

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS EMERGENTES
PARA EL DESARROLLO DE LAS TELECOMUNICACIONES
RURALES

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

JOSÉ ANTONIO PAEZ MARTÍNEZ

**PROMOCIÓN
2000 - I**

LIMA – PERÚ

2008

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS EMERGENTES PARA EL
DESARROLLO DE LAS TELECOMUNICACIONES RURALES**

Dedico este informe a mis padres José y Margarita por su valioso apoyo en mis estudios y a mi adorada Paola por darle un nuevo sentido a mi vida.

SUMARIO

Este informe de suficiencia empieza desarrollando un análisis de la situación real de las telecomunicaciones rurales en el país, indicando los motivos por el cual el acceso a las telecomunicaciones es bajo comparado con zonas urbanas, luego se hace un estudio de los fundamentos teóricos de las comunicaciones inalámbricas para comprender mejor las diversas tecnologías a tratar, luego se hará un análisis importante de las tecnologías inalámbricas emergentes que se adaptarían mejor a las zonas rurales describiendo sus principales características técnicas, los estándares de funcionamiento, aplicaciones y beneficios. Además se realiza una comparación entre las diferentes tecnologías inalámbricas que se mencionan.

Luego se realiza las consideraciones para un eficiente diseño de la red mediante las nuevas tecnologías inalámbricas estableciendo consideraciones de propagación para determinar la confiabilidad del sistema, la elección de la mejor tecnología según análisis de cobertura y capacidad, consideraciones para el dimensionamiento y planeamiento de la red inalámbrica.

A su vez se hace un estudio del marco regulatorio en el país para la puesta en funcionamiento de la red inalámbrica y para la promoción del desarrollo de la telecomunicación rural.

También se hace una breve descripción de las experiencias del uso de la nuevas tecnologías aplicadas en el país, finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del informe.

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	1
CAPITULO I	
SITUACIÓN DE LA TELECOMUNICACIÓN RURAL EN EL PERÚ.....	3
1.1 Definición de la Zona Rural.....	3
1.2 Acceso y Servicio Universal en las Telecomunicaciones.....	4
1.3 Estadísticas de la Telecomunicación Rural.....	5
1.4 Problemática del Desarrollo de la Telecomunicación Rural.....	8
CAPITULO II	
FUNDAMENTO DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.....	9
2.1 Tipos de Redes Inalámbricas.....	9
2.1.1 Redes Inalámbricas de área personal.....	10
2.1.2 Redes Inalámbricas de área local.....	10
2.1.3 Redes Inalámbricas de área metropolitana.....	10
2.1.4 Redes Inalámbricas de área amplia.....	10
2.2 Evolución de las Tecnologías Inalámbricas.....	10
2.3 Acceso al Medio.....	12
2.3.1 Acceso Bidireccional.....	12
2.3.2 Multiplexación de la Información.....	12
2.3.3 Acceso al Medio de los Usuarios.....	14
2.4 Antenas.....	16
2.4.1 Antenas Inteligentes.....	16
2.4.2 Diversidad.....	17
2.4.3 MIMO.....	18
2.5 Procesado de Señal.....	19
2.5.1 Introducción a las modulaciones.....	19
2.5.2 Modulación adaptativa.....	20
2.5.3 Técnicas de control de errores.....	21
2.5.4 Técnicas de control de potencia.....	22
CAPITULO III	
TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS EMERGENTES PARA ZONAS RURALES.....	23

