

HERRAMIENTA DE SUPERVISIÓN SNMP PARA CABLE MÓDEMS DE
UNA RED HFC DESDE LA PERSPECTIVA TMN



MAURICIO SALAZAR MOLINA
EDWIN FERNANDO MUÑOZ BRAVO

Monografía para optar al título de
Ingenieros en Electrónica y de Telecomunicaciones

Director
ALEJANDRO TOLEDO TOVAR

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TRANSMISIÓN GNTT
POPAYAN

2002

TABLA DE CONTENIDO

1. ARQUITECTURA DE LA RED HFC Y SUS PRINCIPALES ELEMENTOS SUSCEPTIBLES DE GESTION	3
1.1. FUNCIONAMIENTO DE LA RED HFC	3
1.1.1. Red Troncal Primaria	3
1.1.2. Red Secundaria o de Distribución	5
1.1.3. Red Terciaria o de Dispersión	5
1.1.4. Red de Distribución de Coaxial.....	6
1.1.5. Red de Acometida de Abonado	7
1.2. ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA RED	7
1.2.1. Cabecera	7
1.2.1.1. Sistema de Recepción y Transmisión Analógica.....	8
1.2.1.2. Sistema de Recepción y Transmisión Analógica de Reserva	11
1.2.1.3. Sistema de Transmisión Optica del Camino Descendente	12
1.2.1.4. Sistema de Recepción Optica del Camino Ascendente	13
1.2.2. Nodo Primario	14
1.2.2.1. Canal Descendente	15
1.2.2.2. Canal Ascendente	17
1.2.3. Nodo Secundario	19
1.2.4. Nodo Optico Terminal - NOT	20
1.2.4.1. Canal Descendente	21
1.2.4.2. Canal Ascendente	22
1.2.5. Terminal Direccionable de Abonado.....	23
1.3 ESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS EN UNA RED HFC.....	25
1.3.1 Cabecera Regional	26
1.3.2. Distribución del Concentrador.....	27

1.3.3. Formato de Trama	27
1.4. PRINCIPALES ELEMENTOS SUSCEPTIBLES DE GESTIÓN.....	29
1.4.1. Transmisores Opticos de Cabecera	29
1.4.2. Receptor Óptico de Cabecera	31
1.4.3. Nodos Opticos	32
1.4.4. Amplificador de RF	33
1.4.5. Cable Modem - CM.....	34
1.4.6 Resumen de los Elementos Susceptibles de Gestión	36
2.1. CABLE MODEM.....	38
2.1.1 Canal Descendente	38
2.1.1.1. Formato de Datos del Canal Descendente.....	39
2.1.2. Canal Ascendente.....	39
2.1.2.1. Ranuras Reservadas.....	40
2.1.2.2. Ranuras de Contención.....	40
2.1.2.3. Ranuras Alineadas	40
2.1.2.4. Formato de Datos del Canal Ascendente.....	41
2.2. TIPOS DE CABLE MODEM.....	41
2.2.1. Cable Modem Externo	41
2.2.2 Cable Modem Interno	42
2.3. COMPONENTES INTERNOS DEL CABLE MODEM.....	42
2.3.1. Sintonizador (Tuner)	42
2.3.2. Demodulador	43
2.3.3. Modulador de Ráfaga	43
2.3.4. MAC.....	44
2.3.5. Interfaz.....	44
2.3.6. CPU	44
2.4. ACCESO AL CABLE MODEM.....	45
2.5. EL MODELO DE GESTIÓN TMN	45
2.5.1 El Modelo Funcional	46
2.5.1.1. Gestión de Desempeño.....	46
2.5.1.2. Gestión de Averías (o mantenimiento)	47
2.5.1.3. Niveles de Gestión TMN.....	47
2.5.2. El Modelo de Información	48

2.5.3. El Modelo de Comunicaciones	49
2.6. SELECCIÓN DE LOS OBJETOS	50
2.7. PARÁMETROS PARA MONITOREO	52
2.7.1. Velocidad del Canal	52
2.7.1.1. Velocidad del Canal Ascendente.....	52
2.7.1.2. Velocidad del Canal Descendente.....	53
2.7.2. Número de Octetos.....	53
2.7.2.1. Octetos de Entrada.....	53
2.7.2.2. Octetos de Salida	53
2.7.3. Paquetes Unicast.....	53
2.7.3.1 Paquetes Unicast Recibidos.....	53
2.7.3.2 Paquetes Unicast Transmitidos	54
2.7.4. Paquetes descartados	54
2.7.4.1 Paquetes descartados Recibidos	54
2.7.4.2 Paquetes Descartados Trasmitados:.....	54
2.7.5. Paquetes no Transmitidos por Errores	54
2.7.6. Paquetes Recibidos con Errores	54
2.7.7. Potencia Recibida	55
2.7.8. Potencia Transmitida	55
2.7.9. Ancho de Banda	55
2.7.9.1. Ancho de Banda de Bajada.....	55
2.7.9.2. Ancho de Banda de Subida.....	55
2.7.9.3. Ancho de Banda Máximo de Subida	55
2.7.9.4. Ancho de Banda Máximo de Bajada	56
2.7.10. Relación Señal a Ruido	56
2.7.11. Clareo de la Interfaz.....	56
2.7.12. Pérdida de Sincronismo.....	56
2.7.13. Descripción Sistema	56
2.7.14. Ultimo Reinicialización	57
2.7.15. Datagramas	57
2.7.15.1. Datagrama más Grande	57
2.7.15.2. Total Datagramas Recibidos	57
2.7.15.3. Datagramas Descartados.....	57

2.7.15.4. Datagramas UDP de Entrada	57
2.7.15.5. Datagramas UDP de Salida	58
2.8. CLASIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MONITOREO EN LAS ÁREAS FUNCIONALES DE TMN.....	58
2.8.1. Parámetros Clasificados en el Area de Gestión de Desempeño.....	58
2.8.2. Gestión de Averías (y mantenimiento).....	60
2.8.3 Establecimiento de Umbrales	61
3. REQUERIMIENTO, ANALISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA	63
3.1. Captura de Requerimiento	63
3.1.1. Identificación de los Actores y de los Casos de Uso	65
3.1.1.1 Identificación de Actores	66
3.1.1.2 Identificación de los Casos de Uso.....	66
3.1.2. Descripción del Modelo de los Casos de Uso	67
3.1.2.1. Caso de Uso Validar Acceso.....	67
3.1.2.2. Caso de Uso Adicionar CM	68
3.1.2.3. Caso de Uso Establecer Umbrales.....	71
3.1.2.4. Caso de Uso Supervisar CM	73
3.1.2.5. Caso de Uso Generar Estadísticas Administrador	76
3.1.2.6. Caso de Uso Modificar CM.....	79
3.1.2.7. Caso de Uso Eliminar CM	81
3.1.2.8. Caso de Uso Buscar CM	84
3.1.2.9. Caso de Uso Generar Alarma	85
3.1.2.10. Caso de Uso Generar Mapa Nodos	87
3.1.2.11. Caso de Uso Generar Mapa Zonas.....	88
3.1.2.12. Caso de Uso Generar Mapa Subzonas.....	89
3.1.2.13. Caso de Uso Generar Estadísticas Usuario	89
3.1.2.14. Caso de Uso Cambiar Password.....	91
3.1.5. Diagrama de Casos de Uso.....	92
3.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA	92
3.2.1. Identificación de Clases	92
3.2.2. Identificación de Atributos y Operaciones.....	94
3.2.2.1. Clase Entrada.....	94
3.2.2.2. Clase SNMP	95

3.2.2.3 Clase Monitoreo Parámetro.....	95
3.2.2.4. Clase Alarmas	96
3.2.2.5. Clase Supervisor	97
3.2.2.6. Clase Parámetro.....	98
3.2.2.7. Clase Mapa	99
3.2.2.8. Clase Usuario	99
3.2.2.9. Clase CM.....	100
3.2.2.10. Clase Estadísticas	101
3.2.2.11. Clase Estadísticas Usuario.....	102
3.2.3. Diagrama Entidad Relación	104
3.3. DISEÑO DEL SISTEMA.....	106
3.3.1 Diagrama de Secuencia Caso de Uso Validar Acceso.....	106
3.3.2. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Adicionar CM	107
3.3.3. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Establecer Umbrales	108
3.3.4. Diagrama de secuencia caso de uso supervisar CM.....	109
3.3.5. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Estadísticas Administrador.....	110
3.3.6. Diagrama de secuencia caso de uso modificar CM.....	111
3.3.7. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Eliminar CM	112
3.3.8. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Alarma	113
3.3.9. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Buscar CM	114
3.3.10. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Mapas Nodos	114
3.3.11. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Mapas Zonas.....	115
3.3.12. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Mapas Subzonas.....	115
3.3.13. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Estadísticas Usuario..	116
3.3.14. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Cambiar Password	117
4. IMPLEMENTACION DE LA HERRAMIENTA DE SUPERVISION	119
4.1. APLICACIONES EN TRES NIVELES.....	119
4.1.1. Interfaz de Presentación	119
4.1.2. Lógica de la Aplicación	120
4.1.3. Datos.....	121
4.2. La Herramienta de Supervisión en el Ambito de los Tres Niveles.	121
4.3. Herramientas Utilizadas para la Aplicación.....	123

4.3.1. JSP	124
4.3.2. Tomcat	125
4.3.3. NetBeans	126
4.3.4. AdventNet	126
4.3.5. EasyChart	127
4.3.6. MySQL	127
4.4. Proceso de Instalación de las Herramientas Utilizadas	128
4.4.1. J2SDK.....	128
4.4.2. Tomcat	128
4.4.3. Apache.....	131
4.5 Instalación de la Aplicación	132
4.6. Pruebas de la herramienta software	133
CONCLUSIONES.....	135
ACRONIMOS	137
GLOSARIO.....	139
BIBLIOGRAFIA	144
LISTA DE TABLAS.....	ix

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1. Elementos de gestión y sus parámetros	36
Tabla 2.1. Características Técnicas del Canal Descendente.....	39
Tabla 2.2. Características Técnicas del Canal Ascendente	40
Tabla 2.3. Objetos de la MIB II Seleccionados para Monitoreo	51
Tabla 2.4. Objetos de la MIB DOCSIS Seleccionados para Monitoreo.....	52
Tabla 2.5. Parámetros de Gestión del Area de Desempeño.....	60
Tabla 2.6. Parámetros de Gestión del Area de Fallas.....	61
Tabla 4.1. Tabla de Relación Entre los Tres Niveles y las Herramientas Utilizadas para la Aplicación.....	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Topología de una Red HFC	4
Figura 1.2. Distribución Lógica en Anillo	5
Figura 1.3. Arquitectura Física en Estrella	5
Figura 1.4. Esquema de la Cabecera de Red	9
Figura 1.5. Sistema de Transmisión Optico de la Cabecera	13
Figura 1.6. Sistema de Recepción Optica de la Cabecera.....	14
Figura 1.7. Canal Descendente de un Nodo Primario.....	16
Figura 1.8. Canal Ascendente de un Nodo Primario	18
Figura 1.9. Nodo Secundario	20
Figura 1.10. Canal Descendente de un NOT	22
Figura 1.11. Canal Ascendente de un Canal Optico Terminal	23
Figura 1.12. Conexión del Set-top de Abonado a la Red.....	25
Figura 1.13. Cabecera Regional	26
Figura 1.14. Trama del Canal Ascendente.....	28
Figura 1.15. Trama del Canal Descendente.....	28
Figura 2.1.Diagrama de Bloques de un Cable Módems Bidireccional	43
Figura 2. 2. Diagrama para el Abonado	45
Figura 2. 3. El Modelo TMN.....	48
Figura 2. 4. Modelo Gestor-Agente	49
Figura 3. 1. Representación Global del Sistema	65
Figura 3. 2. Diagrama de Casos de Uso	93
Figura 3. 3. Clase Entrada	94
Figura 3.4. Clase SNMP.....	95
Figura 3. 5. Clase Monitoreo Parametro	96
Figura 3. 6. Clase Alarmas	96
Figura 3. 7. Clase Supervisor	97
Figura 3. 8. Clase Parámetro	98
Figura 3. 9. Diagrama de la Clase Mapa.....	99

Figura 3. 10. Clase Usuario.....	100
Figura 3. 11. Clase CM	101
Figura 3. 12. Clase Estadísticas.....	101
Figura 3.13. Clase Estadísticas Usuarios.....	102
Figura 3.14. Clase Borrar BD	103
Figura 3. 15. Diagrama de la Clase Password.....	103
Figura 3. 16. Diagrama Entidad Relación.....	105
Figura 3.17. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Validar Acceso	106
Figura 3.18. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Adicionar CM.....	107
Figura 3.19. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Establecer Umbrales.....	108
Figura 3.20. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Supervisar CM	109
Figura 3.21. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Estadísticas Administrador	110
Figura 3.22. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Modificar CM	111
Figura 3.23. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Eliminar CM.....	112
Figura 3.24. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Alarma.....	113
Figura 3.25. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Buscar CM	114
Figura 3.26. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Mapas Nodos.....	114
Figura 3.27. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Mapas Zonas	115
Figura 3.28. Diagrama de secuencia caso de uso generar mapas subzonas.....	115
Figura 3.29. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Estadísticas Usuario	116
Figura 3.30. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Cambiar Password de Administrador	117
Figura 3.31. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Cambiar Password Usuario ..	118
Figura 4. 1. Implementación en Tres Niveles de la Herramienta Software	122
Figura 4. 2. Pagina Principal de Tomcat	131

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A

Recomendación RFC 2670.

ANEXO B

Recomendación DOCSIS SP-OSSI-RFI-I04-010829.

ANEXO C

Manual de usuario de la aplicación.

INTRODUCCION

El explosivo desarrollo de las telecomunicaciones está incrementando enormemente la complejidad de las redes y la gama de servicios a ofrecer. Es el caso de las redes HFC (Hybrid Fibre Coaxial – Híbrida de Fibra Óptica y Coaxial) que poseen una estructura que combina de manera altamente eficaz la utilización de fibra óptica y cable coaxial para llevar hasta los usuarios un impresionante abanico de servicios y posibilidades de comunicación de banda ancha, como ejemplo se tiene el acceso a alta velocidad a redes de datos (Internet, Intranets, etc.) mediante cable módems que posiblemente se convertirán en uno de los grandes atractivos de estas redes y en una fuente de ingresos importante para sus operadores. Estas redes poseen una serie de equipos de telecomunicaciones a los que hay que suministrar energía eléctrica, y que se encuentran geográficamente dispersos en el área de despliegue de la red, lo cual obliga a las empresas a optar por una postura moderna, dinámica, y eficaz que cumpla con las exigencias del cliente mediante la utilización de recursos más poderosos de configuración, supervisión y mantenimiento.

Es por esto que se desarrolló la herramienta de supervisión SNMP para Cable Modems de una red HFC desde la perspectiva TMN que permite además de supervisar el desempeño de los Cable Modems de dicha red, minimizar los tiempos de reacción ante posibles eventos de anomalía. Esta herramienta software basada en tecnologías Web fue realizada particularmente para la red HFC de la empresa UNITEL de la ciudad de Cali, pero se puede extender a la supervisión de la red de cualquier ciudad e incluso de cualquier otro tipo de elemento de supervisión diferente al Cable Modem que contenga una MIB (Management Information Base - Base de Información de Gestión) en el contexto TMN.

En el Primer capítulo de la monografía se menciona aspectos importantes de lo que es una red HFC, su estructura, componentes y funcionalidad, además del análisis



de sus elementos de red de más importancia. En el segundo capítulo se hace una descripción más detallada del Cable Modem que es el dispositivo que se va a monitorear y el cual se enmarca dentro del entorno TMN.

En el tercer capítulo se realiza la captura de requerimientos mediante la descripción detallada de los casos de uso, también, como parte del análisis se hace la identificación de las clases con sus correspondientes atributos y funciones y finalmente, como parte del diseño se realiza el diagrama de secuencias, todo este proceso se hace dentro de la metodología RUP.

En el cuarto y último capítulo se explican las herramientas software utilizadas para la implementación, con su correspondiente instalación, así como también se describen algunas de las pruebas realizadas para poner a punto la aplicación.

Se espera que este trabajo de grado contribuya de gran manera a operadores de redes HFC que deseen realizar supervisión de sus Cable Modems de una forma gráfica, además de prestar un mejor servicio que cumpla con las exigencias del cliente.



1. ARQUITECTURA DE LA RED HFC Y SUS PRINCIPALES ELEMENTOS SUSCEPTIBLES DE GESTION

Una red Híbrida de Fibra y Cable Coaxial (HFC -Hybrid Fiber Coax) es una red de cable que combina en su estructura el uso de la fibra óptica y el cable coaxial. Este tipo de redes representa la evolución natural de las redes clásicas de televisión por cable (CATV). Una red de CATV está compuesta básicamente por una cabecera de red, la red troncal, la red de distribución y el último tramo de acometida al hogar del abonado.

1.1. FUNCIONAMIENTO DE LA RED HFC

La figura 1.1 muestra la topología de la red típica de cable basada en HFC con sus elementos y las diferentes subredes en que se divide, lo cual servirá de punto de partida para el estudio de sus componentes.

1.1.1. Red Troncal Primaria

La red troncal primaria está constituida por un anillo lógico con arquitectura física en estrella, constituido generalmente por 128 fibras ópticas que comunican la cabecera con los nodos primarios y distan de ella varios kilómetros. La excepción la constituye el nodo primario A, que se encuentra situado físicamente junto con la cabecera y por ello no necesita de tal conexión. Véanse las figuras 1.1, 1.2 y 1.3.

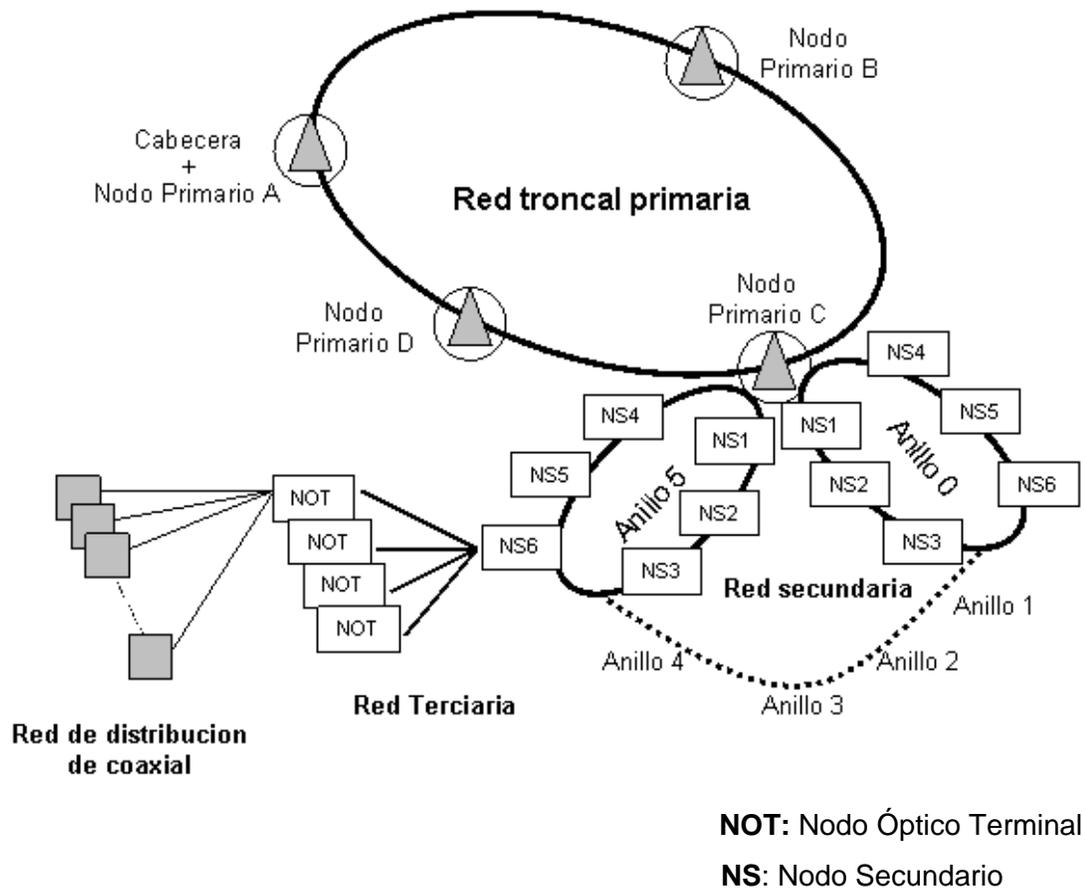


Figura 1.1. Topología de una Red HFC

La configuración de anillo geográfico cerrado permite dar redundancia en ruta y fibras a toda la red, ya que si, por algún motivo, ocurriese un corte en el tránsito de las señales a través de la red, es posible dar servicio mediante el camino de respaldo. Por cada ruta se instala un transmisor óptico, de forma que habrá un transmisor para el camino directo y otro para el camino de respaldo. El respaldo es activo, lo cual significa que ambos transmisores están trabajando simultáneamente, y es en cada nodo terminal donde se escoge una de las dos señales, en función de su calidad. Para el camino de retorno o ascendente, se tiene una configuración análoga, pero en este caso, se trata de receptores ópticos que reciben las señales desde los nodos terminales. Los receptores también están duplicados, garantizando



el servicio por una de las dos rutas alternas, en función de la calidad de la señal recibida por cada una de ellas.

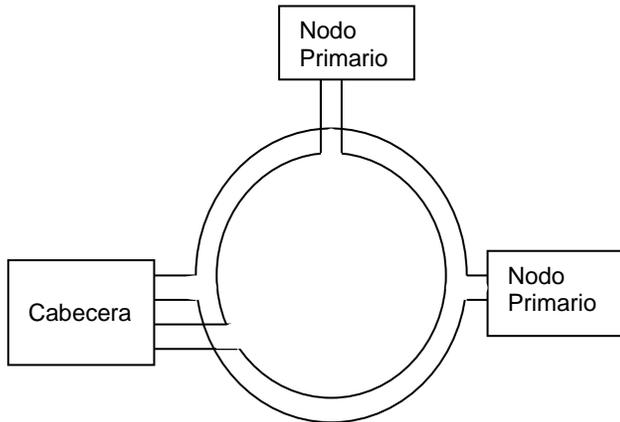


Figura 1.2. Distribución Lógica en Anillo

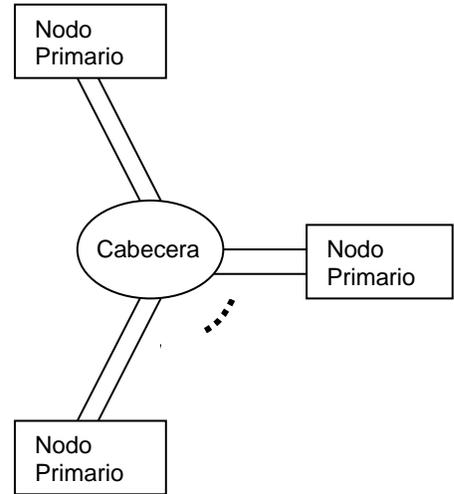


Figura 1.3. Arquitectura Física en Estrella

1.1.2. Red Secundaria o de Distribución

La red secundaria o de distribución conecta un nodo primario con varios nodos secundarios a través de anillos con arquitectura en estrella, constituidos generalmente por 128 fibras ópticas, formando anillos que cubren 12.000 hogares aproximadamente, con redundancia en equipos y rutas.

Cada lóbulo interconecta 6 (a veces, 5) nodos secundarios (NS_n), cada uno de ellos dando servicio a unos 2000 hogares (figura 1.1).

1.1.3. Red Terciaria o de Dispersión

La red terciaria o de dispersión se encarga de conectar cada nodo secundario con cada uno de los cuatro Nodos Ópticos Terminales (NOT) que dependen de él (figura 1.1). Cada NOT cubre un área de 500 hogares cada uno, aunque la tendencia es a



reducir esta cifra con vista a mejorar la calidad del servicio. La red de dispersión presenta una disposición en estrella, realizada con cables de 8 fibras ópticas monomodo, con la siguiente distribución:

- 2 fibras para el camino descendente: 1 para el camino principal y 1 para el de respaldo.
- 2 fibras para el camino ascendente: 1 para el camino principal y 1 para el de respaldo.
- 4 fibras de reserva para posibles migraciones hacia una topología con nodos terminales de 125 hogares (en lugar de 500).

La ubicación física de un nodo secundario suele coincidir con la de uno de los cuatro nodos terminales que dependen de él.

1.1.4. Red de Distribución de Coaxial

La red de distribución de cable coaxial es la encargada de distribuir las señales desde el NOT hasta cada punto de derivación en los edificios a los que da servicio. La distribución se realiza con estructura en árbol, de forma que cada NOT da lugar a 4 ramas de 125 hogares aproximadamente cada una. Los NOT se ubican físicamente en armarios de intemperie.

En el NOT se realiza la conversión óptico-eléctrica de las señales transportadas en el sentido descendente. Una vez obtenida la señal en RF, se envía a los amplificadores que proporcionan señal a cada una de las cuatro ramas de coaxial que parten del nodo óptico. Cada rama de coaxial alimenta (si es necesario, mediante amplificadores) a una red de derivadores o taps, cuyas salidas están conectadas a las acometidas individuales de abonado, que se realizan sobre el edificio. La distribución de coaxiales se realiza en parte canalizada y en parte sobre fachada.



La alimentación de los NOT y de los amplificadores de la red de distribución de coaxial se realiza mediante fuentes de alimentación de 60 V, albergadas en armarios de intemperie que se emplazan junto a los de los nodos ópticos terminales.

Para el camino de retorno se utiliza la misma infraestructura de red, equipando adecuadamente a los amplificadores. Las señales de retorno llegan a cada NOT a través de las 4 ramas de 125 hogares, donde son combinadas y enviadas hacia el nodo primario mediante un transmisor óptico.

1.1.5. Red de Acometida de Abonado

La red de acometida de abonado conecta la red de distribución de coaxial con el punto de terminación de red, es decir, está formada por aquellos segmentos de coaxial que parten desde el(los) tap(s) situados en el edificio y llegan hasta el domicilio del abonado. Existen dos arquitecturas:

- *Estrella*: un mismo tap da servicio a todas las viviendas de las diferentes plantas de un edificio. A cada una de ellas le llega un cable coaxial diferente.
- *Árbol*: se utiliza cuando existen muchas viviendas por planta. Se coloca un tap en cada planta, del que parten los coaxiales que dan servicio a los abonados de esa planta. En ocasiones, un mismo tap da servicio a más de una planta.

1.2. ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA RED

1.2.1. Cabecera

La cabecera de red (head-end) está equipada para la prestación del servicio de difusión de televisión. Se puede descomponer en tres grandes bloques: recepción y



transmisión analógica, sistema de recepción y transmisión analógica de reserva y sistema de transmisión y recepción óptica.

Sistema de recepción y transmisión analógica:

- Antenas de recepción.
- Equipos de recepción
- Equipos en banda base
- Etapa de codificación
- Etapa de modulación y salida

Sistema de recepción y transmisión analógica de reserva.

- Antenas de recepción
- Equipos de recepción
- Etapa de modulación

Sistema de transmisión óptica del camino descendente.

- Divisores (Splitters)
- Transmisores ópticos del camino descendente

Sistema de recepción óptica del camino ascendente.

- Receptores ópticos del camino ascendente.
- Combinador

1.2.1.1. Sistema de Recepción y Transmisión Analógica

La figura 1.4 muestra un diagrama esquemático del sistema de recepción y transmisión analógica, incluyendo el equipos de reserva y el de monitoreo.

- **Antenas de recepción**

Recepción de canales satelitales. Para la recepción de los canales satelitales se instalan varias antenas parabólicas.

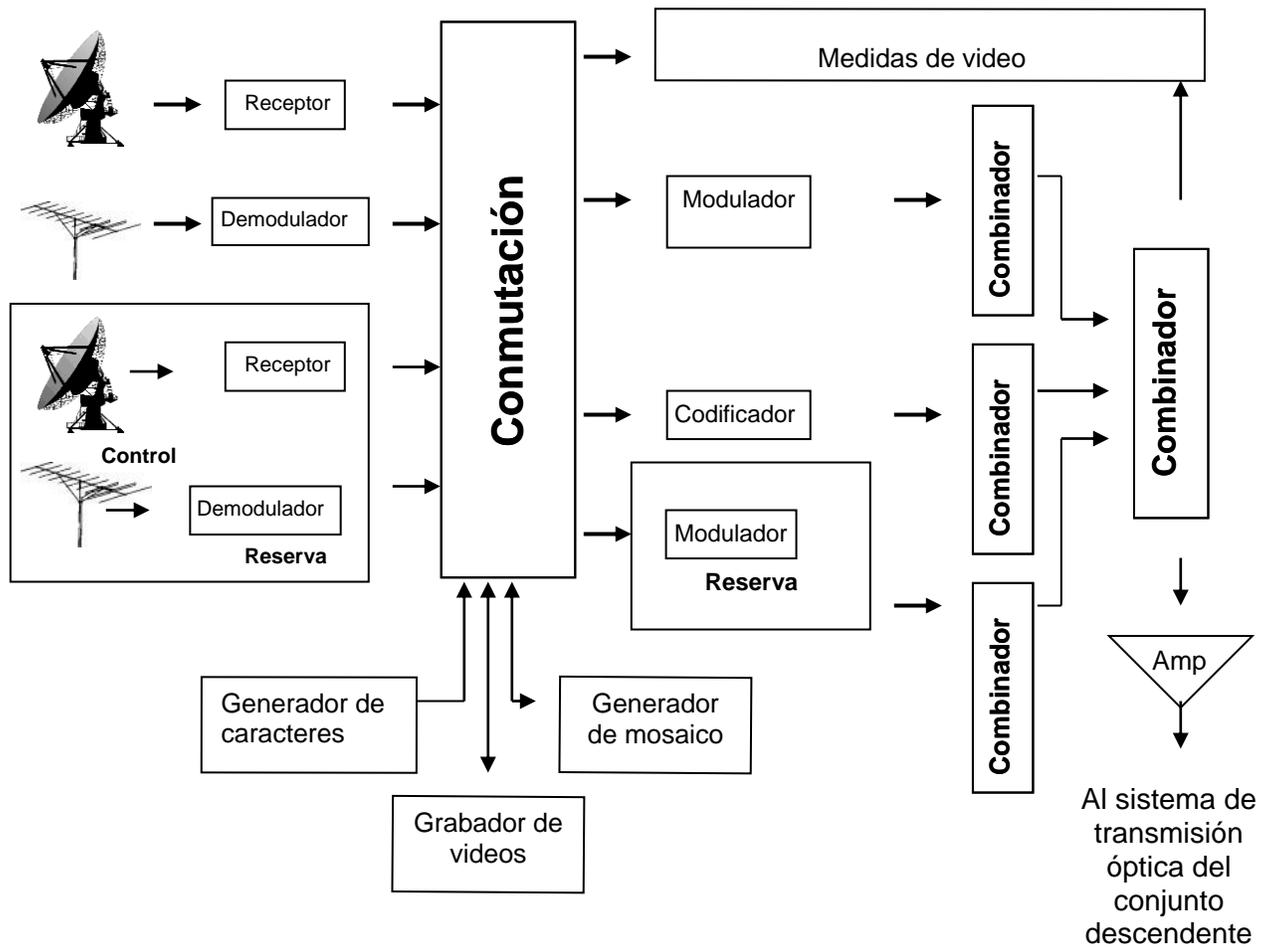


Figura 1.4. Esquema de la Cabecera de Red

Recepción de canales terrestres. Para la recepción de cada uno de los canales terrestres se instala una antena profesional, cubriendo cadenas de difusión nacional y local.

- **Equipos de recepción**

Receptores de televisión satelital. Los receptores de satélite incluyen un sistema de monitoreo de la calidad de la señal recibida del satélite, haciendo una medida continua del nivel recibido y de la relación señal a ruido. Estos receptores encargados de sintonizar, decodificar y demodular, entregan la señal en banda base para que pase a la matriz de conmutación.



Demoduladores de televisión de canales terrestres. Se encargan de la recepción de la señal de RF y su paso a banda base (demodulación). Se instalan unidades de decodificación para los canales estéreo o modo duales. Las señales de salida de los demoduladores de TV de canales terrestres, en banda base, pasan a la matriz de conmutación.

- **Equipos en banda base**

Matriz de conmutación. Dispone de múltiples entradas y salidas, de forma que cualquiera de los canales conectados a sus entradas puede ser dirigido a cualquiera de las salidas. Las salidas de la matriz están conectadas a:

- A la entrada principal de cada modulador (principal / reserva) o codificador.
- Al monitor de vídeo y de sonido. Se puede seleccionar cualquiera de las entradas de vídeo y audio estéreo, para pasarlas en el monitor. Es posible ver un canal y escuchar otro distinto.
- Al grabador de vídeo, cuya salida está conectada a la matriz, de forma que es posible grabar un programa de audio / vídeo y luego reemitirlo.
- Al generador de caracteres, cuya salida está conectada a la matriz, permitiendo añadir texto o gráficos a una señal de vídeo.
- A la pantalla central del generador de canal mosaico, cuya salida está conectada a la matriz.
- A la entrada auxiliar de los moduladores. Esto permite que, cuando se produzca una degradación en la entrada principal del modulador, éste pueda conmutar a la entrada auxiliar, y seguir trabajando.
- Al equipo de medida de vídeo. Cualquiera de las señales de vídeo puede ser utilizada para medición.

