

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



“PROVISION DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN LA LOCALIDAD RURAL DE ARGAMA A TRAVES DE LA MODALIDAD DE UN OPERADOR VIRTUAL DE RED “VNO RURAL””

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR:

HILDA RINCON CHAHUILLCO

**PROMOCIÓN
2003 - I**

**LIMA – PERÚ
2008**

**“PROVISION DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN LA LOCALIDAD
RURAL DE ARGAMA A TRAVES DE LA MODALIDAD DE UN OPERADOR VIRTUAL
DE RED “VNO RURAL ””**

***Dedico este trabajo a:
Dios, por la fortaleza y
Guía en mi camino,
Mis Padres, Hermanas y
Hermanos, por el apoyo y aliento.***

SUMARIO

El presente trabajo, recoge aspectos teóricos, técnicos y económicos del modelo de un operador virtual de red (VNO Rural) y distintas tecnologías de telecomunicaciones tales como Redes de próxima generación "NGN", Voz sobre IP "VoIP" así como también tecnologías de acceso inalámbrico como WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) orientados a dar la mejor solución de red para prestar servicios de telecomunicaciones en una localidad rural, con la menor inversión posible y haciendo su negocio rentable.

La primera parte del documento ofrece una visión general de la base conceptual sobre los operadores virtuales de red "VNO" (Virtual Network Operator), redes de próxima generación "NGN" y la tecnología de acceso inalámbrico WiMAX.

En la segunda parte del documento, se aborda las condiciones técnicas, económicas, regulatorias, operativas, etc para que un operador virtual de red "VNO Rural" pueda brindar servicios de telecomunicaciones en una localidad rural.

Como tercer punto se detallarán el perfil del proyecto y las metodologías para la operatividad e implementación del servicio basado en los conceptos teóricos arriba mencionados.

Luego, se realizará la evaluación económica del proyecto para aplicarlo en el centro poblado rural de Argama ubicado en la provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac.

Finalmente, se presenta algunas conclusiones y aportes sobre la aplicación.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Objetivos del trabajo	3
1.3 Evaluación del problema	4
1.4 Limitaciones del trabajo	4
1.5 Síntesis del trabajo	4
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	
2.1. Operador Virtual de Red "VNO"	5
2.1.1 Características de un Operador Virtual de Red "VNO"	5
2.1.2 Diferencias entre un Operador Virtual de Red VNO y un Operador tradicional	5
2.1.3 Ventajas de un Operador Virtual de Red "VNO"	6
2.1.4 Aplicaciones de un Operador Virtual de Red "VNO"	6
2.2. Redes de Próxima Generación "NGN"	6
2.2.1 Esquema comparativo entre las Redes Actuales y las Redes "NGN"	7
2.2.2 Características de las Redes de Próxima Generación "NGN"	8
2.2.3 Beneficios de las Redes "NGN" en el modelo económico de las Empresas	9
2.2.4 Componentes principales de las Redes de Próxima Generación "NGN"	9
2.2.5 Estructura de las Capas de las Redes de Próxima Generación "NGN"	10
2.2.6 Protocolos de las Redes de Próxima Generación "NGN"	12

2.3	Tecnologías de Acceso Inalámbrico	18
2.3.1	Tecnologías de Acceso Inalámbrico WiMAX	18
2.3.2	Características de WiMAX	19
2.3.3	La mejor solución es una combinación entre Wi-Fi y WiMAX	20
2.3.4	Aporte de WiMAX en una solución en entorno Rural	22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

3.1	Alternativas de Solución	24
3.2	Solución al problema	25
3.2.1	Descripción general del modelo de solución Operador Virtual de Red "VNO Rural"	25
3.3	Características principales del Proyecto	25
3.4	Condiciones Regulatorias que deberá cumplir "ArgamaTel"	26
3.5	Condiciones técnicas Operativas de "ArgamaTel"	26
3.6	Condiciones Operativas de "ArgamaTel"	28
3.7	Esquema de Llamadas de "ArgamaTel"	29
3.8	Escenarios de Llamadas	29
3.8.1	Llamadas Locales "SLM"	30
3.8.2	Llamadas de Larga Distancia Nacional "LDN"	39
3.9	Evaluación económica para la implementación de la red de acceso de "ArgamaTel"	47
3.9.1	Diseño de la Solución de Red	47
3.10	Estudio de Costos del Proyecto	49
3.10.1	Demanda Estimada de Servicios	49
3.10.2	Equipamiento y Materiales a utilizar	51
3.10.3	Costos de Inversión CAPEX (Capital Expenditure)	52
3.10.4	Costos de Operación OPEX (Operation Expenditure)	52
3.10.5	Tarifas de servicios y Costos unitarios por tráfico telefónico e Internet	53
3.10.6	Ingresos Económicos Estimados	55
3.10.7	Flujo de Caja Económico del proyecto	55

CAPÍTULO IV**ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. Resultados del flujo económico del proyecto	57
--	----

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**ANEXOS**

ANEXO A	59
---------	----

CONCEPTOS DE TELECOMUNICACIONES	60
---------------------------------	----

ANEXO B	61
---------	----

GLOSARIO DE TERMINOS	62
----------------------	----

ANEXO C	63
---------	----

DATOS GENERALES DEL CENTRO POBLADO DE ARGAMA	64
--	----

ANEXO D	65
---------	----

PRECIOS REFERENCIALES DE EQUIPAMIENTO WIMAX	66
---	----

BIBLIOGRAFÍA	67
---------------------	-----------

PRÓLOGO

El presente documento ha sido elaborado, como un aporte a las formas de solución de red para proveer servicios de telecomunicaciones en zonas rurales sin inversiones muy elevadas y sin la necesidad de contar con una red propia.

Este documento tiene como objetivo el diseño de una red de telecomunicaciones para brindar servicios de conectividad a Internet, telefonía básica y telefonía pública por un operador rural emergente en una localidad rural.

Asimismo este trabajo está dirigido a poblados de zonas rurales, comercios y empresas que desarrollan sus actividades en lugares de difícil acceso donde no se cuenta con servicios de comunicación y la vía mas rápida de comunicarse con el exterior es Internet, de modo que ha logrado ser el gran túnel donde pueden viajar rápidamente voz, datos y video. Con las tecnologías IP y de acceso inalámbrico como WiMAX, tiene por objetivo llevar la banda ancha y el uso de las nuevas tecnologías al mundo rural (pueblos con necesidades de comunicación). Las poblaciones rurales se beneficiarán de esta iniciativa, que se dirige a poblados que se encuentran fuera del área de cobertura de tecnologías convencionales de banda ancha (ADSL o cable).

El capítulo I comprende una breve identificación del problema; es decir, las elevadas inversiones que se requieren para implementar redes de telecomunicaciones en zonas rurales, luego se plantea el objetivo del trabajo y finalmente las limitaciones del mismo.

En el capítulo II se ofrece una visión general de la base conceptual sobre los operadores virtuales de red "VNO", las redes de próxima generación "NGN" y la tecnología de acceso inalámbrico WiMAX.

El capítulo III trata sobre la solución más adecuada tanto técnica como económica para la implementación de una red de telecomunicaciones, a través de la modalidad de un operador virtual de red rural "VNO".

El capítulo IV presenta el análisis de los resultados de la aplicación real en el centro poblado rural de Argama.

El capítulo V presenta algunas conclusiones y aportes sobre el proyecto.

El presente trabajo consiste en un diseño en gabinete. Para este fin, se desarrolla previamente los conceptos teóricos necesarios, con miras a determinar la forma como se deben aplicar las tecnologías adecuadas.

En cuanto al método empleado para la investigación del tema, se ha recurrido a la información bibliográfica existente sobre los operadores virtuales de red, redes de próxima generación y tecnologías de acceso inalámbrico, así como consultas a páginas Web en Internet de fabricantes de equipos de telecomunicaciones, organismos regulatorios relacionados a las telecomunicaciones y finalmente en base a presentaciones y trabajos realizados en mi centro laboral.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Es conocida la alta inversión que se requiere para implementar redes de telecomunicaciones en zonas rurales y la poca rentabilidad que representa este negocio, ello debido a la geografía accidentada y el poco desarrollo de la conectividad en áreas alejadas de nuestro territorio. Además de la poca demanda de servicios, debido al bajo nivel de ingresos de los habitantes en estas zonas, haciendo que este mercado sea poco atractivo para un operador que quiera entrar a operar en estas zonas, pues la inversión propia no llega a rentabilizarse. Por lo expuesto, el problema radica en la elevada inversión requerida para implementar una red de telecomunicaciones en una zona rural y la poca o nada rentabilidad que representa brindar servicios en dichas zonas.

1.2 Objetivos del trabajo

Se tienen dos principales objetivos: Primero, explotar los beneficios que brindan las nuevas tecnologías de telecomunicaciones, aplicando en la implementación de redes en zonas rurales. Y segundo: en base a estas nuevas tecnologías se busca diseñar una red de telecomunicaciones en el centro poblado rural de Argama, con costos de inversión (CAPEX) y operación (OPEX) reducidos. Haciéndole aun más viable el proyecto a través de la asignación de un subsidio por parte de un órgano del estado como ProInversión "Agencia de Promoción de la Inversión Privada", que permitirá al operador alcanzar la rentabilidad al operar en zonas rurales.

1.3 Evaluación del problema

Descrito el problema, es requerido diseñar una solución técnica, económica y confiable para la implementación de una red de telecomunicaciones, con un CAPEX y OPEX reducido para que un operador pueda brindar servicios de telecomunicaciones en una localidad rural. Las soluciones convencionales en tecnología TDM no resultan adecuadas ni económicas, por lo que se precisa determinar una solución más óptima, la misma que sería provista con la ayuda de tecnología IP.

1.4 Limitaciones del trabajo

El trabajo no contempla la implementación física del proyecto en cuanto a hardware, sino el diseño en gabinete de la implementación de una red de telecomunicaciones y la aplicación de las tecnologías IP.

1.5 Síntesis del trabajo

Se plantea primeramente la ingeniería del problema, y luego se ofrece una visión general sobre los operadores virtuales de red, y una base conceptual sobre las redes de nueva generación "NGN" y la última tecnología de acceso inalámbrico WiMAX.

Seguidamente, se aborda la metodología y solución mas adecuada y rentable para la implementación de una red de telecomunicaciones para que un operador pueda prestar servicios de telecomunicaciones en una zona rural, específicamente en el centro poblado rural de Argama y como fruto de la solución técnica económica se presentan los resultados de la evaluación económica de este proyecto. Asimismo se presenta el análisis de los resultados de la evaluación económica. Finalmente, se presentan algunas conclusiones y aportes sobre la aplicación.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1 Operador Virtual de Red “VNO”

El operador virtual de red ó VNO (en ingles Virtual Network Operator), es aquel operador que sin poseer una red propia, presta servicios de telecomunicaciones sobre segmentos alquilados de otros operadores que si cuentan con infraestructura de red.

Estos operadores se caracterizan por sólo contar con parte de la infraestructura de red y de gestión de clientes, pero no tienen una red propia.

2.1.1 Características de un Operador Virtual de Red “VNO”

- Sólo cuentan con parte de la infraestructura de red y de gestión de clientes, pero no tienen una red propia.
- Cuentan con una licencia de prestación de servicios de telecomunicaciones al igual que un operador de telecomunicaciones cualquiera.
- Deben garantizar a sus usuarios la interconexión, la numeración y la portabilidad. Y, al igual que los operadores tradicionales, comercializan sus propias tarjetas y contratos.
- El coste de la infraestructura de las VNO es notablemente inferior al que tendría que desembolsar una operadora nueva de primer nivel.

2.1.2 Diferencias entre un Operador Virtual de Red VNO y un Operador tradicional

Los papeles y la relación de un VNO y un operador de telecomunicaciones común varían según el mercado. En general, un VNO es una entidad o una compañía independiente de la operadora, lo que le permite fijar sus propias tarifas a sus servicios

que ofrece. Generalmente sólo posee una parte o ninguna de la infraestructura de red, ni un centro de conmutación de telefonía fija ó móvil.

Además, no hay que confundir a estos operadores con los revendedores. Estos son meros intermediarios que revenden tiempo de conexión a precios más competitivos. Es decir, no son operadores ni prestadores de servicios.

2.1.3 Ventajas de un Operador Virtual de Red “VNO”:

La entrada en funcionamiento de estos operadores permitirá mayores beneficios y mejores tarifas para los usuarios, dado que impulsará mayor competencia entre los operadores dominantes actuales y los nuevos operadores virtuales de red.

2.1.4 Aplicaciones de un Operador Virtual de Red “VNO”:

- Prestación de servicios de telefonía fija.
- Prestación de servicios de telefonía móvil, en este caso los operadores que brindan este servicio se les denomina operador móvil virtual u OMV (en inglés Mobile Virtual Network Operator, MVNO).

2.2 Redes de Próxima Generación “NGN”

La red NGN (del inglés Next Generation Network) es una red de transporte y conmutación de paquetes para brindar integralmente servicios de voz, datos y video, con alta velocidad.

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones “ITU”, una red de próxima generación NGN, es una red basada en paquetes habilitada para proveer servicios de telecomunicaciones, capaz de hacer uso de banda ancha y tecnologías de transporte habilitadas con calidad de servicio “QoS”, en la cual las opciones de servicio son independientes de la tecnología de transporte implícita. Esto ofrecerá acceso irrestricto de los usuarios hacia los diferentes proveedores de servicios, y soportará la movilidad generalizada facilitando la consistencia y ubicuidad para la provisión de servicios a los usuarios.

NGN es un modelo de arquitectura de redes de referencia que permitir desarrollar toda la gama de servicios IP multimedia de nueva generación (comunicaciones VoIP

nueva generación, videocomunicación, mensajerías integradas multimedia, integración con servicios IPTV, domótica, etc) así como la evolución, migración en términos mas o menos de sustitución o emulación de los actuales servicios de telecomunicaciones.

Los paquetes de voz se comprimen mediante un codec, por ejemplo G.711 o G.729 y se encapsulan en paquetes RTP – UDP. Y mediante un determinado protocolo de sesión/aplicación, por ejemplo H.323, H.248, SIP o MGCP se controla el flujo de voz en tiempo real.

En la topología básica, existe un Call Agent Controller (CAC), encargado de aceptar, conmutar, controlar y finalizar las sesiones; un Media Gateway Controller (MGC), que cumple las funciones de interconexión con el resto de las redes PSTN o carriers VoIP; y un Access Gateway Controller (AGC) mediante el cual se accede a la red.

2.2.1 Esquema comparativo entre las Redes Actuales y las Redes “NGN”

a) Redes de hoy

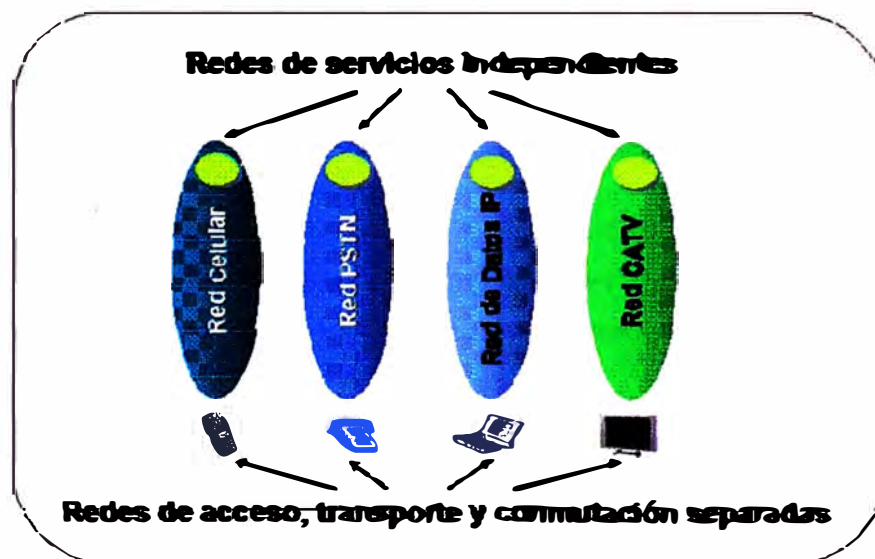


Fig. 2.1 Redes de hoy

Fuente: http://bp1.blogger.com/_Rv5fpqFQ53E/Rxer2DS4w5I/AAAAAAAAAJU/PAf3jqXC0ic/s1600-h/redesngn.JPG

b) Redes NGN

De forma clara el desarrollo de la NGN, permitirá pasar de un modelo de redes verticalizadas, específicas por gama de servicios, a un modelo horizontal de red unificada soporte de toda la gama de servicios.

