflejado en esta fase debido a que la definición de las políticas de alto nivel se expresó de forma clara, sencilla y consistente para evitar que se de lugar a ambigüedades. Debido a que dichas políticas son fáciles de entender por cualquier persona, evidencia que se está utilizando la sintaxis adecuada en esta fase del proceso de creación.</p>	<p>Se tuvo en cuenta este criterio al comprobar que los propósitos de alto nivel satisfacen realmente las necesidades de la Red de Datos desde su nivel de abstracción.</p>	<p>La eficiencia se ve reflejada en el tiempo empleado en el desarrollo de este proceso. Este criterio fue de difícil cumplimiento debido a que la información de la Red de Datos no se encontraba actualizada haciendo que el tiempo empleado en el desarrollo de esta fase fuera demasiado largo.</p>

Tabla 13. Utilización de los Criterios Propuestos en la Fase 1

FASE 2: REFINAMIENTO DE PROPÓSITOS DE ALTO NIVEL

CRITERIOS			
Conocimiento del Entorno	Claridad	Eficacia	Eficiencia
N.A	<p>El criterio de claridad en esta fase se ve reflejado en la definición de cada uno de los sub-propósitos. De esta manera cada uno de ellos es completamente operacional y se encarga de realizar una tarea específica.</p>	<p>Se pudo comprobar que al cumplir todos los propósitos operacionales realmente se obtenía y se satisfacía el propósito de alto nivel.</p>	<p>Evidentemente este fase de refinamiento de propósitos de alto nivel fue realizado de una manera rápida y expedita, debido a que ya que se tenía previamente identificada la funcionalidad del sistema y las necesidades de gestión.</p>

Tabla 14. Utilización de los Criterios Propuestos en la Fase 2

FASE 3: TRANSFORMACIÓN DE LOS PROPÓSITOS A POLÍTICAS DESPLEGABLES

CRITERIOS			
Conocimiento del Entorno	Claridad	Eficacia	Eficiencia
N.A	Este criterio se vio reflejado en que las 16 políticas de nivel medio que se derivaron y se definieron no entran en conflicto en ningún momento. Además, la sintaxis utilizada para la definición de dichas políticas es lo suficientemente clara para que cualquier administrador las pueda implementar en el sistema de gestión, tal como se pudo probar al implementar las políticas en el NetXplorer AC 404.	Este criterio se vio reflejado debido a que las de las políticas de nivel medio definidas satisfacían las necesidades por las cuales fueron creadas y se hicieron teniendo en cuenta los recursos de red disponibles.	Esta fase también se realizó de forma rápida debido a dos situaciones puntuales: 1. Se tenían identificados los elementos necesarios para construir las reglas de políticas siguiendo el procedimiento propuesto para esta fase. 2. La implementación de las políticas en el Sistema de Gestión a través de una Interfaz Gráfica de Usuario permitió hacer una especificación más ágil debido a la sencillez que presenta el uso de esta herramienta.

Tabla 15. Utilización de los Criterios Propuestos en la Fase 3

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

“Al final, no os preguntarán qué habéis sabido, sino qué habéis hecho”
Jean de Gerson

CONCLUSIONES

- El desarrollo de este trabajo permitió conocer los principales conceptos relacionados con la gestión basada en políticas, su definición, los tipos de políticas, las principales áreas de aplicación de este nuevo paradigma, así como también los modelos de información con los cuales se modela una política dentro de un sistema de gestión. Esto permitió formar la base de conocimiento necesario para abordar los desafíos de este proyecto.
- La Gestión Basada en Políticas se considera de gran interés dentro de las comunidades académica e investigativa debido a que permite ofrecer mayor flexibilidad a las operaciones de gestión, en lo concerniente a la traducción de los requerimientos de negocio en políticas concretas.
- Al considerar los diferentes ciclos de vida de las políticas propuestos por diversos autores, se pudo analizar cada uno de las fases de constitución de los diferentes ciclos y se identificó un ciclo de vida de las políticas que fuera consecuente con los requerimientos de un ambiente particular de aplicación como es las redes de telecomunicaciones.
- El ciclo de vida de las políticas propuesto sintetiza las aproximaciones presentadas por los diferentes autores y define el alcance del proceso de creación de la misma, con el fin de lograr una visión generalizada que permita aplicarlo dentro de cualquier contexto en las redes de telecomunicaciones.
- Las estructuras gráficas de propósitos son fuente potencial de información para aplicar tanto técnicas formales como informales que permitan definir entidades gestionadas, acciones, y restricciones con el fin de satisfacer las necesidades y los requerimientos de un ambiente específico.
- Se pudieron identificar las personas o actores que están involucradas en el proceso de creación de políticas, con lo cual se logra esclarecer los roles de las diferentes personas y entidades dentro del ciclo de vida de las políticas para la gestión de redes de telecomunicaciones.