Generador de canal mosaico. Genera un canal de TV en el que se presentan simultáneamente las señales de TV que llegan a sus entradas, formando una cuadrícula o mosaico en la pantalla. La salida del generador vuelve a la matriz de conmutación.



Generador de caracteres. Permiten incluir texto y gráficos en una fuente de vídeo. La salida principal del generador vuelve a la matriz de conmutación para que siga la ruta adecuada hacia la etapa de modulación.

- **Etapa de codificación**

Scramblers. Codificadores para los canales de pago, se encargan de generar la información que se transmite a los set-top o terminales de abonado (que se ubican en el domicilio del mismo) para que puedan decodificar los canales que haya contratado el abonado. Las salidas de los scramblers están moduladas (en RF) y por ello se dirigen directamente hacia los combinadores de la etapa de modulación y salida.

- **Etapa de modulación y de salida**

Moduladores. Los moduladores están configurados de manera que cada salida está en la frecuencia solicitada, para que puedan ser combinadas todas ellas. Los moduladores pueden ser monitoreados y controlados remotamente. La salida de los moduladores se dirige hacia la etapa de combinación final.

Combinadores. Están conectados a la salida de los moduladores y *scramblers*, formando varias etapas. La salida final, en RF, se dirige hacia el amplificador.

Amplificador. Proporciona el nivel de señal necesario a la etapa de divisores que alimentan a los transmisores ópticos, conectados a la red troncal primaria.

1.2.1.2. Sistema de Recepción y Transmisión Analógica de Reserva

- **Antenas de recepción**

Recepción de canales satelitales. Para la recepción de canales satelitales se usa una antena parabólica orientable. Incluye un sistema de control que



realiza el alineamiento con el satélite cuya recepción esté causando algún problema en las antenas fijas.

Recepción de canales terrestres. Para la recepción de canales terrestres se instala una antena profesional de reserva.

- **Equipos de recepción**

Receptores de televisión satelital. Se instalan receptores de reserva idénticos a los ya descritos. Se utiliza una unidad de conmutación que permite la selección de una de las entradas de satélite para introducirla en el receptor.

Demoduladores de TV de canales terrestres. Se instalan demoduladores de reserva idénticos a los ya descritos.

- **Etapas de modulación**

Moduladores. Se instalan moduladores ágiles para reserva. Sus características son las ya comentadas para este tipo de dispositivos, pero además permiten una sintonización dinámica, es decir, pueden acomodarse a la frecuencia de salida deseada.

1.2.1.3. Sistema de Transmisión Óptica del Camino Descendente

- *Splitters.* Se encargan de repartir la señal combinada RF de la cabecera, tras la etapa de amplificación, a los diferentes transmisores ópticos del camino descendente.
- *Transmisores ópticos del camino descendente.* Para la transmisión de la señal en la red troncal primaria se instalan dos transmisores ópticos por cada nodo primario, uno para el camino directo, y otro para el camino de reserva. En la figura 1.5 se muestra esquemáticamente la disposición de los mismos. Nótese que los transmisores de reserva se han dibujado utilizando un trazo más fino los cuales son alimentados por los divisores que son los



encargados de dividir la señal combinada obtenida a la salida del amplificador final del sistema de recepción y transmisión analógica. La salida de cada transmisor óptico se inyecta a una fibra óptica de la red troncal primaria, que se enlaza con el nodo primario correspondiente. La excepción la constituye el nodo primario, que reside junto con la cabecera, el cual se alimenta directamente de la batería de splitters.

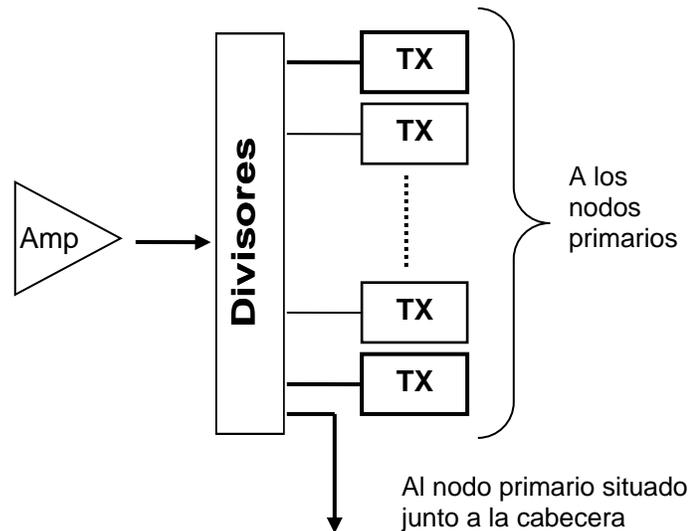


Figura 1.5. Sistema de Transmisión Optico de la Cabecera

1.2.1.4. Sistema de Recepción Óptica del Camino Ascendente

- *Receptores ópticos del camino ascendente.* Para la recepción óptica de la red troncal primaria se instalan dos receptores ópticos por cada nodo primario, uno para el camino directo y otro para el de respaldo, tal como se muestra en la figura 1.6. Nótese que los equipos de respaldo han sido dibujados utilizando un trazo más fino. De nuevo, el nodo primario ubicado junto a la cabecera es la excepción, en el cual no son necesarios los receptores y la señal se toma directamente de la salida de los combinadores de RF del nodo primario.



- *Combinador*. Unifica todas las señales recibidas, generando una única señal resultante, que es dirigida hacia los sistemas de monitoreo y de control de acceso.

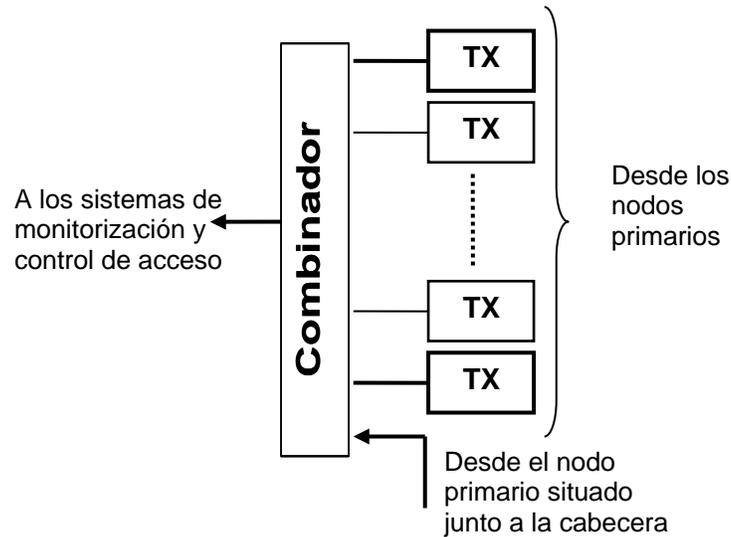


Figura 1.6. Sistema de Recepción Óptica de la Cabecera

1.2.2. Nodo Primario

En el nodo primario se recibe la señal de la red troncal primaria proveniente de la cabecera de red, es decir, mediante el camino descendente se realiza la conversión óptico-eléctrica de la señal, se amplifica y finalmente se realiza la conversión eléctrico-óptica para la transmisión de la señal hacia cada NOT que dependa del nodo primario.

Para el camino ascendente, se realiza la conversión óptico-eléctrica de las señales de los caminos de retorno de los NOT, se combinan mediante un elemento pasivo (combinador), y se realiza la conversión eléctrico-óptica para su transmisión, por la red troncal primaria, hacia la cabecera de red.



El nodo primario presenta dos módulos independientes: el módulo del camino descendente y el del camino ascendente. A continuación se describe con más detalle cada uno de ellos, aunque hay que tener en cuenta que en lo sucesivo se aplica también al nodo primario ubicado en la cabecera si se eliminan las etapas de transmisores y receptores ópticos conectados a la red troncal.

1.2.2.1. Canal Descendente

En la figura 1.7 se muestran los bloques que forman el camino descendente del nodo primario. Los distintos elementos que aparecen son comentados a continuación. Los equipos específicos del camino de respaldo han sido dibujados con un trazo más fino.

- **Recepción óptica**

Receptores ópticos. Se instalan dos receptores ópticos en el nodo primario para realizar la conversión óptico-eléctrica de la señal que procede de la cabecera de red.

Uno de ellos se encarga de la recepción mediante el camino principal, y el otro mediante el de respaldo. La salida de RF de ambos receptores se conecta a un conmutador o conmutador.

Conmutador. Se encarga de seleccionar uno de los dos caminos (principal o respaldo) por los que se recibe la señal. Por defecto, el camino principal es el preferido, y sólo en el caso de una degradación o pérdida total de señal, se conmuta al de respaldo. Cuando la señal mediante el camino principal vuelva a los niveles óptimos, el conmutador retorna a su posición original. La salida en RF del conmutador se inyecta al amplificador.

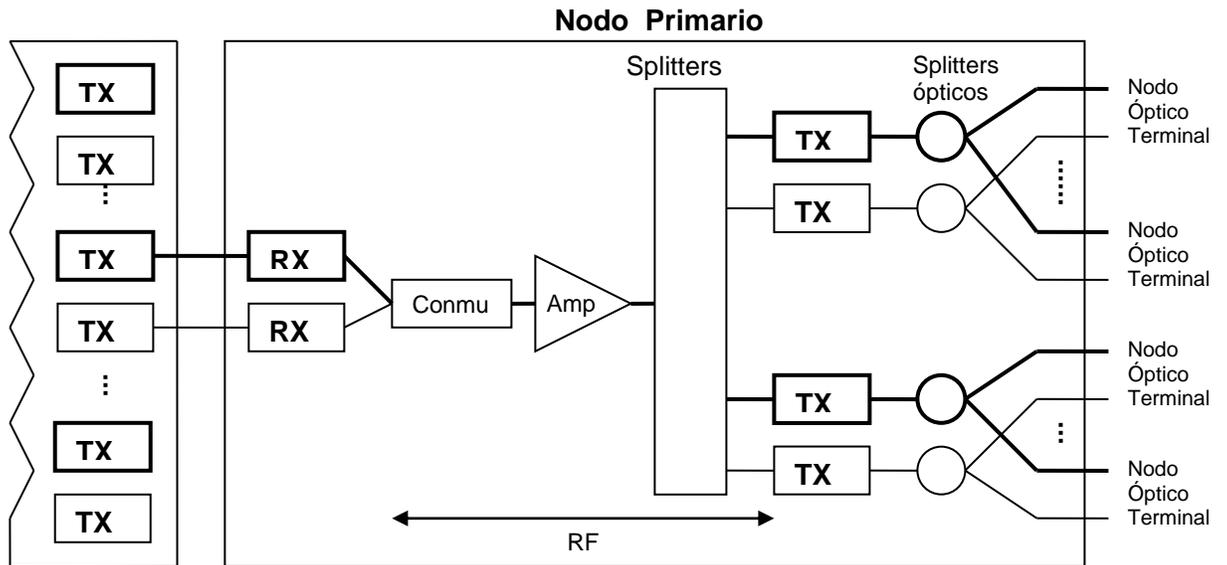


Figura 1.7. Canal Descendente de un Nodo Primario

- **Amplificación y distribución**

Amplificador RF. Se instala un amplificador de RF para proveer un nivel de señal de entrada adecuado a los transmisores ópticos que se enlazan con los NOT. La amplificación contrarresta la atenuación producida en la fase de repartición de la señal eléctrica a los transmisores ópticos. La salida de RF del amplificador se inyecta a los divisores que son los encargados de distribuir la señal.

Divisores. Permiten conseguir el número de salidas necesarias, tantas como transmisores ópticos se necesiten para proveer de señal a los NOT que dependen del nodo primario. Cada salida de RF alimenta a un transmisor óptico.

- **Transmisión óptica**

Transmisores ópticos. Cada transmisor óptico alimenta a varios NOT, normalmente 8, 4 ó 2, en función de las pérdidas en cada enlace. Se instalan transmisores para el camino principal y otros para el de respaldo. La salida de cada transmisor óptico se inyecta a un divisor óptico para la repartición de



la señal a un grupo de 8, 4 ó 2 NOT. Teniendo en cuenta que existen, por cada nodo primario, 144 NOT, son necesarios 18 transmisores ópticos (si cada divisor reparte la señal a 8 nodos ópticos).

Divisores ópticos. Los divisores hacen posible que una pareja de transmisores (uno del camino principal, y otro del camino de respaldo) alimenten de señal a varios nodos primarios. Se instala un divisor óptico (principal / reserva) por cada transmisor (principal / reserva). Cada par de fibras que parten de un divisor principal y su correspondiente divisor de respaldo alimentan de señal a un NOT (nótese que el camino ascendente necesitará de fibras adicionales).

1.2.2.2. Canal Ascendente

La figura 1.8 muestra el diagrama de bloques que comprenden el camino ascendente del nodo primario. Los distintos elementos que aparecen son comentados a continuación. Los equipos específicos del camino de respaldo han sido dibujados con un trazo más fino.

- **Recepción óptica**

Receptores ópticos. En el nodo primario hay dos receptores ópticos, por cada NOT, encargados de la conversión óptico-eléctrica de las señales del canal de retorno. Uno de ellos se encarga de la recepción del camino principal, y el otro, del camino de respaldo. La salida de RF de ambos receptores pasa a un *conmutador*.

Conmutadores. Cada *conmutador* se encarga de seleccionar uno de los dos caminos a través de los que se reciben señales. La opción prioritaria es el camino principal, pero si la señal se degrada excesivamente o se pierde, el conmutador seleccionará la procedente del camino de respaldo. El conmutador vuelve a su posición inicial cuando la señal del camino principal retorna a valores óptimos. La salida de RF del *conmutador* se inyecta al combinador.

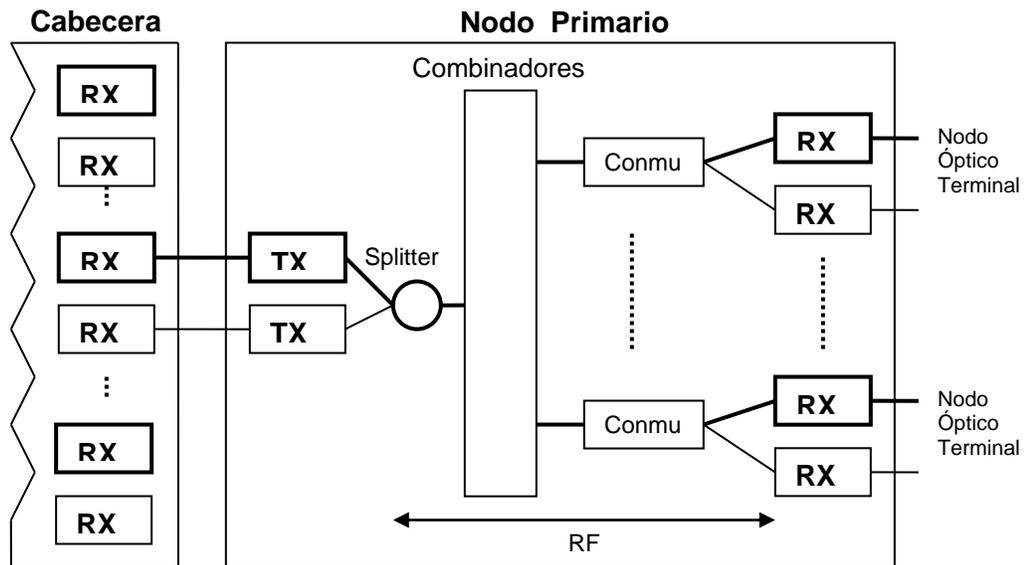


Figura 1.8. Canal Ascendente de un Nodo Primario

- **Combinación**

Combinadores. Los combinadores, dispuestos en cascada de forma que proporcionan una salida única y múltiples entradas, reciben las señales provenientes de los conmutadores. La señal de salida se distribuye hacia los transmisores ópticos de retorno, que las envían hacia la cabecera.

- **Transmisión óptica**

Splitter. Divide la señal resultante de la fase de combinación, inyectando cada salida a un par de transmisores ópticos, uno principal y otro de respaldo.

Transmisores ópticos. Los transmisores ópticos realizan la conversión eléctrico-óptica de la señal combinada. Transmiten la señal hacia la cabecera mediante la red troncal primaria, utilizando un par de fibras (principal y respaldo). El nodo primario ubicado junto a la cabecera es la excepción, ya que no necesita de transmisores de retorno, pues no está conectado a la red troncal primaria, sino directamente a la cabecera.



1.2.3. Nodo Secundario

Los nodos secundarios consisten en una caja de empalmes de fibra óptica, que permiten encaminar las señales procedentes del nodo primario, mediante la red troncal secundaria, hacia los nodos ópticos terminales, a través de la red terciaria. Se ubican físicamente en una arqueta, habitualmente junto a uno de sus NOT.

La figura 1.9 muestra el esquema de las conexiones que se realizan en un nodo secundario. Del nodo primario correspondiente parten 6 lóbulos, cada uno de ellos interconectando a 6 nodos secundarios. Cada uno de estos lóbulos está formado por 128 fibras, de las cuales 96 están activas, distribuidas en 6 anillos, cada uno interconectando el nodo primario con un nodo secundario. El resto son de reserva. Cada uno de los anillos tiene 16 fibras, 8 de las cuales conforman el camino principal, y las 8 restantes, el de respaldo. En estos grupos de 8 fibras pueden distinguirse 4 fibras para el canal descendente y otras tantas para el ascendente. Por tanto, ignorando las fibras de reserva de la red terciaria, a cada NOT llegan 4 fibras:

- Fibra del canal descendente, camino principal
- Fibra del canal ascendente, camino principal
- Fibra del canal descendente, camino de respaldo
- Fibra del canal ascendente, camino de respaldo

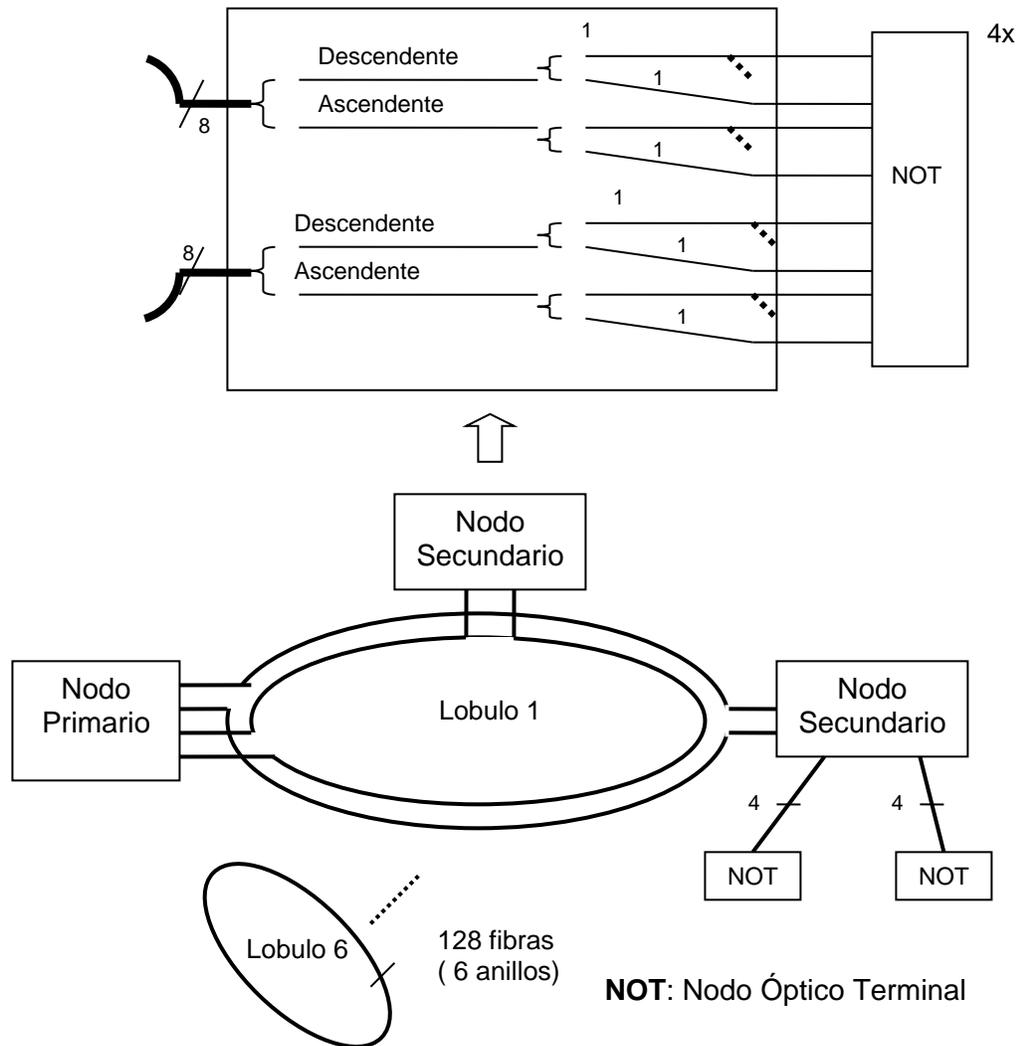


Figura 1.9. Nodo Secundario

1.2.4. Nodo Optico Terminal - NOT

Los NOT son los encargados de dar servicio a áreas de aproximadamente 500 hogares. Se ubican en armarios de intemperie, coincidiendo normalmente uno de los cuatro nodos ópticos terminales con la localización del nodo secundario del que depende.



En el NOT se recibe la señal del camino descendente, procedente del nodo primario, a través de las redes secundaria y terciaria, se realiza la conversión óptico-eléctrica, y la señal resultante es amplificada y reenviada mediante las cuatro ramas de la red de distribución de coaxial hacia los abonados.

Para el camino ascendente, se reciben las señales procedentes de los equipos de abonado, en el ancho de banda reservado a retorno, se combinan todas ellas y se realiza la conversión eléctrico-óptica para su remisión hacia el nodo primario.

La configuración del NOT se puede descomponer en dos grandes bloques: canal descendente y ascendente. La configuración es modular, integrada en un armario de intemperie.

Ambos módulos son descritos en los apartados siguientes.

1.2.4.1. Canal Descendente

La figura 1.10 muestra el diagrama de bloques del camino descendente del NOT.

Los distintos elementos que aparecen son comentados a continuación. Los equipos específicos del camino de respaldo han sido dibujados con un trazo más fino.

- **Recepción óptica**

Receptores ópticos. Se instalan dos receptores ópticos en el NOT para realizar la conversión óptico-eléctrica de las señales procedentes del nodo primario. Uno de ellos recibe a través del camino principal, y el otro, mediante el camino de respaldo. Las salidas de RF de ambos receptores se conectan a un conmutador.

Conmutador. Se encarga de seleccionar uno de los dos caminos (principal o respaldo) en función de la calidad de las señales recibidas. La opción prioritaria es la correspondiente al camino principal; si se produce una



degradación excesiva o pérdida total de la señal, entonces el *conmutador* seleccionará el camino de respaldo.

Cuando la señal del canal principal vuelva a presentar valores normales, el conmutador retornará a su posición original. La salida en RF del conmutador se inyecta en el amplificador.

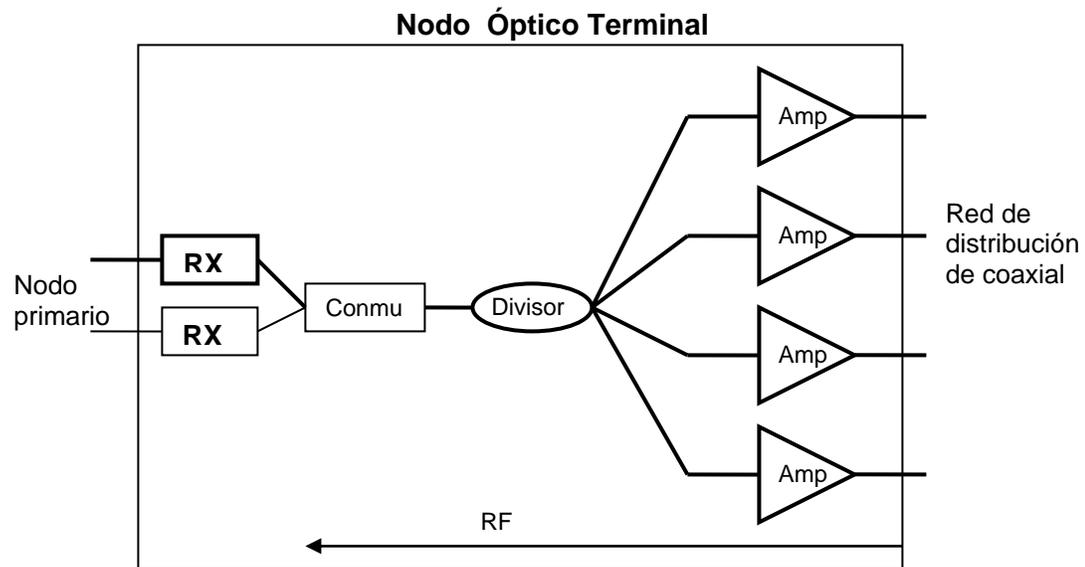


Figura 1.10. Canal Descendente de un NOT

- **Amplificación**

Amplificadores RF. Se encargan de proveer el nivel de señal adecuado a cada una de las cuatro salidas del nodo, que servirán para distribuir las señales de RF por la red de distribución de coaxial.

1.2.4.2. Canal Ascendente

La figura 1.11 muestra el diagrama de bloques que comprenden el camino ascendente del NOT. Los distintos elementos que aparecen son comentados a continuación. Los equipos específicos del camino de respaldo han sido dibujados con un trazo más fino.

- **Combinación**

Combinador. Los cuatro caminos de retorno son combinados mediante un elemento pasivo para formar una única señal que llega a los transmisores ópticos de retorno.

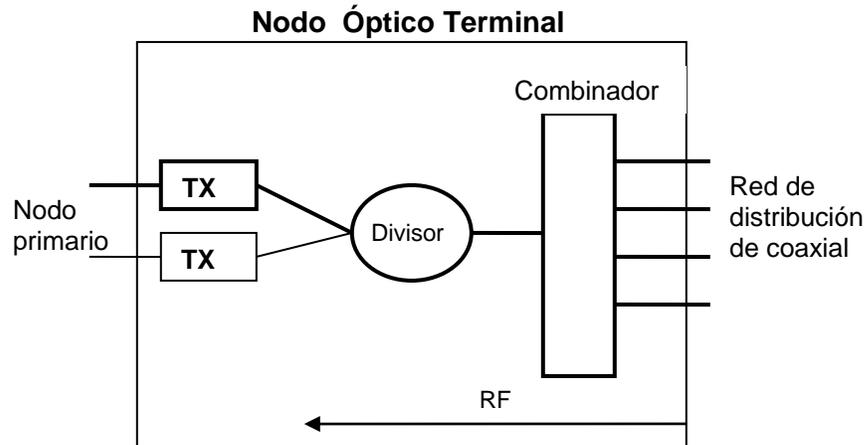


Figura 1.11. Canal Ascendente de un Canal Óptico Terminal

- **Transmisión óptica**

Splitter. La señal combinada se divide para alimentar de señal RF a los transmisores ópticos.

Transmisores ópticos. Los transmisores ópticos de retorno envían la señal hacia el nodo primario, a través de las redes secundaria y terciaria. De esta forma, la señal llega a los receptores de retorno del nodo primario correspondiente. Uno de los transmisores es de reserva.

1.2.5. Terminal Direccional de Abonado

El dispositivo que permite al cliente acceder a los servicios de televisión de la red es el terminal direccional de abonado, también denominado set-top o decodificador, instalado en el propio domicilio del abonado.

El set-top es el encargado de decodificar los canales correspondientes al servicio contratado por el abonado; por tanto, los equipos de codificación o scramblers de la



cabecera y los set-tops, en el domicilio del abonado, constituyen los extremos del sistema direccionable de acceso.

Asimismo, el set-top es el dispositivo que permite al cliente interactuar con el sistema, poniendo a su disposición la contratación instantánea de servicios pague por ver (Pay Per View - PPV).

En la figura 1.12 se muestra la conexión de un set-top con el resto de la red. El cable coaxial que parte del NOT llega hasta el edificio del abonado, tras varias bifurcaciones realizadas por los divisores.

Opcionalmente, si la pérdida de señal es notoria, se instalan amplificadores de línea. En el edificio del abonado se sitúa un derivador o tap, al cual se conectan los coaxiales que llegan hasta cada domicilio. El coaxial correspondiente se conecta al aparato de TV del abonado a través del set-top.

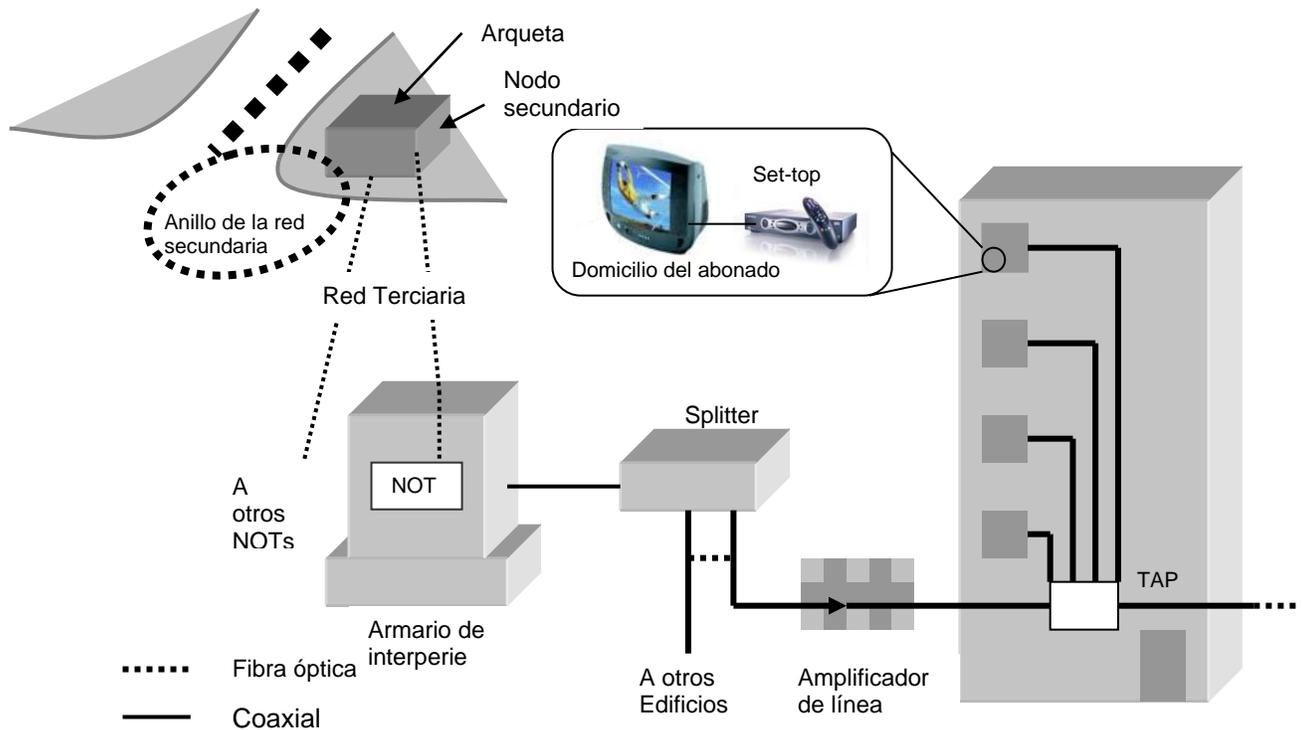


Figura 1.12. Conexión del Set-top de Abonado a la Red

1.3 ESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS EN UNA RED HFC

La configuración de la red de datos de una red HFC¹ es similar a una LAN de oficina y todas las operaciones se pueden realizar en un centro de datos regional para realizar economías a escala. Para ofrecer el servicio de Internet, un operador de televisión por cable crea una red de datos que opera sobre una instalación HFC. Los siguientes diagramas muestran una red de cable, incluyendo la cabecera regional (normalmente presta servicio de 200.000 a 400.000 hogares), el cual sustenta los concentradores (hub) de distribución (cada uno presta servicio de 20.000 a 40.000 hogares) a través de un anillo de fibra óptica. En el concentrador de distribución, las señales se modulan sobre portadoras analógicas y transportadas sobre líneas de fibra óptica a nodos que prestan servicio a 500 hogares.