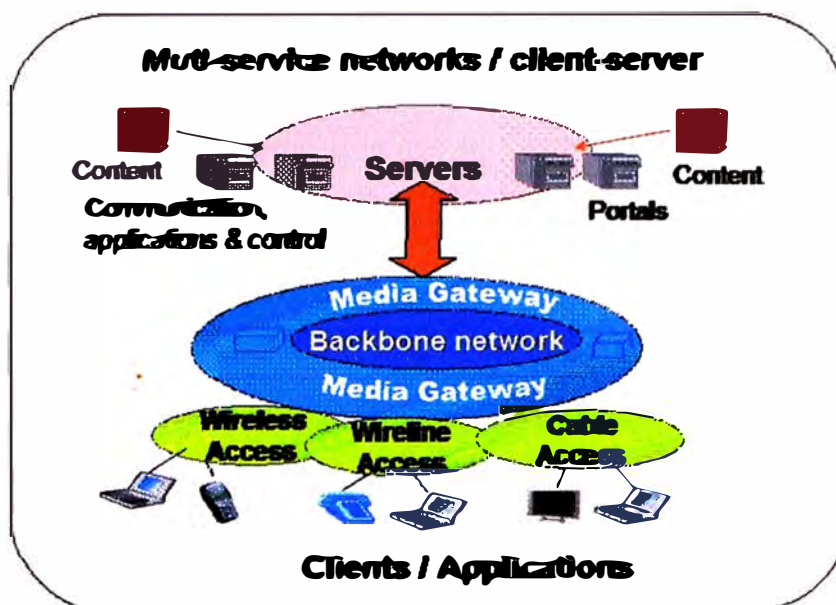


Fig. 2.2 Redes NGN

Fuente: http://bp0.blogger.com/_Rv5fpqFQ53E/RxesAzS4w6I/AAAAAAAAAJc/Pv7jiMKmExY/s1600h/redesngn2.JPG

2.2.2 Características de las Redes de Próxima Generación “NGN”

- Permite el tráfico simultáneo de distintos tipos de servicios: telefonía, multimedia, acceso a Internet y transporte de datos.
- Escalabilidad que facilita la inversión y evolución gradual según el desarrollo del negocio.
- Soporte de un amplio rango de servicios y aplicaciones, tanto en tiempo real como en tiempo no real, streaming y servicios multimedia (voz, video, texto)
- Capacidad de banda ancha con calidad de servicio QoS garantizado extremo a extremo
- Movilidad generalizada, tanto de usuarios como de dispositivos a través de diferentes tecnologías de acceso sin interrupción del servicio
- Soporte para múltiples tecnologías de última milla
- Acceso de los usuarios a servicios ofrecidos por diferentes proveedores
- Transferencia basada en paquetes
- Desarrollo de servicios a través de interfaces abiertas y protocolos estándares
- Trabajo integrado con redes precedentes (PSTN/ISDN y otras) a través interfaces abiertas
- Convergencia de los servicios fijos y móviles
- Cumplimiento de todos los requisitos reguladores (comunicaciones de emergencia, seguridad, privacidad, interceptación legal de contenidos y otros)

2.2.3 Beneficios de las Redes “NGN” en el modelo económico de las Empresas

- La convergencia permite menores costos de los equipos de conmutación de paquetes respecto a las centrales telefónicas convencionales
- Mejor uso de los recursos de transmisión
- Menores costos para los nuevos competidores
- Los nuevos conmutadores pueden adaptarse modularmente al crecimiento de la demanda
- Prestación de nuevos servicios
- Los costos de operación y mantenimiento son significativamente menores

2.2.4 Componentes principales de las Redes de Próxima Generación “NGN”

a) Softswitch

Es un dispositivo que provee Control de llamada y servicios inteligentes para redes de conmutación de paquetes. Este dispositivo agrupa varios elementos, como son el Call Agent/ SIP Server/ SIP Client, Signaling Gateway, Media Server, etc. Un Softswitch sirve como plataforma de integración para aplicaciones e intercambio de servicios. Son capaces de transportar tráfico de voz, datos y vídeo de una manera más eficiente que los equipos existentes, habilita al proveedor de servicio para soporte de nuevas aplicaciones multimedia integrando las existentes con las redes inalámbricas avanzadas para servicios de voz y Datos.

b) Media Gateway (MG)

Tiene la función de ser la interfaz de voz entre la red de datos y la PSTN

c) SIP Server

Tiene las siguientes funcionalidades:

- Registro de usuarios en actividad
- Tránsito de mensajería SIP entre el SBG y el Softswitch
- Señalización de llamadas

d) Session Border Controller (SBG)

Tiene las siguientes funcionalidades:

- Equipo de borde entre la frontera pública y privada
- Brinda seguridad (evita ataques)

e) Plataformas de Servicios

Es la plataforma donde se configuran los servicios básicos y suplementarios (servicios de valor agregado) de los usuarios.

f) IP Phone

El teléfono IP se encuentran en el local del cliente y proporcionan servicio de voz. Interactúan con el SIP Server usando SIP, H.323 o el H.248 (Megaco) o MGCP.

2.2.5 Estructura de las Capas de las Redes de Próxima Generación “NGN”

Las redes NGN están compuestas de las siguientes capas mostradas en la figura:

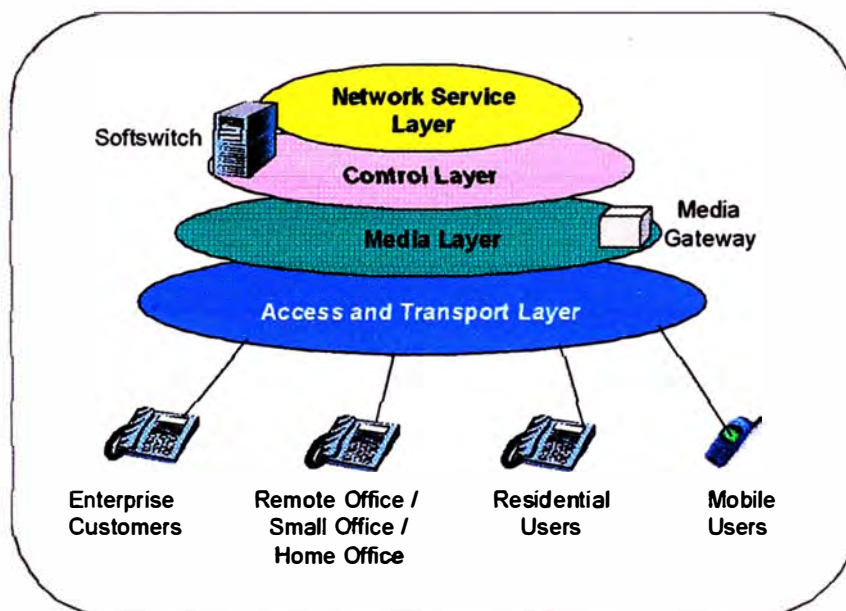


Fig.2.3 Capas de la red NGN

Fuente: Presentación Telefónica del Perú

a) Capa de acceso

La capa de acceso incluye las diversas tecnologías usadas para llegar a los clientes. En el pasado, el acceso estaba generalmente limitado a líneas de cobre o al DS1/E1. Ahora vemos una proliferación de tecnologías que han surgido para resolver la necesidad de un ancho de banda más alto, y para brindar a las empresas competidoras de comunicaciones un medio para llegar directamente a los clientes. Los sistemas de

cable, xDSL e inalámbricos se cuentan entre las soluciones más prometedoras que están creciendo e introduciendo innovaciones rápidamente.

El equipo del local del cliente, ya sea de su propiedad o arrendado, proporciona la adaptación entre la red de la empresa explotadora y la red o equipo del cliente. Puede tratarse de un simple teléfono, pero podemos apreciar una migración progresiva hacia dispositivos inteligentes que pueden trabajar con servicios tanto de voz como de datos.

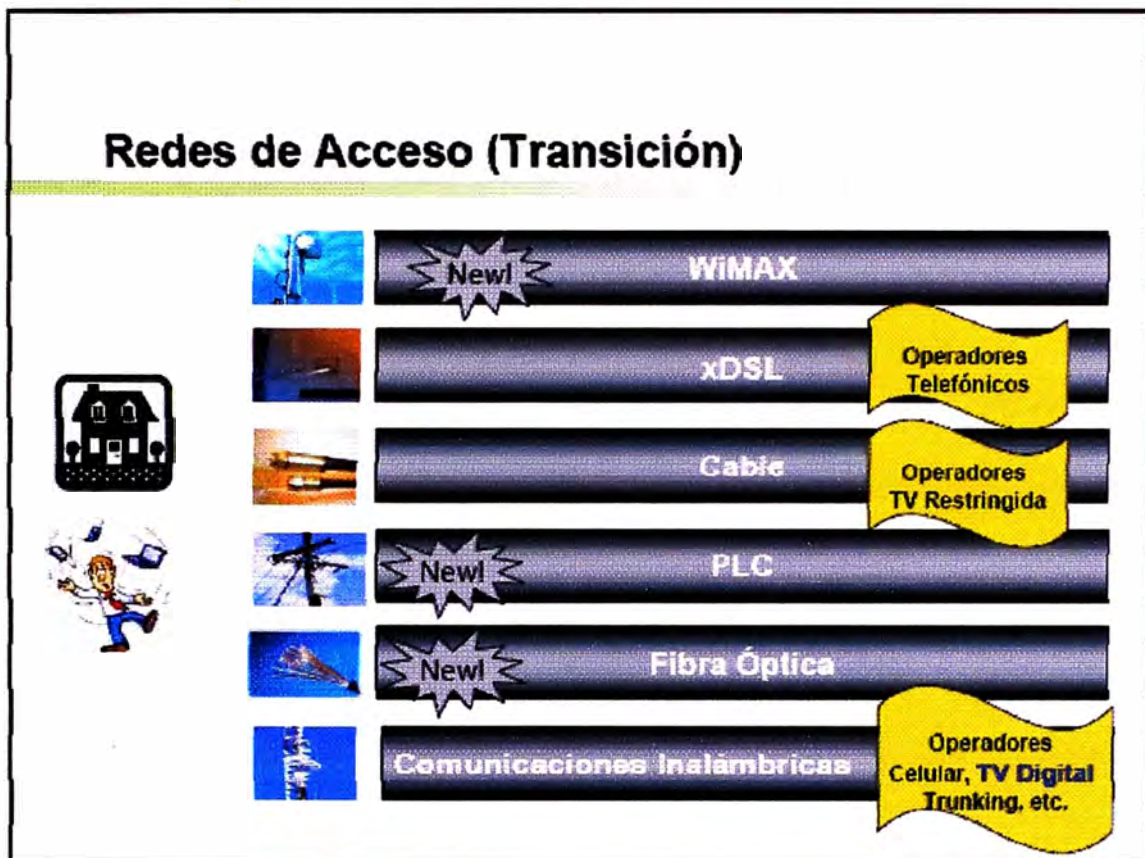


Fig. 2.4 Capa de Acceso Red NGN

b) Capa de transporte

La capa de transporte está basado en tecnología de conmutación de paquetes IP/MPLS. En virtud de que existirán varias redes de acceso en varias áreas de servicio local, las redes de transporte son aquéllas que proveerán el servicio de tránsito que permiten la interconexión e interoperabilidad entre las redes de acceso. Será suficiente con que una red de acceso se conecte a una red de transporte para acceder a cualquier proveedor de servicios y aplicaciones o a los usuarios de cualquier otra red de acceso.



Fig. 2.5 Capa de Transporte Red NGN

c) Capa de servicio

Esta capa consiste en el equipo que proporciona los servicios y aplicaciones disponibles a la red. Los servicios se ofrecen a toda la red, sin importar la ubicación del usuario. Dichos servicios son tan independientes como sea posible de la tecnología de acceso que se utilice. El carácter distribuido de la NGN hará posible consolidar gran parte del equipo que suministra servicios en puntos situados centralmente, en los que pueda lograrse una mayor eficiencia. Además, hace posible distribuir los servicios a los equipos de los usuarios finales, en vez de distribuirlos a la red. Los tipos de servicio que se ofrecerán abarcarán todos los de voz existentes y también una gama de servicios de datos y otros servicios nuevos de medios múltiples.

d) Capa de gestión

Esta capa, es esencial para minimizar los costos de explotar una NGN, proporciona las funciones de dirección empresarial, de los servicios y de la red. Permite la provisión, supervisión, recuperación y análisis del desempeño de extremo a extremo necesarios para dirigir la red.

2.2.6 Protocolos de las Redes de Próxima Generación “NGN”

- Protocolos de control de gateways: H.248 (Megaco), MGCP, SIP, H.323
- Protocolos de señalización del servicio de acceso: SIP, H.323
- Protocolos de señalización del servicio de red: SIP, SIP-T, BICC, SIGTRAN, SCTP
- Protocolos de gestión: SNMP

a) Protocolo H.248

Es un protocolo estándar definido por la UIT-T para la gestión de sesiones y señalización. Esta gestión es necesaria durante la comunicación entre una pasarela de medios y el controlador que la gestiona, para establecer, mantener, y finalizar las llamadas entre múltiples extremos. La norma emplea un modelo maestro-esclavo en el que la terminal de origen y/o la pasarela son esclavas del controlador de pasarela de medios.

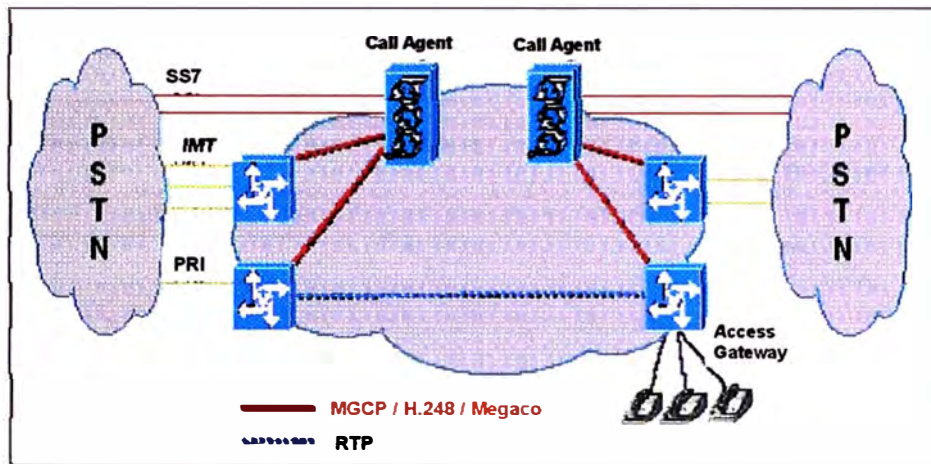


Fig. 2.6 Arquitectura del protocolo H.248

Fuente: Presentación Telefónica del Perú

b) Protocolo H.323:

Este protocolo trata sobre la manera en que los teléfonos PC o los teléfonos existentes pueden conectarse mediante adaptadores a redes de paquetes e interactuar con redes telefónicas públicas conmutadas a través de pasarelas. H.323 fue diseñado con un objetivo principal de proveer a los usuarios con tele-conferencias que tienen capacidades de voz, video y datos sobre redes de conmutación de paquetes. Las comunicaciones conforme a la H.323 son una combinación de señales de audio, video, datos y control.

El protocolo H.323 tiene las siguientes características:

- Comunicación multimedia a través de paquetes
- Conexión a la red PSTN mediante Gateways
- Transmisión de medios (audio, video) mediante RTP/RTCP

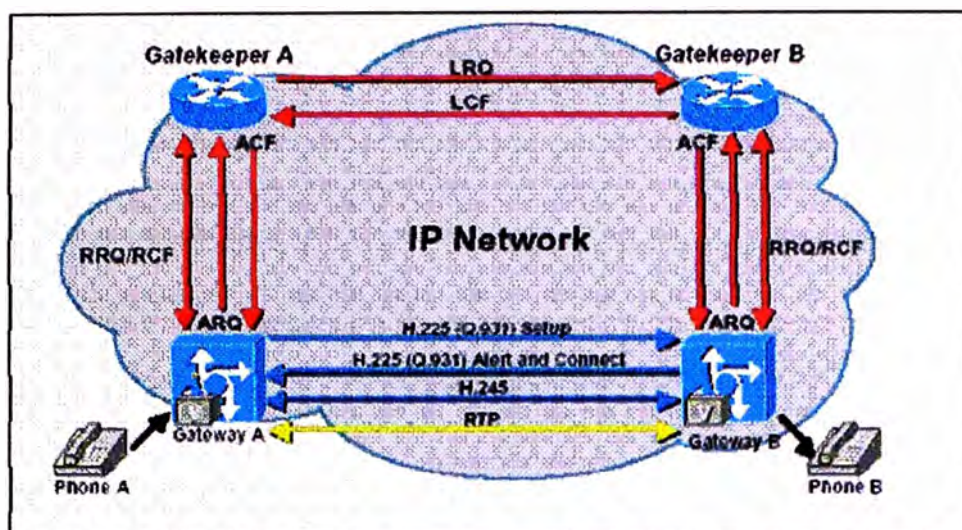


Fig.2.7 Llamada básica en H.323

Fuente: Presentación Telefónica del Perú

c) Protocolo SIP (Protocolo de Iniciación de Sesión):

Es un protocolo de señalización de control, a nivel de aplicación, que se emplea para el establecimiento, mantenimiento y terminación de sesiones multimedia (llamadas) entre dos o más participantes. SIP es un protocolo de intercambio de mensajes, de petición y respuesta, que está basado en el modelo de conexión cliente/servidor (TCP/UDP)

Sesión multimedia = voz + video + dato

El protocolo SIP actualmente está enfocado para permitir servicios de próxima generación como presencia, mensajería instantánea. El propósito de SIP es la comunicación entre dispositivos multimedia. SIP hace posible esta comunicación gracias a dos protocolos que son RTP/RTCP y SDP. El protocolo RTP se usa para transportar los datos de voz en tiempo real, mientras que el protocolo SDP se usa para la negociación de las capacidades de los participantes, tipo de codificación, etc.

Todos los mensajes en SIP se codifican en texto, por tanto la señalización SIP es completamente transparente a lo largo de la red IP.

El protocolo SIP tiene las siguientes características:

- Protocolo de inicio de sesión
- Usuario@dominio
- Session Description Protocol (SDP)
- Control de señalización entre pares: crear, modificar y finalizar sesiones

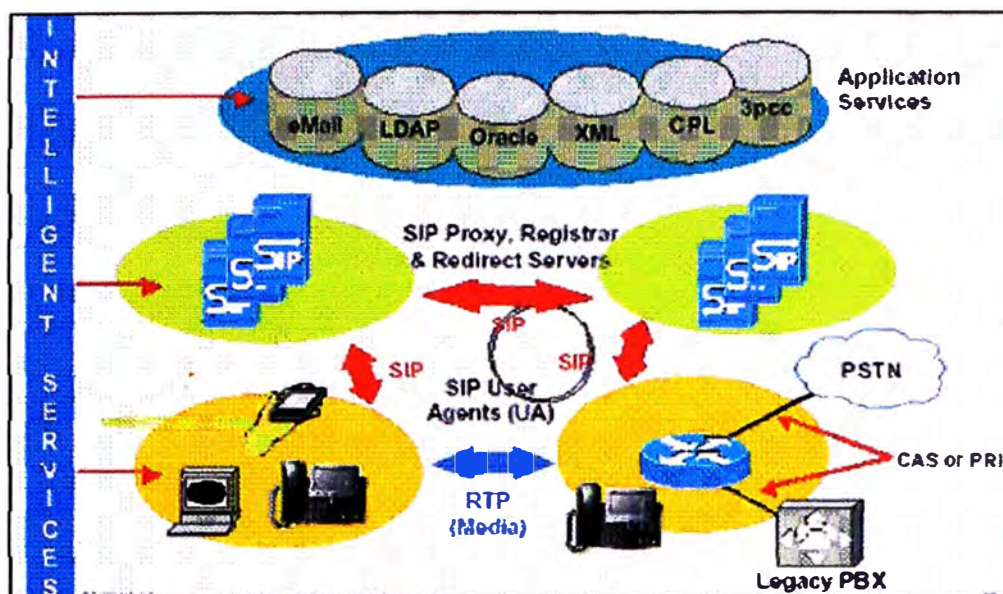


Fig. 2.8 Arquitectura SIP

Fuente: Presentación Telefónica del Perú

c.1) Componentes del Protocolo SIP

c.1.1 User Agent (UA):

Se compone de dos partes, el User Agent Client (UAC) y el User Agent Server (UAS). Un UAC es una aplicación cliente que genera peticiones SIP y recibe respuestas a esas peticiones. Un UAS es una aplicación servidor que genera respuestas a las peticiones SIP.

c.1.2 Servidores:

- **Servidores Proxy:** Es un intermediario entre UAC y UAS, actúa tanto como servidor y cliente con el propósito de hacer solicitudes y manipular respuestas a nombre de los agentes de usuario
- **Registrar Server:** Acepta peticiones de registro de los usuarios y guarda la información de estas peticiones para suministrar un servicio de localización y traducción de direcciones en el dominio que controla.
- **Redirect Server:** Genera respuestas de redirección a las peticiones que recibe. Este servidor reencamina las peticiones hacia el próximo servidor.