- Se presentó una propuesta de niveles de abstracción para la gestión de redes de telecomunicaciones actuales que permitió identificar que las políticas no pueden ser vistas como una sola entidad ni de forma estática, ya que en estos nuevos ambientes donde las redes son altamente dinámicas y con requerimientos cambiantes y específicos para cada usuario de la red. Las políticas deben ser creadas y aplicadas a diferentes niveles dentro del plano de gestión de una red, generando con ello un conjunto de niveles de abstracción, que es importante identificar en ambientes particulares.
- Uno de los resultados más importantes de este trabajo es la definición de un procedimiento para la creación de políticas, que permite desarrollarse a través de pasos por cada una de las fases involucradas en dicho proceso. Además, en este procedimiento se vinculan los niveles de abstracción de las políticas para generar un importante aporte en este campo.
- Es posible realizar una construcción apropiada de políticas en un ambiente de red desde la perspectiva de la gestión si se cuenta con un recurso humano calificado, con un soporte técnico idóneo y con una interacción efectiva entre ellos.
- Mediante la inclusión de políticas dentro los sistemas de gestión convencionales se logra mejorar y optimizar los procesos de gestión, garantizar el cumplimiento de los criterios de calidad establecidos y dar soporte al despliegue rápido de nuevos servicios; contribuyendo así a aumentar el grado de satisfacción de los clientes y, por tanto, a conseguir los objetivos de negocio fijados.
- Los dispositivos que disponen de una interfaz grafica de usuario como NetEnforcer ayudan a agilizar los procesos de implementación de políticas; pero para que esto sea efectivo debe haberse hecho un buen análisis previo de las necesidades reales de la red.
- Se encontró que los productos actuales comerciales de GBP no prestan toda la funcionalidad esperada de un sistema de gestión basado en políticas. Sin embargo, es una aproximación pragmática que los diferentes proveedores de soluciones han ofrecido para utilizar algunos de los beneficios de tan prometedor paradigma de gestión.
- Los aspectos técnicos requeridos en el proceso de creación de políticas hacen referencia a toda la base conceptual necesaria que permite realizar una concepción adecuada de las políticas (definición, tipos de políticas, reglas de política, elementos de una regla de política, etc.), mientras que los recursos requeridos en dicho proceso hacen referencia tanto a los lenguajes para la especificación de políticas, las interfaces basadas en modelos de información, como a los recursos humanos (administradores, gerentes, etc.).

RECOMENDACIONES

- Como trabajo futuro se propone realizar una simulación que permita probar las políticas antes de que se incorporen en un escenario real; para ello sería bueno que el simulador utilizado soporte por lo menos una especificación de políticas a un nivel medio para poder obtener unos resultados acordes a la realidad. Se recomiendan herramientas como OPNET o NS2 ya que permiten incorporar código adicional.
- El paradigma de Gestión Basada en Políticas puede utilizarse en otras áreas de aplicación y extenderse a otros dispositivos de la red de datos de la Universidad del Cauca para que el tráfico interno entre edificios se controle mejor.