¹ Se utilizará el termino red de datos para referirse a la red de datos de una red HFC



1.3.1 Cabecera Regional

La cabecera regional (figura 1.13) hace el papel de centro de operaciones de la red local de datos, la cual contiene un enrutador que interconecta el CMTS (contenido en los concentradores de distribución) con la red WAN para prestar el servicio de Internet. Muchos operadores de CATV desarrollan soluciones de transporte de paquetes de gran capacidad sobre los anillos de fibra óptica que conectan las unidades del CMTS en sus concentradores de distribución, tales como Paquetes Sobre SONET (Paquets On SONET-POS) hasta velocidades OC-12 (622 Mbps). Si el operador de cable ofrece la telefonía IP, las llamadas de voz serían dirigidas por el enrutador de la cabecera a una pasarela (gateway) de telefonía IP, y entonces sobre PSTN (Public Conmutador Telephony Network – Red Telefónica Publica Conmutada).

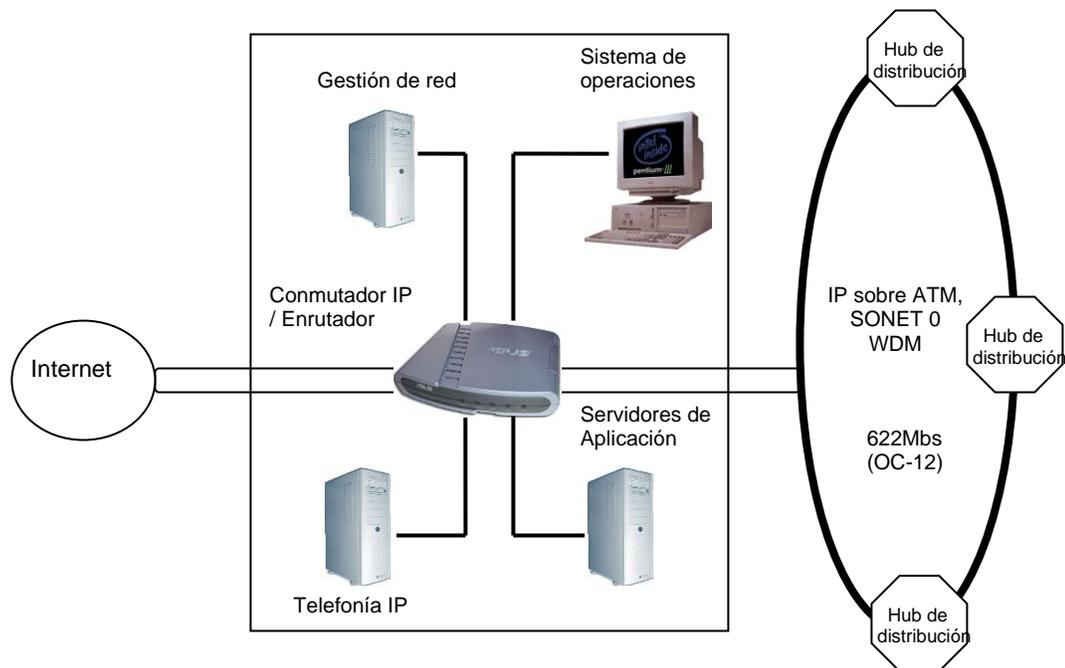


Figura 1.13. Cabecera Regional



1.3.2. Distribución del Concentrador

El concentrador es el punto de intercambio entre la cabecera regional y la red HFC, Figura 1.14, aquí, el CMTS cubre los datos del protocolo de la red de área amplia (Wide Area Network-WAN), por ejemplo POS, en las señales digitales que se modulan para la transmisión sobre HFC, y se demodulan después por el Cable Modem en el hogar o negocio. La unidad de CMTS proporciona un canal de bajada (*downstream*) dedicado de 36 Mbps que es compartido por los 500 hogares servidos por un nodo óptico, o grupo de nodos. El ancho de banda de subida por nodo se extiende típicamente a partir de 2 Mbps a 10 Mbps.

En el hogar se distribuye la señal a través de un divisor la cual es tomada por el CM que se conecta al computador utilizando una tarjeta Ethernet.

1.3.3. Formato de Trama

La trama generada en el subnivel MAC será la unidad básica empleada en la transferencia de información entre los subniveles MAC de la Red HFC y los Cable Modems de usuario. La estructura básica de esta trama es igual para tráfico en sentido ascendente y descendente. Las tramas MAC pueden ser de longitud variable.

Además del empleo antes mencionado de la trama MAC como unidad básica para el intercambio de datos del usuario, estas también se utilizarán para fines administrativos como son la sincronización, petición de ancho de banda, envío de parámetros de operación a cable modems y mensajes de control.

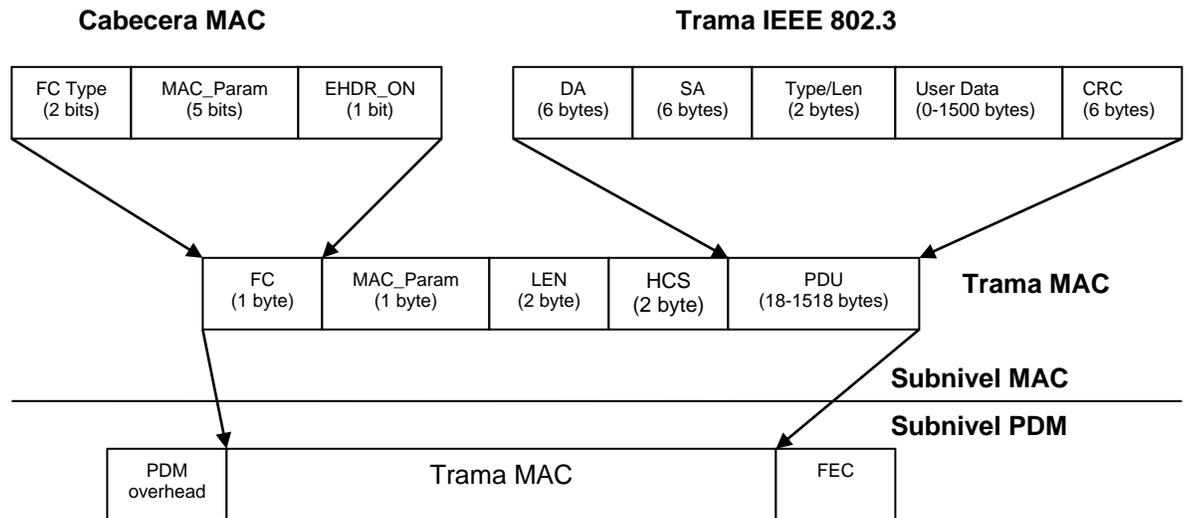


Figura 1.14. Trama del Canal Ascendente.

Antes de presentar las tramas MAC en el medio coaxial estas deben ser procesadas por el subnivel PDM, aquí se les aplicará la modulación y comprobación de errores que corresponda según el sentido de la comunicación. Además, en el subnivel PDM de la comunicación ascendente se añadirá una cabecera indicando el comienzo y un campo de comprobación de errores FEC al final de la trama MAC.

En la información con sentido descendente todo el tráfico será adaptado a un formato y tamaño de trama constante MPEG de 188 bytes, tal y como se describe en la recomendación ITU-T H.222. Estos paquetes consisten en 4 bytes de cabecera seguidos de 184 bytes de información de usuario.

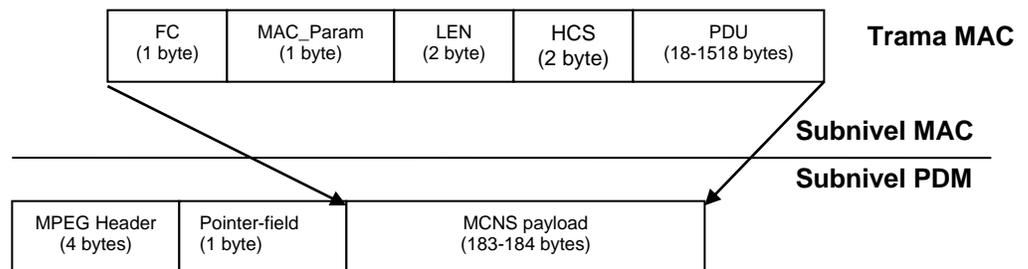


Figura 1.15. Trama del Canal Descendente



Para más detalles sobre el significado y utilización de cada uno de los campos de las tramas MAC dirigirse a la recomendación SP-RFiv1.1-I08-020301.

1.4. PRINCIPALES ELEMENTOS SUSCEPTIBLES DE GESTIÓN.

Después de haber dado una descripción de la arquitectura, funcionamiento, y componentes de la red HFC, se procederá a continuación al análisis de los principales elementos debido al papel que desempeñan, para determinar cuales de ellos son susceptibles de gestión. Entre ellos se encuentran:

- Transmisores ópticos de cabecera.
- Receptor óptico de cabecera.
- Nodos ópticos.
- Amplificador de RF.
- Cable Modem.

1.4.1. Transmisores Ópticos de Cabecera.

Estos transmisores ópticos se encuentran en la cabecera y son los encargados de convertir la señal de eléctrica a óptica, están compuestos por una etapa de amplificación de RF, un convertor electro-óptico, una fuente de alimentación conmutada, un circuito de control y un despliegue de presentación.

El convertor electro-óptico está compuesto por una circuitería de predistorsión, polarización y control de láser. Las señales de control son inyectadas a la placa de gestión que esta comandada por un microcontrolador. Este microcontrolador lee estas señales enviadas por el convertor electro óptico y según el estado de dichas variables señala el estado del equipo. Por otra parte un display muestra en tiempo real los parámetros de funcionamiento del convertor electro-óptico.



Teniendo en cuenta los componentes y la funcionalidad descrita anteriormente, se determinarán algunos parámetros de gestión que pueden en un momento dado salir de su umbral de funcionamiento y generar problemas a la red. Los parámetros son:

- **Nivel DC y/o AC de la fuente de alimentación.**

La fuente de alimentación de los transmisores ópticos proviene directamente de la red eléctrica de 220VAC que se acondiciona a 60VAC, y en el caso de que esta falle, entra en funcionamiento una batería de reserva. El monitoreo de este parámetro permite detectar cuando los niveles de voltaje están fuera de los umbrales óptimos de funcionamiento.

- **Potencia de salida óptica**

Este valor determina el nivel de potencia con que se transmite la señal. En el caso de que este parámetro no se encuentre en el nivel adecuado, permite deducir que las fallas provienen del transmisor óptico o de etapas anteriores.

- **Nivel de señal de entrada:**

Este parámetro permite determinar el nivel con el que la señal eléctrica de RF ingresa al transmisor, lo que permitiría en el momento en que la señal este fuera del rango óptimo de funcionamiento descartar alguna falla por parte del transmisor ya que el problema vendría de dispositivos o factores anteriores.

- **Respuesta de salida óptica.**

El transmisor entrega un nivel de señal óptica que permite establecer una relación de este parámetro con el nivel de entrada para determinar si el transmisor se encuentra en un buen funcionamiento.

Todos estos parámetros determinan la funcionalidad del transmisor óptico y hacen de él un elemento susceptible de gestión, pero no cuenta con una unidad inteligente que permita el acceso directo al valor de las variables, por lo que requiere de un



hardware adicional que capture estos parámetros y los almacene de tal forma que se pueda acceder a ellos por medio de software.

1.4.2. Receptor Óptico de Cabecera

Este receptor óptico se encuentra ubicado en la cabecera y se encarga de recibir las señales ascendentes ópticas provenientes de los nodos primarios y traducirlas a eléctricas, está compuesto por una fuente de alimentación conmutada, un circuito de medida y un conversor electro-óptico.

Este equipo presenta un fotodiodo láser con control de polarización y nivel de entrada, algunos de ellos cuentan con un despliegue de leds que entrega información sobre la potencia óptica recibida.

Las siguientes son algunas de las razones principales que hacen del receptor óptico un elemento importante dentro de la red HFC y de grandes características para ser gestionado.

- **Nivel DC y/o AC de la fuente de alimentación**

Este valor determina el voltaje con el cual esta siendo alimentado el receptor óptico, si este parámetro esta por fuera de los umbrales produce que el receptor no funcione. Su nivel de alimentación normalmente se encuentra en 220VAC.

- **Nivel de entrada óptico**

Este parámetro viene dado en dBm y determina como su nombre lo indica, el nivel de entrada óptico, lo que permite en el momento en que la señal este fuera del rango óptimo de funcionamiento, descartar alguna falla por parte del receptor ya que el problema vendría de dispositivos o factores anteriores.



- **Nivel de salida RF**

El receptor óptico entrega un nivel de señal eléctrica de RF en dBmV. Al establecer una relación de este parámetro con el nivel de entrada óptico se puede determinar si el receptor se encuentra en un buen funcionamiento.

Estos parámetros entre otros como la impedancia de salida, ancho de banda, temperatura, linealidad, pérdidas por retorno etc. hacen del Receptor Óptico un gran elemento para la gestión, pero al igual que el transmisor no cuenta con una unidad inteligente que permita el acceso directo a estas variables, por lo que se requeriría de un hardware adicional para la captura de las mismas.

1.4.3. Nodos Ópticos

Los nodos ópticos son los encargados de enviar las señales ópticas a través de la red, todo esto se realiza con los transmisores, receptores, amplificadores, divisores, combinadores y conmutadores que posee el dispositivo. Siendo este elemento uno de los más importantes que posee la red, porque a través de él se envían las señales de TV, transmisión de datos, voz y video.

Por estas razones es necesario realizar un monitoreo del elemento, ya que estos dispositivos son susceptibles de 'fallas' debido a fenómenos ambientales y de alimentación que afectan el buen funcionamiento del dispositivo.

Uno de los factores a tener en cuenta son:

- **Temperatura**

Al aumentar la temperatura por encima de los rangos normales de funcionamiento el rendimiento del dispositivo disminuye, razón por la cual se considera que este parámetro afecta directamente su buen desempeño y necesita de un monitoreo adecuado para evitar y/o corregir posibles fallas.

Otros factores que afectan al elemento son:



- **Alimentación**

El nodo óptico es alimentado por la red eléctrica convencional AC, debido a que esta red no es confiable es necesario monitorearla, en el momento en que salga de funcionamiento es indispensable alternarla con la fuente de reserva.

- **Nivel de señal**

El nivel de señal de entrada y salida del nodo óptico es importante tenerlas en cuenta para poder observar si el nodo esta fallando.

En este elemento se dificulta la gestión debido a que se requiere de un hardware adicional que permita la captura de los valores de los parámetros que determinan el funcionamiento del elemento de red.

1.4.4. Amplificador de RF

Aunque el número de amplificadores fue sustancialmente reducido en comparación con las redes de televisión por cable convencional, estos siguen siendo de gran importancia, ya que es un elemento que se encuentra presente en todo el transcurso de la red HFC: en la cabecera, en los nodos (de forma interna) y en la zona de distribución para llegar hasta la casa del usuario final. Todos ellos tienen la misma funcionalidad principal, que consiste en amplificar la señal de RF para mantener su nivel óptimo. Algunos, como los de distribución cuentan con un ecualizador variable insertable que determina la frecuencia superior, un atenuador que permite ajustar la ganancia, un circuito de control automático de ganancia y pendiente (CAGP) que a través de una corrección ínter etapas de la ganancia mantiene baja la figura de ruido operativa, también cuenta con una fuente de alimentación conmutada con limitación de corriente y protección contra transitorios de entrada y sobre tensiones en la salida entre otras.

A este dispositivo lo afectan diferentes factores, entre los que se pueden destacar:



- **Temperatura**

Esta variable debe estar en un rango determinado para asegurar el normal funcionamiento de los amplificadores, por lo que sería de gran ayuda un monitoreo que permita determinar cuando se ha salido de los umbrales preestablecidos y tomar las medidas correspondientes.

- **Nivel de voltaje**

Los amplificadores necesitan de una alimentación AC para poder realizar su función de forma correcta, por esto sería de gran utilidad monitorear el nivel de voltaje para descartar en el caso de fallas el mal funcionamiento del dispositivo.

- **Nivel de señal de entrada y de salida**

A los amplificadores entran y salen señales eléctricas de RF con un nivel de calidad óptimo que serán distribuidas o entregadas a otros dispositivos para su debido proceso. Si se realiza el monitoreo de la señal de entrada y de salida se puede establecer una relación que permita determinar su funcionamiento y de esta forma tomar las medidas correspondientes.

Estos y otros parámetros hacen del amplificador un elemento de gran importancia para la gestión, pero no cuenta con una unidad lógica inteligente o de almacenamiento que capture o almacene los valores de las variables que lo afectan directamente, por lo que necesitaría de un hardware adicional que se encargue de esta función.

1.4.5. Cable Modem - CM.

Los CMs son dispositivos que permiten acceso a Internet, a altas velocidades, por medio de una red de televisión por cable. Aun cuando en algunos aspectos son similares a los modems comunes, un CM es significativamente más poderoso y complejo, por lo que sus posibilidades tecnológicas son mucho mayores. Además el CM posee una MIB (Management Information Base - Base de Información de



Gestión) y contiene un agente SNMP (Simple Network Management Protocol – Protocolo Simple de Gestión de Red).

En cuanto a la velocidad de transferencia de información, los CM permiten velocidades de descenso (download) entre 10-38Mbps y de ascenso (upload) entre 2-10 Mbps. La velocidad del CM depende en gran manera del número de personas que se encuentran en el sistema, ya que la tecnología de cable tiene un ancho de banda compartido.

Debido a que el Cable Modem posee un agente SNMP con su respectiva MIB y teniendo en cuenta que los demás elementos no poseen protocolos para la gestión, se llegó a la conclusión de que el CM es el principal elemento susceptible de gestión de la red HFC, puesto que tiene todas las características necesarias y es el más completo para su gestión.

En resumen, las razones principales por la que se escogió el CM como elemento de gestión son:

- Posee una MIB y contiene un Agente SNMP
- Tiene varios objetos gestionables.
- No requiere hardware adicional.
- Es un dispositivo bastante completo.
- Los demás elementos analizados de la red no poseen protocolos de gestión.

Con la herramienta de gestión propuesta en el trabajo de grado se tendrá los siguientes beneficios:

- Monitoreo del desempeño de los CMs de la red.
- Supervisión por el administrador del comportamiento de cada CM, para tomar las decisiones correspondientes.
- El usuario puede visualizar estadísticas de su consumo.
- Permite una localización eficaz de los CMs.
- Permitir realizar estadísticas de funcionamiento.
- Informar la ocurrencia de fallas en los CMs de la red.



- Detecta e informa.

Este elemento (CM) es explicado más detalladamente en el siguiente capítulo.

1.4.6 Resumen de los Elementos Susceptibles de Gestión

En la siguiente tabla se presentan los diferentes elementos de la red HFC analizados anteriormente, con sus respectivos parámetros.

Nombre del elemento de la red HFC	Parámetros
Transmisores Opticos de Cabecera	Nivel DC o AC de la fuente de alimentación
	Potencia de salida
	Nivel de señal de entrada
	Respuesta de salida óptica
Receptor Optico de cabecera	Nivel DC o AC de la fuente de alimentación
	Nivel de entrada óptico
	Nivel de salida RF
Nodos Opticos	Temperatura
	Alimentación
	Nivel de señal
Amplificadores de RF	Temperatura
	Nivel de voltaje
	Nivel de entrada y salida
Cable Modem	Se estudia en el capítulo 2

Tabla 1.1. Elementos de gestión y sus parámetros

Una vez estudiado el funcionamiento y arquitectura de la red HFC, de haber realizado el análisis de sus diferentes elementos, y haber concluido que el Cable



Modem es el elemento a gestionar se procede a explicar de forma mas detallada el funcionamiento, y clasificación de sus parámetros según las áreas funcionales que presenta TMN.



2. EL CABLE MODEM EN EL ENTORNO TMN

2.1. CABLE MODEM

Los CMs son dispositivos que permiten acceso a altas velocidades a Internet, por medio de una red de televisión por cable. Aún cuando en algunos aspectos son similares a los Modems comunes, un CM es significativamente más poderoso, puede realizar funciones de modulación y demodulación, sintonización, cifrado y descifrado, puente (bridge), enrutador (router), interfaz de red, agente SNMP, y concentrador ethernet, siendo capaz de transportar información aproximadamente 500 veces más rápido.

Realmente, un sistema de CM en una red de cable se compone, en su forma más simple, de dos equipos: uno en la cabecera, que hace de interfaz entre la red de cable y otras redes, locales o remotas, como Internet; y otro, el CM, en casa del abonado. Las comunicaciones entre ambos equipos se realizan por dos canales independientes: el canal descendente (downstream), de la cabecera al abonado; y el canal ascendente o de retorno (upstream), del abonado a la cabecera, los cuales se explican a continuación.

2.1.1 Canal Descendente

El canal descendente o de bajada se caracteriza por tratarse de un canal poco ruidoso en general y del tipo “uno a muchos”. El equipo de cabecera “habla”, y los CMs “escuchan”. Si el mensaje va dirigido a un CM concreto, éste lo adquiere mientras que el resto lo ignora. Este canal pueden transmitir hasta 38 Mbps en el rango de 42/65-800 MHz. Las características técnicas se encuentran listadas en la tabla 2.1



Frecuencia	42-800 MHz en EEUU y 65-800 MHz en Europa
Ancho de Banda	6MHz en EEUU y 8MHz Europa
Modulación	64QAM y 256 QAM

Tabla 2.1. Características Técnicas del Canal Descendente

2.1.1.1. Formato de Datos del Canal Descendente

Los datos del canal descendente se marcan según la especificación MPEG-TS (secuencia de transporte). Este es un simple formato de bloque de 188/204 bytes con un único byte fijo de sincronización delante de cada bloque. El algoritmo de corrección de errores Reed-Solomon reduce el tamaño del bloque de 204 bytes a 188 bytes dejando 187 para la cabecera y la carga útil de MPEG. Aquí es donde los distintos estándares se diferencian considerablemente. Algunos estándares incluso permiten diferentes formatos de datos dentro de la carga útil de MPEG-TS.

La velocidad del CM depende en gran manera de cuántas personas están en el sistema, ya que la tecnología de cable tiene un ancho de banda compartido.

2.1.2. Canal Ascendente

El canal ascendente o de retorno es el termino utilizado para la señal transmitida por el CM, este canal es problemático debido a que la parte de coaxial de la red HFC se comporta como una gran antena que recoge las señales indeseadas que penetran en su mayor parte en los hogares de los abonados y en la red de acometida, acumulándose de esta manera en el nodo óptico, está constituido por ráfagas que permiten a muchos CMs transmitir a una misma frecuencia que se encuentra en un rango típico de 5-42/65 MHz. Las características técnicas se encuentran listadas en la tabla 2.2



Frecuencia	5-42 MHz en EEUU y 5-65 MHz en Europa
Ancho de Banda	Puede ser de 2Mhz
Modulación	QPSK

Tabla 2.2. Características Técnicas del Canal Ascendente

Los Cable Modems transmiten ráfagas en las ranuras de tiempo, estos se pueden clasificar según sean reservados, de contención y alineados (ranging).

2.1.2.1. Ranuras Reservadas

Es una ranura de tiempo que se reserva a un CM determinado y ningún otro CM podrá transmitir en ella, normalmente es utilizada para transmisiones mayor cantidad de datos.

El CMTS asigna las ranuras de tiempo a varios CMs con algoritmos de asignación del ancho de banda (este algoritmo es específico del fabricante y se puede diferenciar considerablemente entre ellos).

2.1.2.2. Ranuras de Contención

Las ranuras clasificadas como de contención están abiertas para que todos los CMs transmitan en ellas. Si dos CMs deciden transmitir en la misma ranura de tiempo los paquetes colisionan y se pierden los datos. El CMTS entonces indicará que no se recibió ningún dato, para hacer que los CMs lo intenten otra vez en otro momento. Las ranuras de contención se utilizan normalmente para las transmisiones de datos muy cortas.

2.1.2.3. Ranuras Alineadas

Debido a la distancia física entre el CMTS y el CM, el tiempo de retardo varía considerablemente y puede ser en el rango de los milisegundos, para compensar esto, todos los CMs emplean un protocolo de alineación, que mueve con eficacia el



“reloj” del CM individual adelante o atrás para compensar el retardo. Para hacer esto un número (normalmente 3) de ranuras de tiempo consecutivas se reparten en orden con frecuencia. Se ordena al CM que intente transmitir en la segunda ranura de tiempo. El CMTS mide esto, y le comunica al CM un valor positivo o negativo de corrección para su reloj local. Las dos ranuras de tiempo antes y después son el espacio requerido para asegurar que la alineación de la ráfaga no colisione con otro tráfico. El otro propósito de la alineación es hacer que todos los CMs transmitan en un nivel de potencia que haga que todas las ráfagas de retorno de todos los CMs lleguen al CMTS al mismo nivel. Esto es esencial para detectar colisiones, pero también requerido para el funcionamiento óptimo del demodulador de retorno del CMTS. La variación en la atenuación del CM al CMTS puede variar en más de 15 dB

2.1.2.4. Formato de Datos del Canal Ascendente

Los datos de retorno se organizan en ráfagas cortas y por esto el demodulador necesita una palabra única. Sin la palabra única el demodulador podría comenzar fácilmente a demodular varias señales de ruido y entonces estar completamente ocupado haciendo esto cuando lleguen los datos verdaderos. También la palabra única proporciona la resincronización en cada ráfaga.

2.2. TIPOS DE CABLE MODEM

Existen dos tipos de Cable Modems: Cable Modems externos e internos, los cuales se explican a continuación.

2.2.1. Cable Modem Externo

El Cable Modem externo es un equipo pequeño que se conecta al computador normalmente a través de una conexión ethernet, la desventaja es que se necesita instalar una tarjeta ethernet en el computador antes de conectar el CM. Además de



que se puede conectar mas computadores, también el CM funciona con la mayoría de sistemas operativos y de plataformas, incluyendo Mac, Unix, computadores portátiles, etc. Otra interfaz para los CMs externos es el USB, que tiene la ventaja de la instalación más rápida. La desventaja es que únicamente es posible conectar un PC con un CM a través de USB.

2.2.2 Cable Modem Interno

El CM interno es típicamente una tarjeta añadida al bus PCI de un computador. Esta puede ser la implementación más barata posible, pero tiene algunas desventajas. El primer problema es que puede ser utilizado solamente en computadores de escritorio (Mac y portátiles son posibles, pero requieren un diseño diferente). El segundo problema es que el conector del cable no es galvánico aislado de la red AC. Esto puede plantear un problema en las redes de CATV, requiriendo una mejora más costosa de las instalaciones de la red.

2.3. COMPONENTES INTERNOS DEL CABLE MODEM.

Existen diferentes tipos de CMs, pero la configuración básica (figura 2.1) es similar. Los componentes principales son:

2.3.1. Sintonizador (Tuner)

El sintonizador se conecta directamente con la salida de CATV, dentro de él hay un sintonizador con filtro diplexor que se utiliza normalmente para proporcionar señales de subida (upstream) y de bajada (downstream). El sintonizador debe ser de la calidad suficientemente buena para poder recibir las señales de modulación en amplitud por cuadratura (Quadrature Amplitude Modulation – QAM) moduladas digitalmente.

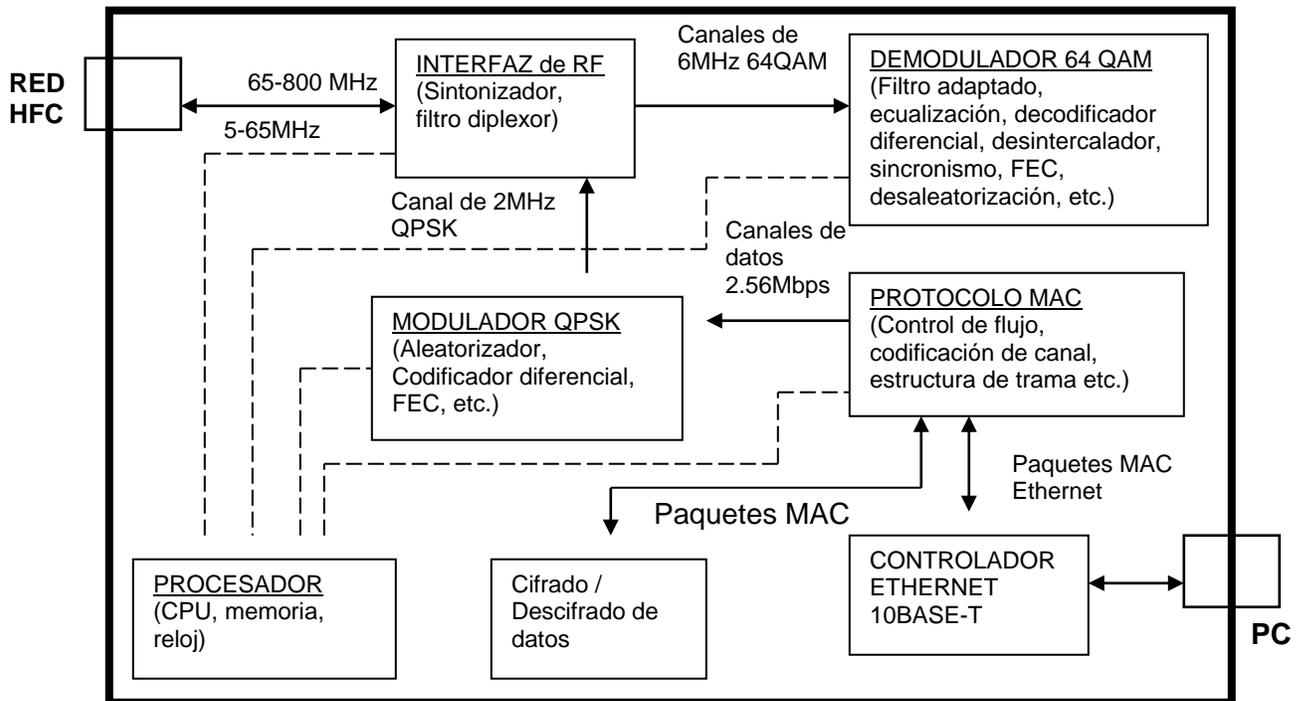


Figura 2.1. Diagrama de Bloques de un Cable Módems Bidireccional

2.3.2. Demodulador

En la dirección de la recepción, la señal de frecuencia intermedia (Intermediate Frequency - IF) alimenta un demodulador, el cual permite convertir la señal analógica en digital (demodulador QAM-64/256).

2.3.3. Modulador de Ráfaga

El modulador de ráfaga permite codificar la señal del canal ascendente o de retorno mediante la modulación QPSK y convierte la señal digital a analógica. Se tiene un nivel de salida variable para compensar la perdida desconocida del cable.



2.3.4. MAC

Un mecanismo de Control de Acceso al Medio (Media Acces Control - MAC) se ubica entre los trayectos de recepción y transmisión. Esto se puede implementar en hardware o una partición entre el software y hardware.

El control de acceso al medio se realiza mediante ciertos protocolos y métodos de acceso múltiple. Los métodos básicos de acceso múltiple son: TDMA (Time Division Multiple Access- Acceso múltiple por división de tiempo), FDMA (Frecuency Division Multiple Acces- Acceso Multiple por División de frecuencia), y CDMA (Code Division Multiple Acces- Acceso Múltiple por División de Código). Sobre estos métodos se montan los llamados protocolos de capa MAC, los cuales se encargan de supervisar el acceso de los distintos abonados a las ranuras de tiempo, portadoras, canales, etc. disponibles, y asignan a cada uno una dirección que los identifica y distingue, conceden autorizaciones para el acceso al medio, y resuelven conflictos entre peticiones.

En la práctica, el método de acceso múltiple más empleado consiste en una mezcla de TDMA y FDMA, en un intento de aprovechar las ventajas de ambos métodos. Se divide el ancho de banda disponible en un cierto número de subcanales, y se emplea un esquema TDMA dentro de cada uno de ellos.

2.3.5. Interfaz

Los datos que pasan a través de la MAC entran en la interfaz del ordenador del CM, sea Ethernet, USB o bus PCI.

2.3.6. CPU

Los CM externos poseen una CPU interna que se encarga del procesamiento de los datos.



2.4. ACCESO AL CABLE MODEM.

Para acceder al CM se requiere la infraestructura de la red HFC, además equipos necesarios para poder prestar el servicio de Internet como son: el enrutador, el CMTS (Cable Modem Termination System– Cable Modem de cabecera), el enrutador, divisor entre otros.

Este último (el divisor) es el que se encuentra en la casa del abonado el cual permite dividir la señal en dos partes, una hacia el receptor de televisión y otra hacia el CM como se muestra en la figura 2.2.