La división de estos servidores es conceptual, cualquiera de ellos puede estar físicamente en una única máquina, la división puede ser por motivos de escalabilidad y rendimiento.

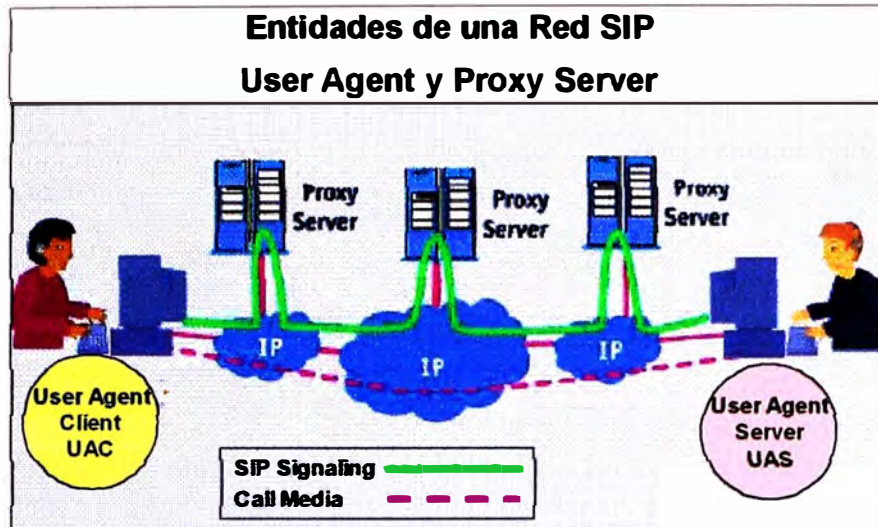


Fig.2.9 Entidades de una red SIP

c.2) Direccionamiento del Protocolo SIP

Una de las funciones de los servidores SIP es la localización de los usuarios y resolución de nombres. Normalmente, el agente de usuario no conoce la dirección IP del destinatario de la llamada, sino su e-mail.

Las entidades SIP identifican a un usuario con las **SIP URI (Uniform Resource Identifiers)**. Una SIP URI tiene un formato similar al del e-mail, consta de un usuario y un dominio delimitado por una @, como muestra los siguientes casos:

- **usuario@dominio**, donde dominio es un nombre de dominio completo
- **usuario@equipo**, donde equipo es el nombre de la máquina
- **usuario@dirección_ip**, donde dirección IP es la dirección IP del dispositivo
- **número_teléfono@gateway**, donde gateway permite acceder al número de teléfono a través de la red telefónica pública.

La solución de identificación de SIP, también puede ser basada en DNS, donde se describen los procedimientos DNS utilizados por los clientes para traducir una SIP URI en una dirección IP, puerta y protocolo de transporte utilizado, o por los servidores para retornar una respuesta al cliente en caso de que la petición falle.

c.3) Ejemplo de una Llamada SIP

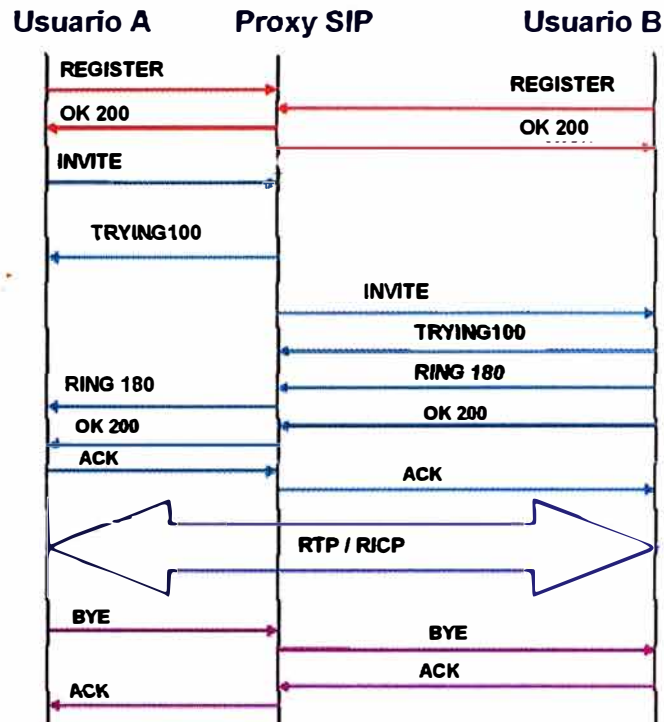


Fig.2.9 Llamada SIP

Las dos primeras transacciones corresponden al **registro de usuarios**. Los usuarios deben registrarse para poder ser encontrados por otros usuarios. En este caso, los terminales envían una petición REGISTER. El servidor Proxy, que actúa como Register, consulta si el usuario puede ser autenticado y envía un mensaje OK en caso positivo.

La siguiente transacción corresponde a un **establecimiento de sesión** que consiste en una petición INVITE del usuario al proxy. Inmediatamente, el proxy envía un TRYING 100 para parar las retransmisiones y reenvía la petición al usuario B. El usuario B envía un Ringing 180 cuando el teléfono empieza a sonar y también es reenviado por el proxy hacia el usuario A. Por último, el OK 200 corresponde a aceptar la llamada (el usuario B descuelga). En este momento la llamada está establecida, pasa a funcionar el protocolo de transporte RTP con los parámetros (puertos, direcciones, codecs, etc.) establecidos en la negociación mediante el protocolo SDP.

La última transacción corresponde a una **finalización de sesión**. La finalización se lleva a cabo con una única petición BYE enviada al Proxy, y posteriormente reenviada al usuario B. Este usuario contesta con un OK 200 para confirmar que se ha recibido el mensaje final correctamente.

2.3 Tecnologías de Acceso Inalámbrico

De todas las tecnologías de acceso inalámbrico disponibles en la actualidad, en el presente informe se desarrollará WiMAX.

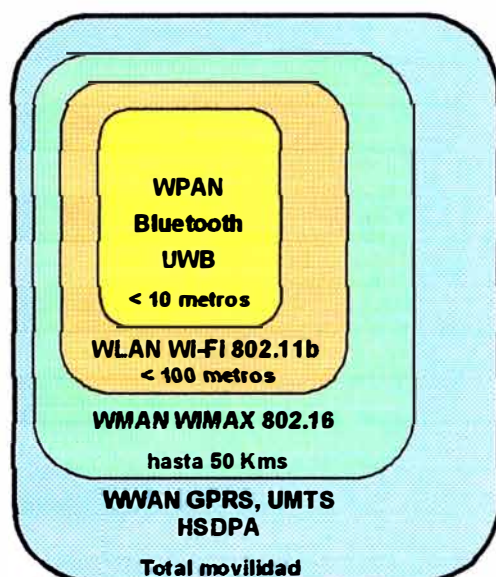


Fig.2.10 Tecnologías de acceso inalámbrico

2.3.1 Tecnología de Acceso Inalámbrico WiMAX

WiMAX (del inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access, "Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas") es una tecnología de transmisión inalámbrica de datos basada en el estándar IEEE 802.16 MAN que provee conexiones de banda ancha de alto throughput sobre largas distancias, con capacidades de cobertura que varían desde unos pocos metros (PAN) hasta kilómetros (MAN, WAN). WiMAX puede ser utilizado para una gran cantidad de aplicaciones, incluyendo conexiones de banda ancha de "última milla", DSL inalámbricas, VoIP, backhaul de hotspots, y conectividad de alta velocidad para negocios (SOHO, SME).

WiMAX permite accesos concurrentes en áreas de hasta 50 km de radio (dependiendo del entorno del área de despliegue; por ejemplo, rural, sub urbano o urbano) y a velocidades de hasta 124 Mbps, utilizando tecnología que no requiere línea de vista (NLOS) con las estaciones base. Los perfiles ya disponibles incluyen las bandas licenciadas de MMDS en 2,5 GHz y la banda de 3,5 GHz, además de la banda no licenciada UNII (Universal National Information Infrastructure) en 5,8 GHz.

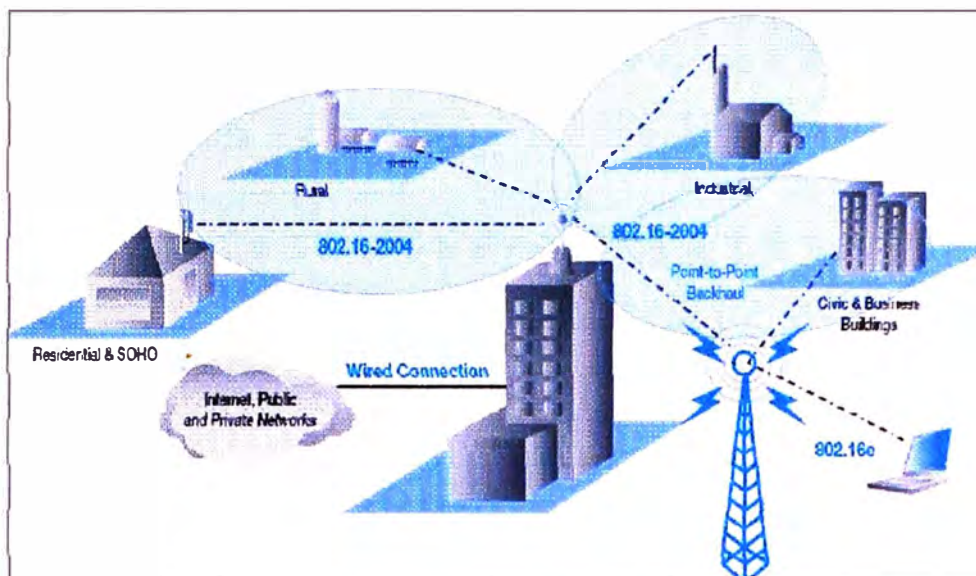


Fig.2.11 Ejemplo red WiMAX

Fuente: <http://www.revistaesalud/index.php/revistaesalud/article/viewFile/71/349/1113>

2.3.2 Características de “WiMAX”

- Mayor productividad a rangos más distantes (hasta 50 kms)
 - Mejor tasa de bits/segundo/HZ en distancias largas
- Sistema escalable
 - Fácil adición de canales: maximiza las capacidades de las células.
 - Anchos de banda flexibles que permiten usar espectros licenciados y exentos de licencia
- Cobertura
 - Soporte de mallas basadas en estándares y antenas inteligentes, que mejoran la eficiencia espectral y la cobertura.
 - Modulación adaptativa que permite sacrificar ancho de banda a cambio de mayor rango de alcance y mediante los cuales la estación base y el equipo de usuario se conectan utilizando la mejor de las modulaciones posibles, en función de las características del enlace radio
- QoS (Quality of Service / Calidad de Servicio)
 - Grant/Request MAC permite vídeo y voz
 - Servicios de nivel diferenciados: E1/T1 para negocios, mejor esfuerzo para uso doméstico
- Coste y riesgo de investigación
 - Los equipos WiMAX-Certified (certificación de compatibilidad) permiten a los operadores comprar dispositivos de más de un vendedor

- Anchos de canal entre 1,5 y 20 MHz
- Utiliza modulaciones OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) y OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) con 256 y 2048 portadoras respectivamente, que permiten altas velocidades de transferencia incluso en condiciones poco favorables.

2.3.3 La mejor solución es una combinación entre Wi-Fi y WiMAX

Una red combinada de Wi-Fi e implementación WiMAX, ofrece una solución más eficiente con base a costes que una implementación exclusiva de antena direccional de Wi-Fi o una *malla de Wi-Fi se conecta con backhaul protegido con cable para abonados* que quieren extender la red de área local o cubrir hasta el último kilómetro.

Las redes Wi-Fi conducen la demanda para WiMAX aumentando la proliferación de acceso inalámbrico, aumentando la necesidad para soluciones del backhaul eficiente con base a costes y más rápida la última milla. WiMAX puede estar acostumbrado a agregar redes de Wi-Fi (como malla se conectan topologías y hotspots) y usuarios de Wi-Fi para el backend, mientras WiMAX le ofrece un backhaul de gran distancia y solución de última milla.

Las redes ofrecen un amplio rango de opciones de implementación para cubrir áreas extendidas y de última milla. Lo mejor es que la solución varía de acuerdo a los modelos de uso, el tiempo de implementación, la posición geográfica y la aplicación de red (tanto en datos, VoIP y vídeo). Cada implementación puede estar hecha a la medida que mejor se adapte a las necesidades de la red de usuarios. Los Wi-Fi WLANs coexistirán con WiMAX. Las recomendaciones para las implementaciones:

- 802.16-2004 la aplicación se adapta en las áreas rurales.
- El intercambio de redes autorizadas de Wi-Fi trae consigo la posibilidad de un servicio inalámbrico barato para las áreas urbanas y suburbanas.

WiMAX (802.16-2004) provee conectividad inalámbrica de banda ancha a las áreas más allá del alcance de la banda ancha tradicional (xDSL y T1) y permite el crecimiento de topología de Wi-Fi de la red de malla. El estándar IEEE 802.16 con revisiones específicas se ocupa de dos modelos de uso:

- Fijo
- Móvil

- **Fijo**

El estándar del 802.16-2004 del IEEE (el cuál revisa y reemplaza versiones del IEEE del 802.16a y 802.16d) es diseñado para el acceso fijo que el uso modela. Este estándar usa una antena que se coloca en el lugar estratégico del suscriptor. La antena se ubica generalmente en el techo de una habitación o en un mástil, parecida a una antena de televisión vía satélite. 802.16-2004 del IEEE también se ocupa de instalaciones interiores.

El estándar 802.16-2004 es una solución inalámbrica para acceso a Internet de banda ancha que provee una solución de clase interoperable de transportador para la última milla. WiMAX acceso fijo funciona desde 2.5-GHz autorizado, 3.5-GHz y 5.8-GHz exento de licencia. Esta tecnología provee una alternativa inalámbrica al módem cable y las líneas digitales de suscriptor de cualquier tipo (xDSL).

- **Móvil**

El estándar del 802.16e del IEEE es una revisión para la especificación base 802.16-2004 que apunta al mercado móvil añadiendo portabilidad y capacidad para clientes móviles con IEEE. Este estándar usa Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA), lo cual agrupando subportadoras múltiples en subcanales. Una sola estación cliente del suscriptor podría usar todos los subcanales dentro del periodo de la transmisión, o los múltiples clientes podrían transmitir simultáneamente usando cada uno una porción del número total de subcanales.

El estándar 802.16-2004 del IEEE mejora la entrega de última milla en varios aspectos cruciales:

- La interferencia del multicamino
- El retraso difundido
- La robustez

La interferencia del multicamino y retraso mejora la actuación en situaciones donde no hay una línea de vista directo entre la estación base y la estación del suscriptor.

El control de acceso a medios emergente del 802.16-2004 es optimizado para enlaces de gran distancia porque es diseñado para tolerar retrasos más largos y variaciones de retraso. La especificación 802.16 acomoda mensajes de la gerencia de Control de Acceso a Medios que permiten a la estación base interrogar a los suscriptores,

pero introduciendo un cierto retraso temporal. Un equipo WiMAX que opere en bandas de frecuencia exentas de licencia usará duplicación por división de tiempo (TDD). Un equipo funcionando dentro de bandas de frecuencia autorizadas usará ya sea TDD o duplicación por división de frecuencia (FDD). En el estándar 802.16-2004, la señal OFDM está dividida en 256 transportadores en lugar de 64. Un mayor número de subportadoras en la misma banda da como resultado subportadoras más estrechas.

2.3.4 Aporte de WiMAX en una solución en entorno Rural

Por un lado un menor costo respecto a otras tecnologías consideradas para el entorno rural. Los equipos inalámbricos de usuario (CPE o Customer Premise Equipment) serán capaces de utilizar algunos componentes comunes con los PCs o los PDAs. Los equipos Modem de usuario para interior serán autoinstalables de forma equivalente al cable o XDSL y las estaciones base usarán los mismos chips que los puntos de acceso WiMAX de bajo coste. Finalmente, con mayores volúmenes, se llega a un mayor nivel de integración de los chips de radiofrecuencia bajando aún más los costos.

Por otro lado, una mayor cobertura. La tecnología que soporta WiMAX ha sido optimizada para ofrecer NLOS (Non line of sight – sin línea de vista), esto es *comunicación sin línea directa de visión*. El NLOS tiene como grandes ventajas una mejor cobertura, mejor predicción sobre su potencial de cobertura y menores costos, lo que lleva a que se precise un menor número de estaciones base, planificación radio más sencilla, torres más cortas y terminales de usuarios que se instalan más rápido. Es conveniente comentar que además existen técnicas para mejorar la cobertura del NLOS, como diversidad, codificación espacio-tiempo y ARQ (Automatic Retransmission Request).

En cuanto a la capacidad, una de sus ventajas clave es que utiliza OFDM en comparación con esquemas de modulación sobre una única portadora, lo que permite altas velocidades de transferencia para el usuario, equivalentes a las obtenidas con tecnologías de cable o XDSL incluso en condiciones NLOS y multicamino (multipath).

Dada la cobertura de WiMAX y su NLOS, esta solución es muy atractiva para entornos rurales donde redes cableadas de banda ancha no son viables. Como se ha mencionado el NLOS no solo incrementará el número de clientes potenciales sino que también ofrece un servicio universal que eliminará sombras que pueden darse con tecnologías LOS. Además los equipos de usuario para interior que usan NLOS tienen como ventaja que reducen el riesgo de robo o daños que son muy habituales en

bastantes regiones del mundo. WiMAX como tecnología ha generado grandes expectativas durante los últimos años. Muchas de esas expectativas pueden venir dadas por su posible competitividad en relación a otras tecnologías, los modelos de negocio alternativo que se pueden plantear alrededor de la misma (ej, en movilidad), la prestación de servicios en zonas desfavorecidas, mejoras de la prestación de servicios de atención primaria, teleasistencia y teleformación, etc. En definitiva se abrirá una ventana de oportunidades más justa independientemente de la ubicación de la población.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA: IMPLEMENTACIÓN DE LA RED RURAL EN LA LOCALIDAD RURAL DE ARGAMA

3.1 Alternativa de Solución

Con el objetivo de diseñar la solución técnica y económica para que un operador pueda implementar una red de telecomunicaciones en una zona rural con una mínima inversión y bajos costos de operación y mantenimiento, se desarrollará una alternativa de solución a través de la modalidad de un operador virtual de red rural al cual en este documento se le denominará “Operador Argama Telecomunicaciones” (en adelante “ArgamaTel”). En este proyecto se considerará como punto de aplicación para la implementación de la red, el centro poblado de Argama, perteneciente al distrito de Pacucha, provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac.

El centro poblado de Argama está conformado por las comunidades rurales de Argama Alta, Argama Baja, San Miguel de Argama, Manzana Pata y Putca los cuales están concentrados geográficamente en dos puntos principales.