3.1 Tecnología Wi-Fi	24
3.1.1 Características de Tecnología Wi-Fi.....	24
3.1.2 Estandarización.....	24
3.1.3 Arquitectura de Red.....	28
3.1.4 Bandas de Frecuencia de Uso.....	29
3.1.5 Ventajas y Aplicaciones de la Tecnología Wi-Fi en Zonas Rurales.....	30
3.2 Tecnología WiMax.....	31
3.2.1 Características de Tecnología WiMax.....	31
3.2.2 Estandarización.....	32
3.2.3 Arquitectura de Red.....	34
3.2.4 Bandas de Frecuencia de Uso.....	34
3.2.5 Ventajas y Aplicaciones de la Tecnología WiMax en Zonas Rurales.....	35
3.3 Tecnología CDMA 450.....	36
3.3.1 Características de Tecnología CDMA 450.....	36
3.3.2 Estandarización.....	37
3.3.3 Arquitectura de Red.....	39
3.3.4 Bandas de Frecuencia de Uso.....	41
3.3.5 Ventajas y Aplicaciones de la Tecnología CDMA 450 en Zonas Rurales.....	42
3.4 Tecnología Flash-OFDM.....	42
3.4.1 Características de Tecnología Flash-OFDM.....	42
3.4.2 Arquitectura de Red.....	43
3.4.3 Bandas de Frecuencia de Uso.....	44
3.4.4 Ventajas y Aplicaciones de la Tecnología Flash-OFDM en Zonas Rurales.....	44
3.5 Análisis Comparativo de Tecnologías Inalámbricas Emergentes.....	44
3.5.1 Análisis de Cobertura.....	46
3.5.2 Análisis de Capacidad.....	46
3.5.3 Análisis de Movilidad.....	47
CAPITULO IV	
CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA.....	48
4.1 Población Objetivo.....	48
4.2 Normas Regulatorias Involucradas.....	49
4.3 Clasificación de Servicios y Características de Usuario.....	49
4.4 Determinación de la Tecnología Inalámbrica a Implementar.....	51
4.5 Dimensionar los anchos de banda de canalización de acuerdo a la cantidad de frecuencias disponibles.....	52

4.6 Ubicación Preliminar de los Sitios.....	53
4.7 Predicción de Cobertura.....	53
4.8 Estudio de Campo.....	54
4.9 Estimación de la Demanda.....	56
4.10 Calcular el número de radios por celda, y el tamaño de celda ideal para cubrir el grado de servicio.....	60
4.11 Protección de Equipos contra Rayos y Fluctuaciones Eléctricas.....	61
4.11.1 Fusibles y Cortacircuitos.....	61
4.11.2 Puesta a Tierra y Pararrayos.....	61
4.11.3 Estabilizadores y Reguladores de Tensión.....	62
4.12 Selección de Equipos.....	62
4.13 Análisis de Costo.....	63
4.13.1 CAPEX (“Capital Expenditures”).....	63
4.13.2 OPEX (“Operating Expenditures”).....	63
4.14 Evaluación del desempeño de red diseñada.....	63
CAPITULO V	
ASPECTOS REGULATORIOS.....	64
5.1 Política Tarifaria y de Interconexión.....	64
5.2 Neutralidad de Tecnologías.....	65
5.3 Bandas de Frecuencia Especiales para Zonas Rurales.....	65
5.3.1 Bandas de Frecuencia No Licenciadas.....	65
5.3.2 Bandas de Frecuencia para Zonas Rurales.....	67
CAPITULO VI	
ÁMBITOS DE APLICACIÓN.....	68
6.1 Nuevas aplicaciones en Zonas Rurales.....	68
6.1.1 Internet y Telefonía Rural.....	69
6.1.2 VoIP y Videollamada entre Centros Comunitarios Rurales.....	70
6.2 Experiencias de Aplicación de Tecnología Inalámbrica Emergente en el País.....	72
6.2.1 Cooperativa comunitaria de telecomunicaciones: sistema de información agraria (SIA) en el valle de Chancay-Huaral, Lima.....	72
6.2.2 El proyecto piloto Televias en la provincia Huarochirí, Lima.....	74
6.2.3 El proyecto Televias Puyhuan en el departamento de Junín.....	74
6.2.4 EHAS - Enlace hispanoamericano de Salud en el departamento de Cusco.....	75
6.2.5 El proyecto OLPC a nivel nacional.....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78

ANEXO A

INFORME DE RECONFIGURACION DEL DISEÑO DE LA WLAN EN LAS IIEE PARA PROYECTO OLPC (MINISTERIO DE EDUCACIÓN DIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA - 14 de Julio del 2008).....86

ANEXO B

TERMINOS DE REFERENCIA PARA ADQUISICIÓN DE EQUIPAMIENTO DE RED INALÁMBRICA DE DATOS A LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS (Julio del 2008)..... 90

ANEXO C

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC (Julio del 2008)..... 97

ANEXO D

NOMENCLATURA.....116

BIBLIOGRAFÍA.....119

PRÓLOGO

En los últimos años se ha producido un crecimiento espectacular en lo referente al desarrollo y aceptación de las comunicaciones inalámbricas. Pero dicho crecimiento no ha sido igual en las zonas rurales comparadas con las zonas urbanas.