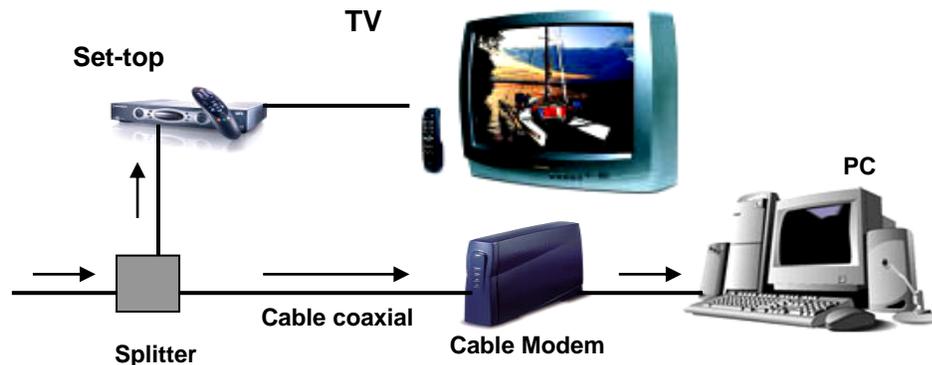


Figura 2. 2. Diagrama para el Abonado

2.5. EL MODELO DE GESTIÓN TMN

El modelo TMN está basado en el modelo OSI para la interconexión de sistemas abiertos, que adopta el modelo gestor-agente para las relaciones entre sistemas o entre sistemas y equipos. El modelo considera la conexión de sistemas desde tres aspectos: el funcional, el de información, y el de comunicación.



2.5.1 El Modelo Funcional

El modelo funcional utiliza las cinco áreas funcionales de OSI para agrupar las funciones de gestión. Estas áreas funcionales también denominadas FCAPS están recogidas en la Recomendación M.3400 de la UIT, y son:

- F: Gestión de averías o fallas (Fault).
- C: Gestión de configuración (Configuration)
- A: Gestión de contabilidad (Accounting)
- P: Gestión de desempeño (Performance)
- S: Gestión de la seguridad (Security)

Para el desarrollo de este trabajo de grado se cuenta con el acceso remoto de solo lectura a los parámetros de la Base de Información de Gestión (Management Information Base - MIB) de los CM de la red HFC de UNITEL en Cali, por esta razón se seleccionaron dos de las FCAPS que no comprometieran en el momento de la elaboración del proyecto la integridad y la configuración del CM. Las áreas funcionales acordadas para tal fin son: las áreas funcionales de desempeño (calidad de funcionamiento) y de averías (o mantenimiento) las cuales se explican a continuación.

2.5.1.1. Gestión de Desempeño

El área de desempeño proporciona funciones destinadas a evaluar el comportamiento de equipos de telecomunicaciones e informar al respecto, así como en relación con la efectividad de la red o del elemento de red. Su cometido consiste en reunir y analizar datos estadísticos para supervisar y corregir el comportamiento y la efectividad de la red, del elemento de red o del equipo de red, y facilitar la planificación, la provisión, el mantenimiento y la medición de la calidad.¹

¹ Para mayor información referirse a la recomendación M.3400 de la UIT-T



2.5.1.2. Gestión de Averías (o mantenimiento)

La gestión de averías (o mantenimiento) es un conjunto de funciones que permite detectar, aislar y corregir un funcionamiento anormal de la red de telecomunicaciones y de su entorno. Las mediciones de la protección de la calidad del servicio para la gestión de averías involucran mediciones de los componentes de fiabilidad, disponibilidad y supervivencia.

La gestión de averías comprende los siguientes grupos de conjuntos de funciones:

- Vigilancia de alarmas.
- Localización de averías.
- Reparación de averías.
- Pruebas.
- Administración de anomalías.

Una ilustración más completa de esta área funcional de TMN se encuentra en la recomendación M.3400 de la UIT-T.

2.5.1.3. Niveles de Gestión TMN

Las funciones se organizan en una estructura jerárquica de niveles que cubren todos los aspectos de gestión de una operadora y clasifica las funciones que se deben realizar en cada nivel según criterios de responsabilidad. Los niveles son: el nivel de gestión de negocio, el nivel de gestión de servicio, el nivel de gestión de red y el nivel de gestión de elemento de red. Los niveles se representan habitualmente en forma de pirámide, como se puede ver en la figura 2.3.

El nivel de gestión de elemento de red se encarga de todos los aspectos relacionados con conmutadores, sistemas de transmisión, etc., considerados como elementos aislados. Cualquier error o evento que se produzca en un equipo que pueda afectar al transporte de la información debe ser notificado hacia el nivel de gestión de red.

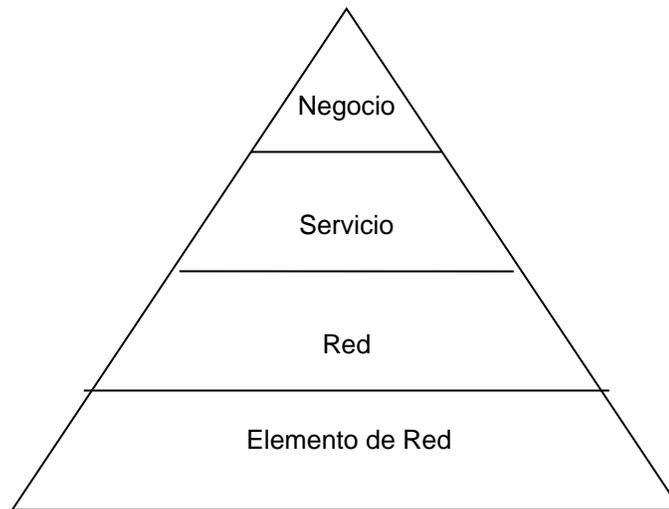


Figura 2. 3. El Modelo TMN

El proyecto se centra en la gestión de CM de la red HFC el cual se encuentra enmarcado dentro del modelo TMN en el nivel de gestión de elemento de red.

2.5.2. El Modelo de Información

Acondiciona la información de gestión que se intercambia entre el gestor y el agente. Este modelo depende de las funciones que se realicen y de los recursos que se quieran gestionar.

Para tal fin se cuenta con el sistema de gestión remota que realiza operaciones sobre los objetos gestionados, representados en la MIB, y el agente(CM) que se encarga de traducir estas operaciones en acciones sobre los recursos físicos de la red.

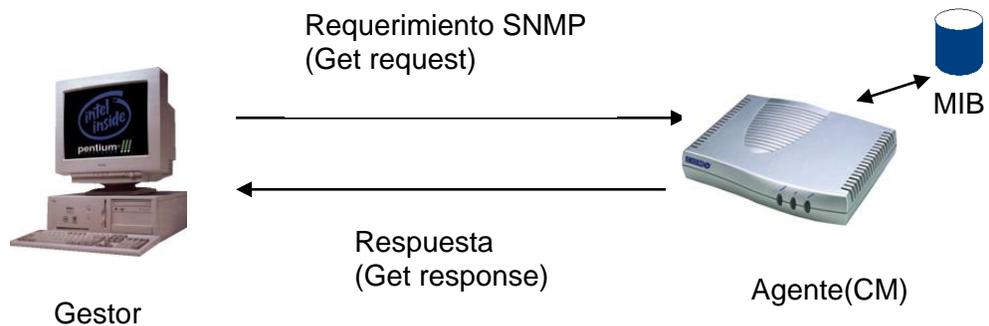


Figura 2. 4. Modelo Gestor-Agente

La comunicación entre el sistema de gestión y los recursos que se gestionan sigue el modelo gestor-agente de OSI. En este modelo, el sistema de gestión (gestor) no se comunica directamente con los recursos gestionados sino a través de otra aplicación (agente) que es la que tiene la responsabilidad directa sobre ellos.

Las instancias de todas las clases de objetos definidas se mantienen en una base de información de gestión MIB que se organiza siguiendo el árbol de contención y de nombrado de las clases. La MIB forma la base común de conocimiento entre el sistema de gestión y los agentes de gestión.

2.5.3. El Modelo de Comunicaciones

El sistema de gestión y los agentes suelen estar situados en lugares diferentes, y, dado que para realizar su función necesitan intercambiar información entre ellos, es necesario definir los mecanismos de comunicación que se van a utilizar. El modelo de comunicaciones define los protocolos que se utilizan entre el gestor y los agentes, para los siete niveles del modelo OSI. Dentro de los cuales se encuentra el protocolo simple de gestión de red (Simple Network Management Protocol - SNMP), que es un protocolo estándar para la gestión de las redes de Internet, es una



solución simple, porque requiere poco código para su implementación y esta ampliamente difundido hoy en día.

El elemento de red (CM) seleccionado soporta el protocolo SNMP, siendo este el que permite comunicar el gestor con el agente y viceversa a través de las primitivas `get.Request` y `get.Response` para conocer el valor de los atributos de un objeto gestionado (ver figura 2.4).

2.6. SELECCIÓN DE LOS OBJETOS

Para seleccionar los objetos de la MIB del CM se realizó un estudio de las recomendaciones de DOCSIS 1.0 (Data-Over-Cable Service Interface Specifications) entre las cuales se encuentran:

- DOCSIS 1.0 SP-OSSI-RFI-I04-010829.
- RFC 2669 (DOCSIS Cable Device MIB).
- RFC 3083 (MIB BPI).
- RFC 2670 (DOCS-IF-MIB).

Se realizó un análisis de las recomendaciones anteriores con las personas involucradas en el proyecto (Director de tesis e ingeniero UNITEL), llegando a concluir que la más adecuada para realizar satisfactoriamente el proyecto sin modificar la configuración del CM es la RFC 2670.

Esta recomendación, RFC 2670, define una porción de la MIB para el uso de protocolos de gestión de red en la comunidad Internet. En particular, define un conjunto básico de los objetos gestionados para la gestión basada en SNMP de MCNS/DOCSIS².

² Ver anexo recomendación RFC 2670

Ver anexo recomendación DOCSIS SP-OSSI-RFI-I04-010829



Se escogen los objetos de la recomendación por la siguiente razón:

- Cumplen con la gestión de falla y desempeño.
- Sirven para el estudio académico e investigativo
- De interés para la empresa Unitel.

Después de haber hecho el análisis correspondiente mencionado en los puntos anteriores, se escogen de la recomendación RFC 2670 los objetos a gestionar en la MIB del CM, los cuales se muestran en la tabla 2.1.(MIB II) y 2.2(MIB DOCSIS) con sus respectivos OID(Object Identifier – Identificador de Objeto).

OBJETOS DE LA MIB II	OID
IfSpeed (down)	1.3.6.1.2.1.2.2.1.5
IfSpeed(up)	1.3.6.1.2.1.2.2.1.5
IfInOctects	1.3.6.1.2.1.2.2.1.10
IfInUcastPkts	1.3.6.1.2.1.2.2.1.11
IfInDiscard	1.3.6.1.2.1.2.2.1.13
IfInError	1.3.6.1.2.1.2.2.1.14
IfOutOctects	1.3.6.1.2.1.2.2.1.16
IfOutUcastPkts	1.3.6.1.2.1.2.2.1.17
IfOutDiscard	1.3.6.1.2.1.2.2.1.19
IfOutError	1.3.6.1.2.1.2.2.1.20
SysDescr	1.3.6.1.2.1.1.1
SysUpTime	1.3.6.1.2.1.1.3
IfMtu	1.3.6.1.2.1.2.2.1.4
IpInReceives	1.3.6.1.2.1.4.3
IpInHdrErrors	1.3.6.1.2.1.4.4
IpAdEntAddr	1.3.6.1.2.1.4.20.1.1
UdpInDatagrams	1.3.6.1.2.1.7.1
UdpOutDatagrams	1.3.6.1.2.1.7.4

Tabla 2.3. Objetos de la MIB II Seleccionados para Monitoreo



OBJETOS DE LA MIB DOCSIS	OID
DocslfDownChannelWidth	1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.1.1.3
DocslfDownChannelPower	1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.1.1.6
DocslfUpChannelWidth	1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.2.1.3
DocslfQosProfMaxUpBandwidth	1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.3.1.3
DocslfQosProfMaxDownBandwidth	1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.3.1.5
DocslfSigQSignalNoise	1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.5
DocslfCmStatusTxPower	1.3.6.1.2.1.10.127.1.2.2.1.3
DocslfCmStatusResets	1.3.6.1.2.1.10.127.1.2.2.1.4
DocslfCmStatusLostSyncs	1.3.6.1.2.1.10.127.1.2.2.1.5

Tabla 2.4. Objetos de la MIB DOCSIS Seleccionados para Monitoreo

2.7. PARÁMETROS PARA MONITOREO

En base a la selección de los objetos realizada anteriormente se establecen los parámetros de monitoreo del CM. Entre ellos se encuentran:

2.7.1. Velocidad del Canal

Esta compuesto por dos parámetros.

2.7.1.1. Velocidad del Canal Ascendente

Este parámetro retorna la velocidad del canal de subida (Upstream) en bits por segundo, su cálculo es realizado mediante el objeto *ifspeed* (up). Permite determinar cual es la máxima capacidad de este canal.



2.7.1.2. Velocidad del Canal Descendente

Este parámetro retorna la velocidad del canal de bajada (downstream) en bits por segundo, su cálculo es realizado mediante el objeto *ifspeed* (down). Permite determinar cual es la máxima capacidad de este canal.

2.7.2. Número de Octetos

Esta compuesto por dos parámetros.

2.7.2.1. Octetos de Entrada

Retorna el número de octetos de entrada al CM, su calculo es realizado mediante el objeto *ifInOctets*. Este parámetro es útil para determinar la cantidad de consumo (descendente) del usuario.

2.7.2.2. Octetos de Salida

Retorna el número de octetos de salida del CM, su cálculo es realizado mediante el objeto *IfOutOctets*. Este parámetro es útil para determinar la cantidad de consumo (ascendente) del usuario.

2.7.3. Paquetes Unicast

Esta compuesto por dos parámetros.

2.7.3.1 Paquetes Unicast Recibidos

Retorna la cantidad de paquetes unicast recibidos por el CM, su cálculo es realizado mediante el objeto *ifInUcastPkts*.



2.7.3.2 Paquetes Unicast Transmitidos

Retorna la cantidad de paquetes unicast transmitidos por el CM. El objeto utilizado para obtener este valor es el *ifOutUcastPkts*.

2.7.4. Paquetes descartados

Esta compuesto por dos parámetros:

2.7.4.1 Paquetes descartados Recibidos

Retorna el número de paquetes recibidos que se han descartado. La posible causa es la escasez de memoria. El objeto utilizado para obtener esta información es el *ifInDiscard*.

2.7.4.2 Paquetes Descartados Trasmitidos:

Retorna el número de paquetes de salida que se han desechado. Las razones posibles son la escasez de memoria intermedia. El objeto utilizado para obtener esta información es el *ifOutDiscard*.

2.7.5. Paquetes no Transmitidos por Errores

Entrega el número total de paquetes que no pudieron ser transmitidos debido a errores. El objeto utilizado para obtener esta información es el *ifOutError*.

2.7.6. Paquetes Recibidos con Errores

Entrega el número de paquetes de entrada que contuvieron errores. El objeto utilizado para obtener esta información es el *ifInError*.



2.7.7. Potencia Recibida

Este parámetro entrega el nivel de potencia recibida por el CM. El objeto utilizado para obtener esta información es el *docsIfDownChannelPower*. Puede ser fijado a cero en el CM si el nivel de potencia no es mantenido.

2.7.8. Potencia Transmitida

Entrega la potencia de transmisión en dBmV fijada para el upstream. Este dato se obtiene mediante el objeto *docsIfCmStatusTxPower*.

2.7.9. Ancho de Banda

Esta compuesta por los siguientes parámetros.

2.7.9.1. Ancho de Banda de Bajada

Este parámetro entrega el ancho de banda del canal descendente (downstream). El objeto utilizado para obtener esta información es el *DocsIfDownChannelWidth*.

2.7.9.2. Ancho de Banda de Subida

Este parámetro entrega el ancho de banda del canal de subida (upstream). El objeto utilizado para obtener esta información es el *docsIfUpChannelWhidth*.

2.7.9.3. Ancho de Banda Máximo de Subida

Entrega el máximo ancho de banda permitido para el canal de subida en bits por segundos. El objeto utilizado para obtener esta información es el *docsIfQoSProfMaxUpBandWidth*.



2.7.9.4. Ancho de Banda Máximo de Bajada

Entrega el máximo ancho de banda permitido para el canal de bajada en bits por segundos. El objeto utilizado para obtener esta información es el *docsIfQoSProfMaxDownBandWidth*

2.7.10. Relación Señal a Ruido

Entrega el valor de la relación señal a ruido en dB percibida por el canal de bajada. El objeto utilizado para obtener esta información es el *docsIfSignalNoise*. Permite determinar si el nivel de señal esta llegando en óptimas condiciones al usuario final.

2.7.11. Clareo de la Interfaz

Este parámetro determina el número de veces que el CM ha sido inicializado o reseteado. El objeto que entrega esta información es el *docsIfCmStatusReset*.

2.7.12. Pérdida de Sincronismo

Entrega el número de veces que el CM ha perdido la sincronización con el canal de bajada. Este dato es capturado mediante el objeto *docsIfCmStaticsLostSyncs*.

2.7.13. Descripción Sistema

Este parámetro entrega una descripción textual del equipo con su nombre y la identificación del hardware y software, lo cual permite determinar las características físicas del CM que se esta utilizando. Estos datos son capturados con el objeto *SysDescr*.



2.7.14. Ultimo Reinicialización

Entrega el tiempo en centésimas de segundo desde que el CM fue reinicializado por última vez. Este dato es tomado del objeto *SysUptime*.

2.7.15. Datagramas

Esta compuesto por los siguientes parámetros.

2.7.15.1. Datagrama más Grande

Entrega el tamaño en octetos del datagrama más grande que puede ser enviado o recibido por el CM. Este dato es tomado del objeto *IfMtu*.

2.7.15.2. Total Datagramas Recibidos

Entrega el número total de datagramas recibidos por el CM incluyendo los que tienen errores. Este valor es tomado del objeto *IpInReceives*.

2.7.15.3. Datagramas Descartados

El número de datagramas de entrada descartados por errores en su encabezado IP, incluyendo malos checksums, incompatibilidades, otros formatos de errores etc. Este dato es tomado del objeto *IpInHdrErrors*.

2.7.15.4. Datagramas UDP de Entrada

Este parámetro indica el número de datagramas UDP entregados a los usuarios UDP. Este dato es capturado con el objeto *udpInDatagrams*.



2.7.15.5. Datagramas UDP de Salida

Este parámetro indica el número total de datagramas UDP de salida del Cable Módem. Este valor se toma del objeto *UdpOutDatagramas*.

2.8. CLASIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MONITOREO EN LAS ÁREAS FUNCIONALES DE TMN.

Para poder clasificar los parámetros (descritos en la sección 2.4) en las áreas funcionales (seleccionadas para ser implementadas en el trabajo de grado), se realizó un análisis de los diferentes grupos de conjuntos de funciones tanto del área de gestión de desempeño como de averías de la recomendación M.3400. A continuación se entrega el listado de los parámetros clasificados y la correspondiente explicación del porque quedan catalogadas en esas áreas.

2.8.1. Parámetros Clasificados en el Area de Gestión de Desempeño.

Los parámetros escogidos en el área de desempeño son todos los descritos en el apartado 2.5, ver tabla 2.5, ya que permiten desarrollar las siguientes funciones:

- Establecer políticas de supervisión de la calidad de funcionamiento, por ejemplo los valores en que se han de fijar los umbrales.
- El gestor pide al CM que envíe datos que permiten determinar la calidad de funcionamiento.
- El agente envía los datos para la calidad de funcionamiento al gestor.
- El gestor indica al CM que comience y que termine la recogida de datos.
- El gestor permite fijar y cambiar los umbrales a los parámetros de la calidad de funcionamiento (desempeño).
- El gestor permite recuperar los umbrales de calidad de funcionamiento vigentes.



- Desarrollo de estadísticas que permiten evaluar el comportamiento de los CMs.
- Brindar información que permite determinar el comportamiento, desempeño y calidad del elemento de red, en este caso del CM.

Parámetros del Area de Desempeño
IfSpeed (down)
IfSpeed(up)
IfInOctects
IfInUcastPkts
IfInDiscard
IfInError
IfOutOctects
IfOutUcastPkts
IfOutDiscard
IfOutError
SysDescr
SysUpTime
IfMtu
IpInReceives
IpInHdrErrors
IpAdEntAddr
UdpInDatagrams
UdpOutDatagrams
DocsIfDownChannelWidth
DocsIfDownChannelPower
DocsIfUpChannelWidth
DocsIfQosProfMaxUpBandwidth
DocsIfQosProfMaxDownBandwidth
DocsIfSigQSignalNoise



DocsIfCmStatusTxPower
DocsIfCmStatusResets
DocsIfCmStatusLostSyncs

Tabla 2.5. Parámetros de Gestión del Area de Desempeño

2.8.2. Gestión de Averías (y mantenimiento)

La gestión de averías (y mantenimiento) básicamente tiene tres características importantes que son:

- Identificar que una falla ha ocurrido
- Identificar la causa de la falla.
- Resolver la falla.

La herramienta software propuesta en este trabajo de grado detecta el momento en que los umbrales de los parámetros del Cable Módem se han salido del rango preestablecido, e informa mediante una alarma visual en la pantalla la ocurrencia de una falla y la ubicación física del CM afectado, una vez notificada la alarma el software entrega la explicación de las posibles fallas que pudieron originar que los valores de las variables se salieran de sus rangos.

La tercera característica correspondiente a la solución de las fallas no esta al alcance de este proyecto, ya que la empresa que facilita los CMs para este desarrollo solo permite acceso de lectura a los parámetros y no su modificación, que es lo requerido para regresar a las variables un rango normal de funcionamiento.

Para realizar la gestión de averías se deben establecer umbrales que permitan notificar alarmas en el momento en que las variables se salen de su rango normal de funcionamiento, por esta razón los siguientes parámetros se clasifican en esta área funcional: Potencia de Entrada, Potencia de Salida y Relación Señal a Ruido, ver tabla 2.6.



Parámetros del Area de Fallas
DocsIfDownChannelPower
DocsIfSigQSignalNoise
DocsIfCmStatusTxPower

Tabla 2.6. Parámetros de Gestión del Area de Fallas

2.8.3 Establecimiento de Umbrales

Para el establecimiento de los umbrales mencionados en el apartado 2.7.1 y 2.7.2 se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- Recopilación de los datos (valores de parámetros de monitoreo) durante tres semanas accediendo a la MIB del CM lo cual permitió determinar la variación de cada uno de los parámetros.
- Personal con experiencia en el manejo de estas redes.

Luego de haber hecho un análisis exhaustivo de estos factores se pudo establecer los umbrales de la Potencia de Entrada, Potencia de Salida y S/N, los cuales se nombran a continuación:

Potencia de Entrada:

- Umbral Máximo : La máxima potencia a la que debe recibir el CM es +15dBmV
- Umbral Mínimo: La mínima potencia a la que debe recibir el CM es -15dBmV

Potencia de Salida:

- Umbral Máximo: La máxima potencia a la que debe transmitir el CM es +60dBmV.
- Umbral Mínimo: La mínima potencia a la que debe transmitir el CM es +30dBmV.



Relación Señal a Ruido:

- Umbral Máximo: La máxima Relación Señal a Ruido que puede recibir el CM es 39 dB.
- Umbral Mínimo: La mínima Relación Señal a Ruido que puede recibir el CM es 23.5 dB.

En el presente capítulo se realizó una descripción del funcionamiento del CM, además se identificaron, analizaron y escogieron los diferentes parámetros que lo constituyen ubicándolos dentro del entorno TMN. Una vez hecho esto, se procede a realizar el requerimiento, análisis y diseño del sistema encargado del monitoreo del elemento de red (Cable Modem).



3. REQUERIMIENTO, ANALISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA

3.1. Captura de Requerimiento

EL sistema se representa por cuatro elementos principales que son: El gestor, el agente (CM), la MIB y el protocolo SNMP.

El gestor: Es el encargado de solicitar e interpretar datos del CM, es la Interfaz que interactúa con el administrador de la red, posee un conjunto de aplicaciones para el análisis de los datos y recuperación de fallas, tiene la capacidad de trasladar los requerimientos del administrador al monitoreo del elemento de red, posee una base de datos extraída desde la MIB de los CM.

El agente (CM): Responde a requerimientos de información enviados desde el gestor, todo esto se hace posible debido a que cuenta con el protocolo SNMP.

MIB: Es una colección de objetos los cuales pueden ser leídos por el gestor, y cada objeto es esencialmente una base de datos que representa un aspecto del agente gestionado.

El gestor y el agente son enlazados por un protocolo de gestión de red. El protocolo utilizado para la gestión es SNMP, del cual se va a utilizar la primitiva get, que permite al gestor recuperar el valor de los objetos en el agente.

La herramienta software ubicada en la cabecera o CMTS esta en la capacidad de realizar supervisión sobre un grupo de CM de la red HFC (figura 3.1) la cual debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Permitir el acceso del administrador al gestor de forma remota desde cualquier lugar en la Web.



- El sistema permite realizar el monitoreo de los CM mediante un gestor que se encarga de recuperar los valores de los parámetros del agente, esto se realizará a través del protocolo SNMP con la primitiva `get`.
- Presentar una interfaz amigable que permita al administrador adicionar, eliminar, modificar y monitorear CMs mediante un acceso grafico que permita la ubicación de los mismos, utilizando la filosofía del SIG (Sistema de Información Geográfico), lo cual presentará el mapa de Cali dividido en nodos ópticos que componen la red, al seleccionar uno de ellos debe aparecer el correspondiente nodo dividido en zonas y estas a su vez dividida en subzonas, en las cuales estarán ubicados los CM según su localización en la ciudad.
- El administrador podrá adicionar, eliminar, modificar y monitorear el CM cada vez que lo desee, no solamente mediante el recorrido por los mapas sino también dándole el camino de forma textual o mediante datos únicos que identifican al CM como la dirección MAC.
- El sistema debe generar estadísticas basadas en el funcionamiento del CM que permitan determinar el desempeño del mismo. Estas estadísticas se deben realizar por nodo, zona, subzona y CM.
- El sistema debe permitir al administrador buscar la ubicación del CM en la red si conoce algún dato como: nodo, zona, subzona, nombre o apellido del propietario.
- La herramienta software no debe de ir dirigida solamente al administrador de la red, debe permitir a los usuarios o propietarios de los CMs pertenecer al sistema para acceder a estadísticas de su interés por medio de la Web, como pueden ser el consumo de bytes del último mes y del mes anterior.



- Se debe contar con un sistema de validación que permita al usuario o administrador acceder de una forma segura.

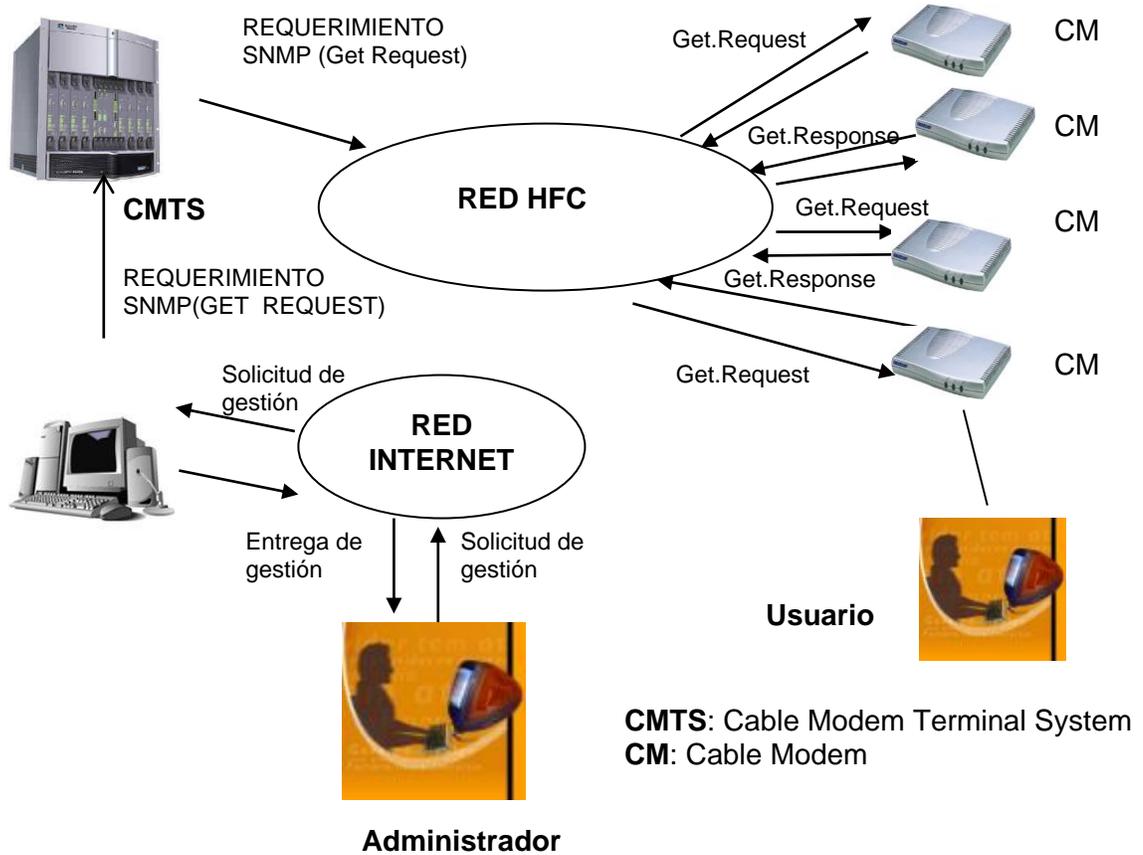


Figura 3. 1. Representación Global del Sistema

3.1.1. Identificación de los Actores y de los Casos de Uso

Con el objetivo de describir las interacciones del sistema con su entorno, se debe identificar los Actores, que representan los diferentes roles desempeñados por los usuarios del sistema, y los Casos de Uso, que corresponden a la funcionalidad que el sistema ofrece a sus usuarios, explicado desde el punto de vista de éstos. Los actores no son solamente humanos, pudiendo ser también otros sistemas con los cuales el sistema en desarrollo interactúa de alguna manera



3.1.1.1 Identificación de Actores

Un actor es el rol de un objeto u objetos al exterior del sistema, que interactúa con él como parte de una unidad de trabajo coherente (caso de uso). En el sistema se identificaron los siguientes actores:

Actor 1: Administrador

Es el encargado de ejecutar el inicio de la supervisión del sistema, y de cada una de las funciones y servicios que el presta.

Actor 2: Usuario

Es el encargado de iniciar algunas funciones del sistema, tiene acceso restringido por lo que solo puede acceder a algunos de los servicios del sistema.

Actor 3: Cable MODEM

Es el elemento de red sobre el cual la aplicación va a realizar el monitoreo.

3.1.1.2 Identificación de los Casos de Uso

Un caso de uso es una unidad coherente de funcionalidad suministrada por un sistema o una clase, tal como se manifiesta a través de una secuencia de mensajes intercambiados entre el sistema y uno o más interactores externos (llamados actores), junto con las acciones realizadas por el sistema. A continuación se lista los casos de uso del sistema:

- Validar acceso
- Adicionar CM
- Establecer umbrales
- Supervisar CM
- Generar estadísticas administrador



- Modificar CM
- Eliminar CM
- Buscar CM
- Generar alarma
- Generar mapa nodos
- Generar mapa subzonas
- Generar estadísticas de usuario
- Cambiar password

3.1.2. Descripción del Modelo de los Casos de Uso

A continuación se hace una descripción detallada de cada uno de los casos de uso:

3.1.2.1. Caso de Uso Validar Acceso

Caso De Uso:	Validar Acceso
Actores:	Administrador y usuario (cualquiera puede ser iniciador)
Propósito:	Verificar que la persona que ingrese al sistema esta debidamente autorizada.
Resumen:	<ul style="list-style-type: none">• El administrador o usuario ingresa su login y su password.• El sistema determina el rol, si es administrador o usuario.• El sistema verifica si la persona que ingresa tiene su debida autorización y da acceso a la herramienta.
Tipo:	Primario.
Referencias Cruzadas:	Caso de uso Registrar usuario.

Precondiciones

El sistema debe contar con la siguiente información:

Información del usuario: Login, password, rol.

Información administrador: Login, password, rol.



Flujo Principal.

- Este caso de uso empieza cuando el administrador o usuario ingresa al sistema.
- El sistema presenta al administrador o usuario un formulario de validación donde solicita el login y el password correspondiente.
- Una vez introducidos los datos el usuario o administrador selecciona Ingresar
- El sistema identifica el rol de la persona que ingresa.
- El sistema verifica el login y el password del administrador o usuario (E1).
- Si el login y el password son correctos se presenta la interfaz correspondiente de usuario o de administrador.
- Si la persona que ingresa es usuario, el sistema captura el nombre o la dirección MAC de su CM para procesos posteriores.

Flujos Alternativos

E1: El sistema despliega un mensaje indicando que existe un error en la validación.

El sistema regresa a formulario de validación (página principal).

3.1.2.2. Caso de Uso Adicionar CM

Caso De Uso: Adicionar CM

Actores: Administrador (Iniciador).