De acuerdo a la información obtenida para este informe en agosto de 2008, el Presidente de la comunidad de Argama Alta el Sr. Máximo Gaspar y el Sr. Lucio Arango, Coordinador del programa de mantenimiento de caminos rurales de Argama indicaron de que el centro poblado de Argama tiene una población de aproximadamente 3,500 personas sin contar niños y alrededor de 1200 viviendas.

Antes de empezar con el diseño de la solución técnica económica de este proyecto, se detallarán los pasos y condiciones generales que deberá de cumplir el operador ó la empresa que pretenda implementar y prestar servicios de telecomunicaciones en esta localidad.

3.2 Solución al problema

3.2.1 Descripción general del modelo de solución Operador Virtual de Red “VNO Rural”

Este modelo permitirá a un operador rural brindar servicios de telecomunicaciones en zonas rurales sin la necesidad de contar con una infraestructura de voz propia e interconectarse a la PSTN (siglas del inglés “Public switched telephone network” ó red de telefonía pública conmutada) a través del uso compartido de plataformas NGN, es decir mediante equipos Media Gateway, Softswitch, SIP Server, etc, los cuales serán alquilados a un operador dominante (en adelante “BigOperator”).

Los tráficos desde la red del operador rural “ArgamaTel” hasta el punto de interconexión (en adelante “Pdl”) con “BigOperator” serán transportados vía Internet, para ser entregados a éste último en el Pdl, de esta manera el operador rural reduciría los costos de transporte.

3.3 Características principales del Proyecto

- “ArgamaTel” ofrecerá los servicios de telefonía residencial, telefonía pública (TUP’s), y servicios de acceso a Internet en la localidad de Argama a través de la tecnología IP.
- La interconexión de la red de “ArgamaTel” con la red fija de “BigOperator” se realizará en uno de los Pdl’s de “BigOperator” ubicados en Lima, debido a que la interconexión con otros operadores en casi el 100% de los casos se da en Lima y ello facilitaría que “ArgamaTel” pueda tener acceso indirecto a las redes de otros operadores a través de interconexión indirecta ó tránsito local.
- Se considera que “ArgamaTel” no cuenta con infraestructura de red propia, es decir no cuenta con centrales telefónicas, centro de gestión, todo el equipamiento necesario para operar. Por lo que alquilará a “BigOperator” capacidades de equipamientos de su plataforma NGN, tales como Gateways, Softswitch, Sip Server, controladores entre otros.
- “ArgamaTel” implementará la red de acceso en la localidad de Argama
- Adicionalmente “ArgamaTel” contratará a “BigOperator” servicios adicionales de conectividad IP, para transportar el tráfico desde y hacia la comunidad de Argama.
- El transporte de tráfico será a través de Internet

En la siguiente figura se muestra el esquema general de la estructura de red a implementarse.

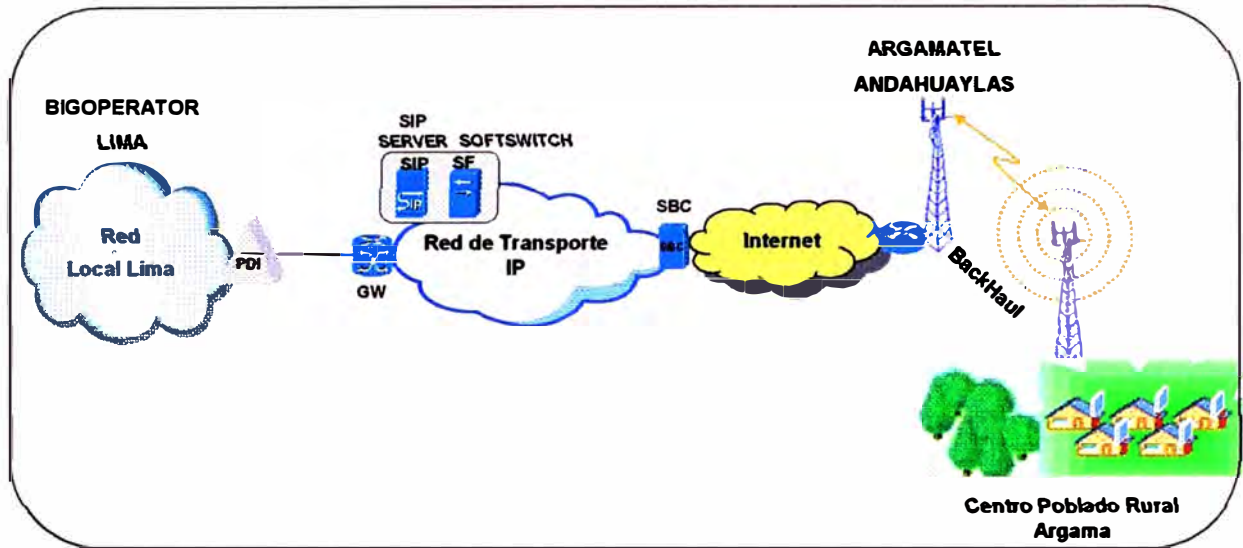


Fig.3.1 Esquema general de la solución de red

3.4 Condiciones Regulatorias que deberá cumplir “ArgamaTel”

- “ArgamaTel” deberá contar con la concesión de operador rural de servicios de telecomunicaciones en el departamento de Apurímac, el cual deberá ser otorgado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (en adelante “MTC”)
- “ArgamaTel” deberá solicitar al “MTC” la asignación de la numeración rural para telefonía fija residencial y telefonía pública en el departamento de Apurímac.
- “ArgamaTel” deberá contar con la autorización del “MTC” para prestar el servicio de Internet y demás servicios de valor agregado en el departamento de Apurímac.
- “ArgamaTel” deberá asumir con las obligaciones regulatorias respecto a sus clientes finales.

3.5 Condiciones técnicas Operativas de “ArgamaTel”

- “ArgamaTel” contratará a “BigOperator” toda la infraestructura necesaria para operar. Dicha infraestructura estará conformada principalmente de lo siguiente:
 - Plataformas de Red de próxima generación “NGN”, tales como MediaGateways, Softswitchs, servidores SIP, entre otros equipos NGN, necesarios y suficientes para operar. Se considera que la ubicación de dichas plataformas estarán en Lima.

- Enlaces de interconexión de una capacidad de medio (0.5) E1 (1024 Mbps), el cual servirá para pasar el tráfico de interconexión de “ArgamaTel” con la red del operador dominante “BigOperador”, así mismo servirá para que “ArgamaTel” pueda interconectarse indirectamente con otros operadores interconectados con el operador “BigOperador”. Ello mediante el servicio de transporte conmutado local.
- Servicios de Internet de una capacidad de 2048/512 Kbps para transportar el tráfico en la tecnología IP desde el centro poblado de Argama hasta Lima hacia la red NGN, para realizar el procesamiento de tráfico, la señalización y conmutación del tráfico.
- Actualmente la cobertura del servicio de acceso a Internet llega hasta la provincia de Andahuaylas, por lo que el punto de entrega del servicio Internet de “BigOperator” a “ArgamaTel” será en un local el cual estará ubicado en la ciudad de Andahuaylas. Desde este local “ArgamaTel” desplegará su propia red inalámbrica hasta la localidad de Argama.
- “ArgamaTel” contará con una herramienta de gestión de acceso seguro a la plataforma NGN de “Bigoperator” con la finalidad de operar el servicio y tener acceso a la información de CDR’s (de las siglas del inglés “Call Detail Records” ó detalle de registro de llamadas) producidos por el SoftSwitch, del dominio que les corresponda.
- “ArgamaTel” solicitará a “BigOperator” la habilitación de cuentas de sus usuarios y otras gestiones como activación, desactivación, modificaciones, bloqueos, etc.
- Toda la información de CDR’s será registrado por las plataformas NGN de “BigOperator” y serán entregados a “ArgamaTel” a fin de que pueda realizar la facturación de sus usuarios y la conciliación del tráfico de interconexión con otros operadores y éste último.
- “ArgamaTel” será responsable de la operación y mantenimiento de su red instalada, es decir desde su local ubicado en la ciudad de Andahuaylas que es el punto de entrega del servicio de acceso a Internet proveído por “BigOperator”, hasta la casa de sus abonados en la localidad rural de Argama.
- “BigOperator” quien provee el servicio de acceso a Internet y el uso de las plataformas NGN es el encargado de la gestión de estos servicios hasta el punto de entrega del mismo.

3.6 Condiciones Operativas de “ArgamaTel”

Las condiciones a considerarse en la operación de los servicios de “ArgamaTel” serán los siguientes:

- Los servicios básicos a ser brindados por “ArgamaTel” serán telefonía residencial, telefonía pública e Internet.
- “ArgamaTel” asumirá toda las obligaciones regulatorias (atención de reclamos, emisión de recibos telefónicos, facturación, cobranza, etc) respecto a sus usuarios
- Las tarifas de voz y acceso a Internet serán fijados por “ArgamaTel”
- Se permitirá tráfico On net (comunicación entre los usuarios del “ArgamaTel”) y Off net (alcance fuera de usuarios de “ArgamaTel”)
- Los usuarios de “ArgamaTel” podrán establecer llamadas con los usuarios de otros operadores de telefonía fija urbana, telefonía rural y móvil, incluido los usuarios de “BigOperator”.
- Los usuarios de “ArgamaTel” podrán establecer llamadas locales y LDN entre sus usuarios mediante Internet, en la modalidad de abonados y teléfonos públicos
- Los usuarios de “ArgamaTel” podrán establecer llamadas locales y LDN con los usuarios de otros operadores de red virtual (VNO’s rurales), en la modalidad de abonados y teléfonos públicos
- Los usuarios de “ArgamaTel”, podrán establecer llamadas locales y LDN con los usuarios de terceras redes (redes fijas (urbanas y rurales), móviles y LD), con los cuales “BigOperator” esté interconectado.
- Los usuarios de “BigOperator” ó terceras redes que ingresen a través de la red de “BigOperator” en la modalidad de abonados, teléfonos públicos y móviles, podrán establecer llamadas locales y de larga distancia con los usuarios de “ArgamaTel”.
- Los usuarios de “ArgamaTel” podrán realizar llamadas de larga distancia Internacional (LDI).
- Las llamadas de Larga Distancia Internacional “LDI” podrán terminar en los abonados de “ArgamaTel”, a través de la red de “BigOperator”.
- De acuerdo a los ítems mencionados líneas arriba se permitirán los siguientes tipos de tráficos:
 - Tráfico On net (entre el grupo de clientes de “ArgamaTel”)
 - Tráfico Off Net (alcance fuera de clientes de “ArgamaTel”) y fuera de la red IP

- Las llamadas off net nacional podrán tener como destino cualquier departamento del Perú y destinos internacionales.

3.7 Esquema de Llamadas de “ArgamaTel”

El esquema de llamadas por parte de los abonados de “ArgamaTel” será como sigue:

- El abonado de “ArgamaTel” ingresa los datos de llamada en su terminal (teléfono IP o teléfono convencional y un adaptador ATA (Analog Terminal Adapter)).
 - a. LDN: 0 + código del departamento y número telefónico
 - b. LDI: 00 + código del país y número telefónico.
 - c. SLM: número telefónico
- El dato del teléfono destino es enviado a la plataforma NGN de “BigOperator”
- La plataforma NGN y los demás componentes de la red enrutan la llamada hacia el destino elegido (sea local, LDN, LDI ó SLM) y establece la comunicación.
- El teléfono destino recibe la llamada.

3.8 Escenarios de Llamadas

Tal como lo indicado en puntos anteriores, se considerará que la interconexión entre “ArgamaTel” y “BigOperator” se llevará a cabo en la ciudad de Lima, así mismo las plataformas de red NGN estarán ubicadas en Lima por lo que la señalización y el tráfico de interconexión serán transportados hasta la ciudad de Lima.

Adicionalmente para los escenarios de llamadas con destino a departamentos donde no exista interconexión directa entre “ArgamaTel” y “BigOperator”, éste último le brindará a “ArgamaTel”, el servicio de Transporte Conmutado de Larga Distancia Nacional. Así mismo para llamadas con destino u origen internacional, desde ó hacia los abonados de “ArgamaTel”, “BigOperator” se encargará de realizar el transporte de larga distancia internacional, por lo que “ArgamaTel” le pagará los cargos de interconexión correspondientes.

A continuación se describirán los procesos de encaminamiento de los diferentes escenarios de llamadas:

3.8.1 Llamadas Locales “SLM”

En este proyecto se considerarán sólo los escenarios básicos, asimismo se utilizarán las siguientes terminologías:

Min_r: Minutos tasados al segundo (minutos reales)

Min_R: Minutos redondeados

TF: Cargo de terminación ó originación de llamada en red fija

TM: Cargo de terminación ó originación de llamada en red móvil

TR: Cargo de terminación ó originación de llamada en red rural

CTup: Cargo de compensación TUP

Ti: Cargo de transporte conmutado local ó tránsito local

TLND: Cargo de transporte conmutado de larga distancia nacional

TLNI: Cargo de transporte conmutado de larga distancia internacional

Cf/c: Cargo de facturación y cobranza

a) Llamada Local On-Net, originado en un abonado de “ArgamaTel” con destino a otro abonado rural del mismo operador

El usuario rural realiza la llamada cuya señalización SIP será encaminada por la red IP, hasta llegar a la plataforma NGN en Lima, con la que se señala a los dispositivos llamante y llamado para poder dar inicio a la comunicación. Si la llamada progresa, pasa a la etapa de comunicación para la cual emplea el protocolo de transporte RTP hasta que se finalice la comunicación con el número de destino.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Abon. “A” -> Red IP “ArgamaTel” -> Abon. “B”

En este escenario de llamada, “BigOperator” y “ArgamaTel” se facturarán de la manera siguiente:

“ArgamaTel” facturará a su abonado “A”: *Tarifa local rural-fijo*

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

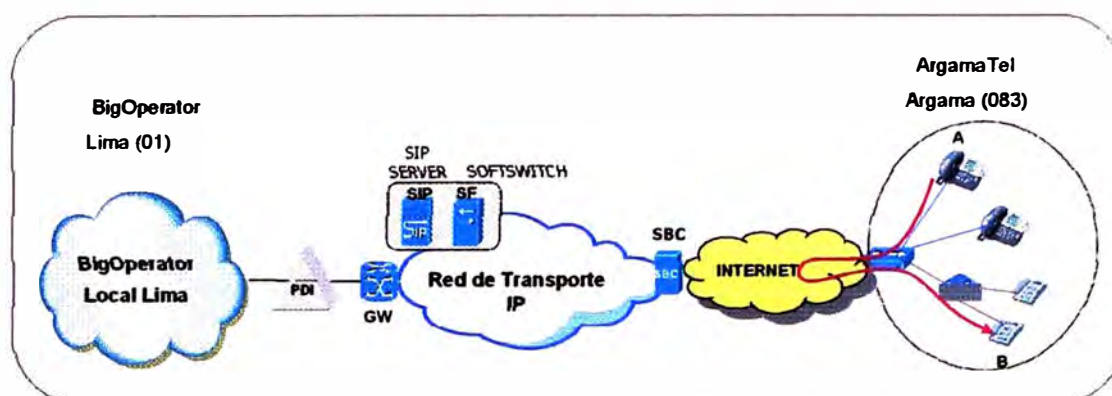


Fig.3.2 Llamada local On Net

b) Llamada Local Off-Net, originado en un abonado rural de “ArgamaTel” con destino a un usuario urbano (modalidad abonado fijo) de “BigOperator”

El abonado rural realiza la llamada cuya señalización SIP será encaminada hasta la plataforma NGN de “BigOperator” ubicado en Lima, para dar inicio a la comunicación. Como el número llamado pertenece a “BigOperator”, la plataforma NGN convierte el tráfico IP en TDM y lo encamina hacia el Punto de Interconexión de Lima “Pdl Lima”, para la interconexión correspondiente y completar la llamada en su destino. Como el destino de la llamada es en provincias en este caso Apurimac y no existe interconexión directa entre “ArgamaTel” y “BigOperator”, éste último transportará la llamada hasta terminar en su abonado.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Abon. “A” → Red IP “ArgamaTel” → GW → Pdl Lima → Red transporte LDN “BigOperator” → Red local “BigOperator” → Abon. “B”

En este escenario de llamada, “BigOperator” y “ArgamaTel” se facturarán de la manera siguiente:

“ArgamaTel” factura a su abonado “A”: Tarifa local rural -fijo

*“BigOperator” factura a “ArgamaTel”: $Min_r * T_F + Min_r * T_I + Min_r * T_{LDN}$*

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

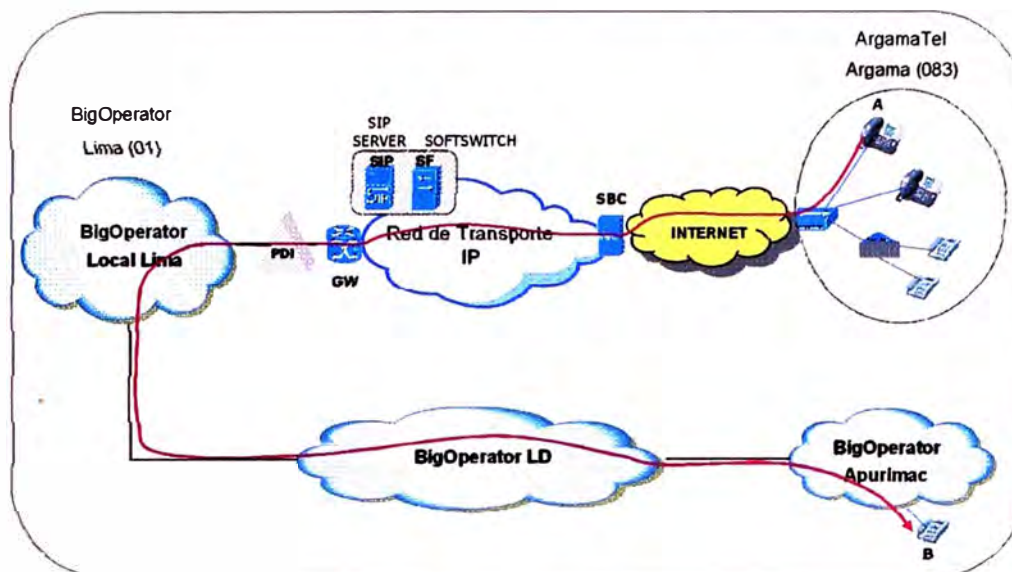


Fig.3.3 Llamada local Off-Net

c) Llamada Local Off-Net, originado en un abonado rural de “ArgamaTel” con destino a un usuario urbano (modalidad abonado fijo) de otro operador fijo “ThirdOperator” interconectado a “BigOperator” en Lima

El abonado rural realiza la llamada cuya señalización SIP será encaminada hasta la plataforma NGN para dar inicio a la comunicación. Como el número llamado pertenece a otro operador “ThirdOperator”, la plataforma NGN convierte el tráfico IP en TDM y lo encamina hacia el Pdl Lima, para entregarlo al operador “ThirdOperator” para que termine la llamada en su destino. Como el destino de la llamada es en Apurímac “ThirdOperator”, transportará la llamada hasta terminar en su abonado.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Abon. “A” → Red IP “ArgamaTel” → GW → Pdl Lima → Red de transporte LDN “ThirdOperator” → Abon. “B”