REFERENCIAS

-
- [1] Estándar ISO 7498-4. Disponible en Web: <http://webstore.ansi.org/FindStandards.aspx?SearchString=7498-4&SearchOption=0&PageNum=0>, [Consulta: Septiembre 23 2008].
 - [2] La gestión en el negocio de las telecomunicaciones. Disponible en Web: http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/pdf/publicaciones/telecomunicacione_sng/capitulos/05_la_gestion.pdf, [Consulta: Septiembre 23 de 2008].
 - [3] S. William, "SNMP, SNMPv2, and CMIP: The Practical Guide to Network Management Standards", 1996.
 - [4] T.Saydam and T. Magedanz, "From Networks and Network Management into Service and Service Management", Journal of Networks and Systems Management, Vol 4, No. 4 (Dic 1996).
 - [5] ITU-T Rec. X.701, "Gestión de interconexión de sistemas abiertos – Marco y arquitectura de la gestión de sistemas", Agosto 1997.
 - [6] ITU-T Rec. M.3010, "Principios para la gestión de redes de Telecomunicaciones", Febrero 2000.
 - [7] "Notas sobre TMN Telecommunications Management Network". Disponible en Web:http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Tecnologias%20de%20banda%20angosta/Notas_sobre_TMN.pdf, [Consulta: Septiembre 2007].
 - [8] ITU-T Rec. X.200, "X.200 : Tecnología de la información - Interconexión de sistemas abiertos - Modelo de referencia básico: El modelo básico", Julio 1994.
 - [9] ITU-T Rec. X.710, "Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Servicio común de información de gestión", Octubre 1997.
 - [10] ITU-T Rec. X.711, "Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Protocolo común de información de gestión: Especificación", Febrero 2000.
 - [11] J. Case et al, "A Simple Network Management Protocol (SNMP)", IETF RFC 3644, Mayo 1990.
 - [12] R. Chadha, "Beyond the Hype: Policies for Military Network Operations", International Conference on Systems and Networks Communication ICSNC '06, Octubre 2006.
 - [13] D. Lan, C. Ying, J. Liu y W. Lu, "Policy Lifecycle and Policy Enabled Telecom Open Service Delivery Platform", ICWS 2005, 2005, Pág. 613-620.
 - [14] Y. Zhang, X. Liu, W. Wang, "Policy lifecycle model for systems management", IT Professional, Marzo/Abril 2005, Pág. 50 -54.
 - [15] M. D. J. Cox and R. G. Davison, "Concepts, activities and issues of policy-based communications management", BT Technol J, Vol 17 Nº 3, Julio 1999, pp. 157 - 158.
 - [16] J. D. Moffet y M. Sloman, "The representation of policies as system objects", Proceedings of Conference on Organisational Computer Systems 1991 (COCS'91), 1991, pp. 171-184.

-
- [17] J. D. Moffet y M. Sloman, "Policy hierarchies for distributed systems management", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Special Issue on Network Management, Noviembre 1993.
- [18] ISO 10040/2, "Information Technology – Open Systems Interconnection – Systems Management Overview – Amendment 2: Management Domains Architecture", PDAM 10040/2, ISO/IEC, Noviembre 1993.
- [19] ISO 10164-19, "Information Technology – Open Systems Interconnection – Systems Management – Part 19: Management Domain and Management Policy Management Function", CD 10164-19, ISO/IEC, Enero 1994.
- [20] J. D. Moffet, "Specification of Management Policies and Discretionary Access Control", Capítulo 17 of Network and distributed systems management, Junio 1994, pp. 455 - 481.
- [21] B. Alpers and H. Plansky, "Concepts and application of policy-based management", Proceedings of the fourth international symposium on Integrated network management, Mayo 1995, pp. 57 - 68.
- [22] R. Wies, "Policies in integrated network and systems management methodologies for the definition, transformation and application of management policies", Verlag Shaker, Aachen, 1995.
- [23] R. Boutaba and S. Znaty, "An architectural approach for integrated network and systems management", ACM SIGCOMM Computer Communication Review, October 1995, pp. 13-38.
- [24] A. Westerinen et. al., "Terminology for policy-based management", IETF RFC 3198, Noviembre 2001.
- [25] B. Moore et. al., "Policy core information model – version 1 specification", IETF RFC 3060, Febrero 2001.
- [26] B. Moore, "Policy core information model (PCIM) extensions", RFC 3460, Enero 2003.
- [27] M. Burgess, "An approach to understanding policy based on autonomy and voluntary cooperation", Proceedings of 16th IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems Operations and Management (DSOM), Octubre 2005, pp. 97 - 108.
- [28] M. J. Maullo and S. B. Calo, "Policy management: an architecture and approach", Proceedings of the IEEE First International Workshop on Systems Management 1993, Abril 1993, pp. 13 - 26.
- [29] S. B. Calo and J. Lobo, "A basis for comparing characteristics of policy systems", Proceedings of the Seventh IEEE International Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks (POLICY'06), Junio 2006, pp. 183 - 194.
- [30] M. Sloman, "Policy-based management: The holy grail?", Panel, Junio 2004.
- [31] A. K. Bandara, "A Formal Approach to Analysis and Refinement of Policies", Londres, Julio 2005, pp. 14 - 16.
- [32] HP Company, "A Primer on Policy-based Network Management", White Paper, Septiembre 1999.
- [33] N. Damianou, N. Dulay, E. Lupu, y M. Sloman, "Ponder: A Language for Specifying Security and Management Policies for Distributed Systems. The Language Specification - Version 2.3.", Technical Report: Research Report DoC 2000/1, Imperial College of Science Technology and Medicine, Department of Computing, Londres, 2000.