Propósito: Adicionar un CM en una región específica.

Resumen:

- El Administrador ingresa los datos del CM que desea adicionar.
- El sistema verifica si la información del CM es correcta.
- El sistema adiciona el CM.

Tipo: Primario.

Referencia

Cruzadas: Caso de Uso: Validar Acceso, Generar mapa nodos, Generar mapa zonas, Generar mapa subzonas, Generar alarmas.



Precondiciones.

El Administrador debe haber ejecutado el caso de uso Validar Acceso

Flujo Principal

- Este caso de uso empieza cuando el Administrador elige en el menú principal la opción Adicionar CM.
- El sistema le presentará al administrador un submenú con las opciones: Mapa y Formulario.
- Si elige Mapa, subflujo S1: Adicionar el CM a través del Mapa
- Si elige Formulario, Subflujo S2: Adicionar el CM a través del Formulario.

Subflujo

S1: Adicionar el CM a través del Mapa

- El sistema detecta la función que va a ejecutar, en este caso 'Adicionar CM'.
- El Administrador elige mediante los mapas el camino donde debe adicionar el CM (esto se realiza mediante los casos de uso: Generar mapa nodos, Generar mapa zonas y Generar mapa subzonas).
- Una vez seleccionada la subzona el sistema presenta al Administrador un formulario de adición del CM con los siguientes datos: : Nombre del Propietario, Dirección, Teléfono, Día de la Instalación, Dirección IP, Dirección MAC, Nodo, Zona, Subzona, Numero de CM y Nombre del CM, los datos Nodo, Zona y Subzona son asignados por el administrador a través de los mapas.
- El administrador llena los datos del formulario (excepto Numero del CM y Nombre del CM) y selecciona una de las opciones que se encuentra al final del formulario: **Aceptar** y **Cancelar** .
- Si elige la opción **Aceptar**, Subflujo S1.1: Verificar la adición del CM.
- Si elige la opción **Cancelar**, Subflujo S1.2: Cancelar operación.

S1.1: Verificar la adición del CM

- El sistema verifica los datos (E1).



- El sistema presenta los datos del CM adicionado con dos opciones: Adicionar o Modificar.
- Si elige Adicionar, subflujo S1.1.1 Adicionar el CM.
- Si elige Modificar, Subflujo S1.1.2: Modificar datos .

S1.1.1: Adicionar el CM

- El sistema asigna al CM los datos: Numero del CM y Nombre del CM.
- El sistema adiciona el CM.
- El sistema despliega una ventana con un mensaje que fue exitosa la adición y una opción Menú Principal.
- Si elige esta opción lo lleva al Menú principal.

S1.1.2: Modificar datos

- El sistema regresa al formulario de Adición.
- El Administrador modifica los datos correspondientes y nuevamente se presenta las opciones: **Aceptar** o **Cancelar**.
- Si elige la opción **Aceptar** realiza lo mismo que el subflujo S1.1.
- Si elige la opción **Cancelar** realiza lo mismo que el subflujo S1.2.

S1.2: Cancelar operación

- El sistema no realiza ninguna operación
- Regresa a la página principal.

S2: Adicionar el CM a través del Formulario

- El sistema detecta la función que va a ejecutar, en este caso 'Adicionar CM'.
- El sistema presenta al Administrador el formulario de adición solicitando los siguientes datos: Nombre del Propietario, Dirección, Teléfono, Día de la Instalación, Dirección IP, Dirección MAC, Nodo, Zona, Subzona, Número de CM y Nombre del CM.
- El administrador llena los datos del formulario.



- El Administrador selecciona una de las opciones del final de la pantalla: **Aceptar** o **Cancelar**.
- Si elige la opción **Aceptar** realiza lo mismo del Subflujo S1.1
- Si elige la opción **Cancelar** realiza lo mismo del Subflujo S1.2

E1: El sistema despliega un mensaje informando que los datos introducidos tienen error

- El sistema regresa al formulario de adición.

3.1.2.3. Caso de Uso Establecer Umbrales

Caso De Uso: Establecer Umbrales

Actores: Administrador(iniciador)

Propósito: Presentar los datos de la variable de gestión seleccionada y establecer sus umbrales para generar alarmas.

Resumen:

- El administrador selecciona la variable de gestión.
- El sistema presenta los datos de la variable de gestión: nombre, umbral máximo, umbral mínimo y su descripción.
- El administrador modifica la descripción y los umbrales de la variable.
- El sistema actualiza sus datos.

Tipo: Primario

Referencias

Cruzadas: Caso de uso validar acceso.

Precondiciones

El sistema debe contar con el nombre de la variable de gestión.

El administrador debe ejecutar el caso de uso Validar acceso.



Flujo principal

- Este caso de uso inicia cuando el administrador selecciona la opción establecer umbrales del menú principal.
- El sistema detecta la función que va a ejecutar, en este caso 'Establecer Umbrales'.
- El sistema presenta al administrador la lista de las variables de gestión con dos opciones al final de la pantalla, **Regresar** y **Salir**.
- Si elige una de las variables de gestión, subflujo S1: Establecer umbrales de la variable de gestión.
- Si elige **Regresar**, subflujo S2: Regresar a su página anterior.
- Si elige **Salir**, subflujo S3: Salir al menú principal.

Subflujos

S1: Establecer umbrales de la variable de gestión.

- El administrador selecciona una de las variables de gestión.
- El sistema presenta al administrador una pantalla con los datos de la variable de gestión: nombre de la variable, umbral máximo, umbral mínimo y una descripción de la variable. Los tres últimos datos se pueden modificar.
- El administrador establece los umbrales máximos y mínimos de la variable de gestión y modifica la descripción si lo cree necesario, después de esto selecciona una de las opciones al final de la pantalla: **Actualizar** o **Cancelar**.
- Si elige la opción **Actualizar** el sistema actualiza los datos de la variable de gestión y vuelve a la página principal(E1).
- Si elige la opción **Cancelar** el sistema cancela la operación y vuelve a la página anterior de la lista de variables de gestión.

Flujos Alternativos

E1: El sistema despliega un mensaje de error indicando que los datos no son lógicos.

- El sistema regresa a la pantalla anterior donde se establecen los umbrales.



3.1.2.4. Caso de Uso Supervisar CM

Caso De Uso: Supervisar CM

Actores: Administrador (iniciador)

Propósito: Ubicar el Cable Modem por medio de una interfaz gráfica basada en mapas y obtener su información.

Resumen:

- El administrador selecciona la opción Gestionar Cable Modem del menú principal.
- El administrador selecciona el Cable Módem deseado.
- Una vez ubicado el CM, el sistema entrega toda su información.
- El sistema muestra el estado de las variables de supervisión.

Tipo: Primario

Referencias

Cruzadas: Casos de uso: Validar Acceso, Generar mapa nodos, Generar mapa zonas, Generar mapa subzonas, Generar alarmas.

Precondiciones

El sistema debe contar con la siguiente información:

Todos los datos referentes al Cable MODEM como: Dirección IP, dirección MAC, Nombre del propietario, Dirección de casa, nodo, zona, subzona, Número del CM y los objetos con sus valores.

El administrador debe ejecutar el caso de uso: Validar acceso. Para generar los mapas se deben ejecutar los casos de uso: Generar mapa nodos, Generar mapa zonas, Generar mapa subzonas y en el caso de que hayan alarmas se debe activar el caso de uso Generar alarmas.



Flujo Principal

- Este caso de uso empieza cuando el administrador selecciona en el menú principal la opción 'Supervisar CM' en donde se presentan las opciones MAPA y MAC.
- Si elige la opción **MAPA**, Subflujo S1: Ubicar el CM por mapas
- Si elige la opción **MAC**, Subflujo S2: Ubicar el CM por la dirección MAC.

Subflujos

S1: Ubicar el CM por mapas

- El sistema detecta la función que va a ejecutar, en este caso 'supervisar CM'.
- El administrador selecciona a través de los mapas el nodo, zona y subzona donde se encuentra ubicado el CM (Esto se realiza mediante los casos de uso generar mapa nodos, generar mapa zonas, generar mapa subzonas).
- El sistema presenta al Administrador una lista de los CM que pertenecen a esa subzona con un número que lo identifica y con la dirección MAC.
- El sistema le presenta al administrador dos opciones seleccionar un CM de la lista o Regresar.
- Si el administrador selecciona un Cable Modem de la lista, subflujo S1.1: Presentar datos de CM.
- Si el administrador selecciona la opción **Regresar**, subflujo S1.2 Regresar al mapa de subzonas.

S1.1: Presentar datos de CM

- El sistema presenta los datos del CM como son: Dirección IP, Dirección MAC, Nombre de propietario, Dirección de casa, nodo, zona, subzona, número CM (asignado por el sistema), nombre CM(asignado por el sistema), alarma con su respectiva descripción(en caso de que el cable Modem este fuera de los umbrales establecidos) y las variables de supervisión (las cuales se deben seleccionar si se requiere su información).



- El administrador selecciona una de las variable de supervisión que desee o una de las dos opciones que se presentan al final de la pantalla: regresar y salir
- Si elige una de las variables de gestión, subflujo S1.1.1 Presentar datos de la variable de gestión.
- Si elige **Regresar** subflujo S1.1.2 Regresar a su página anterior.
- Si elige **Salir**, subflujo S1.1.3 Salir al menú principal.

S1.1.1 Presentar datos de la variable de gestión.

- El sistema presenta al administrador los datos de la variable de gestión seleccionada, que son: Nombre, valor actual, umbral máximo, umbral mínimo y descripción del objeto.
- El administrador selecciona cualquiera de las opciones que se encuentran al final de la pantalla: Actualizar o Salir.
- Si selecciona Actualizar, El sistema actualiza el dato 'Valor actual' por el valor más reciente de la variable de gestión.
- Si selecciona Regresar, El sistema regresa a la página anterior.

S1.1.2 Regresar a su página anterior.

- El sistema regresa a la página anterior(lista de CMs)

S1.1.3 Salir al menú principal.

- El sistema regresa al menú principal

S2: Ubicar el CM por la dirección MAC

- El sistema detecta la función que va a ejecutar, en este caso 'Supervisar CM'.
- El sistema presenta al administrador una ventana que solicita la dirección MAC del CM deseado.
- El administrador ingresa el dato y selecciona una de las dos opciones que se le presentan: **Aceptar** y **Cancelar**.



- Si elige la opción **Aceptar** se realiza el mismo procedimiento del subflujo S1.1(E1)
- Si elige la opción **Cancelar**, el sistema cancela la búsqueda del Cable Modem y regresa al menú principal.

Flujos Alternativos

E1: El sistema despliega un mensaje de error porque la dirección MAC no es valida

- El sistema regresa a su ventana anterior donde se pide la dirección MAC.

3.1.2.5. Caso de Uso Generar Estadísticas Administrador

Caso De Uso: Generar Estadísticas Administrador

Actores: Administrador (iniciador).

Propósito: Presentar estadísticas de interés de la red, nodo, zona, subzona ó CM al administrador.

Resumen:

- El administrador, selecciona la opción estadísticas del menú principal.
- El sistema solicita la región sobre la que se desea hacer las estadísticas : red, nodo, zona, subzona, o CM
- El administrador selecciona la región para las estadísticas.
- El sistema presenta un listado de estadísticas
- El administrador selecciona la estadística que desea.
- El sistema presenta las estadísticas.

Tipo: Primario

Referencias

Cruzadas: Caso de uso validar acceso.

Precondiciones

El sistema debe contar con la siguiente información:

Todos los datos referentes a las variables de gestión para la realización de las gráficas de las estadísticas.



El administrador debe ejecutar el caso de uso validar acceso.

Flujo Principal

- Este caso de uso empieza cuando el administrador selecciona en el menú principal la opción 'Estadísticas'
- El sistema presenta las opciones RED, NODO, ZONA, SUBZONA y CM las cuales indican la región sobre la que se desea hacer las estadísticas.
- El administrador selecciona una de ellas.
- El sistema presenta las opciones MAPA y Formulario (E1).
- Si elige la opción MAPA, Subflujo S1: Ubicar la región por mapas
- Si elige la opción Formulario, Subflujo S2: Ubicar la región dando el camino.

Subflujos

S1: Ubicar la región por mapas

- El sistema detecta la función que va a ejecutar, en este caso 'Estadísticas Administrador'.
- El administrador selecciona por medio de los mapas la región sobre la que desea hacer estadísticas (caso de uso generar mapa nodo, generar mapa zona, generar mapa subzona) .
- El sistema presenta una interfaz con la lista de estadísticas.
- El administrador selecciona una de ellas .
- El sistema presenta una gráfica de la estadística seleccionada con su respectiva descripción (esta gráfica se presentará frente a la lista de estadísticas).
- El sistema da la opción de seleccionar otra región (red, nodo, zona, subzona o CM) para realizar las mismas estadísticas presentando de nuevo las opciones MAPA Y Formulario.
- Si elige la opción MAPA, se repetirá el Subflujo S1.
- Si elige la opción Formulario, se repetirá el Subflujo S2.



S2: Ubicar la región dando el camino.

- El sistema presenta un formulario que solicita el Nodo, Zona, Subzona, y la MAC del CM o el nombre del CM. Los campos que no se requieran aparecerán deshabilitados, se puede llenar el campo de la MAC o el nombre del CM, no son necesario los dos datos.
- Si se ha seleccionado nodo en el flujo principal, el administrador debe llenar en el formulario solamente el número del nodo, los campos zona, subzona, MAC y nombre del CM aparecerán deshabilitados ya que no se requieren.
- Si se ha seleccionado en el flujo principal zona, el administrador debe llenar en el formulario el campo del nodo y zona, los campos subzona, MAC y nombre del CM aparecerán deshabilitados ya que no se requieren.
- Si en el flujo principal se ha seleccionado subzona, el administrador debe llenar en el formulario el campo del nodo, zona y subzona, los campos MAC y nombre del CM aparecerán deshabilitados ya que no se requieren.
- Si en el flujo principal se ha seleccionado CM, el administrador debe llenar en el formulario el campo MAC o nombre del CM (con cualquiera de estos dos datos es suficiente debido a que estos datos son únicos) los campos nodo, zona y subzona aparecerán deshabilitados ya que no se requieren.
- El administrador selecciona una de las opciones que se presentan al final del formulario: **Aceptar** ó **Cancelar**.
- Si elige **Aceptar** subflujo S2.1: Presentar estadísticas
- Si elige **Cancelar** Subflujo S2.2: Cancelar estadísticas

S2.1: Presentar estadísticas

- El sistema presenta una interfaz con la lista de estadísticas.
- El administrador selecciona una de ellas .
- El sistema presenta una gráfica de la estadística seleccionada con su respectiva descripción (esta gráfica se presentará frente a la lista de estadísticas).
- El sistema da la opción de seleccionar otra región (red, nodo, zona, subzona o CM) para realizar las mismas estadísticas presentando de nuevo las opciones MAPA Y Formulario.



- Si elige la opción MAPA, se repetirá el Subflujo S1.
- Si elige la opción Formulario, se repetirá el Subflujo S2.

Flujos Alternativos

E1: Si elige RED se presenta inmediatamente la lista de estadísticas.

En el caso de que el administrador seleccione la opción RED, el sistema presenta inmediatamente la lista de las estadísticas y el resto del proceso sigue igual como se explicó anteriormente.

3.1.2.6. Caso de Uso Modificar CM

Caso de uso: Modificar CM

Actores: Administrador (Iniciador).

Propósito: Modificar un CM de una zona específica.

Resumen:

- El Administrador ingresa los datos del CM que desea modificar.
- El sistema verifica si la información del CM es correcta.
- El sistema modifica los datos del CM.

Tipo: Primario.

Referencia: Caso de Uso: Validar Acceso, Generar mapa nodos, Generar mapa zonas, Generar mapa subzonas, Generar alarmas.

Precondiciones.

El sistema debe contar con toda la información necesaria del CM.

El Administrador debe haber ejecutado el caso de uso Validar Acceso.

El Administrador debe haber adicionado previamente el CM.

Flujo Principal

- Este caso de uso empieza cuando el Administrador elige en el menú principal del sistema la opción Modificar CM.



- El sistema presenta al administrador un submenú con las opciones: Mapa, MAC, Nombre CM.
- Si elige Mapa, subflujo S1: Busca el CM a través del Mapa y modifica los datos.
- Si elige MAC, Subflujo S2: Buscar MAC y modifica los datos.
- Si elige Nombre CM, Subflujo S3: Buscar Nombre del CM y modifica los datos.

S1: Busca el CM a través del Mapa y modifica los datos.

- El sistema detecta la función que va a ejecutar, en este caso 'Modificar CM'.
- El Administrador elige mediante los mapas el camino donde se encuentra el CM a modificar (esto es realizado mediante los caso de uso: Generar mapa nodos, Generar mapa zonas y Generar mapa subzonas) .
- El sistema presenta una lista de CMs de la subzona seleccionada con las opciones: Regresar o Salir
- Si elige la opción Regresar irá nuevamente a la página de las subzonas.
- Si elige la opción Salir irá al menú principal.
- El Administrador elige un CM de la lista.
- El sistema presenta un formulario de modificación con los datos del CM que puede modificar: Nombre del Propietario, Dirección, Teléfono, Día de la Instalación, Dirección IP, Nodo, Zona y Subzona.
- El Administrador modifica los datos según lo requiera.
- El administrador selecciona una de las opciones que se encuentra al final del formulario: **Continuar** o **Cancelar** .
- Si elige la opción **Continuar**, Subflujo S1.1: Confirmación de los datos del CM .
- Si elige la opción **Cancelar**, Subflujo S1.2: Cancelar operación.

S1.1: Confirmación de los datos del CM

- El sistema verifica los datos del CM (E1)



- El sistema presenta los datos del CM al Administrador en un formulario de confirmación.
- El Administrador selecciona una de las opciones que se encuentra al final del formulario: Actualizar o Modificar.
- Si elige la opción Actualizar los datos serán modificados en el sistema.
- El sistema asigna los datos: el Número del CM y Nombre del CM.
- Si elige la opción Modificar volverá al formulario de modificación mencionado en el subflujo S1

S1.2: Cancelar operación

- El sistema no realiza ninguna operación
- Regresa a la lista de CMs.

S2: Buscar MAC y modifica los datos

- El sistema presenta al Administrador un formulario que solicita la dirección MAC.
- El administrador llena los datos y selecciona una de las opciones que se encuentran al final del formulario: **Aceptar** o **Cancelar**.
- Si elige **Aceptar** realiza el mismo procedimiento del subflujo S1 (volverá al formulario de modificación mencionado en el subflujo S1).
- Si elige **Cancelar** no realiza ninguna operación y volverá a la página principal.

S3: Buscar el Nombre del CM y modifica los datos

- Este subflujo realiza el mismo procedimiento que el anterior (S2), pero lo único que cambia es la MAC por el Nombre del CM.

3.1.2.7. Caso de Uso Eliminar CM

Caso de uso:	Eliminar CM.
Actores:	Administrador (Iniciador).
Propósito:	Eliminar un CM de una región específica.



Resumen:

- El sistema pide información del CM al Administrador
- El Administrador ingresa la información correspondiente al CM (nodo, Zona, Subzona, Nombre CM o dirección MAC) que desea eliminar.
- El sistema verifica e informa si el CM existe o no.
- El sistema borra el CM.

Tipo: Primario.

Referencia

Cruzadas: Caso de Uso: Validar Acceso, Generar mapa nodos, Generar mapa zonas, Generar mapa subzonas, Generar alarmas.

Precondiciones

El sistema debe contar con toda la información necesaria del CM.

El Administrador debe haber ejecutado el caso de uso Validar Acceso.

El Administrador debe haber adicionado previamente el CM.

Flujo principal

- Este caso de uso empieza cuando el Administrador elige en el menú principal del sistema la opción Eliminar CM.
- El sistema le presenta un submenú con las opciones Mapa, MAC y Nombre del CM.
- Si elige Mapa Subflujo S1: Eliminar CM a través de MAPA
- Si elige MAC Subflujo: S2: Eliminar CM a través de la MAC
- Si elige Nombre CM S3: Eliminar CM a través del Nombre del CM.

Subflujos:

S1: Eliminar CM a través de Mapa

- El sistema detecta la función que va a ejecutar, en este caso 'Eliminar CM'.



- El Administrador elige mediante los mapas el camino donde se encuentra el CM a eliminar (Caso de uso: Generar mapa nodos, Generar mapa zonas, Generar mapa subzonas)
- El sistema presenta la lista de CMs de la subzona seleccionada con las opciones: Regresar o Salir
- Si elige la opción Regresar ira nuevamente a la pagina de las subzonas.
- Si elige la opción Salir ira al menú principal.
- Si elige un CM, el sistema presenta un formulario con los datos del CM a eliminar y con dos opciones: **Eliminar** o **Cancelar**.
- Si elige **Eliminar** Subflujo S1.1 : Eliminar CM.
- Si elige **Cancelar** Subflujo S1.2: Cancela la operación.

S1.1: Eliminar CM

- El sistema presenta al Administrador una ventana con la confirmación que el CM ha sido eliminado y una opción Regresar Menú Principal.
- Si elige esta opción regresa al menú principal.

S1.2: Cancelar operación.

- El sistema no realiza ninguna operación
- Regresa al formulario de la lista de CM .

S2: Eliminar CM a través de la MAC

- El sistema detecta la función que va a ejecutar, en este caso 'Eliminar CM'.
- El sistema presenta al Administrador un formulario pidiendo la dirección MAC del CM a eliminar.
- El administrador introduce la MAC del CM y selecciona una de las opciones que se encuentra al final del formulario: **Aceptar** o **Cancelar**
- Si selecciona **Cancelar** vuelve a la página principal.
- Si selecciona **Aceptar** el sistema presenta un formulario con los datos del CM a eliminar y con dos opciones **Eliminar** o **Cancelar** (E1).
- Si elige **Eliminar** realiza el mismo procedimiento del subflujo S1.1
- Si elige **Cancelar** realiza el mismo procedimiento del subflujo S1.2



E1: El sistema despliega un mensaje informando que el CM no existe

- Regresa al formulario de la MAC

S3: Eliminar CM a través del Nombre del CM.

- Este subflujo realiza el mismo procedimiento que el anterior (S2), pero lo único que cambia es la MAC por el Nombre del CM.

3.1.2.8. Caso de Uso Buscar CM

Caso de uso: Buscar CM

Actores: Administrador (Iniciador).

Propósito: Buscar un CM.

Resumen:

- El Administrador ingresa los datos del CM (nodo, Zona, Subzona o Nombre del usuario) al que desea Buscar.
- El sistema verifica si la información del CM es correcta.
- El sistema entrega el resultado

Tipo: Secundario.

Referencia

Cruzadas: Caso de Uso: Validación usuario.

Precondiciones.

El sistema debe contar con toda la información necesaria del CM.

El Administrador debe haber ejecutado el caso de uso Validar Acceso.

El Administrador debe haber adicionado previamente el CM.

Flujo principal

- Este caso de uso empieza cuando el administrador elige en el menú principal del sistema la opción buscar CM.
- El sistema presenta un formulario al Administrador con los siguientes datos: Nodo, Zona, Subzona o Nombre de usuario.



- El Administrador llena los datos correspondientes y seleccionará una de las opciones que se encuentran al final del formulario: **Aceptar** o **Cancelar**.
- Si elige **Aceptar**, subflujo S1: Verificación y despliegue de información.
- Si elige **Cancelar**, subflujo S2: Cancelar operación.

S1: Verificación y despliegue de información.

- El sistema Verifica los datos (E1).
- Si el Administrador llena únicamente el campo Nodo aparecerán todos los CMs de ese nodo.
- Si el Administrador llena únicamente los campos Nodo y Zona aparecerán todos los CMs de esa zona.
- Si el Administrador llena únicamente los campos Nodo, Zona y Subzona aparecerán todos los CMs de esa Subzona.
- Si el Administrador llena únicamente el campo Nombre de Usuario aparecerán todos los CMs que tienen el nombre de ese usuario.
- El sistema presenta al Administrador una tabla con los siguientes campos: Dirección MAC, Dirección IP, Nombre del CM y Nombre de Usuario.

S2: Cancelar operación

- El sistema no realiza ninguna operación
- Regresa a la página principal.

E1: El sistema despliega un mensaje informando que los datos introducidos tienen error

- El sistema regresa al formulario de búsqueda.

3.1.2.9. Caso de Uso Generar Alarma

Caso De Uso: Generar Alarma

Actores: CM (iniciador).



Propósito: Generar alarmas visuales en el momento en que las variables de gestión de un CM se salgan de los umbrales preestablecidos.

Resumen:

- El sistema captura el valor de la variable de gestión
- El sistema detecta que la variable de gestión de un Cable Modem se ha salido de los umbrales.
- El sistema despliega una alarma visual en el CM o en la región del mapa que se visualice en pantalla.

Tipo: Primario.

Referencias

Cruzadas: Caso de uso Generar mapa nodos, Generar mapa zonas , Generar mapa subzonas, Establecer umbrales.

Precondiciones

El sistema debe contar con los siguientes datos:

Variables de gestión, valores de los umbrales máximos y mínimos de dichas variables, dirección MAC del Cable Modem

El administrador debe ejecutar los caso de uso Generar mapa nodos, Generar mapa zonas ,Generar mapa subzonas (para poder visualizar la alarma generada) y el caso de uso Establecer umbrales

Flujo Principal

- Este caso de uso inicia cuando alguna variable de gestión de cualquier CM se sale de los umbrales preestablecidos.
- El sistema lee la variable de gestión del CM.
- El sistema detecta que sus valores están fuera de los umbrales preestablecidos.
- El sistema hace variar el color (rojo) de la región donde se encuentra el CM que generó la alarma, en el mapa de los nodos se activará un nodo, en el de las zonas una zona, en el de las subzonas una subzona y en el caso de que se presente una lista de CM , cambiará el color del CM.



- La región quedará en un color (rojo) de alerta hasta que el valor de la variable de gestión este de nuevo dentro de los umbrales preestablecidos.

3.1.2.10. Caso de Uso Generar Mapa Nodos

Caso De Uso: Generar Mapa Nodos

Actores: Administrador (iniciador).

Propósito: Que el administrador pueda seleccionar de forma gráfica un nodo.

Resumen:

- El sistema presenta al Administrador un mapa dividido en los nodos ópticos que componen la red.
- El administrador selecciona un nodo.
- El sistema captura el dato del nodo.

Tipo: Primario.

Referencias

Cruzadas: Caso de uso Validar acceso, Adicionar CM, Generar estadísticas administrador, Supervisar CM, Eliminar CM o Modificar CM .

Precondiciones

El administrador debe ejecutar cualquiera de los casos de uso: Validar acceso, Adicionar CM, Generar estadísticas administrador, Supervisar Cable Modem, Eliminar CM, Modificar CM o Buscar CM.

Flujo Principal

- Este caso de uso empieza una vez el administrador haya sido validado en el sistema, o cuando se selecciona la opción MAPA en cualquiera de los casos de uso Adicionar CM, Generar estadísticas administrador, Supervisar CM, Eliminar CM o Modificar CM.
- El sistema presenta al administrador el mapa de la ciudad de Cali dividido en los nodos ópticos que compone la red.



- El administrador selecciona el nodo que desee.
- El sistema captura el dato del nodo seleccionado.

3.1.2.11. Caso de Uso Generar Mapa Zonas

Caso De Uso: Generar Mapa Zonas

Actores: Administrador (iniciador).

Propósito: Que el administrador pueda seleccionar de forma gráfica la zona de un nodo.

Resumen:

- El sistema presenta al Administrador el mapa del nodo seleccionado dividido en zonas
- El administrador selecciona un zona
- El sistema captura el dato de la zona.

Tipo: Primario.

Referencias

Cruzadas: Caso de uso Generar mapa nodos

Precondiciones

El administrador debe ejecutar el caso de uso Generar mapa nodos

Flujo Principal

- Este caso de uso empieza cuando el administrador selecciona un nodo en el mapa de los nodos.
- El sistema presenta al administrador el mapa del nodo dividido en las zonas que lo componen.
- El administrador selecciona la zona que desee.
- El sistema captura el dato de la zona seleccionada.



3.1.2.12. Caso de Uso Generar Mapa Subzonas

Caso De Uso: Generar Mapa Subzonas

Actores: Administrador (iniciador).

Propósito: Que el administrador pueda seleccionar de forma gráfica la subzona de una zona.

Resumen:

- El sistema presenta al Administrador el mapa de la zona seleccionada dividida en subzonas
- El administrador selecciona un subzona
- El sistema captura el dato de la subzona.

Tipo: Primario.

Referencias

Cruzadas: Caso de uso Generar mapa zonas.

Precondiciones

El administrador debe ejecutar el caso de uso Generar mapa zonas.

Flujo Principal

- Este caso de uso empieza cuando el administrador selecciona una zona en el mapa de las zonas.
- El sistema presenta al administrador el mapa de la zona dividido en las subzonas que lo componen.
- El administrador selecciona la subzona que desee.
- El sistema captura el dato de la subzona seleccionada.

2.1.2.13. Caso de Uso Generar Estadísticas Usuario

Caso De Uso: Generar Estadísticas Usuario

Actores: Usuario (iniciador)

Propósito: Dar información estadística al usuario de su CM.



Resumen:

- El sistema presenta al usuario una interfaz con las opciones: estadísticas del mes anterior y del mes actual.
- El administrador selecciona una de ellas.
- El sistema presenta las estadísticas de su CM con su respectiva descripción.

Tipo: Primario.

Referencias

Cruzadas: Caso de uso Validar acceso.

Precondiciones

El sistema debe contar con la siguiente información:

El rol de la persona que ingresa al sistema, los datos del CM y los datos de sus variables de gestión.

El usuario debe ejecutar el caso de uso Validar acceso.

Flujo Principal

- Este caso de uso empieza una vez el usuario haya introducido bien los datos de login y password en el caso de uso Validar acceso.
- El sistema presenta una interfaz con las opciones: Estadísticas mes actual y Estadísticas mes anterior.
- Si selecciona estadísticas Mes actual , subflujo S1: presentar estadísticas mes actual.
- Si selecciona estadísticas Mes anterior , subflujo S2: presentar estadísticas mes anterior.

Subflujos

S1: presentar estadísticas mes actual.

- El sistema presenta al usuario una lista de estadísticas.
- El usuario selecciona la estadística.



- El sistema presenta de forma gráfica la estadística del CM del mes actual con su respectiva descripción.

S2: presentan estadísticas mes anterior.

- El sistema presenta al usuario una lista de estadísticas.
- El usuario selecciona la estadística.
- El sistema presenta de forma gráfica la estadística del CM del mes anterior.

3.1.2.14. Caso de Uso Cambiar Password

Caso de uso: Cambiar Password

Actores: Administrador (Iniciador), Usuario (Iniciador)

Propósito: Cambiar el password de Administrador y Usuario.

Resumen:

- El Administrador o Usuario ingresa los datos para cambiar el password.
- El sistema verifica si la información introducida es correcta.
- El sistema entrega el resultado.

Tipo: Primario.

Referencias

Cruzadas: Caso de uso: Validar Acceso

Precondiciones.

Información Administrador y Usuario: Password Antigo y Login

Flujo Principal

- Este caso de uso empieza cuando el Administrador o Usuario elige en el menú principal del sistema la opción Cambiar Password.
- El sistema presenta un formulario con los siguientes datos: Password Antigo y Password Nuevo y Repita Password.
- El Administrador o Usuario llena los datos y selecciona una de las opciones que se encuentra al final del formulario: **Aceptar** o **Cancelar**.



- Si elige la opción **Aceptar** el sistema cambia el password (E1)
- Si elige la opción **Cancelar** no se realiza ninguna operación y regresa a la página principal.

Flujos Alternativos

E1: El sistema despliega un mensaje informando que los datos introducidos tienen error

- El sistema regresa a la página principal.

3.1.5. Diagrama de Casos de Uso

La figura 3.2 representa el diagrama de caso de uso y la relación con sus actores.