En este escenario de llamada, “BigOperator” y “ArgamaTel” se facturarán de la manera siguiente:

“ArgamaTel” factura a su abonado “A”: Tarifa local rural -fijo

BigOperator factura a “ArgamaTel”: $Min_r \cdot TI$

ThirdOperator factura a “ArgamaTel”: $Min_r \cdot TF + Min_r \cdot TLDN$

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

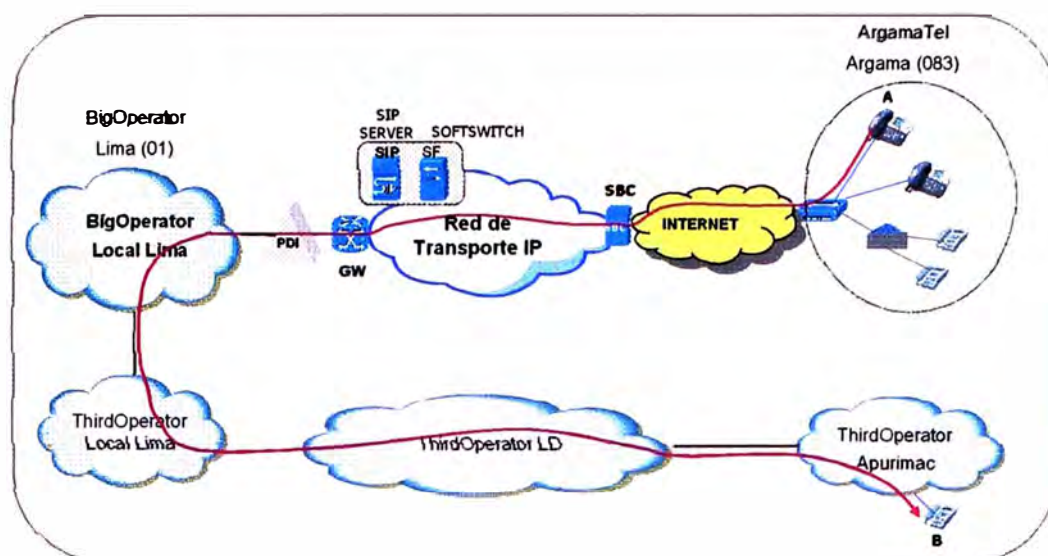


Fig.3.4 Llamada local de "ArgamaTel" a "ThirdOperator"

d) Llamada Local Off-Net, originado en un abonado rural de "ArgamaTel" con destino a un usuario móvil de un operador móvil "MovilOperator" interconectado a "BigOperator" en Lima

El abonado rural realiza la llamada cuya señalización SIP será encaminada hasta la plataforma NGN para dar inicio a la comunicación. Como el número llamado pertenece a otro operador "MovilOperator", la plataforma NGN convierte el tráfico IP en TDM y lo encamina hacia el Pdl Lima, para entregarlo al operador "MovilOperator" para que este último termine la llamada en su destino. Como el destino de la llamada es en Apurimac "MovilOperator", transportará la llamada hasta terminar en su abonado.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Abon. "A" → Red IP "ArgamaTel" → GW → Pdl Lima → Red de transporte LDN "MovilOperator" → Abon. "B"

En este escenario de llamada, "BigOperator" y "ArgamaTel" se facturarán de la manera siguiente:

"ArgamaTel" factura a su abonado "A": Tarifa local rural -fijo

*BigOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * Tl$*

*MovilOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * Tm + Min_r * TLDN$*

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

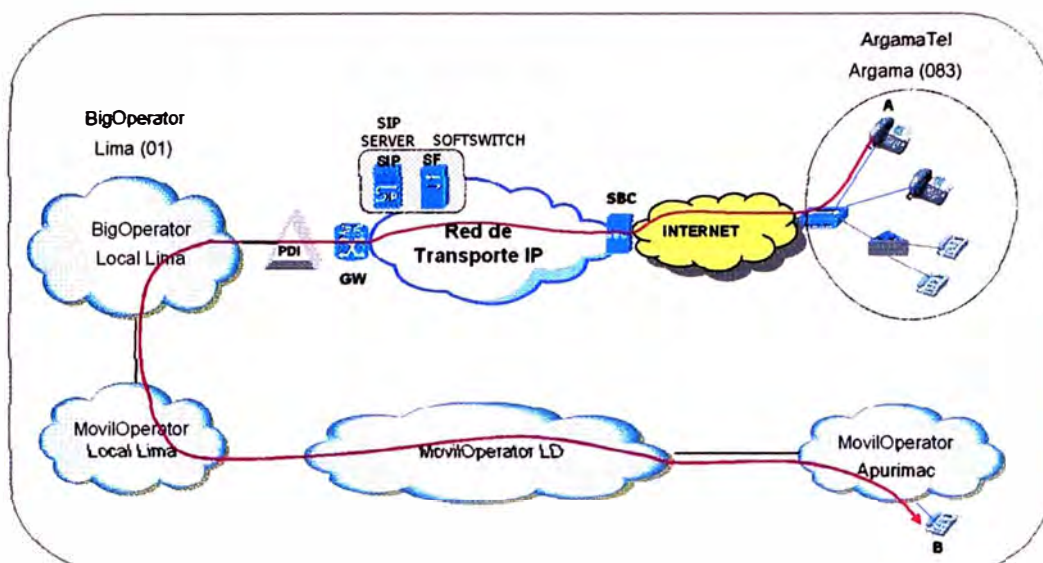


Fig.3.5 Llamada local de “ArgamaTel” a “MovilOperator”

e) Llamada Local Off-Net, originado en un abonado rural de “ArgamaTel” con destino a un usuario rural de un operador rural “RuralOperator” interconectado a “BigOperator” en Lima

El abonado rural realiza la llamada cuya señalización SIP será encaminada hasta la plataforma NGN para dar inicio a la comunicación. Como el número llamado pertenece a otro operador “RuralOperator”, la plataforma NGN convierte el tráfico IP en TDM y lo encamina hacia el Pdl Lima, para entregarlo a “RuralOperator” para que este último termine la llamada en su destino. Dado que el destino de la llamada es en Apurimac “RuralOperator”, transportará la llamada hasta terminar en su abonado.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Abon. “A” → Red IP “ArgamaTel” → GW → Pdl Lima → Red de transporte LDN “RuralOperator” → Abon. “B”

En este escenario de llamada, “BigOperator” y “ArgamaTel” se facturarán de la manera siguiente:

“ArgamaTel” factura a su abonado “A”: Tarifa local rural - rural

*BigOperator factura a “ArgamaTel”: $Min_r * TI$*

*RuralOperator factura a “ArgamaTel”: $Min_r * T_{LDN}$*

En este escenario se aplica la modalidad SKA “Sender Keeps All” el operador rural que origina la llamada establece la tarifa y se queda con la tarifa facturada. No hay pagos por cargos de interconexión.

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

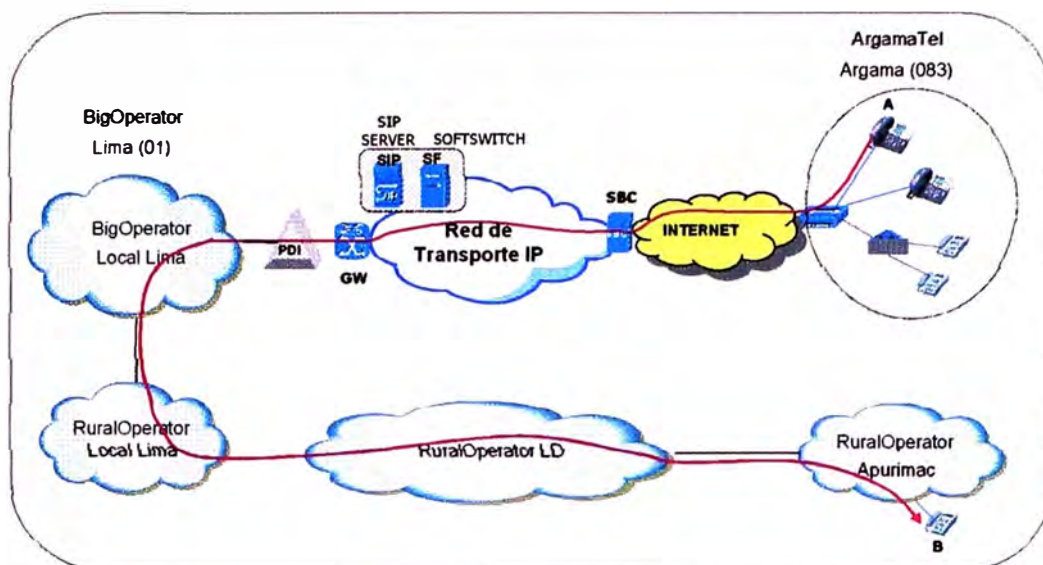


Fig.3.6 Llamada local de “ArgamaTel” a “RuralOperator”

f) Llamada Local originado en un usuario fijo urbano (modalidad abonado fijo) de “BigOperator” con destino a un usuario rural de “ArgamaTel”

El abonado de “BigOperator” realiza la llamada marcando el número de un abonado de “ArgamaTel”, por lo que la central de “BigOperator” encamina la llamada hacia el Pdl Lima y de allí hacia la plataforma NGN para que convierta el tráfico TDM a IP y lo encamine hasta su destino a través de Internet.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Abon. “A” → Red local, “BigOperator” → Pdl Lima → GW → Red IP “ArgamaTel” → Abon. “B”

En este escenario de llamada, “BigOperator” y “ArgamaTel” se facturarán de la manera siguiente:

“ArgamaTel” establece la tarifa de la llamada

BigOperator factura a su abonado “A”: Tarifa local fijo- rural

BigOperator factura a “ArgamaTel”: $Min_r \cdot T_F + Min_r \cdot T_I + Min_r \cdot T_{LDN}$

“ArgamaTel” factura a BigOperator: Tarifa local fijo- rural

Adicionalmente BigOperator facturará a “ArgamaTel” el cargo de facturación y cobranza y aplicará el descuento por morosidad

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

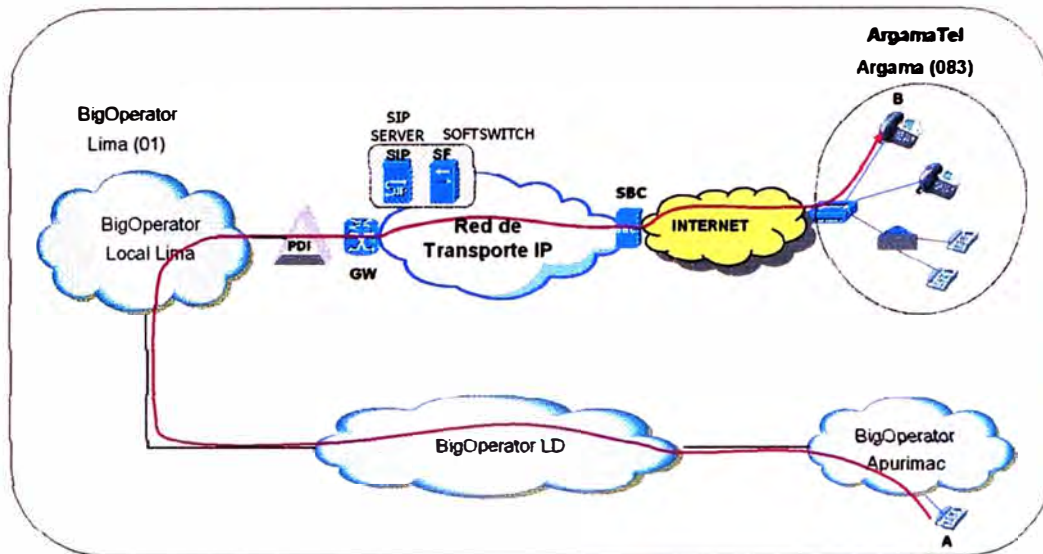


Fig.3.7 Llamada local de "BigOperator" a "ArgamaTel"

g) Llamada Local originado en un usuario fijo urbano (modalidad TUP) de "BigOperator" con destino a un usuario rural de "ArgamaTel"

El abonado de "BigOperator" realiza la llamada marcando el número del abonado de "ArgamaTel", por lo que la central de "BigOperator" encamina la llamada hacia el Pdl Lima, y de allí hacia la plataforma NGN para que convierta el tráfico TDM a IP y lo encamine hasta su destino.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: TUP "A" → Red local "BigOperator" → Pdl Lima → GW → Red IP "ArgamaTel" → Abon. "B"

En este escenario de llamada, "BigOperator" y "ArgamaTel" se facturarán de la manera siguiente:

"ArgamaTel" establece la tarifa de la llamada

BigOperator factura a su abonado "A": Tarifa local Tup - rural

BigOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r \cdot (T_F + T_I + T_{LDN}) + Min_r \cdot C_{tup}$

"ArgamaTel" factura a BigOperator: Tarifa local Tup - rural

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

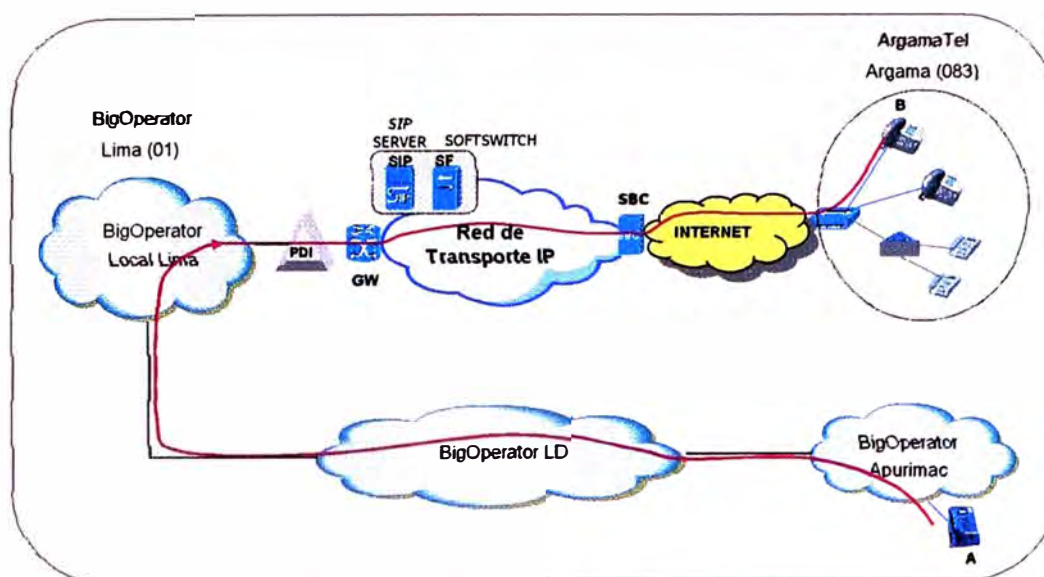


Fig.3.8 Llamada local de "BigOperator" a "ArgamaTel"

h) Llamada Local originado en un usuario móvil del operador móvil "MovilOperator" con destino a un usuario rural de "ArgamaTel"

El abonado del operador "MovilOperator" realiza la llamada marcando el número de un abonado de "ArgamaTel", por lo que la central de "MovilOperator" encamina la llamada al "Pdl Lima", y desde allí la llamada es encaminada hacia la plataforma NGN para que convierta el tráfico TDM a IP y lo encamine hasta su destino.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Usuario "A" → Red transporte LDN "MovilOperator" → Pdl Lima "BigOperator" → GW → Red IP "ArgamaTel" → Abon. "B"

En este escenario de llamada, "BigOperator" y "ArgamaTel" se facturarán de la manera siguiente:

"ArgamaTel" establece la tarifa de la llamada

MovilOperator factura a su usuario "A": Tarifa local móvil - rural

*BigOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * T_i$*

*MovilOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * (T_M + T_{LDN})$*

"ArgamaTel" factura a MovilOperator: Tarifa local móvil - rural

Adicionalmente MovilOperator facturará a "ArgamaTel" el cargo de facturación y cobranza y aplicará el descuento por morosidad

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

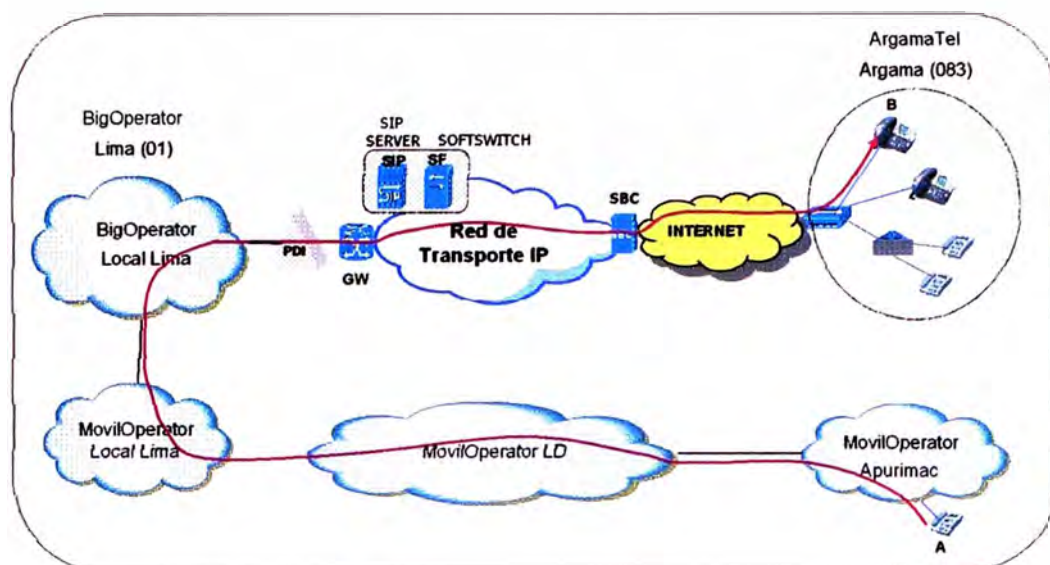


Fig.3.9 Llamada local de "MovilOperator" a "ArgamaTel"

i) Llamada Local originado en un usuario rural de un operador rural "RuralOperator" con destino a un usuario rural de "ArgamaTel"

El abonado del operador "RuralOperator" realiza la llamada marcando el número de un abonado de "ArgamaTel", por lo que la central de "RuralOperator" encamina la llamada hacia el Pdl Lima, y desde allí la llamada es encaminada hacia la plataforma NGN para que convierta el tráfico TDM a IP y lo encamine hacia su destino a través de Internet.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Usuario "A" → Red transporte LDN "MovilOperator" → Pdl Lima "BigOperator" → GW → Red IP "ArgamaTel" → Abon. "B"

En este escenario de llamada, "BigOperator" y "ArgamaTel" se facturarán de la manera siguiente:

"ArgamaTel" establece la tarifa de la llamada

"ArgamaTel" factura a su usuario "A": Tarifa local móvil - rural

*BigOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * T_l$*

*RuralOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * T_{LND}$*

En este escenario se aplica la modalidad SKA "Sender Keeps All" el operador rural que origina la llamada establece la tarifa y se queda con la tarifa facturada. No hay pagos por cargos de interconexión.