En las zonas rurales con escasa densidad de población no resulta viable la implantación de redes ADSL o basadas en cable, por motivos técnicos y económicos, pero también la infraestructura inalámbrica vía conexión satelital aun resulta costosa, por lo que el propósito del informe es hacer un estudio de nuevas tecnologías inalámbricas que puedan ser construida a una mejor relación costo/beneficio en comparación con las alternativas tradicionales de cableado y tecnología satelital. Pero construir redes inalámbricas se refiere no sólo en parte al ahorro de dinero sino proveer a la comunidad un acceso a la información más sencillo y económico, la misma se va a beneficiar directamente con lo que Internet tiene para ofrecer, como una mejor educación, mejora de la atención de la salud, la reducción de desigualdades de mercado, el aumento de transparencia del gobierno y la vigilancia del medio ambiente.

Nuevas tecnologías inalámbricas especialmente los basados en las normas pueden permitir la creación de redes en las regiones rurales. El atractivo de estas redes incluye el despliegue de un menor costo por usuario, la facilidad de despliegue y la capacidad para atender a una amplia gama de terreno geográfico, mientras que la capacidad de conexión del mismo continúa incrementándose, aprovechando este contexto se podría difundir estas tecnologías en las zonas rurales o de interés social, el desarrollo de las telecomunicaciones

En el presente informe, consideramos cuatro tecnologías inalámbricas que presentan diferente características de cobertura y capacidad: Wi-Fi, WiMax, CDMA450 y Flash OFDM; siendo estas tecnologías las que mejor se adaptarían a zonas rurales o de interés social. Toda esta tecnología de conexión requiere dos componentes: la red de acceso y la red de transporte. La red de acceso proporciona la conectividad dentro de una zona rural y la red de transporte proporciona conectividad entre las regiones o distintas zonas rurales.

Asimismo se identifica los requisitos de la regulación vigente en el Perú para la puesta en funcionamiento de la red inalámbrica.

La metodología para el desarrollo del informe consta de cuatro fases: análisis de la

situación actual, definición de marco teórico, análisis de nuevas alternativas para cubrir los requerimientos y consideraciones de diseño.

Este informe tiene como alcance brindar un estudio sobre las nuevas tecnologías inalámbricas que podrá ser aplicado en las zonas rurales para así disminuir la brecha digital que mantiene con las zonas urbanas y así apoyar al desarrollo social, económico y cultural de la población rural y de preferente interés social.

En cuanto a las limitaciones del estudio no se tuvo un acceso mas detallado de información de la tecnología Flash-OFDM ya que es una tecnología propietaria.

El desarrollo del informe esta dividido en seis capítulos específicos sobre las tecnologías inalámbricas mas un capítulo de conclusiones y recomendaciones. A continuación se hace una breve descripción sobre el contenido y las finalidades de los capítulos del presente informe.

En el capítulo I se hace una descripción de la situación de las telecomunicaciones en las zonas rurales del país para entender el motivo del informe.

En el capítulo II se hará un breve resumen de los fundamentos de las comunicaciones inalámbricas para poder entender con mayor claridad sobre los temas que se tomaran en el informe.

En el capítulo III se hará el estudio de las nuevas tecnologías inalámbricas que mejor se adaptarían a las zonas rurales.

En el capítulo IV se darán ciertas consideraciones para un adecuado diseño de la red en las zonas rurales.

En el capítulo V se mencionara sobre la regulación vigente en el Perú para la puesta en funcionamiento de la red inalámbrica y para la promoción del desarrollo de la telecomunicación rural.