3.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA

3.2.1. Identificación de Clases

Las clases que se escogieron según el requerimiento, son las siguientes:

- Entrada
- SNMP
- Monitoreo Parámetro
- Alarmas
- Supervisor
- Parámetro
- Mapa
- Usuario
- CM
- Estadísticas
- Estadísticas Usuarios
- Password



- Borrar BD

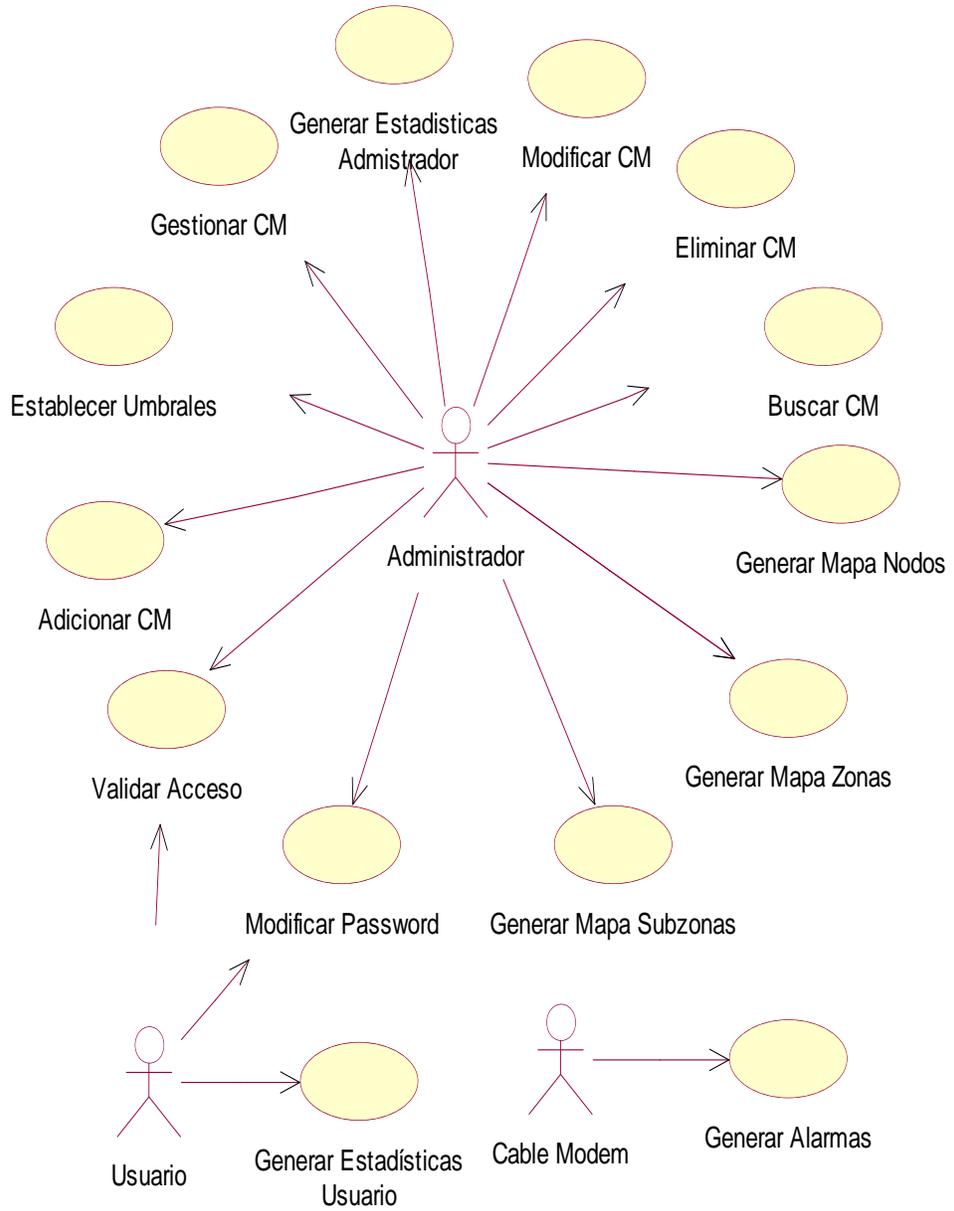


Figura 3. 2. Diagrama de Casos de Uso



3.2.2. Identificación de Atributos y Operaciones

El propósito de una clase es contener la declaración de una colección de métodos, operaciones y atributos que describen completamente la estructura y conducta de los objetos instanciados.

A continuación se describe las clases con sus operaciones y atributos:

3.2.2.1. Clase Entrada

Esta clase, figura 3.3, representa la entrada que permite al usuario o root ingresar al sistema. Los atributos de esta clase son: Login, representa la identificación del usuario o del root en el sistema; Password, representa la clave que el usuario o el root utiliza para poder ingresar al sistema.

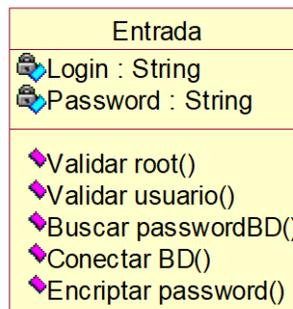


Figura 3. 3. Clase Entrada

Sus operaciones son: Validar root(), determina si la persona que esta ingresando al sistema esta autorizada para realizar las operaciones del administrador; Validar usuario(), determina si el usuario que esta ingresando se encuentra registrado en el sistema; Buscar passwordBD(), busca el password del usuario registrado; Conectar BD(), hace una conexión a la base de datos; Encriptar password(), se encarga de encriptar el password para que las funciones de validación puedan realizar sus operaciones de manera adecuada.



3.2.2.2. Clase SNMP

Esta clase, figura 3.4, representa el acceso al CM a través de requerimientos SNMP. Entre sus atributos se encuentran: IP, identifica el CM a supervisar; Nombre_parametro identifica el parámetro a supervisar.

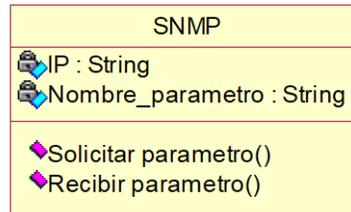


Figura 3.4. Clase SNMP

Sus operaciones son: Solicitar parámetro() se encarga de enviar el requerimiento SNMP al CM, Recibir parámetro() se encarga de recibir los datos entregados por el CM.

3.2.2.3 Clase Monitoreo Parámetro

Esta clase, figura 3.5, representa el monitoreo de los parámetros a supervisar. Entre sus atributos se encuentran: MAC identifica el CM a monitorear; Nombre_parametro identifica el parámetro a monitorear; Valor _ parámetro representa el valor del parámetro moinitoreado; Fecha representa la fecha actual; Hora representa la hora actual.

Sus atributos son: Monitorear() se encarga de tomar los valores de los parámetros cada hora; Conectardb() se ocupa de hacer la conexión a la base de datos; Capturar hora() captura la hora del sistema para poder realizar el monitoreo; Capturar fecha() captura la fecha del sistema para almacenar los datos; Almacenar valores() almacena los valores tomados de cada parámetro en la base de datos.

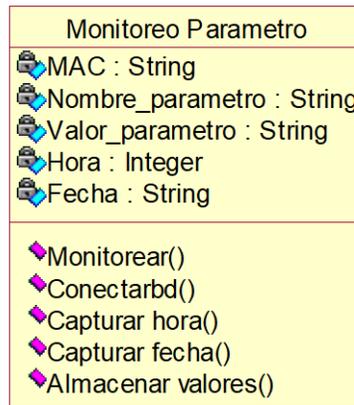


Figura 3. 5. Clase Monitoreo Parametro

3.2.2.4. Clase Alarmas

Esta Clase, figura 3.6, representa las alarmas que se activan, se registran y se despliegan cuando una variable esta fuera de sus umbrales. Estos son sus atributos: MAC identifica el CM a monitorear; Nombre_parametro identifica el parámetro a monitorear; Valor _ parámetro representa el valor del parámetro moinitoreado; Fecha representa la fecha actual; Hora representa la hora actual.

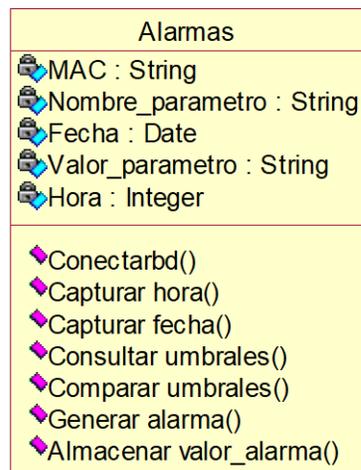


Figura 3. 6. Clase Alarmas

Sus operaciones son: Conectarbd() se ocupa de hacer la conexión a la base de datos, Capturar hora() captura la hora del sistema para poder realizar el monitoreo,



Capturar fecha() captura la fecha del sistema para almacenar los datos; Consultar umbrales() se encarga de consultar los umbrales en la base de datos; Comparar umbrales() se encarga de comparar el valor de los umbrales con el valor del parámetro monitoreado; Almacenar valores() almacena los valores de los parámetro que generaron alarma en la base de datos .

3.2.2.5. Clase Supervisor

Esta clase, figura 3.7, representa el medio que le permite al administrador o usuario observar los valores de los parámetros del CM. Los atributos de esta clase son: Fecha, representa la fecha del día en que se realiza la supervisión; hora, es la hora en que se va a realizar al supervisión; Nombre parámetro, identifica un parámetro del CM; MAC, representa la dirección MAC del CM que se va a supervisar.

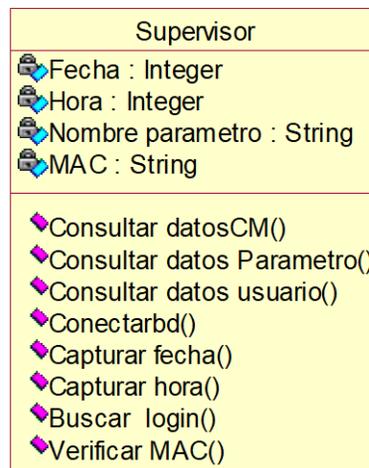


Figura 3. 7. Clase Supervisor

Sus operaciones son: Consultar datosCM(), permite tomar los datos del CM que se quiere monitorear; Consultar datos Parámetro(), se encarga de tomar los datos de un parámetro. Consultar datos usuario(), captura los datos de un usuario de la base de datos; Conectarbd(), establece la conexión con la base de datos; Capturar fecha(), toma la fecha del sistema; Capturar hora(), toma la hora del sistema; Buscar



login(), busca el login del usuario en la base de datos; Verificar MAC(), verifica si determinada MAC se encuentra en el sistema.

3.2.2.6. Clase Parámetro

Esta clase, figura 3.8, Representa los parámetros del CM que van a ser objeto de supervisión. Sus atributos son: Umbral max, es el valor máximo al que puede llegar el parámetro; Umbral min, es el valor mínimo al que puede llegar el parámetro; Nombre parámetro, es el nombre con el cual el sistema identifica al parámetro; Fecha y hora, son la fecha y la hora del momento en que supervisan los parámetros; Alarma, representa el estado del parámetro, si esta en alarma o normal; Valor, es el valor del parámetro tomado de la MIB del CM; MAC, identifica la dirección MAC del CM donde se encuentra el parámetro.

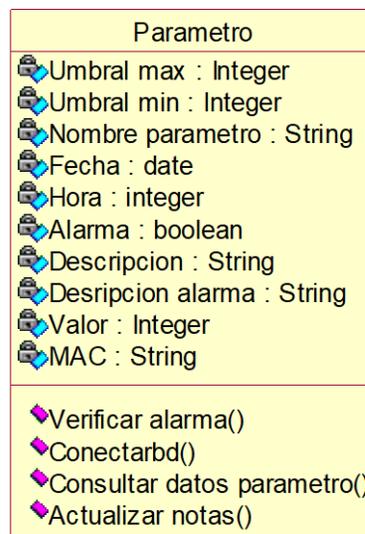


Figura 3. 8. Clase Parámetro

Entre sus operaciones se encuentran: Verificar alarma, verifica si el parámetro se encuentra en estado de alarma; Conectarbd(), realiza la conexión con la base de datos; Consultar datos parámetro(), se encarga de consultar en la base de datos todos los datos concernientes a los parámetros.



3.2.2.7. Clase Mapa

Esta clase, Figura 3.9, representa cada uno de los mapas presentados al usuario y que le permiten ubicar el CM de manera gráfica. Sus atributos son: ID Nodo, es el identificador del nodo donde se encuentra el CM ; ID Zona, es el identificador de la zona donde se encuentra el CM; ID subzona, es el identificador de la subzona donde se encuentra el CM.

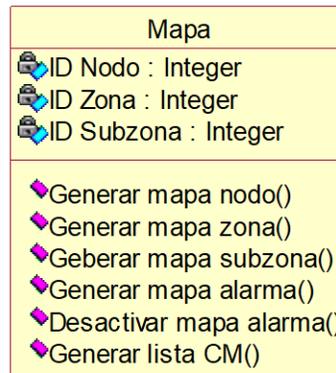


Figura 3. 9. Diagrama de la Clase Mapa

Entre sus operaciones se encuentran: Genera mapa nodo(), genera el mapa del nodo seleccionado ; Generar mapa zona(), genera el mapa de la zona seleccionada; Generar mapa subzona(), genera el mapa de la subzona seleccionada; Generar mapa alarma(), cambia de color la región que se encuentra en alarma; Desactivar mapa alarma(), cuando la alarma desaparece, esta función se encarga de volver ,el mapa, al color normal una vez la alarma desaparezca ; Generar lista CM(), genera la lista de CMs pertenecientes a la región seleccionada.

3.2.2.8. Clase Usuario

Esta clase, figura 3.10 , representa el usuario dueño del CM. Entre sus atributos se encuentran: Cedula, Apellidos, Dircasa, Dueño, Mail, Login, Teléfono, Fecha_instalación los cuales identifican al usuario del CM.

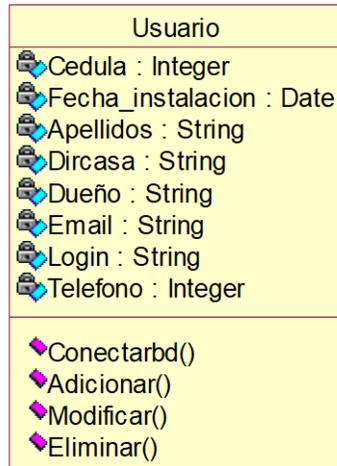


Figura 3. 10. Clase Usuario

Sus operaciones son: Conectarbd() se ocupa de hacer la conexión a la base de datos; Adicionar() se encarga de crear un usuario en la base de datos; Modificar() permite modificar los datos del usuario en la base de datos; Eliminar() se encarga de eliminar un usuario en la base de datos.

3.2.2.9. Clase CM

Esta clase, figura 3.11, representa el elemento de red que se le va hacer supervisión. Entre los atributos se encuentran: Nombre, identifica el nombre del CM; MAC representa la dirección MAC del CM; IP representa la dirección IP del CM la cual se toma para realizar la consulta de los requerimientos al CM; Login identifica el login del usuario dueño del CM; Nodo representa el nodo donde se encuentra el CM, Zona representa la zona donde se encuentra el CM; Subzona representa la subzona donde se encuentra el CM; Numero CM identifica el CM dentro de las regiones.

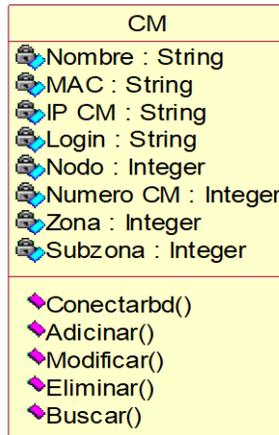


Figura 3. 11. Clase CM

Sus operaciones son: Sus operaciones son: Conectarbd() se ocupa de hacer la conexión a la base de datos; Adicionar() se encarga de crear un CM en la base de datos; Modificar() permite modificar los datos del CM en la base de datos; Eliminar() se encarga de eliminar un CM en la base de datos; Buscar() permite la búsqueda de un CM en la base de datos.

3.2.2.10. Clase Estadísticas

Esta clase, figura 3.12, representa las estadísticas que muestran el desempeño del CM. Entre los atributos se encuentran: Nombre, identifica el nombre del CM; MAC representa la dirección MAC del CM; Nombre_parametro identifica el parámetro que se le va hacer estadísticas.

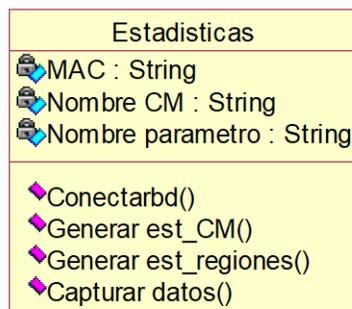


Figura 3. 12. Clase Estadísticas



Sus operaciones son: Conectarbd() se ocupa de hacer la conexión a la base de datos, Capturar datos() se encarga de extraer la información de la base de datos; Generar est_CM permite generar las gráficas de los parámetros de supervisión pertenecientes al CM; Generar est_regiones() se encarga de generar las gráficas de las regiones donde pertenecen los CMs.

3.2.2.11. Clase Estadísticas Usuario

Esta clase, figura 3.13, representa las estadísticas de consumo del usuario. Entre los atributos se encuentran: MAC representa la dirección MAC del CM perteneciente al usuario; Nombre_parametro identifica el parámetro del cual se va a establecer las estadísticas.

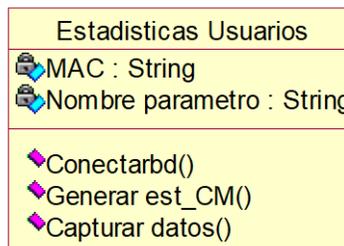


Figura 3.13. Clase Estadísticas Usuarios

Sus operaciones son: Conectarbd() se ocupa de hacer la conexión a la base de datos; Capturar datos() se encarga de extraer la información de la base de datos; Generar est_CM permite generar las gráficas de los parámetros de supervisión pertenecientes al CM.

3.2.2.12. Clase Borra BD

Esta clase, figura 3.14, representa la eliminación de los datos en la base de datos. Entre los atributos se encuentran: Fecha() representa la fecha de los datos que se van a eliminar; Nombre_parametro identifica el parámetro al que se le van a borrar los datos.

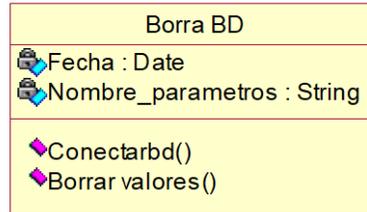


Figura 3.14. Clase Borrar BD

Sus operaciones son: Conectarbd() se ocupa de hacer la conexión a la base de datos; Borrar valores() se encarga de eliminar los datos que lleven más de dos meses almacenados en la base de datos.

3.2.2.13. Clase Password

Esta clase, figura 3.15, representa la clave que le permite al usuario y al administrador ingresar al sistema. Sus atributos son: Login usr, es el login al cual esta asociado el password; Password antiguo, es la clave que tiene almacenada el administrador o el usuario en la base de datos y que les permite ingresar al sistema; Password nuevo, es el password que reemplaza al almacenado en la base de datos, se utiliza cuando el usuario o root va a modificar su password.

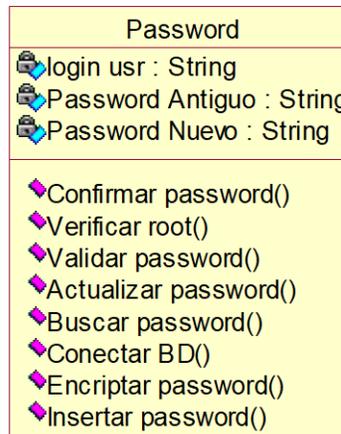


Figura 3. 15. Diagrama de la Clase Password



Entre sus operaciones se encuentran: Confirmar password(); compara si dos password son iguales, es utilizado normalmente cuando el usuario va a cambiar el password y se requiere que ingrese dos veces el nuevo; Verificar root(), verifica si a la persona que ingreso se le deben dar los privilegios de acceso del administrador del sistemas ; Validar Password(), se encarga de verificar si el password es valido, es decir si se encuentra en la base de datos y corresponde al root o usuario que ingreso; Actualizar password(), actualiza el password en la base de datos ; Buscar password(), busca un password en la base de datos; Conectar BD(), realiza la conexión a la base de datos; Encriptar password(), se encarga de encriptar los password; Insertar password(), inserta el password en la base de datos.

3.2.3. Diagrama Entidad Relación

Después de haber hecho la captura del requerimiento y el establecimiento de las diferentes clases, se realizó el diagrama entidad relación (figura ¿??), que permite esquematizar el flujo de la información en la aplicación lo que conlleva directamente al diseño de la base de datos.

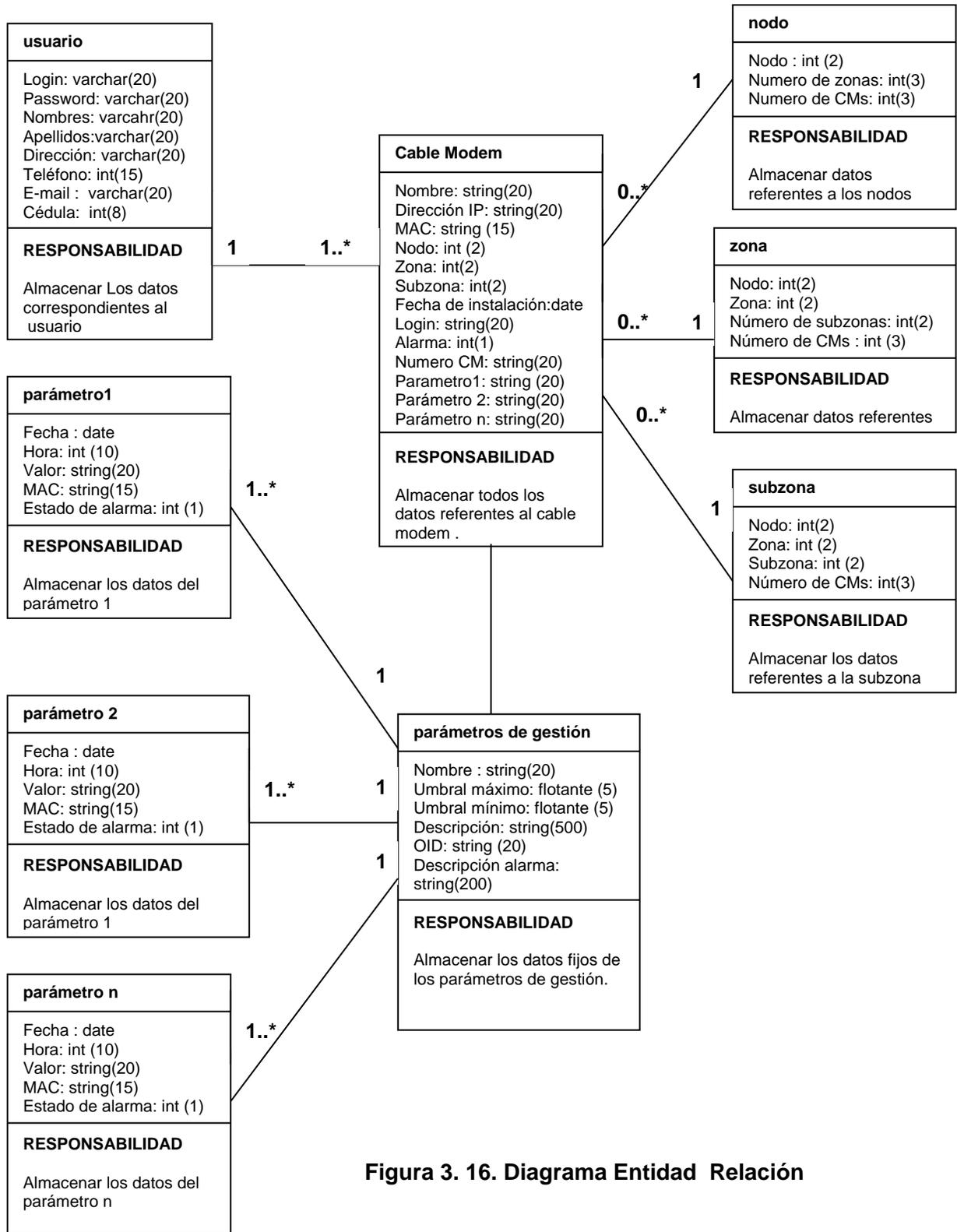


Figura 3. 16. Diagrama Entidad Relación



3.3. DISEÑO DEL SISTEMA

En el diagrama de secuencia aparecen desplegados de manera horizontal los objetos que participan en la interacción, y cada uno de ellos tiene un eje vertical que corresponde al tiempo. Los mensajes entre los objetos se representan mediante flechas etiquetadas con el nombre de la operación, la señal o la acción de la interacción correspondiente.

A continuación se realizan los diagramas de secuencia según el caso de uso:

3.3.1 Diagrama de Secuencia Caso de Uso Validar Acceso

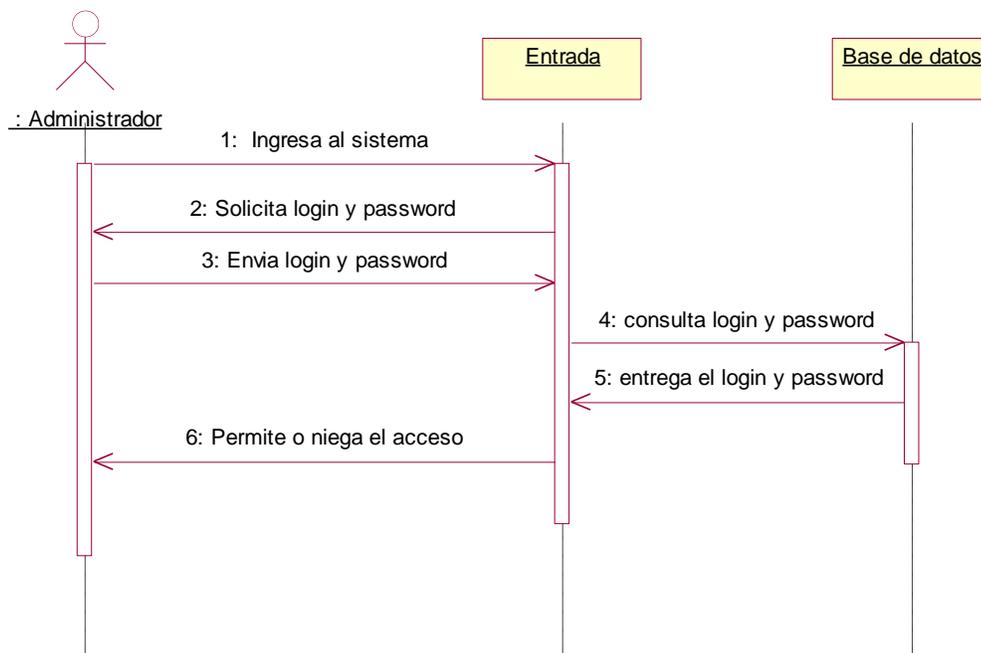


Figura 3.17. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Validar Acceso



3.3.2. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Adicionar CM

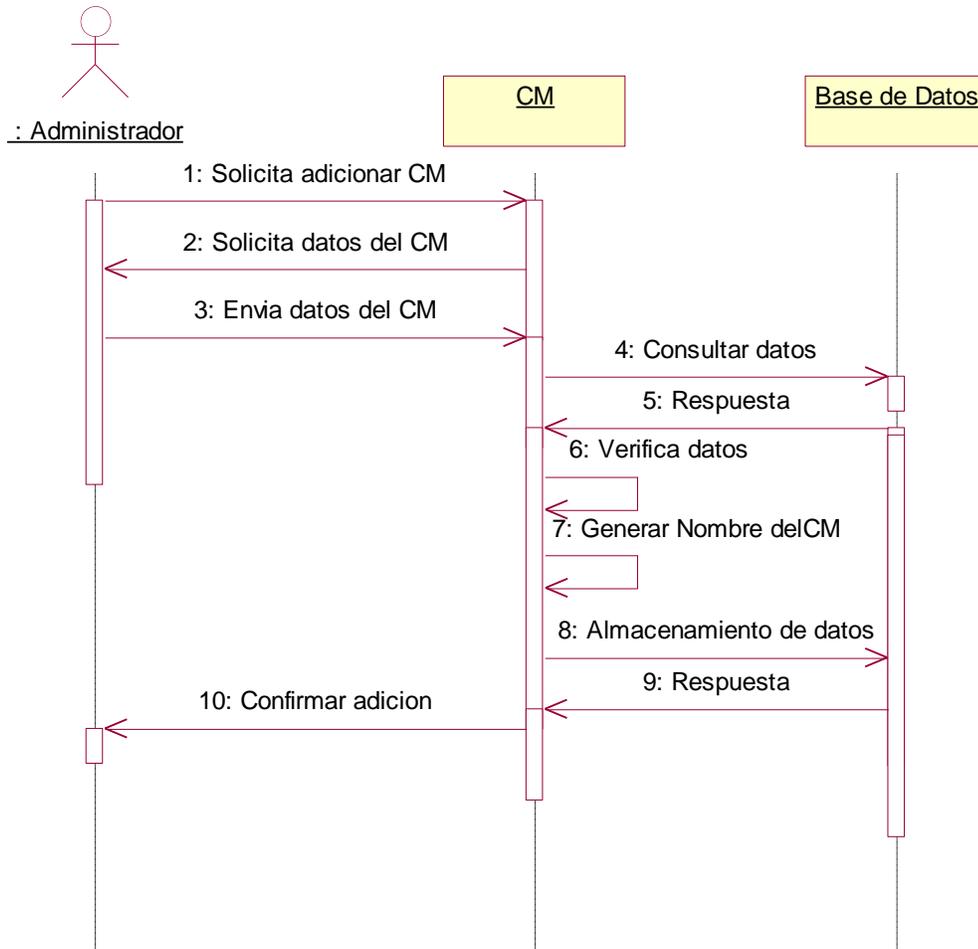


Figura 3.18. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Adicionar CM



3.3.3. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Establecer Umbrales

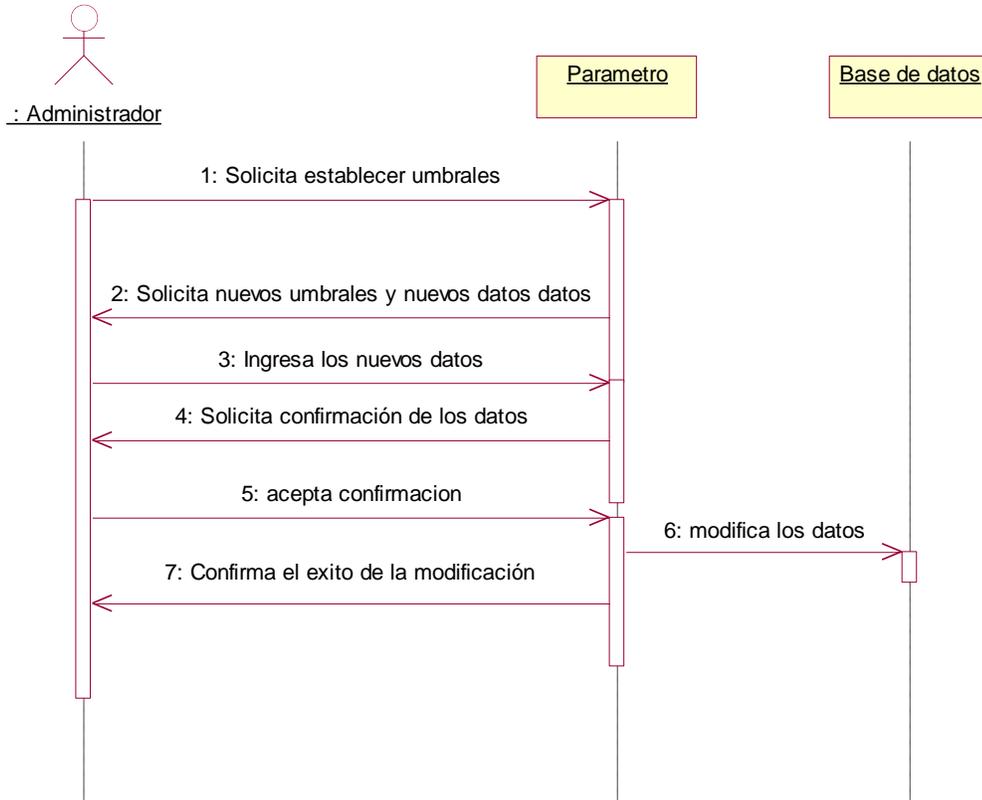


Figura 3.19. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Establecer Umbrales



3.3.4. Diagrama de secuencia caso de uso supervisar CM

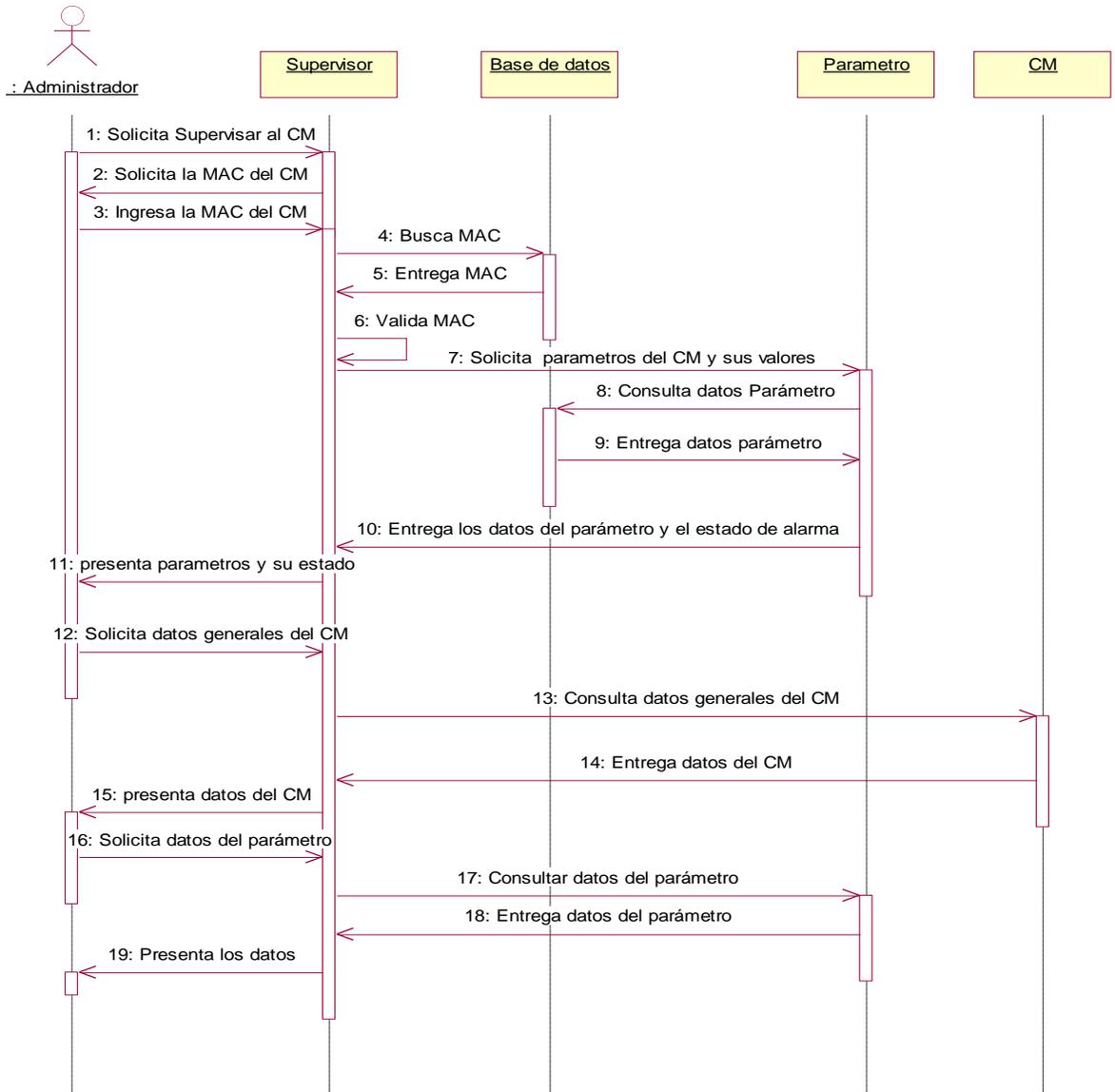


Figura 3.20. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Supervisar CM



3.3.5. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Estadísticas Administrador.