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

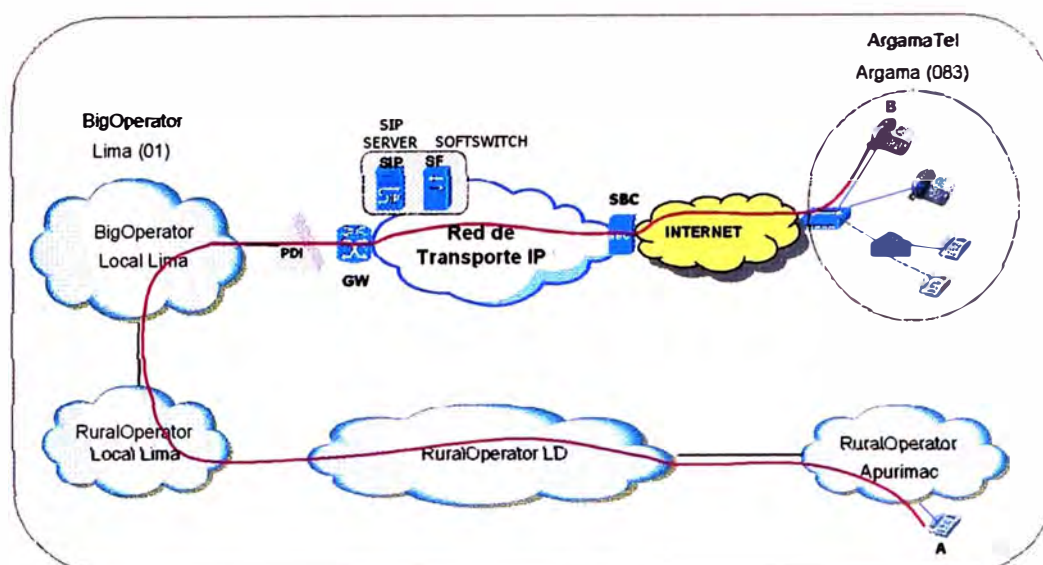


Fig.3.10 Llamada local de “RuralOperator” a “ArgamaTel”

3.8.2 Llamadas de Larga Distancia Nacional “LDN”

a) Llamada LDN Off-Net, originado en un abonado rural de “ArgamaTel” con destino a un usuario urbano (modalidad abonado fijo) de “BigOperator”

El abonado rural realiza la llamada cuya señalización SIP será encaminada hasta la plataforma NGN para dar inicio a la comunicación. Como el número llamado pertenece a “BigOperator”, la plataforma NGN convierte el tráfico IP en TDM y lo encamina hacia el Pdl Lima para la interconexión y para completar la llamada en su destino. Como el destino de la llamada es en Apurimac, “BigOperator” transportará la llamada hasta terminar en su abonado.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Abon. “A” → Red IP “ArgamaTel” → GW → Pdl Lima → Red de transporte LDN “BigOperator” → Abon. “B”

En este escenario de llamada, “BigOperator” y “ArgamaTel” se facturarán de la manera siguiente:

“ArgamaTel” factura a su abonado “A”: Tarifa LDN rural -fijo

BigOperator factura a “ArgamaTel”: $Min_r \cdot T_F + Min_r \cdot T_I + Min_r \cdot T_{LDN}$

Observación: Si la llamada termina en el Dpto de Lima, “BigOperator” ya no realizaría el transporte de la llamada por lo que ya no facturaría los cargos de transporte LDN ($Min_r \cdot T_I + Min_r \cdot T_{LDN}$).

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

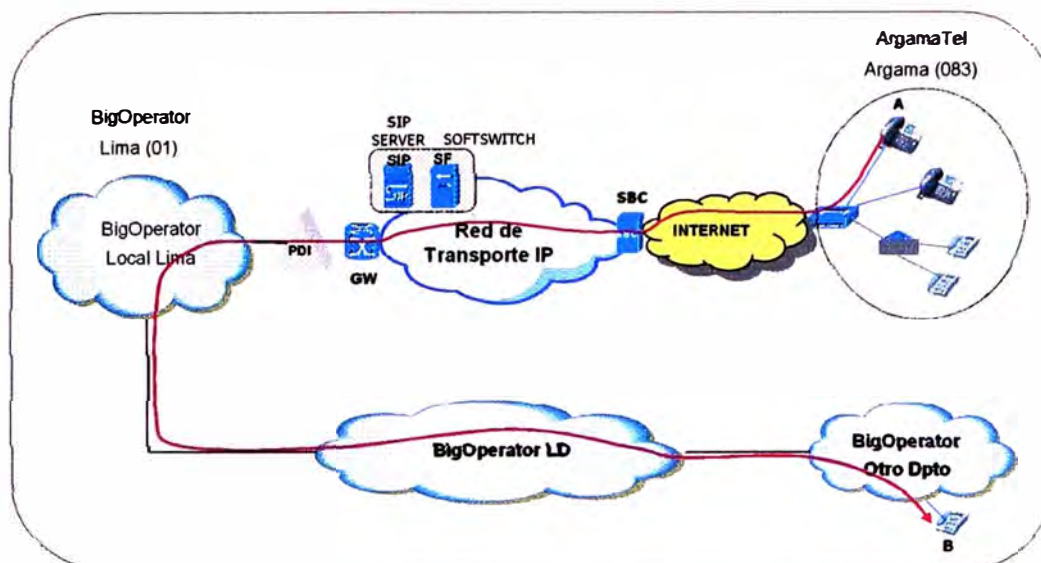


Fig.3.11 Llamada LDN de "ArgamaTel" a "BigOperator"

b) Llamada LDN Off-Net, originado en un abonado rural de "ArgamaTel" con destino a un usuario urbano (modalidad abonado fijo) de otro operador fijo "ThirdOperator" interconectado a "BigOperator" en Lima

El abonado rural realiza la llamada cuya señalización SIP será encaminada hasta la plataforma NGN para dar inicio a la comunicación. Como el número llamado pertenece a otro operador "ThirdOperator", la plataforma NGN convierte el tráfico IP en TDM y lo encamina hacia el Pdl Lima, para entregarlo a "ThirdOperator" para que este último termine la llamada en su destino. Dado que el destino de la llamada es en Apurimac "ThirdOperator", transportará la llamada hasta terminar en su abonado.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Abon. "A" → Red IP "ArgamaTel" → GW → Pdl Lima → Red de transporte LDN "ThirdOperator" → Abon. "B"

En este escenario de llamada, "BigOperator" y "ArgamaTel" se facturarán de la manera siguiente:

"ArgamaTel" factura a su abonado "A": Tarifa LDN rural -fijo

*BigOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * TI$*

*ThirdOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * TF + Min_r * TLDN$*

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

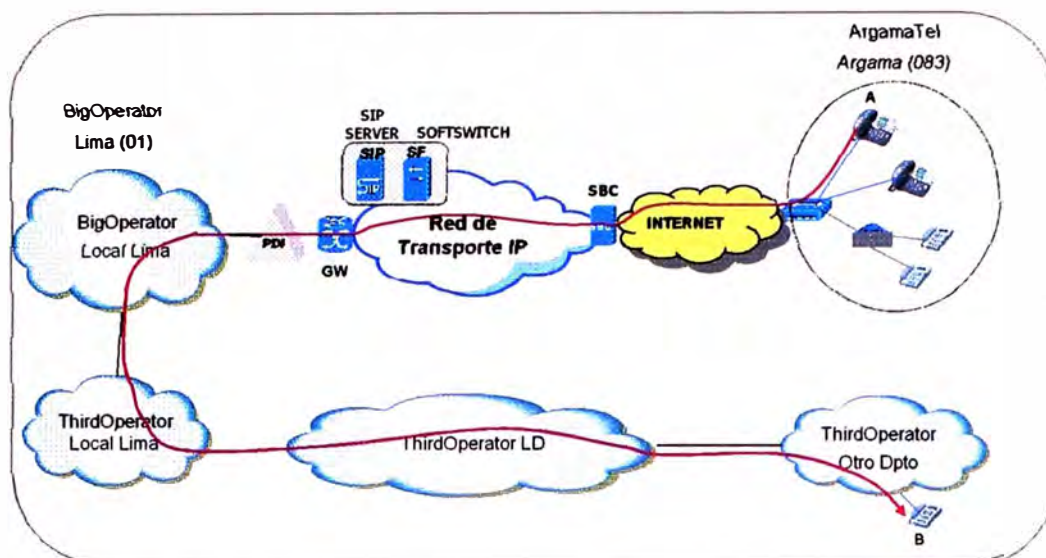


Fig.3.12 Llamada LDN de “ArgamaTel” a “ThirdOperator”

c) Llamada LDN Off-Net, originado en un abonado rural de “ArgamaTel” con destino a un usuario móvil de un operador móvil “MovilOperator” interconectado a “BigOperator” en Lima

El abonado rural realiza la llamada cuya señalización SIP será encaminada hasta la plataforma NGN para dar inicio a la comunicación. Como el número llamado pertenece a otro operador “MovilOperator”, la plataforma NGN convierte el tráfico IP en TDM y lo encamina hacia el Pdl Lima, para entregarlo a “MovilOperator” para que este último termine la llamada en su destino. Dado que el destino de la llamada es en Apurimac “MovilOperator”, transportará la llamada hasta terminar en su abonado.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Abon. “A” → Red IP “ArgamaTel” → GW → Pdl Lima → Red de transporte LDN “MovilOperator” → Abon. “B”

En este escenario de llamada, “BigOperator” y “ArgamaTel” se facturarán de la manera siguiente:

“ArgamaTel” factura a su abonado “A”: Tarifa LDN rural -móvil

*BigOperator factura a “ArgamaTel”: $Min_r * T_I$*

*MovilOperator factura a “ArgamaTel”: $Min_r * T_M + Min_r * T_{LDN}$*

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

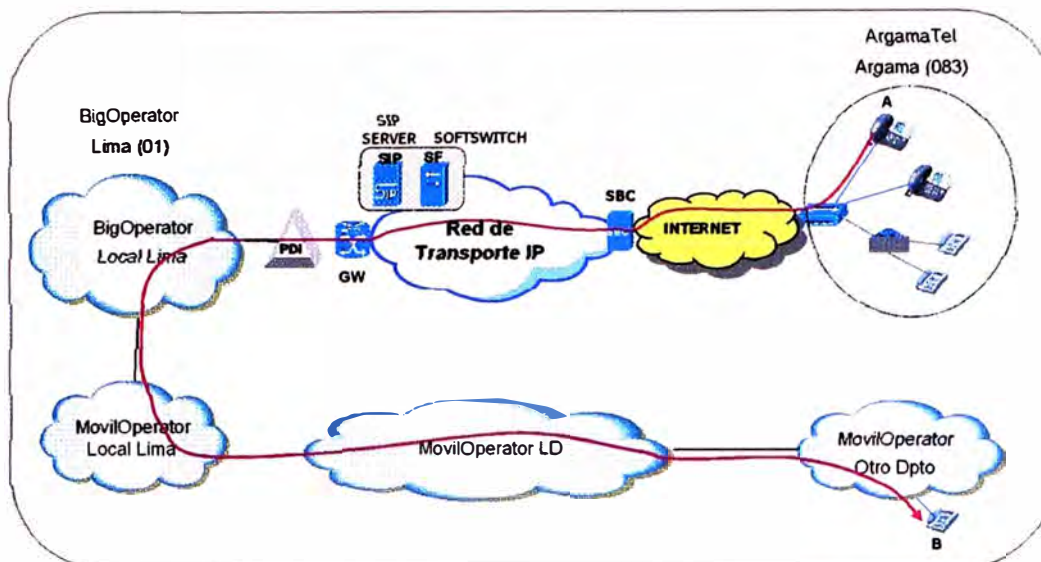


Fig.3.13 Llamada LDN de “ArgamaTel” a “MovilOperator”

d) Llamada LDN Off-Net, originado en un abonado rural de “ArgamaTel” con destino a un usuario rural de un operador rural “RuralOperator” interconectado a “BigOperator” en Lima

El abonado rural realiza la llamada cuya señalización SIP será encaminada hasta la plataforma NGN para dar inicio a la comunicación. Como el número llamado pertenece a otro operador “RuralOperator”, la plataforma NGN convierte el tráfico IP en TDM y lo encamina hacia el PDI Lima, para entregarlo a “RuralOperator” para que este último termine la llamada en su destino. Dado que el destino de la llamada es en “RuralOperator”, transportará la llamada hasta terminar la llamada en su abonado.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Abon. “A” → Red IP “ArgamaTel” → GW → PDI Lima → Red de transporte LDN “RuralOperator” → Abon. “B”

En este escenario de llamada, “BigOperator” y “ArgamaTel” se facturarán de la manera siguiente:

“ArgamaTel” factura a su abonado “A”: Tarifa LDN rural -rural

*BigOperator factura a “ArgamaTel”: $Min_r * Tl$*

*RuralOperator factura a “ArgamaTel”: $Min_r * T_{LDN}$*

En este escenario se aplica la modalidad SKA “Sender Keeps All” el operador rural que origina la llamada establece y se queda con la tarifa facturada. No hay pagos por cargos de interconexión.

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

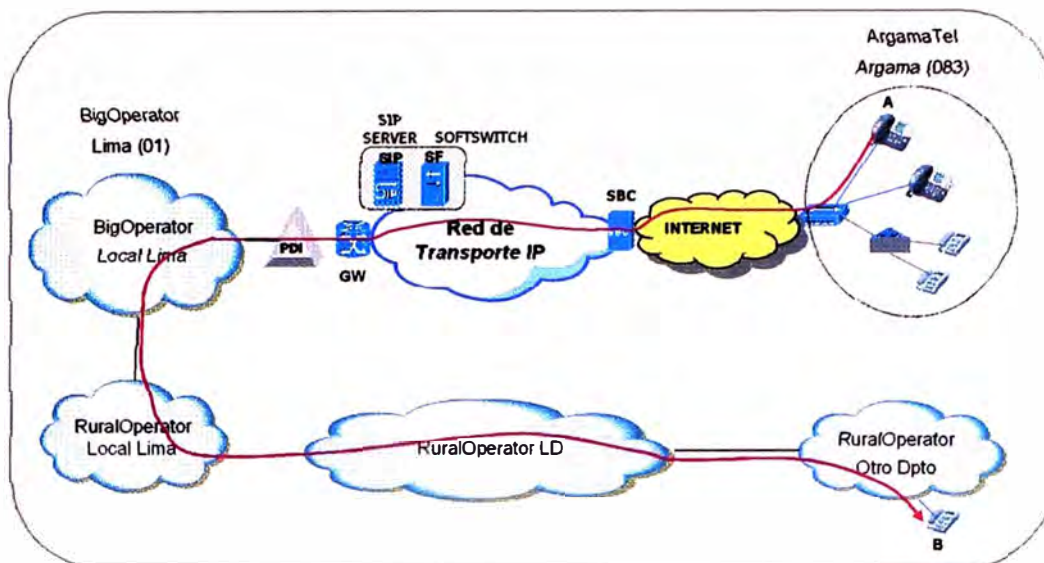


Fig.3.14 Llamada LDN de "ArgamaTel" a "RuralOperator"

e) Llamada LDN originado en un usuario fijo urbano (modalidad abonado fijo) de "BigOperator" con destino a un usuario rural de "ArgamaTel"

El abonado de "BigOperator" realiza la llamada marcando el número del abonado de "ArgamaTel", por lo que la central de "BigOperator" encamina la llamada hacia el Pdl Lima y de allí hacia la plataforma NGN para que convierta el tráfico TDM a IP y lo encamine hacia su destino a través de Internet.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Abon. "A" → Pdl Lima → GW → Red IP "ArgamaTel" → Abon. "B"

En este escenario de llamada, "BigOperator" y "ArgamaTel" se facturarán de la manera siguiente:

"ArgamaTel" establece la tarifa de la llamada

BigOperator factura a su abonado "A": Tarifa ldn fijo- rural

*BigOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * T_F + Min_r * T_i + Min_r * T_{LDN}$*

"ArgamaTel" factura a BigOperator: Tarifa ldn fijo- rural

Adicionalmente BigOperator facturará a "ArgamaTel" el cargo de facturación y cobranza y aplicará el descuento por morosidad

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

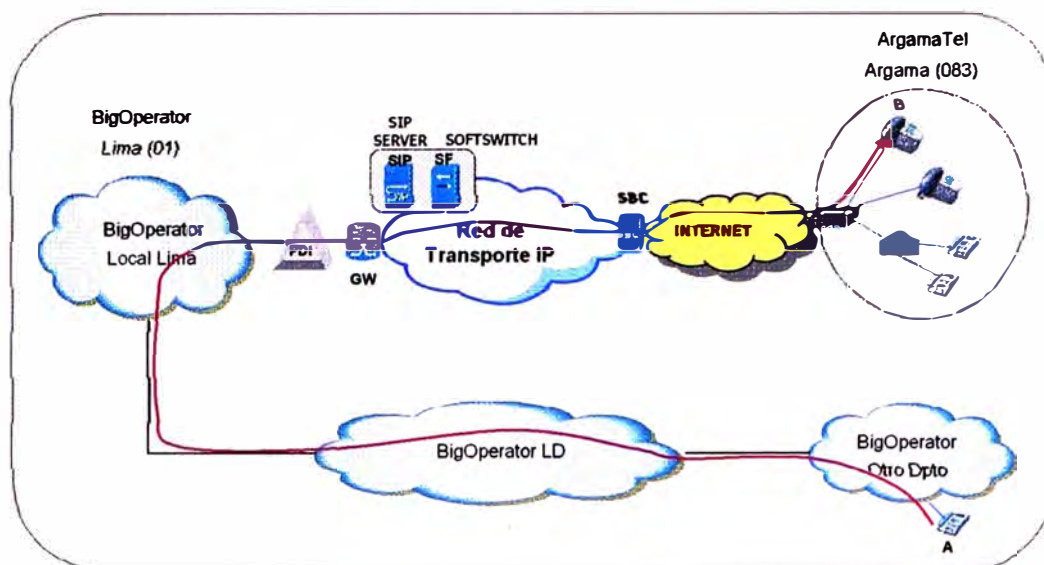


Fig.3.15 Llamada LDN de “BigOperator” a “ArgamaTel”

f) Llamada LDN originado en un usuario fijo urbano (modalidad TUP) de “BigOperator” con destino a un usuario rural de “ArgamaTel”