-
- [34] R. Fernandez, "Arquitecturas Emergentes para Gestión Integrada de Redes y Sistemas Distribuidos", Tesis, Universidad Politécnica de Madrid, 2006.
- [35] D. Kosiur, "Understanding Policy-Based Networking", Wiley Computer Publishing, 2001.
- [36] R. Yavatkar et al., "A Framework for Policy based Admission Control", IETF RFC 2753, Enero 2000.
- [37] F. Reichmeyer, "COPS usage for policy provisioning (COPS-PR)", IETF Network Working Group, RFC 3084, Marzo de 2001.
- [38] DMTF, Common Information Model (CIM) Infrastructure, White Paper, Noviembre de 2007.
- [39] Y. Snir, Y. Ramberg, J. Strassner, R. Cohen, B. Moore, "Policy quality of service (QoS) information model", IETF RFC 3644, Noviembre de 2003.
- [40] B. Moore et al., "Information Model for Describing Network Device QoS Datapath Mechanisms", IETF RFC 3670, Enero de 2004.
- [41] D. Marriot, M. Sloman, N. Yialelis, "Management Policy Service for Distributed Systems", 3rd International Workshop on Services in Distributed and Networked Environments (SDNE'96), 1996.
- [42] C. Goh, "Policy Management Requirements", HP Laboratories Bristol, White Paper, Abril 1998.
- [43] J. Rubio-Loyola, J. Serrat, M. Charalambides, P. Flegkas, G. Pavlou, "A Methodological Approach towards the Refinement Problem in Policy-based Management Systems", IEEE Communications Magazine, Vol. 44, No. 10, IEEE, Octubre 2006.
- [44] M. Charalambides, P. Flegkas, G. Pavlou, A. Bandara, E. Lupu, A. Russo, N. Dulay, M. Sloman, J. Rubio-Loyola. "Policy Conflict Analysis for Quality of Service Management", POLICY 2005, Estocolmo, Suecia, Junio 6-8, 2005.
- [45] A. K. Bandara, E. C. Lupu, J. Moffett y A. Russo. "A Goal-based Approach to Policy Refinement." In Proceedings of 5th IEEE International Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks, IBM TJ Watson Research Centre, New York, USA, IEEE Press, Junio 2004.
- [46] R. Wies, "Using a Classification of Management Policies for Policy Specification and Policy Transformation", Proceedings of the IFIP/IEEE International Symposium on Integrated network Management, 1995, pp. 44-53.
- [47] T. Koch et al., "Policy Definition Language for Automated Management of Distributed Systems", Proceedings of IEEE Second International Workshop on Systems Management, 1996, Pag. 55-64.
- [48] B. Meyer et al., "Towards implementing policy based systems management", Distributed Systems Engineering, 3, No 2, Junio 1996, Pag. 78-85.
- [49] D. Verma, "Policy-Based Networking: Architecture and Algorithms", New Riders Publishing, ISBN: 1578702267, 2000.
- [50] J. Strassner, "DEN-ng: Achieving Business-Driven Network Management", Proceedings of Network Operations and Management Symposium IEEE/IFIP, 2002 (NOMS 2002). 2002.
- [51] N. Damianou, "A Policy Framework for Management of Distributed Systems", Tesis, Colegio imperial de Londres, 2002.