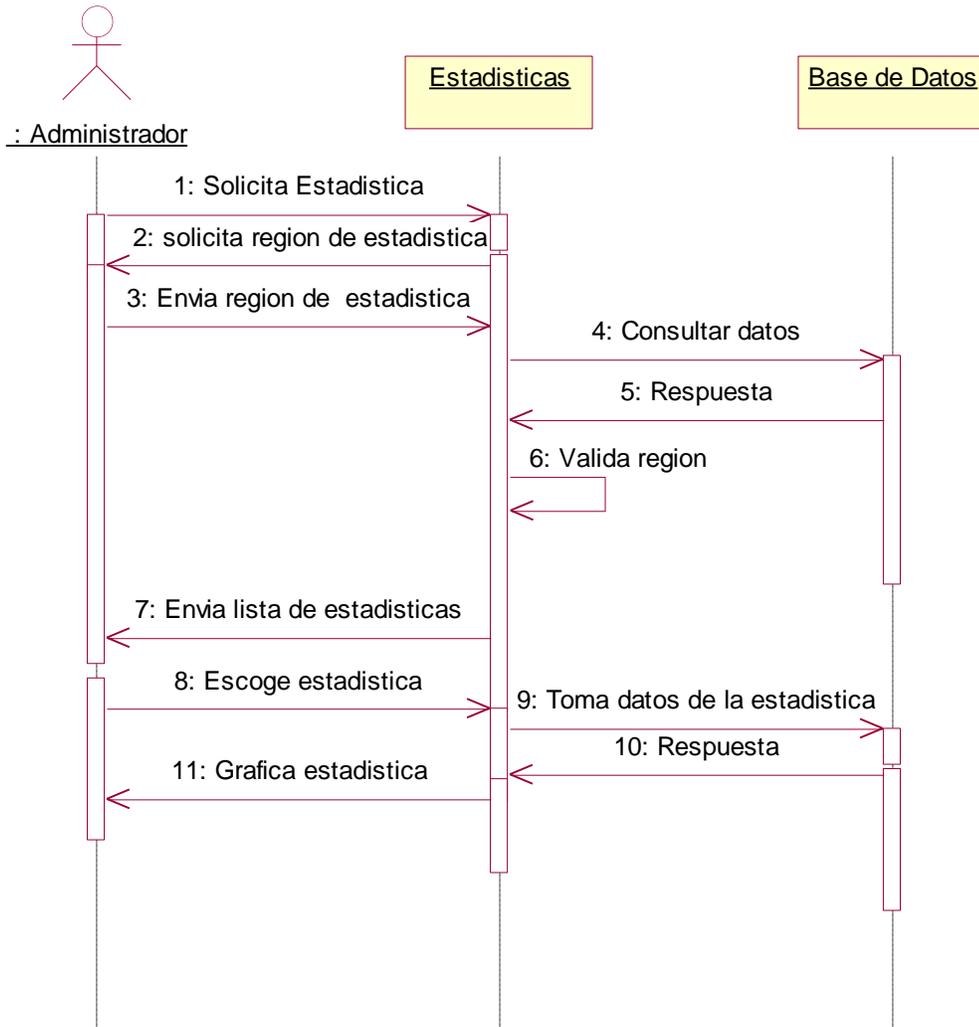


Figura 3.21. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Estadísticas Administrador



3.3.6. Diagrama de secuencia caso de uso modificar CM

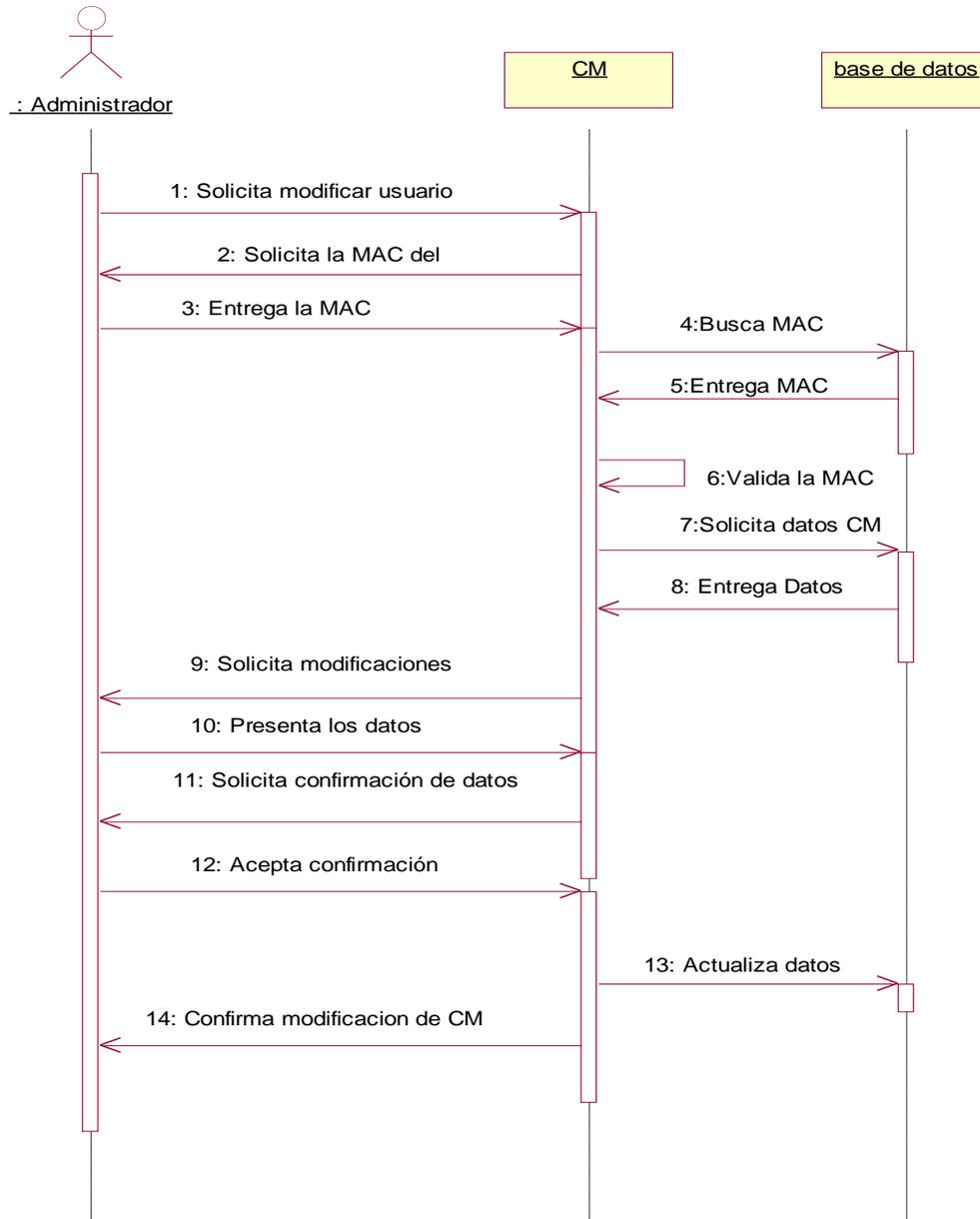


Figura 3.22. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Modificar CM



3.3.7. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Eliminar CM

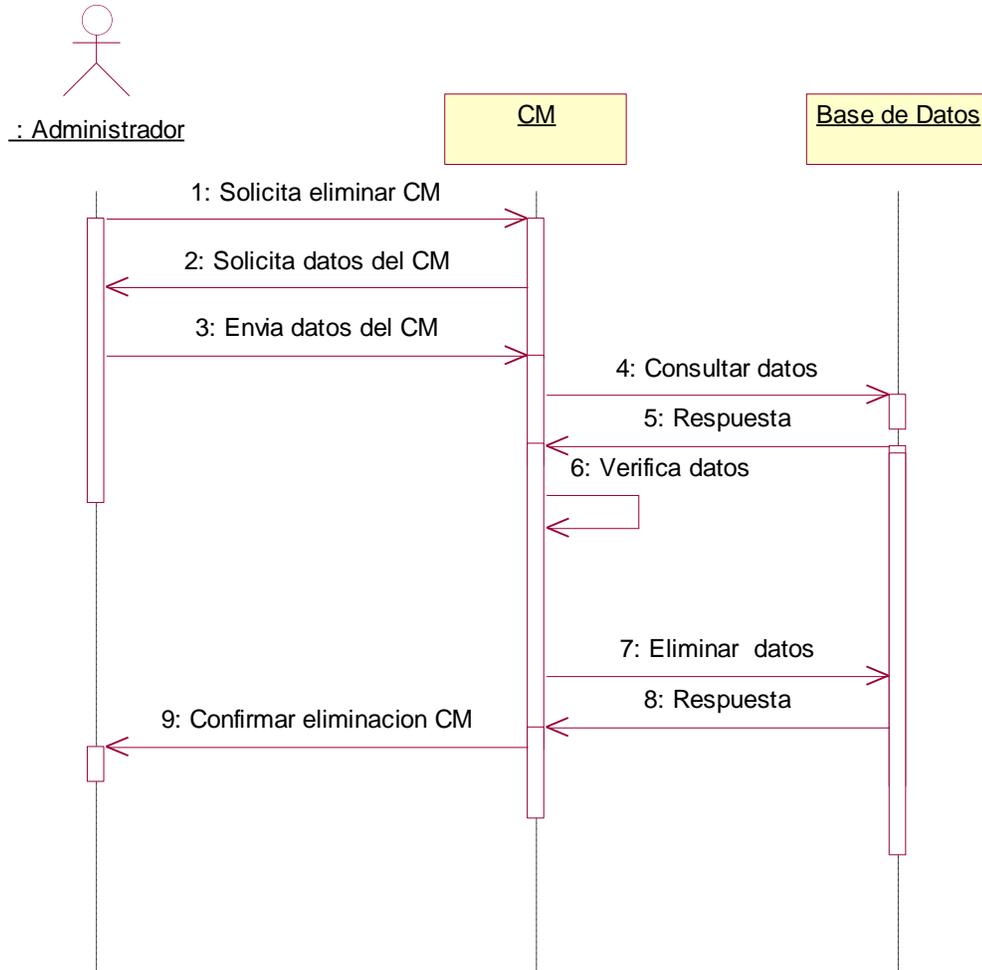


Figura 3.23. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Eliminar CM



3.3.8. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Alarma

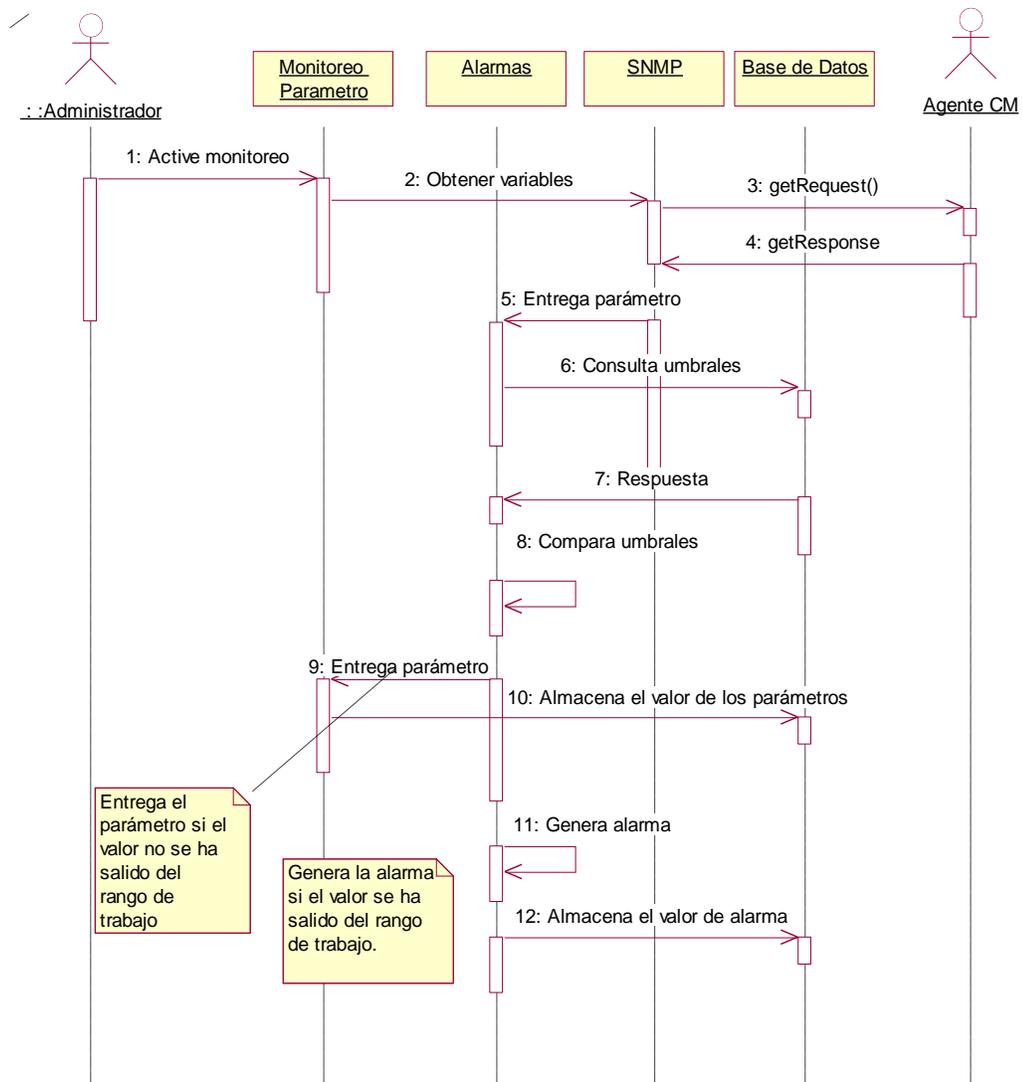


Figura 3.24. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Alarma



3.3.9. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Buscar CM

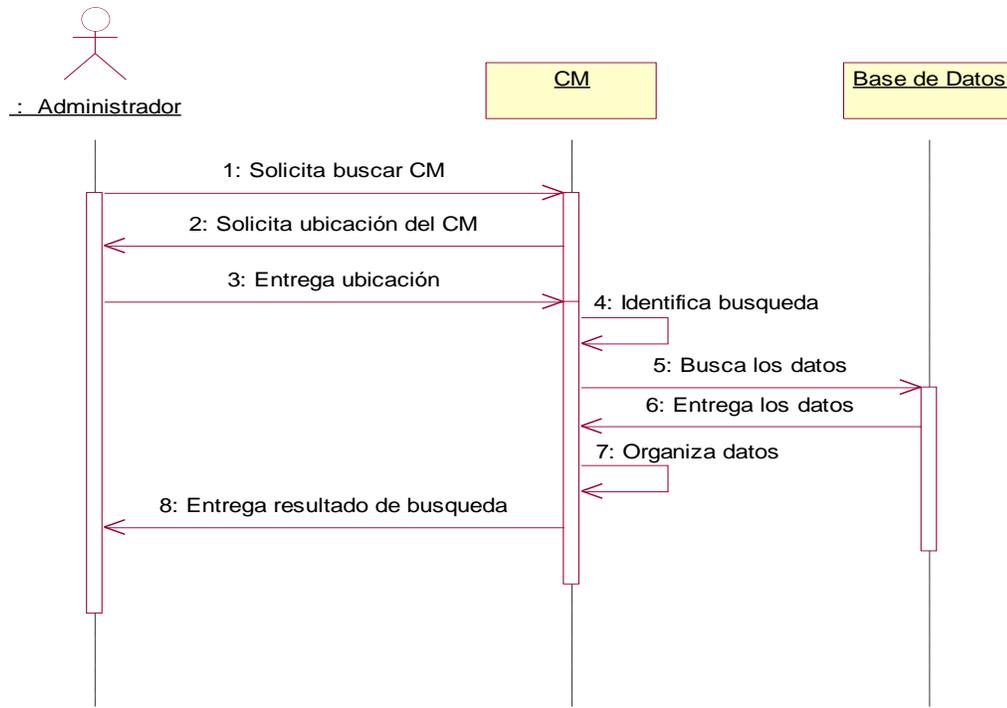


Figura 3.25. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Buscar CM

3.3.10. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Mapas Nodos

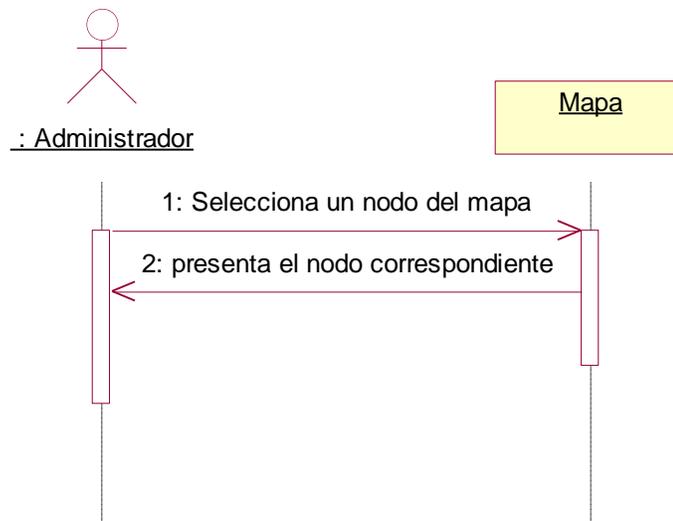


Figura 3.26. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Mapas Nodos



3.3.11. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Mapas Zonas

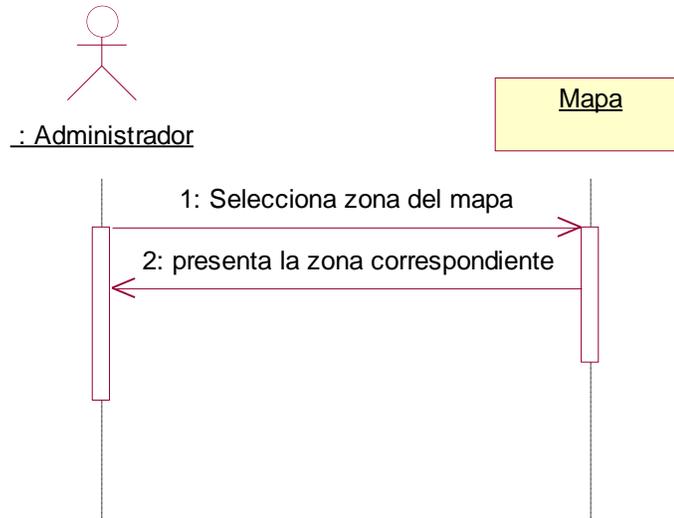


Figura 3.27. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Mapas Zonas

3.3.12. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Mapas Subzonas

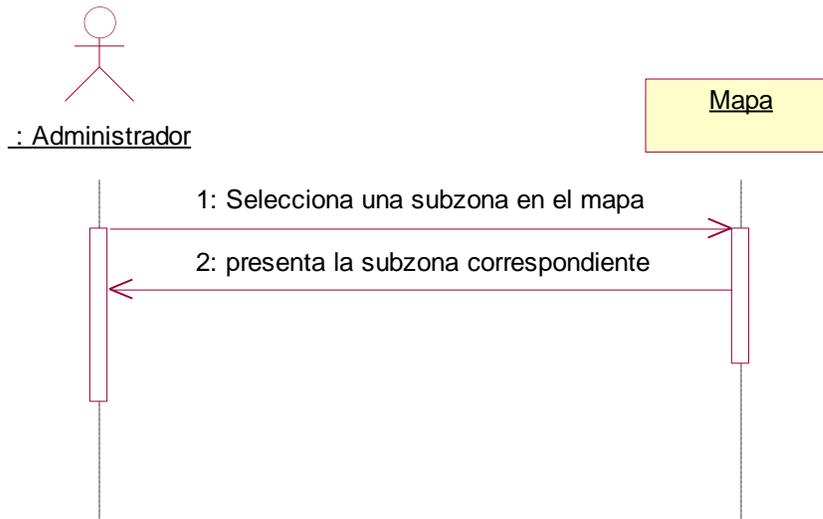


Figura 3.28. Diagrama de secuencia caso de uso generar mapas subzonas



3.3.13. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Estadísticas Usuario

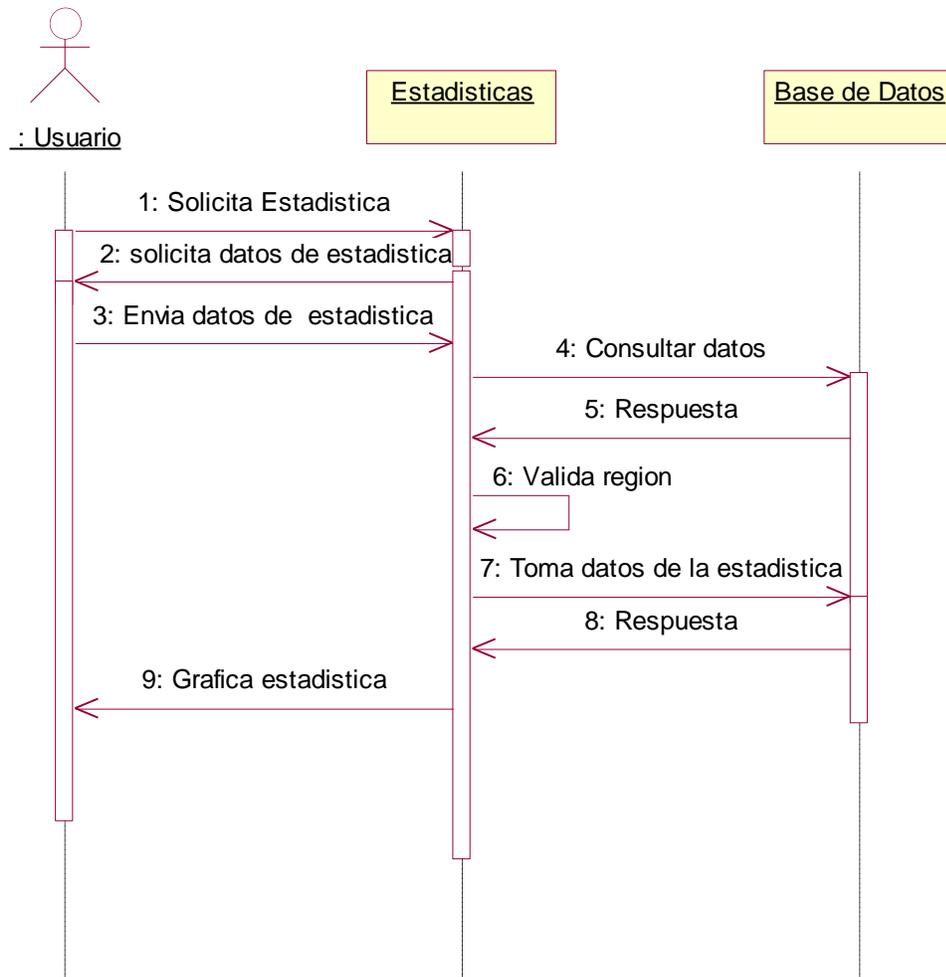


Figura 3.29. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Generar Estadísticas Usuario



3.3.14. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Cambiar Password

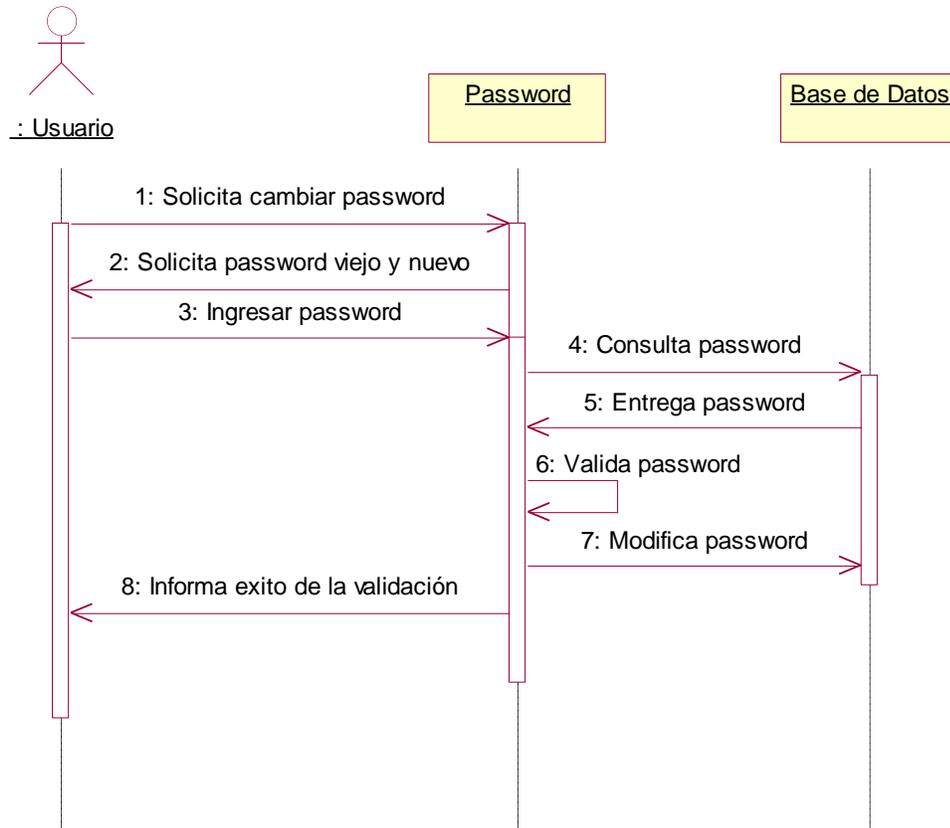


Figura 3.30. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Cambiar Password de Administrador

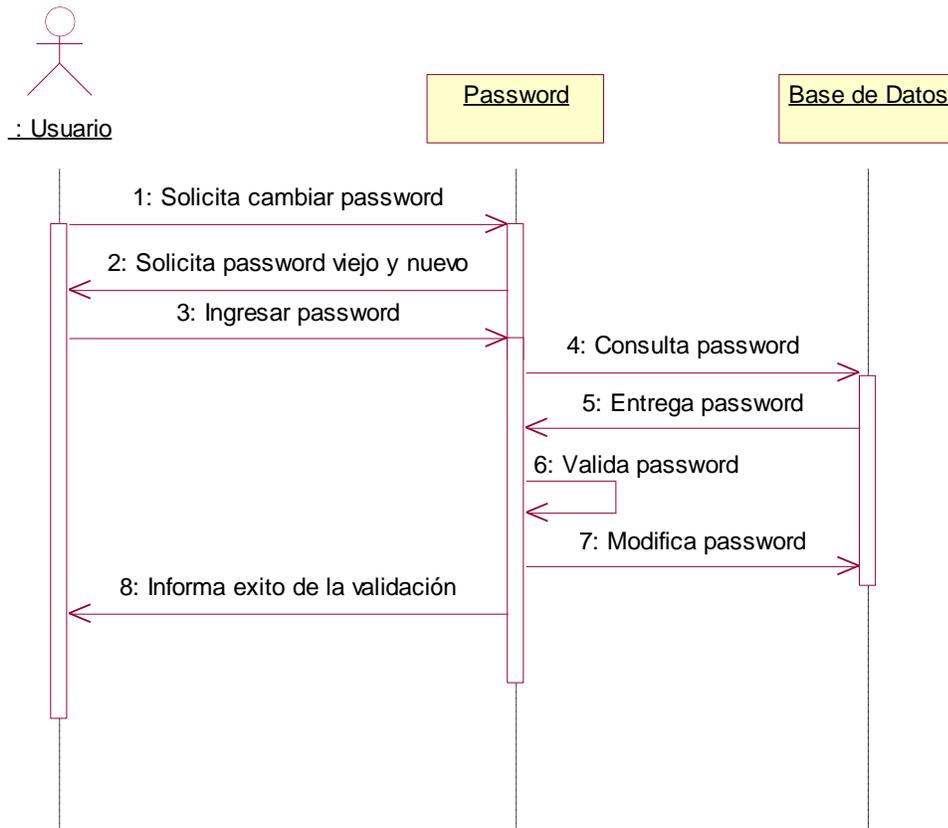


Figura 3.31. Diagrama de Secuencia Caso de Uso Cambiar Password de Usuario

En este capítulo se presentó un estudio detallado del sistema dividiéndolo en tres partes importantes como son el requerimiento, análisis y diseño orientado a objetos, lo que permite realizar la implementación del sistema de una manera modularizada y organizada.



4. IMPLEMENTACION DE LA HERRAMIENTA DE SUPERVISION

En este capítulo se tratan las dos etapas finales correspondientes a la implementación y pruebas , en donde se hará una descripción del concepto de aplicaciones en tres niveles, el cual fue utilizado para el desarrollo de la herramienta software de este trabajo de grado debido a sus ventajas y cualidades.

4.1. APLICACIONES EN TRES NIVELES.

Al hablar del desarrollo de aplicaciones Web resulta adecuado presentarlas dentro de las aplicaciones multinivel. Los sistemas típicos cliente/servidor pertenecen a la categoría de las aplicaciones de dos niveles. La aplicación reside en el cliente mientras que la base de datos se encuentra en el servidor. En este tipo de aplicaciones el peso del cálculo recae en el cliente, mientras que el servidor hace la parte menos pesada, y eso que los clientes suelen ser máquinas menos potentes que los servidores. Además, está el problema de la actualización y el mantenimiento de las aplicaciones, ya que las modificaciones a la misma han de ser trasladada a todos los clientes.

Para solucionar estos problemas se ha desarrollado el concepto de arquitecturas de tres niveles: interfaz de presentación, lógica de la aplicación y datos.

4.1.1. Interfaz de Presentación

Los servicios de presentación proporcionan la interfaz necesaria para presentar información y reunir datos. También aseguran los servicios de negocios necesarios para ofrecer las capacidades de transacciones requeridas e integrar al usuario con la aplicación para ejecutar un proceso de negocios.



Los servicios de presentación generalmente son identificados con la interfaz de usuario, y normalmente residen en un programa ejecutable localizado en la estación de trabajo del usuario final.

El cliente proporciona el contexto de presentación, generalmente un browser como Microsoft Internet Explorer o Netscape Navigator, que permite ver los datos remotos a través de una capa de presentación HTML

La capa de servicios de presentación es responsable de:

- Obtener información del usuario.
- Enviar la información del usuario a los servicios de negocios para su procesamiento.
- Recibir los resultados del procesamiento de los servicios de negocios.