El abonado de “BigOperator” realiza la llamada marcando el número del abonado de “ArgamaTel”, por lo que la central de “BigOperator” encamina la llamada hacia el Pdl Lima, y de allí hacia la plataforma NGN para que convierta el tráfico TDM a IP y lo encamine hacia su destino a través de Internet.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: TUP “A” → Pdl Lima → GW → Red IP “ArgamaTel” → Abon. “B”

En este escenario de llamada, “BigOperator” y “ArgamaTel” se facturarán de la manera siguiente:

“ArgamaTel” establece la tarifa de la llamada

BigOperator factura a su abonado “A”: Tarifa ldn Tup - rural

BigOperator factura a “ArgamaTel”: $Min_r \cdot (T_F + T_I + T_{LDN}) + Min_r \cdot C_{tup}$

“ArgamaTel” factura a BigOperator: Tarifa ldn Tup - rural

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

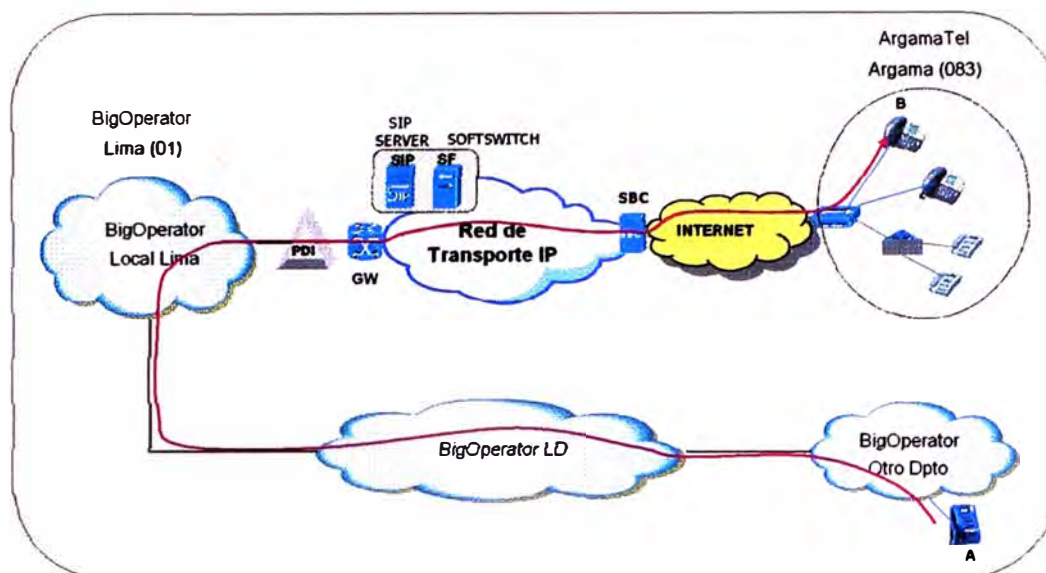


Fig.3.16 Llamada LDN de "BigOperator" a "ArgamaTel"

g) Llamada LDN originado en un usuario móvil del operador móvil "MovilOperator" con destino a un usuario rural de "ArgamaTel"

El abonado del operador "MovilOperator" realiza la llamada marcando el número del abonado de "ArgamaTel", por lo que la central de "MovilOperator" encamina la llamada hacia el PDI que tiene con "BigOperator" y le entrega la llamada en el PDI Lima, y desde allí la llamada es encaminada hacia la plataforma NGN para que convierta el tráfico TDM a IP y lo encamine hacia su destino a través de Internet.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Usuario "A" → Red transporte LDN "MovilOperator" → PDI Lima "BigOperator" → GW → Red IP "ArgamaTel" → Abon. "B"

En este escenario de llamada, "BigOperator" y "ArgamaTel" se facturarán de la manera siguiente:

"ArgamaTel" establece la tarifa de la llamada

MovilOperator factura a su usuario "A": Tarifa ldn móvil - rural

*BigOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * T_l$*

*MovilOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * (T_M + T_{LDN})$*

"ArgamaTel" factura a MovilOperator: Tarifa ldn móvil - rural

Adicionalmente **MovilOperator** facturará a **"ArgamaTel"** el cargo de facturación y cobranza y aplicará el descuento por morosidad.

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

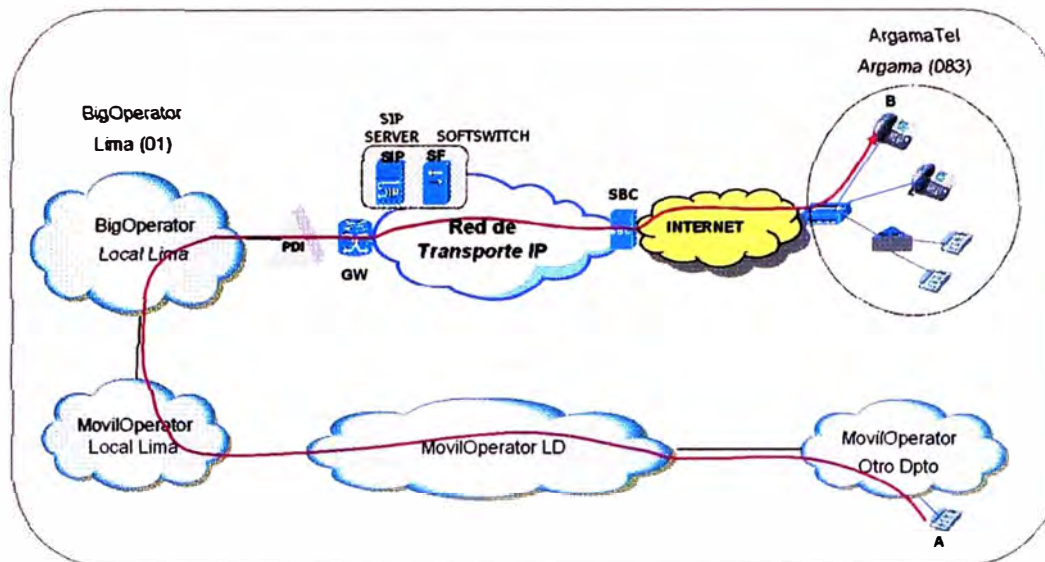


Fig.3.17 Llamada LDN de "MovilOperator" a "ArgamaTel"

h) Llamada LDN originado en un usuario rural de un operador rural "RuralOperator" con destino a un usuario rural de "ArgamaTel"

El abonado del operador "RuralOperator" realiza la llamada marcando el número de un abonado de "ArgamaTel", por lo que la central de "RuralOperator" encamina la llamada hacia el Pdl que tiene con BigOperator y lo entrega en el "Pdl Lima", y desde allí la llamada es encaminada hacia la plataforma NGN para que convierta el tráfico TDM a IP y lo encamine hacia su destino a través de Internet.

El encaminamiento de esta llamada será como sigue: Usuario "A" → Red transporte LDN "MovilOperator" → Pdl Lima "BigOperator" → GW → Red IP "ArgamaTel" → Abon. "B"

En este escenario de llamada, "BigOperator" y "ArgamaTel" se facturarán de la manera siguiente:

"ArgamaTel" establece la tarifa de la llamada

"ArgamaTel" factura a su usuario "A": Tarifa ldn móvil - rural

*BigOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * T_l$*

*RuralOperator factura a "ArgamaTel": $Min_r * T_{LDN}$*

En este escenario se aplica la modalidad SKA "Sender Keeps All" el operador rural que origina la llamada establece y se queda con la tarifa facturada. No hay pagos por cargos de interconexión.

En la figura siguiente se muestra el encaminamiento de la llamada:

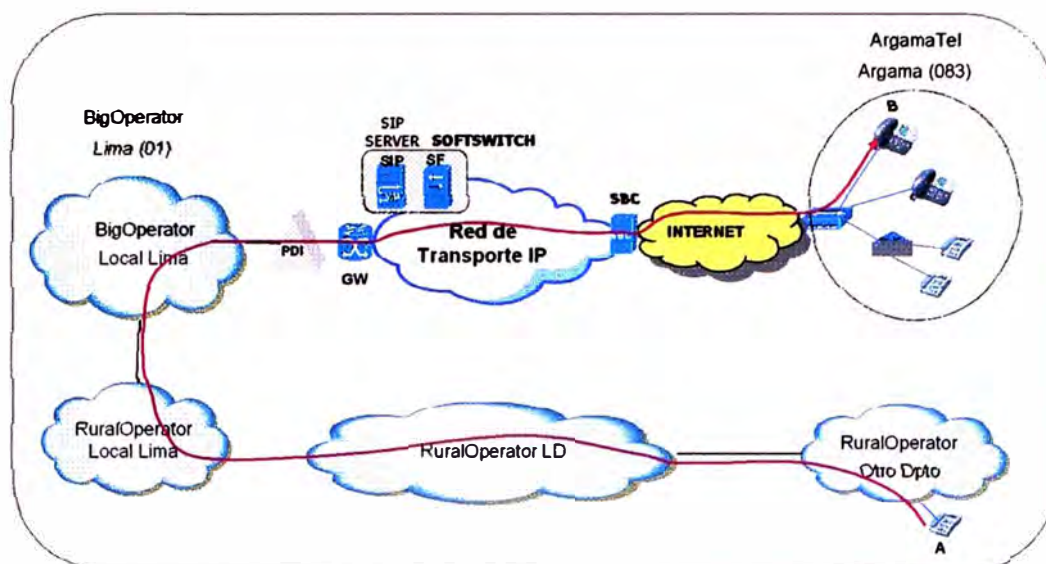


Fig.3.18 Llamada LDN de "RuralOperator" a "ArgamaTel"

3.9 Evaluación económica para la implementación de la red de acceso de "ArgamaTel"

"ArgamaTel" deberá implementar la red de acceso y la de sus abonados, por lo que se diseñará la solución de red mas adecuada y de menor CAPEX y OPEX. Dado que el centro poblado de Argama está ubicado en una zona geográfica de difícil acceso para la construcción de una red terrestre, se diseñará una red con una solución inalámbrica.

3.9.1 Diseño de la Solución de Red

La red a diseñarse será a través de la tecnología de acceso WiMAX. Los tres tipos clave de instalación que componen el acceso inalámbrico son: backhaul, last mile y de área extensa (conocidos como hot zones). La cobertura last mile usa generalmente el estándar IEEE 802.11 con antenas de alta ganancia (high gain antennas) mientras que las hot zones usan equipos modificados del estándar IEEE 802.11 en una instalación de malla.

En la siguiente figura se muestra un esquema general de la solución de red planteada.

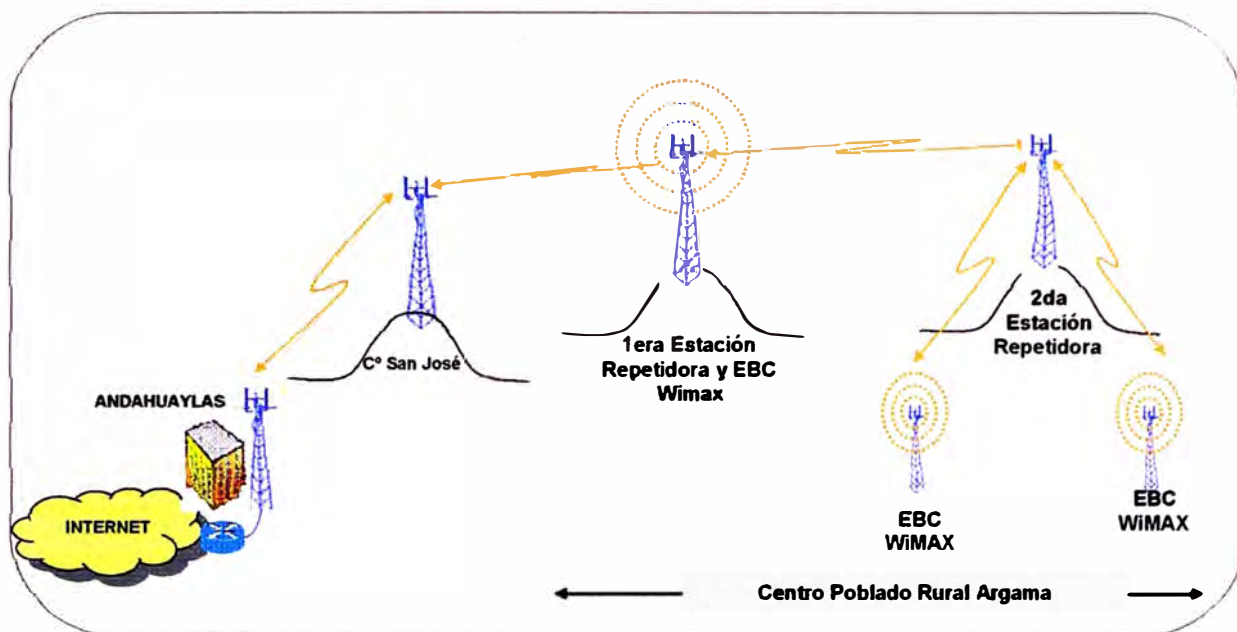


Fig.3.19 Esquema general de la solución de red

De acuerdo a la figura, para el transporte de la señal hasta la ciudad de Lima, “BigOperator” le entregará el enlace de Internet a “ArgamaTel” en su local ubicado en la ciudad de Andahuaylas y para llevar la señal desde la ciudad de Andahuaylas hasta el centro poblado de Argama se implementará una red inalámbrica, para lo cual la instalación se compondrá del siguiente modo:

- **Enlace Backhaul WiMAX (Red Punto a Punto)**

Un enlace Punto a Punto entre el local de “ArgamaTel” en la ciudad de Andahuaylas hasta el centro poblado de Argama.

La distancia a considerar para el enlace backhaul por WiMAX es de aproximadamente 15km. Desde la ciudad de Andahuaylas hasta la estación repetidora que se instalará en uno de los cerros mas altos de la comunidad de Argama Alta, esta estación repetidora a su vez servirá para dar servicio a una parte de la misma comunidad, para lo cual se considerará la instalación de 2 antenas sectoriales para tener una cobertura de 180°.

Más adelante se detallarán el listado de equipos, la potencia de transmisión, tipo de antenas para la estación repetidora, así como toda la infraestructura para su montaje (energía, torres o mástiles).

- **Estación Base WiMAX**

Se instalará una estación base del tipo Punto Multi-Punto ubicada en la misma estación repetidora que atenderá a la comunidad de Argama Alta para dar servicios de telefonía e Internet hasta los hogares. Se considera un Teléfono Público, 8 líneas telefónicas residenciales y una cabina de Internet.

La cobertura de la estación base WiMAX asegurará una velocidad mínima de 600kbps downstream y 128 kbps de Upstream, para una zona de aproximadamente unas 250 hogares.

Adicionalmente se instalarán otras dos estaciones base WiMAX que dependerán de la segunda estación repetidora. Estas dos estaciones base serán omnidireccionales asegurará una velocidad mínima de 1400kbps downstream y 256 kbps de Upstream para tener una cobertura de 360° para una zona de aproximadamente 600 hogares y atenderán a las comunidades rurales de Argama Baja, San Miguel de Argama, Manzana Pata y Putca con los servicios de telefonía e Internet, para lo cual se instalarán un teléfono publico, 17 líneas telefónicas residenciales y 3 cabinas de Internet.

- **Equipos de Cliente**

El usuario básicamente es residencial y habrá cuatro cabinas de Internet, por lo que se deberá considerar la instalación de equipos CPE WiMAX (CPE- Equipo premisa de cliente) en la casa del cliente, así como también se deberá considerar la instalación de IAD's (Dispositivo de acceso integrado) que permiten conectar de 2 a mas líneas telefónicas. En este proyecto se consideran IAD's con una capacidad de 2 líneas telefónicas.

3.10 Estudio de Costos del Proyecto

3.10.1 Demanda Estimada de Servicios

a) Demanda de servicios de telefonía residencial: Tomando como referencia las bases del programa lanzado por Proinversión "Implementación del servicio de Banda Ancha Rural a Nivel Nacional". En este proyecto se considera una demanda de **25** líneas residenciales en un periodo de 5 años. Así mismo se tomó en cuenta el número de habitantes del centro poblado de Argama (aproximadamente 3,500 habitantes según lo informado por las autoridades de la zona). El cuadro adjunto muestra el crecimiento anual estimado de la demanda:

TABLA 3.1 Demanda de telefonía residencial

Demanda Abonados	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Altas	5	8	9	2	1
Bajas	0	0	0	0	0
Planta acumulada	5	13	22	24	25
Planta media	3	9	18	23	25

b) Demanda de servicios de telefonía pública: Se considera que en un periodo de 5 años la demanda de teléfonos públicos llegará a un total de 2 TPI's (Teléfonos públicos internos). Así mismo estos teléfonos públicos se colocarán en puntos estratégicos donde se concentra la mayor cantidad de habitantes uno en la comunidad de Argama Alta y otro en la comunidad de Argama Baja.

En la actualidad el centro poblado de Argama ya cuenta con dos teléfonos públicos proveídos por el operador Telefónica del Perú S.A.A. y el cual es atendida a través de tecnología satelital.

El cuadro adjunto muestra el crecimiento de la demanda de este servicio:

TABLA 3.2 Demanda de telefonía pública

Demanda TUP	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Altas	1	1	0	0	0
Bajas	0	0	0	0	0
Planta acumulada	1	2	2	2	2
Planta media	1	2	2	2	2

c) Demanda de servicios de acceso a Internet: Se considera que en un periodo de 5 años la demanda de acceso a Internet llegará a un total de 4. Este servicio se instalará para cabinas de Internet. Una cabina en la Escuela primaria de la comunidad de Argama Alta, otra en el Colegio de menores de Argama Baja y otras dos cabinas públicas para uso de los pobladores en las comunidades de Argama Baja y Putca.

El cuadro siguiente muestra la demanda estimada del servicio:

TABLA 3.3 Demanda de acceso a Internet

Altas Internet	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
400/128 kbps	0	1	1	0	0
600/128 kbps	2	0	0	0	0
Bajas					
400/128 kbps	0	0	0	0	0
600/128 kbps	0	0	0	0	0
Planta Acumulada					
400/128 kbps	0	1	2	2	2
600/128 kbps	2	2	2	2	2
Planta Media					
400/128 kbps	0	1	2	2	2
600/128 kbps	1	2	2	2	2

3.10.2 Equipamiento y Materiales a utilizar

A continuación se muestra el listado de los principales equipamientos y trabajos necesarios para la implementación de la red Wimax en el centro poblado de Argama:

TABLA 3.4 Listado de equipos WiMAX

LISTADO DE EQUIPAMIENTOS PRINCIPALES	
Red Wimax	Cantidad
Estación Base Wimax 2 Sectores (90°)	1
Estación Base Wimax Omnidireccional	2
Radioenlace Minilink	1
Radioenlace Microlink	1
Lado Cliente	Cantidad
CPE Wimax	27
IAD (Dispositivo de acceso integrado)	14

TABLA 3.5 Listado de obras de instalación

LISTADO DE MATERIALES Y OBRAS A REALIZARSE	
Materiales y obras	Cantidad
Sistema de gestión (servidor)	1
Instalación radioenlace Minilink	1
Instalación radioenlace Microlink	1
Torre ventada (20mts.)	4
Acondicionamiento de energía	2

Cabe indicar que para el flujo económico se han considerado precios referenciales que se obtuvieron de los diferentes fabricantes de equipos tales como Airspan, RAD Data Communications, Nortel, y Ericsson. Asimismo dichos precios en algunos casos incluyen

tanto el suministro y la instalación de los mismos. Con respecto a los costos de instalación son estimaciones que se obtuvieron en base a cotizaciones realizadas por empresas de telecomunicaciones locales. Los detalles de los costos se indican en el anexo D de este informe.