-
- [52] M. Reyes, "Contributions to an advanced design of a Policy Management System", Tesis, Universidad Politécnica de Cataluña, 2003.
- [53] F. García, "Modelado y Definición de un lenguaje de Políticas Enriquecido Semánticamente para la Gestión de la seguridad", Tesis, Universidad de Murcia, 2006.
- [54] I. Aib et al, "A business driven management framework for utility computing environments. Technical Report HPL-2004-171, Hewlett Packard Laboratories, Octubre de 2004.
- [55] S. Calo y J. Lobo, "A basis for comparing characteristics of policy systems", Proceedings of the Seventh IEEE International Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks - POLICY '06, Washington, DC, Junio de 2006, Pag 183 - 194.
- [56] A. van Lamsweerde, "Goal-Oriented Requirements Engineering: A Guided Tour", 5th IEEE International Symposium on Requirements Engineering, Agosto de 2001.
- [57] J. Strassner, "Policy Based Network Management: Solutions for the Next Generation", Elsevier, 2003.
- [58] R. Darimont y A. van Lamsweerde (1996). "Formal Refinement Patterns for Goal-Driven Requirements Elaboration", 4th ACM Symposium on the Foundations of Software Engineering (FSE4), 1996.
- [59] Z. Manna y A. Pnueli. "The Temporal Logic of Reactive and Concurrent Systems: Specification". Springer-Verlag, 1992.
- [60] A. K. Bandara, E. C. Lupu, A. Russo, N. Dulay, M. Sloman, P. Flegkas, M. Charalambides, y G. Pavlou, "Policy refinement for DiffServ quality of service management". IEEE eTransactions on Network and Service Management (eTNSM), 3(2), 12, 2006.
- [61] A. K. Bandara, E. C. Lupu, J. Moffett, A. Russo, "A goal-based approach to policy refinement", Proceedings of Fifth IEEE International Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks, 2004. POLICY 2004, Junio 7–9 2004, pp. 229–239.
- [62] A.K Bandara, E. C. Lupu, A. Russo, N. Dulay, M. Sloman, P. Flegkas, M. Charalambides y G. Pavlou, "Policy refinement for DiffServ quality of service management", IEEE eTrans. Network Ser. Manage. (eTNSM), 3(2), 12, 2006.
- [63] R. Kowalski y M. Sergot. "A logic-based calculus of events", New Gen. Comput., 4(1), 1986.
- [64] B. Van Nuffelen y C. Kakas, "A-System Programming with abduction", Proceedings of Logic Programming and Nonmonotonic Reasoning (LPNMR 2001), volume 2173 of LNAI, Springer Verlag, 2001, pp. 393–396.
- [65] J. Rubio-Loyola, J. Serrat, M. Charalambides, P. Flegkas, G. Pavlou, A. Lluch-Lafuente, "Using linear temporal model checking for goal-oriented policy refinement frameworks". In: POLICY, IEEE Computer Society, 2005, pp. 181–190.
- [66] J. Rubio-Loyola, J. Serrat, M. Charalambides, P. Flegkas, G. Pavlou, "A functional solution for goal-oriented policy refinement". In: POLICY '06: Proceedings of the Seventh IEEE International Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks (POLICY'06), IEEE Computer Society, Washington (2006), pp. 133–144.
- [67] M. Dwyer, G. S. Avrunin, J. C. Corbett, "Property specification patterns for finite-state verification". In: Ardis, M. (ed.) Proc. 2nd Workshop on Formal Methods in Software Practice (FMSP-98), ACM Press, New York (1998), pp. 7–15.

-
- [68] V. Danciu y B. Kempter, "From processes to policies – concepts for large scale policy generation", In *Managing Next Generation Convergence Networks and Services*, IFIP/IEEE, IEEE Publishing, Abril 2004, pp. 17–30.
 - [69] R. Braden, D. Clark, y S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview," IETF RFC 1633, Junio de 1994.
 - [70] S. Blake *et al.*, "An Architecture for Differentiated Services", IETF RFC 2475, Diciembre de 1998.