4.1.2. Lógica de la Aplicación

Los servicios de negocios son el “puente” entre un usuario y los servicios de datos. Responden a peticiones del usuario (u otros servicios de negocios) para ejecutar una tarea de este tipo. Cumplen con esto aplicando procedimientos formales y reglas de negocio a los datos relevantes. Cuando los datos necesarios residen en un servidor de bases de datos, garantizan los servicios de datos indispensables para cumplir con la tarea de negocios o aplicar su regla. Esto aísla al usuario de la interacción directa con la base de datos.

Una tarea de negocios es una operación definida por los requerimientos de la aplicación, como introducir una orden de compra o imprimir una lista de clientes. Las reglas de negocio (*business rules*) son políticas que controlan el flujo de las tareas.

El nivel de servicios de negocios es responsable de:



- Recibir la entrada del nivel de presentación.
- Interactuar con los servicios de datos para ejecutar las operaciones de negocios para los que la aplicación fue diseñada a automatizar (por ejemplo, la preparación de impuestos por ingresos, el procesamiento de ordenes y así sucesivamente).
- Enviar el resultado procesado al nivel de presentación.

4.1.3. Datos

El tercer nivel consiste en los datos que gestiona la aplicación. Estos datos pueden ser cualquier fuente de información como una base de datos.

Este nivel es responsable de:

Almacenar los datos.

Recuperar los datos.

Mantener los datos.

La integridad de los datos.

4.2. La Herramienta de Supervisión en el Ambito de los Tres Niveles.

A continuación se describe el concepto de los tres niveles figura 4.1 en la herramienta software de supervisión.

En el nivel de presentación se utilizan los lenguajes JSP(Java Server Page) y HTML (Hiper Text Markup Lenguaje – Lenguaje de Marcado de Hipertexto) los cuales se encargan de tomar los datos del usuario como el login y el password en la página de validación, para enviárselos al nivel de la lógica de la aplicación. La herramienta utilizada como editor en este nivel es dreamweaver ultradev 4.

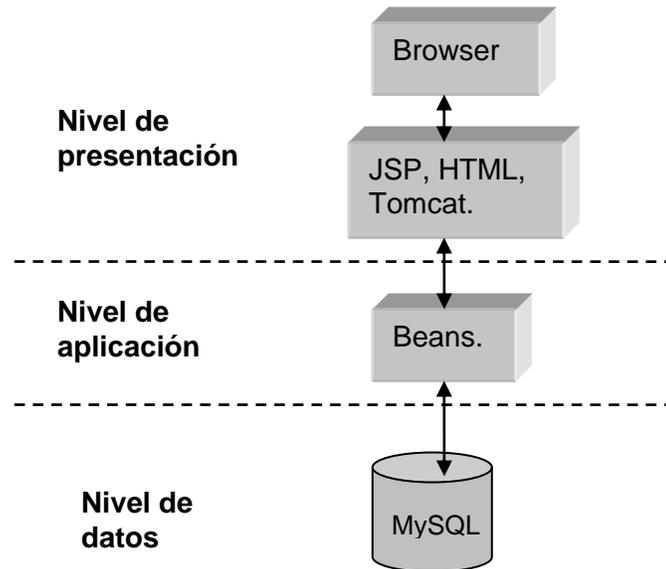


Figura 4. 1. Implementación en Tres Niveles de la Herramienta Software

El nivel de aplicación es el código que el usuario invoca para recuperar los datos deseados, el cual se implementa mediante la utilización de beans de java, por ejemplo, cuando el usuario desea monitorear determinado CM por medio del nivel de presentación este requerimiento se va hacia el nivel de aplicación que es el encargado de tomar y procesar estos datos para entregarlos de nuevo a la interfaz del usuario. La herramienta utilizada como editor en este nivel es el NetBeans.

El nivel de datos es el encargado del almacenamiento de la información y para esto se utilizó MySQL. Retomando el ejemplo anterior, el bean del nivel de aplicación es el encargado de solicitar la información correspondiente a la base de datos el cual pertenece al nivel de datos. La herramienta gráfica utilizada para el manejo de la base de datos es PhpMyAdmin.

A continuación se realizara una tabla que presenta la relación de los tres niveles con las herramientas implementadas en el desarrollo de aplicación software.



Niveles	Herramientas de desarrollo	Herramientas de edición	Servidores
Presentación	Browser	Internet Explorer	
	JSP, HTML	Dreamweaver	Tomcat
Aplicación	Beans	NetBeans	Tomcat
Datos	MySQL	PhpMyAdmin	Apache

Tabla 4.1. Tabla de Relación Entre los Tres Niveles y las Herramientas Utilizadas para la Aplicación

4.3. Herramientas Utilizadas para la Aplicación

Para realizar la implementación de la herramienta de supervisión se escoge Java y JSP como lenguajes de programación ya que permiten dar una solución orientada a objetos bastante robusta, además de ser lenguajes de libre distribución.

Además las páginas JSP se están convirtiendo en tecnología líder en la publicación dinámica de sitios web. Este método, que se basa en el uso de un lenguaje que se está imponiendo como estándar para Internet, provee la facilidad de uso que se necesita para hacer disponibles páginas HTML dinámicamente en sitios web.

Para la elaboración del proyecto se escogieron las siguientes herramientas:

- JSP
- Tomcat
- Netbeans
- Advanet
- Easychart
- MySQL



4.3.1. JSP

Java Server Pages (JSP) es un conjunto de tecnologías que permiten la generación dinámica de páginas web combinando código java con un lenguaje de marcas como HTML ó XML, para generar el contenido de la página.

Como parte de la familia de la tecnología Java, con JSP se puede desarrollar aplicaciones web independientes de la plataforma. Una característica importante es que permite separar la interfaz del usuario de la generación del contenido dinámico, dando lugar a procesos de desarrollo más rápidos y eficientes.

Adicionalmente, pueden acceder directamente a componentes Java Beans ó Enterprise Java Beans (EJB), instanciandolos y estableciendo sus propiedades e invocando sus métodos directamente desde la página JSP. Esto permite desarrollar aplicaciones n-capas donde se separan en lo posible los datos, la lógica del negocio y la lógica de presentación, encapsulando, generalmente, en Beans el acceso a los datos.

La tecnología JSP es una extensión de la tecnología servlets, los cuales son aplicaciones 100% Java que corren en el servidor: Un servlet es creado e inicializado, se procesan las peticiones recibidas y por ultimo se destruye. Este diseño explica por que un servlet reemplaza perfectamente a un CGI, ya que el servlet es cargado una sola vez y esta residente en memoria mientras se procesan las peticiones recibidas y se generan las respuestas a los usuarios.

Cada vez que un cliente solicita al servidor web una página JSP, este pasa la petición al motor de JSP el cual verifica si la página no se ha ejecutado antes ó fue modificada después de la última compilación, tras lo cual la compila, convirtiéndola en servlet, la ejecuta y devuelve los resultados al cliente en formato HTML.

La especificación JSP es el producto de una amplia colaboración de varias de las industrias líderes en el desarrollo de software, liderados por Sun Microsystems. Lo importante fue que Sun hizo la especificación de JSP disponible libremente para la comunidad de desarrollo de software, con la idea de que todos los servidores web soporten JSP, compartiendo la característica de la tecnología



Java. Es conveniente resaltar, que la tecnología JSP es un componente clave de la plataforma Java 2 Enterprise Edition (J2EE) propuesta por Sun Microsystems.

En resumen, las tecnologías JSP y Servlets son una importante alternativa para la programación de web de contenido dinámico que permite:

- Independencia de la plataforma
- Rendimiento mejorado
- Separación de la lógica de la aplicación de la presentación de los datos
- Uso de componentes (Java Beans)
- Facilidad de administración y uso
- El importante respaldo de la sólida tecnología Java.

Se escoge este lenguaje de programación JSP porque permite realizar las páginas web de una forma dinámica y permite acceder a código java. Además por las diferentes ventajas que se han descrito anteriormente.

4.3.2. Tomcat

Tomcat es un servidor web basado en Java creado para ejecutar servlets y páginas JSP, siendo la implementación oficial de referencia de las especificaciones Servlet 2.3 y Java Server Pages 1.2.

Para poder utilizar tomcat es necesario el J2SDK, que permite desarrollar aplicaciones, applets y componentes utilizando el lenguaje de programación Java.

Tomcat es el servidor para montar el portal web porque soporta JSP, es de distribución gratuita y es respaldado por Apache Software Foundation.



4.3.3. NetBeans

Netbeans es una herramienta que permite compilar y editar los archivos .java y convertirlos en .class para que las paginas JSP los puedan interpretar.

Esta herramienta es de distribución gratuita y fue la escogida para compilar las clases de la aplicación.

4.3.4. AdventNet

El API SNMP de AdventNet puede ser utilizado para construir sistemas de gestión, aplicaciones de gestión, aplicaciones de gestión de redes y applets, soportando SNMPv1, SNMPv2 y SNMPv3

De esta herramienta se toma las clases o API de SNMP que permitan enviar primitivas getRequest y getResponse al CM, para ello se utilizo el paquete que se encuentra en AdventNet llamado **com**.

Ahora se verá un ejemplo que hace un requerimiento SNMP a un agente y este le devuelve el resultado:

```
//importa las clases del paquete com
import com.adventnet.snmp.beans.*;

public class Beansexample {

public static void main(String args[]) {

    //target hereda todos los métodos de la clase SnmpTarget
    SnmpTarget target = new SnmpTarget();

    // fija la dirección del equipo al que le va hacer el requerimiento
    target.setTargetHost("localhost");

    // fija el OID del objeto que va a solicitar
    target.setObjectID(".1.3.6.1.2.1.1.1.0");
```



```
// Entrega el valor obtenido y lo imprime
System.out.println(target.snmpGet());
System.exit(0);

}
```

4.3.5. EasyChart

EasyChart es un sistema flexible basado en java que permite realizar gráficas en páginas web utilizando applets.

Esta herramienta fue la utilizada para realizar las gráficas de las estadísticas presentadas al administrador y usuario. Un ejemplo es el siguiente:

```
// Esta parte importa la clase para hacer la gráfica
<applet      code=com.objectplanet.chart.LineChartApplet archive=chart.jar
width=200 height=140>
//aquí se escriben los valores del eje Y que se van a graficar
<param name=sampleValues value="20,10,40,30,50">
//aquí se escribe los días, meses, años, etc  sobre la cual se va hacer la
grafica
<param name=sampleLabels value="one,two,three,four,five">
//Para que salgan los valores del eje x
<param name=sampleLabelsOn value=true>
</applet>
```

4.3.6. MySQL

MySQL es un sistema gestor de bases de datos. Es muy robusto y veloz, capaz de manejar sin problemas bases de datos con miles de tablas y tablas con millones de registros.



phpMyAdmin es una excelente herramienta que permite controlar MySQL desde cualquier navegador, independientemente de la plataforma sobre la que esté el usuario.

Estas dos herramientas (MySQL y phpMyAdmin) son las escogidas para manejar los datos de la aplicación porque son de libre distribución y cumplen con los requerimientos establecidos.

4.4. Proceso de Instalación de las Herramientas Utilizadas

Ahora se explicará la instalación de Tomcat, Apache y J2SDK

4.4.1. J2SDK

Para la instalación del J2SDK 1.4.0 se debe bajar su ejecutable de la página www.java.sun.com y seguir las instrucciones de instalación.

4.4.2. Tomcat

Para la instalación se debe tener en cuenta que el contenedor que alberga una aplicación web no es más que la estructura de directorios en donde están colocados todos los archivos necesarios para la ejecución de la aplicación web. Por tanto, el primer paso en el desarrollo de cualquier aplicación web consiste en crear la estructura de directorios en donde colocar sus componentes. A continuación se indican los directorios necesarios para la aplicación. En el caso de Tomcat, el directorio a partir del cual se instala cualquier aplicación web debe ser TOMCAT-HOME/webapps, en donde TOMCAT_HOME apunta al directorio de instalación de tomcat, que se comentará posteriormente



Los directorios de la aplicación web serán los siguientes:

- **/nombre de aplicación**

Directorio raíz de la aplicación web, en el cual se colocan todos los archivos HTML y JSP que utiliza la aplicación. Se pueden crear subdirectorios adicionales para mantener cualquier otro recurso de tipo estático que forme parte de la aplicación web y constituyan la parte de acceso público desde cualquier navegador.

- **/nombre aplicación/WEB-INF**

Directorio que contiene todos los recursos relacionados con la aplicación web que no se han colocado en el directorio raíz y que no deben servirse al cliente. Esto es importante, ya que este directorio no forma parte del documento público, por lo que ninguno de los ficheros que contenga va a poder ser enviado directamente a través del servidor web.

En este directorio se coloca el archivo web.xml, donde se establece la configuración de la aplicación web.

- **/nombre aplicación/WEB-INF/classes**

Directorio que contiene todos los servlets, beans y cualquier otra clase de utilidad o complementaria que se necesite para la ejecución de la aplicación web. Normalmente contiene solamente archivos .class.

- **/nombre aplicación/WEB-INF/lib**

Directorio que contiene los archivos Java de los que depende la aplicación web. Por ejemplo, si la aplicación web necesita acceso a base de datos a través de JDBC, en este directorio es donde deben colocarse los ficheros JAR que contengan el driver JDBC que proporcione el acceso a la base de datos. Normalmente contiene solamente archivos .jar.



- **/ejemploWeb/WEB-INF/tlds**

Directorio que contiene los archivos TLD, descriptor de la librería de etiquetas, en el caso de que la aplicación web utilice cualquier librería de etiquetas, o acciones personalizadas.

En esta estructura, el cargador de clases consulta en primer lugar el directorio classes y posteriormente el directorio lib.

Una vez visto en qué consiste una Aplicación Web se explica la instalación de tomcat 4.0.3. Las indicaciones que se proporcionan van dirigidas al uso de Tomcat en Windows NT/2000 que son las siguientes:

- Descargar el servidor Tomcat el cual se encuentra en la dirección <http://jakarta.apache.org/site/binindex.html>, en este caso descargamos el tomcat 4.0.3, pero se puede descargar uno similar.
- Una vez descargado el tomcat, su instalación consiste únicamente en ubicar la carpeta bajada (tomcat 4.03) en el disco C: (también se puede ubicar en cualquier otra partición).
- Luego debe fijar la variable de entorno JAVA_HOME , TOMCAT_HOME y CATALINA_HOME La secuencia a seguir para llegar a la ventana de configuración de las variables de entorno en **Windows 2000** es la siguiente:

Inicio -> Configuración -> Panel de control -> Sistema ->

Ventana de "Propiedades del sistema"; pestaña "Avanzado"; botón "Variables de entorno" -> Ventana de "Variables de entorno".

En la ventana Variables de entorno se encuentran las variables de usuario en la parte superior. Pulsando el botón "Nueva" aparece una ventana en la que se debe introducir el *Nombre de la variable* y el *Valor de la variable*. En este caso debe colocar las siguientes:

TOMCAT_HOME = ruta de instalación, ejm: c:\tomcat 4.0.3.

CATALINA_HOME= ruta de instalación, ejm c:\tomcat 4.0.3.

JAVA_HOME= ruta de instalación (c:\J2SDK 1.4.0).



Habiendo realizado la instalación de Tomcat siguiendo las indicaciones proporcionadas hasta ahora, el sistema estará en condiciones de arrancar el servidor web y atender peticiones a través de Tomcat. Para ello es necesario levantar el servidor pulsando Startup en el directorio c:\tomcat 4.0.3\bin.

Una vez arrancado el servidor, ya es posible realizar la comprobación de la bondad de la instalación recibiendo en un navegador una página servida por Tomcat. Se abre un navegador, por ejemplo *Internet Explorer*, solicitando la siguiente dirección:

<http://localhost:8080/>

Apareciendo la página que muestra la figura 4.1, correspondiente a la bienvenida de Tomcat, la cual indica que la instalación se ha realizado correctamente.

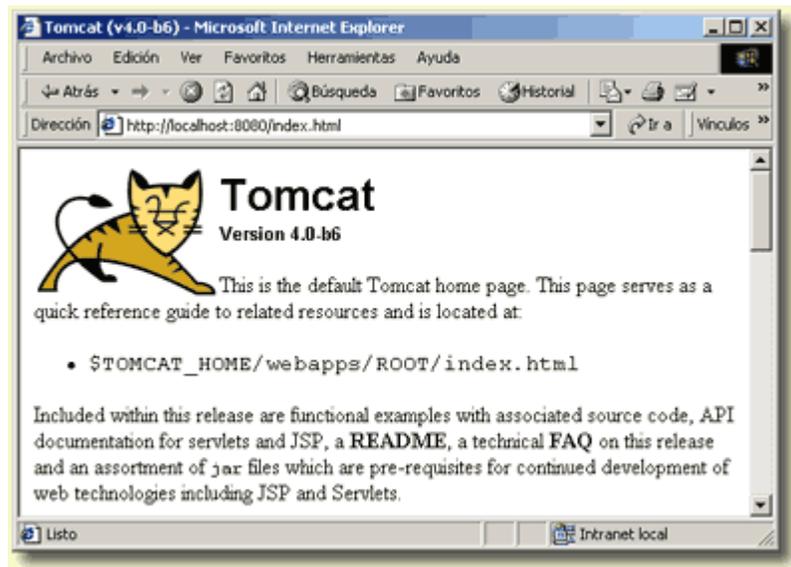


Figura 4. 2. Pagina Principal de Tomcat

4.4.3. Apache

Para la instalación de Apache se encontró una herramienta que permite instalar Apache, Mysql denominado phpdev4, el cual se encuentra en la página <http://www.firepages.com.au/dev4.htm>, ahí se descarga al disco c:// el phpdev correspondiente al windows que contenga su equipo, en este caso se trabajo con el phpdev compatible con Windows NT.



Con phpdev se maneja la base de datos de forma gráfica mediante phpmyadmin.

Después de haber instalado las herramientas nombradas en este ítem se debe instalar la aplicación, la cual consta de una carpeta llamada gestión, de un archivo snmp.class y de un ejecutable llamado start, como se explica en 4.5 .

4.5 Instalación de la Aplicación

Después de haber instalado las herramientas nombradas en 4.3 se debe ubicar la carpeta gestión, el archivo snmp.class y el ejecutable start entregadas como parte del trabajo de grado en las carpetas que se nombran a continuación:

- La carpeta gestión (aquí se encuentra la aplicación Web) se debe ubicar en la carpeta /webapps de Tomcat (en este caso el servidor Tomcat se encuentra instalado en el C:\), el camino será el siguiente:
C:\Apache Tomcat 4.0\webapps\gestion.

- El archivo snmp.class (aquí se encuentra la aplicación basada en SNMP la cual se encarga de tomar los datos del Cable Modem de forma remota) se debe ubicar en la carpeta classes de Tomcat. el camino será el siguiente:

C:\Apache Tomcat 4.0\classes\snmp.class

- El archivo Start es el ejecutable de la aplicación snmp.class encargada del monitoreo de los cable modems , este se puede ubicar en cualquier lugar.

Una vez instalada la aplicación se debe dirigir al ANEXO C MANUAL DE USUARIO en donde se explica de forma clara su funcionamiento.



4.6. Pruebas de la herramienta software

En el transcurso del desarrollo de la aplicación se realizaron diferentes pruebas que permitieron determinar la funcionalidad y desempeño del mismo, entre las cuales se encuentran: pruebas de unidad, las realizadas por cada caso de uso; de integración, se llevaron a cabo una vez se integraron todos los casos de uso y por último las del sistema que permiten evaluar el resultado final de la aplicación.

Algunas de las pruebas son:

- El ingreso al mismo tiempo de varios usuarios al sistema.
- Se corrió la aplicación durante varios días, para verificar la coherencia de los datos capturados del sistema.
- Validación de todo tipo de campos como : campos vacíos, campos de email, etc
- Se probó la seguridad de acceso al sistema.
- Una vez realizados todos los casos de uso se realizó la integración final del sistema en donde se probó la relación entre ellos y el funcionamiento de los diferentes enlaces.
- Se probó la veracidad de los datos presentados al usuario y al administrador con los almacenados en la base de datos.
- Se realizaron las pruebas correspondientes a la captura de datos del agente SNMP mediante las primitivas get request y get response.
- Se accedió al servidor donde se encuentra la aplicación desde lugares remotos.
- Se probó la respuesta del sistema ante la presencia de alarmas.
- Se verificó que las estadísticas y la captura de los datos en general no se viera afectada cuando los usuarios apagan los CMs.
- Con el objetivo de determinar el desempeño de la aplicación en la red HFC Se realizó el monitoreo utilizando varios CM a la vez.



En esta etapa se culmina la implementación del sistema la cual se puede utilizar siguiendo los pasos de instalación mencionados en este capítulo y el manual de usuario al que se hace referencia en el ANEXO C .



CONCLUSIONES

- Las redes HFC, de gran auge en este momento, son redes de alta velocidad que prestan grandes servicios y ventajas, pero que al igual que muchas otras, necesitan del monitoreo de sus elementos para determinar su buen desempeño y funcionamiento. Para alcanzar este propósito la herramienta software realizada en este proyecto, utiliza una de las grandes ventajas del CM como lo es su MIB, tomando de aquí los valores de los parámetros que permiten generar las estadísticas, monitoreo y una serie de funciones que pueden ayudar ,en particular, a la supervisión de la red HFC de la ciudad de Cali de la empresa UNITEL, ya que en esta red se baso la implementación, y en general, a cualquier red de este tipo, debido a que su desarrollo se hizo orientado a objetos lo que permite una fácil adaptación.
- La captura de requerimientos, análisis y diseño basadas en la metodología RUP, facilitó de gran manera el desarrollo de la herramienta de supervisión descrita en este proyecto de grado, ya que permite una elaboración organizada del software y se basa en UML, que tiene la ventaja de ser independiente de los procesos de desarrollo y de los lenguajes de programación y comprender el desarrollo y construcción de grandes sistemas. Por estas razones se concluye que la herramienta puede ser mejorada con la introducción de nuevos servicios debido a la modularidad presentada en el diseño y en su implementación.
- La herramienta software implementada es de gran utilidad para la empresa UNITEL porque facilita mediante el monitoreo de los diferentes CM localizar el lugar donde se encuentran las fallas de una forma gráfica, y amigable con el uso de la filosofía del sistema de información geográfico, lo que permite al



administrador reaccionar y responder en el menor tiempo ante la presencia de problemas en la red, mejorando así la eficiencia de la misma.

- La colaboración de la empresa UNITEL de la ciudad de Cali en este proyecto, deja ver la importancia de la integración entre la academia y las diferentes empresas del país encargadas de las telecomunicaciones y de la electrónica en general, ya que esto permite que el estudiante emplee sus conocimientos en el desarrollo de proyectos de investigación prácticos, además de la formación de profesionales mas competitivos.
- Como parte de la familia de la tecnología JAVA, con JSP se pueden desarrollar aplicaciones web independientes de la plataforma. Una característica importante es que permite separar la interfaz del usuario de la generación de contenido dinámico, dando lugar a procesos de desarrollos más rápidos y eficientes. Esto permite desarrollar aplicaciones en tres niveles donde se separa, los datos de la lógica de presentación y aplicación, encapsulando, generalmente, en beans, el acceso a los datos.
- La aplicación se desarrolló en el entorno TMN donde uno de sus grandes aportes fue la clasificación de los parámetros en las áreas de fallas y desempeño, además, se utilizó SNMP que es el protocolo de gestión utilizado por los CMs (agentes), el cual tiene como principales ventajas su fácil uso y el hecho de permitir el manejo de los elementos de red en forma centralizada (remota).
- Uno de los aportes de este trabajo de grado son los diferentes conceptos y conocimientos que se adquieren de la red HFC y el manejo interno de la MIB del CM, que permite conocer todos los objetos que se pueden gestionar, representando la funcionalidad y desempeño del mismo.



ACRONIMOS

API:	Interfaz para programas de aplicación (Application Program Interface)
CAGP:	Control Automático de Ganancia y Pendiente.
CATV:	Televisión por cable, antes llamado televisión por antena comunitaria.
CDMA:	Acceso Múltiple por división de Código (Code División Multiple Access)
DOCSIS:	Data-Over-Cable Service Interface Specifications
HFC:	Híbrido de Fibra y cable Coaxial (Hybrid Fibre Coaxial).
NOT:	Nodo Óptico Terminal.
MAC:	Control de Acceso al Medio (Media Acces Control).
Mbps:	Mega bits por segundo
MIB:	Base de Información de Gestión (Management Information Base).
MPEG:	Grupo Experto de Imágenes en Movimiento (Moving Pictures Expert Group).
NE:	Elemento de red (Network Element).
NSn:	<i>Nodo secundario numero n</i>
PPV:	Pague por ver (Pay Per View).
JSP:	Java Server Pages
TDMA:	Acceso Múltiple por División de Tiempo (Time Division Multiple Access)
FDMA:	Acceso Múltiple por División de Frecuencia (Frecuency Division Multiple).
RF:	Radio Frecuencia
RUP:	Proceso Unificado Racional - Rational Unified Process



- SNMP:** Protocolo simple de gestión de red - Simple Network Management Protocol.
- TMN:** Red de gestión de telecomunicaciones (Telecommunication Management Network)
- UML:** Lenguaje de Modelamiento Unificado (Unified Modeling language).



GLOSARIO

Acometida (Drop): El cable coaxial que conecta cada edificio u hogar a la línea alimentadora más cercana de la red de cable.

Amplificador: Dispositivo utilizado para aumentar el nivel operativo de una señal de entrada.

Amplificador Puente o Bridge: Un amplificador que se conecta directamente a la línea troncal de un sistema CATV pero aislado de él. Le provee servicio a los sistemas de distribución o sistemas alimentadores.

Ancho de banda: Gama de frecuencias utilizables que un sistema de TV por cable puede transportar.

Antena: Un dispositivo utilizado para transmitir o recibir señales de emisión.

API: Conjunto de convenciones de programación que define como se invoca un servicio desde un programa.

Arqueta: Tiene por función proteger la acometida de abonado y a la vez facilitar el acceso a la misma.

Atenuación: Diferencia entre la potencia transmitida y la potencia recibida debido a la pérdida en los medios de transmisión. Se expresa en decibeles (dB).

Atributo: Características que describe un objeto asignándole unos valores y unas cualidades.



Banda Ancha: Un término general usado para describir los sistemas o equipos de banda ancha que pueden utilizar gran proporción del espectro electromagnético. Un sistema de comunicaciones de banda ancha puede acomodar todas las emisiones por aire y muchos otros servicios.

dB: Unidad que expresa la razón de dos niveles de potencia en una escala logarítmica.

Clase: Descripción de un conjunto de objetos que comparten los mismos atributos, operaciones, métodos, relaciones y semántica.

Cabecera de red: Centro de control del sistema de TV por cable. Las señales entrantes se amplifican, convierten, procesan y combinan para la transmisión a suscriptores.

Cable coaxial: Un tipo de cable que tiene dos conductores que comparten el mismo eje. Consiste en un conductor central, dieléctrico aislante, blindaje conductor y funda protectora.

Control Automático de Pendiente: La corrección automática de cambios en la inclinación por la circuitería compensatoria.

dBm: Dado que el dB es una medida relativa, cuando es necesaria una medición absoluta de potencia óptica, por ejemplo la que emite un laser, se utiliza el dBm, es decir se toma como referencia (0 dBm) a 1 mw : $P [\text{dBm}] = 10 \log P [\text{mw}]/1 \text{ mw}$

dBmV: Se Utiliza esta unidad como medida de potencia donde:

V1= Voltaje de entrada ; V2= Voltaje de salida.

$\text{dB} = 20 \cdot \log(V2/V1)$



Se ha tomado ya hace tiempo como estándar $V_1 = 1\text{mV}$, quedando así definido el dBmV, que equivale a decir: $0\text{dBmV} = 1\text{mV}$ a través de una impedancia de $75\ \Omega$.

Decodificación: Traducción de una señal codificada para recuperar el mensaje o la señal original.

Derivadores: También llamado tap .(ver Tap).

Downstream o Forward : Señales que viajan de la cabecera al equipo del suscriptor.

Ecuación: Un medio de modificación de la respuesta de frecuencia de un amplificador o una red, resultando así en una respuesta plana.

Extensor de Línea o Amplificador de Distribución: Tipos de amplificadores utilizados en el sistema de alimentación.

Figura Ruido: Una medida del ruido expresada en dB generada a la entrada de un amplificador comparada frente al ruido generado por una resistencia $75\text{-}\Omega$.

Filtro: Un circuito que selecciona la frecuencia de canales deseados. Utilizado en líneas troncales y en alimentadoras para servicios especiales tales como, la operación bidireccional.

Ganancia: Medida de amplificación expresada en dB. La ganancia de un amplificador se especifica comúnmente a la frecuencia más alta de operación.

Get: Petición de un gestor al agente para que envíe los valores contenidos en la MIB de cierto objeto.

GHz(giga Hertz): Mil millones de ciclos por segundo.



Head-end: ver cabecera de red.

IF (Frecuencia intermedia): Es el rango de frecuencias comprendido entre los 950 y los 2150 MHz utilizado en la distribución de señales de satélite, desde la LNB de la parabólica, hasta el receptor de satélite del usuario. Siempre se emplea en los sistemas de recepción directa al hogar y es el más adecuado para la distribución de señales digitales en sistemas comunitarios .

Mbps: Mega bits por segundo.

MPEG: Moving Pictures Expert Group. Se trata de un modo estándar de comprimir vídeo de imágenes en movimiento.

Multiplexación: Función que permite que dos o más fuentes de información compartan un medio de transmisión común de tal forma que cada fuente de datos tiene su propio canal.

Nodo: Un punto de derivación o intercambio en la red en el que la luz se convierte en energía eléctrica.

Nodo receptor óptico: Ubicación en la red en donde la energía de la luz óptica se detecta y se convierte en energía de radiofrecuencia.

Planta de Distribución: Los equipos de un sistema de cable, amplificadores, línea troncal, red alimentadora, atada a los postes o canalización subterránea como los cables telefónicos y los cables eléctricos.

Relación Señal/Ruido: Relación entre el nivel de señal recibida y el nivel de ruido recibido, se expresa generalmente en dB.

Respuesta de Frecuencia: El cambio de la ganancia con frecuencia.



Retorno (Upstream): Las señales que viajan desde suscriptores a la cabecera.

Set-Tap: Dispositivo instalado en el cable alimentador que se conecta el TV doméstico con la red de cable. También se llama Drop.

Tap: Dispositivo instalado en la acometida al abonado, permite derivar la señal a una determinada cantidad de usuarios.

Televisión Pagada: Un sistema de televisión donde señales codificadas se distribuyen y son decodificadas en el televisor del abonado vía decodificador que responde mediante el pago mensual por la programación. La TV Pagada se puede referir también al sistema donde suscriptores pagan un costo extra para el acceso a algún canal especial que puede ofrecer programas deportivos, películas de estreno en TV o entrenamiento profesional.

Televisión por Cable: Anteriormente llamada Televisión por Antena Comunitaria (CATV). Un sistema de comunicaciones que distribuye programación por aire, originales y otros servicios por medio del cable coaxial.

Transmisor óptico: Dispositivo electrónico que convierte energía eléctrica a la luz.



BIBLIOGRAFIA

TOLEDO, Alejandro y CLAROS, Ruben. Diseño e implementación de una herramienta de gestión basada en CORBA/SNMP para evaluar el desempeño del enrutador "OLIMPO" de la Universidad del Cauca, Bajo la perspectiva TMN. Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.

PEREZ, Liseth y MENDEZ, Didier. Diseño de un modelo de gestión de QoS y tráfico para redes VoIP. Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.

DIAZ, Sergio. Sistemas avanzados de comunicaciones redes de cable. Universidad de Sevilla. Departamento de tecnología electrónica.

Recomendación M3010. Principios para una red de gestión de telecomunicaciones UIT-T. Ginebra 1996.

Recomendación M3400. Funciones de gestión de la red de gestión de las telecomunicaciones. UIT-T. Ginebra 1997.

Recomendación RFC 2670. Radio Frequency (RF) Interface Management Information Base for MCNS/DOCSIS compliant RF interfaces. IETF. Agosto 1999

Recomendación SP-OSSI-BPI-I02-010829. Operations Support System Interface Specification Baseline Privacy Interface MIB. CableLabs



Recomendación SP-RFI-I06-010829. Radio Frequency Interface Specification. CableLabs.

Recomendacion RFC 1213. Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets MIB-II. IETF. Marzo 1991

Paginas Internet

<http://www.simpleweb.org/ietf/mibs/modules/html/?category=IETF&module=DOCS-IF-MIB>

<http://www.ikusi.com/flash/portadac.htm>

<http://mipagina.cantv.net/williamyanez/jsp/default.htm>

<http://www.gxsnmp.org/rfc/>

<http://programacion.com/java/>

<http://www.cablemodem.com/>

<http://www.catvnet.com.ar/00.html>