3.10.3 Costos de Inversión CAPEX (Capital Expenditure):

En esta etapa se consideran todos los equipamientos, instalaciones, licencias, entre otras necesidades que se deberán incurrir. Se tomó en cuenta informaciones técnicas y la cotización de referencia de equipos (hardware y software), materiales y servicios necesarios para la instalación y puesta en funcionamiento de un sistema WIMAX para dar servicios hasta la casa del cliente.

TABLA 3.6 Resumen de CAPEX del proyecto

Costos de Inversión CAPEX (en S/.)				
Centro Poblado	n° Localidades	Red Wimax	Usuario Final	Total (S/.)
Argama	5	307,039	78,708	385,746

3.10.4 Costos de Operación OPEX (Operation Expenditure):

Los costos de operación considerados, comprenden los costos que deberá incurrir "ArgamaTel" para alquilar servicios e infraestructura al operador "BigOperar" que le permitirá brindar servicios en el centro poblado, los cuales comprenden el alquiler de capacidad de plataformas NGN, el enlace de acceso a Internet, el enlace de interconexión, los cargos de interconexión, entre otros.

Adicionalmente se incluyen los costos de operación y mantenimiento (O&M) estimados de los servicios que se brindarán entre otros. Cabe indicar que los valores de los costos se obtuvieron en base a Información de Internet y en base a cálculos estimados.

TABLA 3.7 Resumen de OPEX del proyecto

Costos de Operación OPEX (en S/.)				
Centro Poblado	n° Localidades	Alquiler Servicios a BigOperator	O&M Servicios y Otros	Total (S/.)
Argama	5	42,255	9,793	52,048

3.10.5 Tarifas de servicios y Costos unitarios por tráfico telefónico e Internet:

Las tarifas consideradas para los servicios de telefonía residencial, telefonía pública y acceso a Internet son las mismas establecidas en las bases del proyecto de "Implementación de Banda Ancha Rural a Nivel Nacional" de Proinversión.

- **Tarifa Abonados** (incluye IGV):

TABLA 3.8 Tarifas de telefonía residencial

Telefonía de Abonado		Precio S/.	
Cuota de conexión		395	
Renta mensual		35	
Abonados	Tipo	Escenario	Tarifa en S/.
Llamadas Entrantes (hacia un abonado)	SLM (Llamadas locales)	Desde un abonado urbano	0.15
		Desde un abonado rural	0.20
		Desde un TUP rural	0.20
		Desde un TUP urbano	0.50
		Desde un Móvil	1.00
	LD (Llamadas de Larga distancia)	Desde un abonado urbano	0.70
		Desde un abonado rural	0.60
		Desde un TUP rural	0.20
		Desde un TUP urbano	0.70
		Desde un Móvil	1.50
Llamadas Salientes (desde un abonado)	SLM (Llamadas locales)	Hacia un abonado urbano	0.15
		Hacia un abonado rural	0.20
		Hacia un TUP rural	0.20
		Hacia un Móvil	1.00
		LD (Llamadas de Larga distancia)	Hacia un abonado urbano
	Hacia un abonado rural		0.60
	Hacia un TUP rural		0.20
	Hacia un TUP urbano		0.70
	Hacia un Móvil		1.50

Fuente: Tarifas propuestas por Proinversiones: Proyecto BAR

- **Tarifa TUP's** (incluye IGV):

TABLA 3.9 Tarifas de telefonía pública

TUPs	Tipo	Escenario	Tarifa en S/.
Llamadas Entrantes (hacia un TUP)	SLM (Llamadas locales)	Desde un abonado urbano	0.20
		Desde un abonado rural	0.20
		Desde un TUP rural	0.20
		Desde un TUP urbano	0.50
		Desde un Móvil	1.20
	LD (Llamadas de Larga distancia)	Desde un abonado urbano	1.00
		Desde un abonado rural	0.60
		Desde un TUP rural	0.60
		Desde un TUP urbano	1.00
		Desde un Móvil	1.70
Llamadas Salientes (desde un TUP)	SLM (Llamadas locales)	Hacia un abonado urbano	0.20
		Hacia un abonado rural	0.20
		Hacia un TUP rural	0.20
		Hacia un Móvil	1.20
		LD (Llamadas de Larga distancia)	Hacia un abonado urbano
	Hacia un abonado rural		0.60
	Hacia un TUP rural		0.60
	Hacia un TUP urbano		0.60
	Hacia un Móvil		1.70

Fuente: Tarifas propuestas por Proinversiones: Proyecto BAR

- **Costos de Comisiones:**

Se consideran los costos por comisión para el servicio de telefonía pública. Los 2 TUPs indicados en la demanda de este proyecto van a ser de la modalidad de TPIs (Teléfonos públicos internos), por lo que se aplicará una comisión del 15% de los ingresos generados por el tráfico saliente desde el TPI. Esta comisión será a favor del concesionario rural (bodeguero o dueño del TPI).

Comisiones Bodeguero	% tráfico saliente	15%
----------------------	--------------------	-----

Fuente: Comisión propuestas por Proinversiones: Proyecto BAR

- **Tarifa de Acceso a Internet (incluye IGV):**

TABLA 3.10 Tarifas de acceso Internet

Acceso a Internet	Precio S/.
Cuota de Conexión	490
<i>Renta mensual (por velocidad)</i>	
400/128 Kbps	150
600/128 Kbps	230

- **Cargos de Interconexión (no incluyen IGV):**

Los costos de los cargos de interconexión indicados en la tabla son aquellos que “ArgamaTel” deberá pagar a otros operadores por terminar las llamadas de sus usuarios ó por llamadas originadas en otras redes y que terminen en la red de “ArgamaTel”. Estos cargos son los vigentes y propuestos por el Órgano Regulador (OSIPTEL).

TABLA 3.11 Cargos de Interconexión

Cargo	Sim bolo	US\$
Terminación/Originación en red fija*	TF	0.00510
Transporte conmutado LDN	TLDN	0.00766
Transporte conmutado local	TL	0.00108
Terminación en red móvil**	TM	0.15110
Facturación y cobranza	F/C	0.00350
Descuento por morosidad	DsctoM	5%
Cargo	Sim bolo	S/.
Compensación TUP	Ctup	0.18080

Fuente: Cargos de interconexión vigentes y propuestos por OSIPTEL

3.10.6 Ingresos Económicos Estimados:

El cuadro siguiente muestra los ingresos estimados que generará la provisión de los servicios de telefonía residencial, telefonía pública y acceso a Internet.

TABLA 3.12 Resumen de ingresos estimados del proyecto

Ingresos Estimados (en \$/.)					
Centro Poblado	n° Localidades	Telefonía Residencial	Telefonía Pública	Acceso Internet	Total (\$/.)
Argama	5	22,765	49,590	30,387	102,742

3.10.7 Flujo de Caja Económico del proyecto:

Esta etapa contempla la evaluación económica de rentabilidad del proyecto en base a todos los materiales, equipamiento, obras de instalación, licencias y otros consideraciones que se deberán tener en cuenta para evaluar el CAPEX y el OPEX que representa la implementación de esta red para "ArgamaTel". La siguiente tabla muestra el resultado de la evaluación económica del proyecto durante un horizonte de evaluación de 5 años, calculados a valor presente con una tasa de 14%.

TABLA 3.13 Primer flujo de caja económico del proyecto

FLUJO ECONOMICO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Magnitudes Generales (en unidades)						
Altas líneas residenciales		5	8	9	2	1
Planta media		3	9	18	23	25
Altas TUPs		1	1	0	0	0
Planta media		1	2	2	2	2
Altas acceso Internet		2	1	1	0	0
Planta media		1	3	4	4	4
Económicos (\$/.)						
Ingresos		10,082	25,434	35,482	35,645	35,843
Gastos		8,603	16,552	18,444	17,725	16,986
Inversión	396,136	366	326	60	30	0
Subsidio (\$/.)	0					
Rentabilidad (\$/.)						
WACC		14%				
VAN		(308,005)				

Como resultado del flujo económico se observa que el proyecto no es rentable para el operador "ArgamTel", por lo que este proyecto requiere un subsidio de modo que

el valor neto actual VAN sea cero (0). Haciendo nuevamente los recálculos para obtener un VAN igual a cero (0) se requiere el subsidio de S/. 351,126.00 tal como se muestra en el siguiente cuadro:

TABLA 3.14 Segundo flujo de caja económico del proyecto

FLUJO ECONOMICO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Magnitudes Generales (en unidades)						
Altas líneas residenciales		5	8	9	2	1
Planta media		3	9	18	23	25
Altas TUPs		1	1	0	0	0
Planta media		1	2	2	2	2
Altas acceso Internet		2	1	1	0	0
Planta media		1	3	4	4	4
Económicos (S/.)						
Ingresos		10,082	25,434	35,482	35,645	35,843
Gastos		8,603	16,552	18,444	17,725	16,986
Inversión	45,010	366	326	60	30	0
Subsidio (S/.)	351,126					
Rentabilidad (S/.)						
WACC	14%					
VAN	(0)					

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados del flujo económico del proyecto

De acuerdo a la tabla 3.13 se observa que la rentabilidad del proyecto es negativo, con un valor actual neto VAN de S/.-308,000.00 por lo que cualquier operador que pretenda operar en zonas rurales con inversión propia, no le será atractivo este negocio.

Dado que la inversión es muy elevada, por tratarse de zonas de geografía accidentada y de difícil acceso, hace poco atractiva la inversión de empresas privadas. Sin embargo para hacer rentable este proyecto es necesario un financiamiento de parte de organismos del estado, tal es el caso de FIDEL "Fondo de Inversiones de Telecomunicaciones" que podría subsidiar este proyecto a fin de hacerlo viable.

FIDEL otorgadas licitaciones para proyectos de implementación de servicios de telecomunicaciones en el sector rural y de preferente interés social, FIDEL convoca a un concurso público a empresas privadas a los cuales MTC otorga la concesión para operar en las zonas del concurso. FIDEL se encarga de fijar el monto máximo del subsidio para cada proyecto en base a los resultados de cada uno de ellos y sus valores son los que harán que el VAN privado sea nulo. Cada proyecto y el valor del subsidio son concursados en base a ofertas por el menor subsidio.

Teniendo en cuenta los subsidios que otorga FIDEL, en este proyecto el operador "ArgamaTel" deberá solicitar el financiamiento a FIDEL a fin de que el monto otorgado haga que el VAN del proyecto sea nulo (cero) calculado en base a una tasa de descuento representativa del sector de las telecomunicaciones.

De acuerdo a los cálculos de este proyecto el monto que debería financiar FIDEL al operador "ArgamaTel" ascendería a S/351,126.00 el cual hace que el VAN sea cero (0).

CONCLUSIONES

1. Se puede concluir de que en términos de evaluación privada, la inversión en zonas rurales no es atractivo para inversionistas interesados en realizar la iniciativa por que el VAN del negocio es negativo y la inversión es irrecuperable. Esta situación hace escaso el interés de las empresas privadas de invertir en zonas de baja densidad demográfica y difícil acceso. Sin embargo a través del financiamiento de la inversión por parte de FIDEL hará rentable la inversión tanto desde el punto de vista económico y social.
2. A través del financiamiento de la inversión por FIDEL, se incentivará a empresas privadas a invertir en estas zonas, logrando que dichas poblaciones sean atendidas y con ello haciendo posible superar el aislamiento de las localidades y contribuir con su desarrollo socio económico.
3. La atención de estas localidades hará posible reducir la brecha de acceso que separa a quienes tienen posibilidad de utilizar las tecnologías de información y comunicaciones (TIC), ya que con ello se mejorarán los niveles de uso de información por sectores de educación, salud, gobierno, comercio y la comunicación entre los pobladores y el sector urbano.

ANEXO A
CONCEPTOS DE TELECOMUNICACIONES

A.1 Operador de Servicios de Telecomunicaciones:

Empresa a la cual el Gobierno le ha otorgado concesión para brindar uno o más servicios de telecomunicaciones dentro de un ámbito geográfico.

A.2 Servicios de Telecomunicaciones:

Actividad desarrollada bajo la responsabilidad de una persona natural o jurídica, para posibilitar y ofrecer una modalidad específica de telecomunicaciones.

A.3 Concesión

Acto jurídico mediante el cual el Estado cede a una persona natural o jurídica, la facultad de prestar un servicio portador, final o de difusión con carácter público

A.4 Contrato de Concesión

Instrumento jurídico mediante el cual el Estado cede a una persona natural o jurídica la facultad de prestar servicios portadores, finales o de difusión con carácter público. Dicho contrato se perfecciona por escrito y debe ser aprobado por el titular del sector.

A.5 Autorización

La Autorización es la habilitación otorgada por el Ministerio para prestar Servicios de Radiodifusión, en cualquiera de sus modalidades.

ANEXO B
GLOSARIO DE TERMINOS

B.1 IAD (Integrated Access Device):

Dispositivo de acceso que puede simultáneamente enviar servicios de voz PSTN servicios de voz de paquetes y servicios de datos. Los IAD considerados en este proyecto son del tipo tradicional multiplexación por división de tiempo que ofrecen interfaces V.35 para routers, puede tener puertos Ethernet y enlaces PBX.

B.2 Analog Terminal Adapter (ATA):

Dispositivo que permite a un teléfono normal *PSTN* conectar a Internet para hacer llamadas telefónicas.

B.3 Wireless Personal Area Networks (WPAN):

Redes de área personal inalámbrica

B.4 Wireless Local Area Networks (WLAN):

Redes de área local inalámbrica

B.5 Wireless Metropolitan Area Networks (WMAN):

Redes de área metropolitana inalámbrica

B.6 Wireless Wide Area Networks (WWAN):

Redes de área amplia inalámbrica

ANEXO C
DATOS GENERALES DEL CENTRO POBLADO DE ARGAMA

C.1 DATOS GENERALES

El Centro poblado de Argama pertenece al Distrito de Pacucha, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac. Se encuentra aproximadamente entre 15 a 20km de la ciudad de Andahuaylas mediante una carretera afirmada, presenta hermosos paisajes naturales.

Aproximadamente tiene 3,743 habitantes y está conformado por las comunidades rurales de Argama Alta, Argama Baja, San Miguel de Argama, Manzana Pata y Putca

Las principales actividades productivas de la población son la ganadería y la agricultura, productos como trigo, quinua y papa. En los últimos años, con el apoyo de la ONG ADEA, Care Perú y el proyecto Prodeco de la cooperación Belga, se ha puesto en marcha una estrategia de desarrollo local que tiene como objetivo vincular a los productores con los mercados locales y regionales.

El centro poblado de Argama tiene como localidad aledaña al Distrito de Pacucha, el cual tiene un gran potencial empresarial turístico, dado que cuenta con la Laguna de Pacucha y los ruinas de Sondor que aún no son explotados racionalmente, y se están dotando de capacidades a sus habitantes para brindar una atención adecuada con restaurantes, habitaciones, hospitalidad y atención generalizada a los turistas.



ANEXO D
PRECIOS REFERENCIALES DE EQUIPAMIENTO WIMAX

D.1 Cuadro de Precios Equipamiento Wimax

LISTADO DE EQUIPAMIENTOS PRINCIPALES			
Red Wimax	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Estación Base Wimax 2 Sectores (90°)	1	84,000	84,000
Estación Base Wimax Omnidireccional	2	84,000	168,000
Radioenlace Minilink	1	16,800	16,800
Radioenlace Microlink	1	9,319	9,319
Lado Cliente	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
CPE Wimax	27	1,064	28,728
IAD (Dispositivo de acceso integrado)	14	168	2,352

Los precios indicados en el cuadro son referenciales y corresponden a diferentes fabricantes de equipos tales como Airspan, RAD Data Communications, Nortel, y Ericsson.

BIBLIOGRAFÍA

1. Comunicaciones: <http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/concesion/index.htm> extraída el 22 de febrero del 2007
2. VNO: http://es.wikipedia.org/wiki/Operador_m%C3%B3vil_virtual, extraída el 26 de Julio del 2007
3. VNO: <http://www.elmundo.es/navegante/2006/05/26/empresas/1148644545.html>, extraída el 26 de mayo del 2006
4. NGN: <http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/jsp/articulos/detalle.jsp?elem=3188> extraído el 13 de setiembre del 2006
5. NGN: http://www.coitt.es/antena/pdf/167/07b_Reportaje_NGN.pdf, extraído en marzo del 2007
6. NGN: http://www.rad-espanol.com/RADCnt/MediaServer/19533_vol3issue2.pdf, extraído en mayo del 2005
7. NGN: Charlas y Presentaciones elaboradas por Telefónica del Perú S.A.A
8. NGN: Cobertura de Servicios y Convergencia, extraído de la conferencia ofrecida por el representante de Osiptel en el evento de "ALCATEL DAY" sobre "Convergencia Fijo Movil" llevado a cabo el 27 de abril del 2006
9. NGN: http://www.itu.int/ITU-D/finance/work-cost-tariffs/events/tariff-seminars/rio_de_janeiro-06/gonzalez-1-sp.pdf, extraído en mayo 2006

10. SIP: <http://www.voipforo.com/SIP.php>, extraído en mayo 2006
11. SIP: Curso de VoIP y Telefonía IP, dictada por el Ing. José Cotúa, en la Pontificia Universidad Católica, para Telefónica del Perú en Agosto 2007
12. H.232: <http://www.voipforo.com/H323.php>
13. Wi-Fi: “Evolución de las tecnologías en telecomunicaciones” Master en Negocios de las Telecomunicaciones de Telefónica del Perú, elaborado por Pablo Solsona de Alcatel University.
14. WiMAX: Charlas y presentaciones elaboradas por Telefónica del Perú S.A.A.
15. WiMAX: http://www.siemens.com.co/siemensdotnetclient_andina/templates/PortalRender.aspx?channel=905 extraído el 2008
16. Bases proyecto “Banda Ancha Rural a Nivel Nacional”:
http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/BANDA_ANCHA_RURAL_D OCS_BASES/BASES_SERVICIO_DE_BANDA_ANCHA.pdf
17. Osiptel: www.osiptel.gob.pe/
18. FITELE: <http://www.fitel.gob.pe/>
19. Localidad Argama:
http://www.care.org.pe/websites/fortalece/Ponencias/Mauro_Medina_Alcalde_Pacucha_Apurimac.pdf