En el capítulo VI se mencionara las nuevas aplicaciones que se pueden realizar en las zonas rurales para así apoyar al desarrollo social, económico y cultural de la población rural y de preferente interés social teniendo como soporte las nuevas tecnologías inalámbricas, además se describen experiencias de uso de tecnologías inalámbricas emergentes en el país.

Finalmente una recopilación de conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

SITUACIÓN DE LA TELECOMUNICACIÓN RURAL EN EL PERÚ

1.1 Definición de la Zona Rural

En el Perú, el INEI define al área rural como el territorio integrado por centros poblados rurales con menos de 100 viviendas contiguas o más de 100 dispersas o diseminadas, tomando en consideración las características siguientes:

- Menos de 3,000 habitantes.
- Baja densidad poblacional.
- Servicios básicos e infraestructuras inexistentes o precarias y deficiencia de energía.
- Geografía adversa para la instalación del servicio de telecomunicaciones.
- Población con bajo poder adquisitivo, ubicada en áreas alejadas de los centros urbanos cuya actividad primordial es la agricultura, la ganadería y la pesca.

Si bien dicha definición es la referencial básica, existen dos definiciones que el OSIPTEL habría venido utilizando la pertinente al Reglamento del FITELE y la correspondiente a la Resolución del Consejo Directivo de OSIPTEL N° 020-2005-CD/OSIPTEL.

La definición de centro poblado rural del Reglamento del FITELE incluye a todos los centros poblados rurales que el INEI considera y a las capitales de distrito con 3,000 habitantes o menos, aún cuando hayan sido consideradas como urbanas por el INEI.

La definición de la Resolución del Consejo Directivo de OSIPTEL N° 020-2005-CD/OSIPTEL considera centros poblados rurales a los definidos como tales por el INEI, los incluidos en los Anexos 1A, 1B, y 1C de los contratos de concesión con Telefónica del Perú – Parte II y/o aquellos centros poblados en los que se encuentren instalados teléfonos públicos con recursos del FITELE. Esta segunda definición excluye de su ámbito a los centros poblados que son atendidos y se encuentran dentro del área de influencia de una central de conmutación de telefonía o de su unidad remota.

El tema poblacional y su calificación rural o urbana no son sencillos, principalmente porque cambian con el tiempo. Lo normal es que aparezcan nuevas localidades.

Según los resultados del XI Censo de Población, realizado el 21 de octubre del año 2007, el 24% de la población del Perú vive en áreas clasificadas como rurales. Al examinar la ubicación de la población por gran región geográfica, destacamos que dos tercios

pertencen a zonas de la Sierra. Así, la mayoría de la población rural del Perú vive en la Sierra, y tanto esta región como la Selva albergan mayoritariamente a la población rural.

1.2 Acceso y Servicio Universal en las Telecomunicaciones

El Acceso Universal apunta a que la comunidad tenga acceso en algún lugar a los servicios de telecomunicaciones y el Servicio Universal apunta a que todos los hogares cuenten con servicios de telecomunicaciones. Ambos conceptos son esencialmente complementarios y en lo principal comparten la necesidad de ampliar la cobertura de los servicios a precios razonables y con equidad.

Las acciones de mayor trascendencia tomadas por el Estado para conseguir el Acceso Universal en las zonas rurales fue la creación del Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL), creado en 1993 a través del Texto Único de la Ley de Telecomunicaciones, aprobado por Decreto Supremo N° 013-93-TCC de mayo de 1993. Según el Reglamento de la Ley N° 28900, el FITEL tiene personería jurídica de derecho público adscrito al sector de Transportes y Comunicaciones, es administrado por un Directorio presidido por el titular del Ministerio de Transportes y Comunicaciones e integrado por el titular del Ministerio de Economía y Finanzas y el Presidente del Consejo Directivo de OSIPTEL, dicho fondo esta constituido con aportes de las empresas del sector para promover el Acceso Universal en zonas rurales y de interés social, de esta manera, el Estado desarrolla una estrategia que le permitiría cumplir un rol activo en la expansión de los servicios en el ámbito rural garantizando la sostenibilidad del servicio.

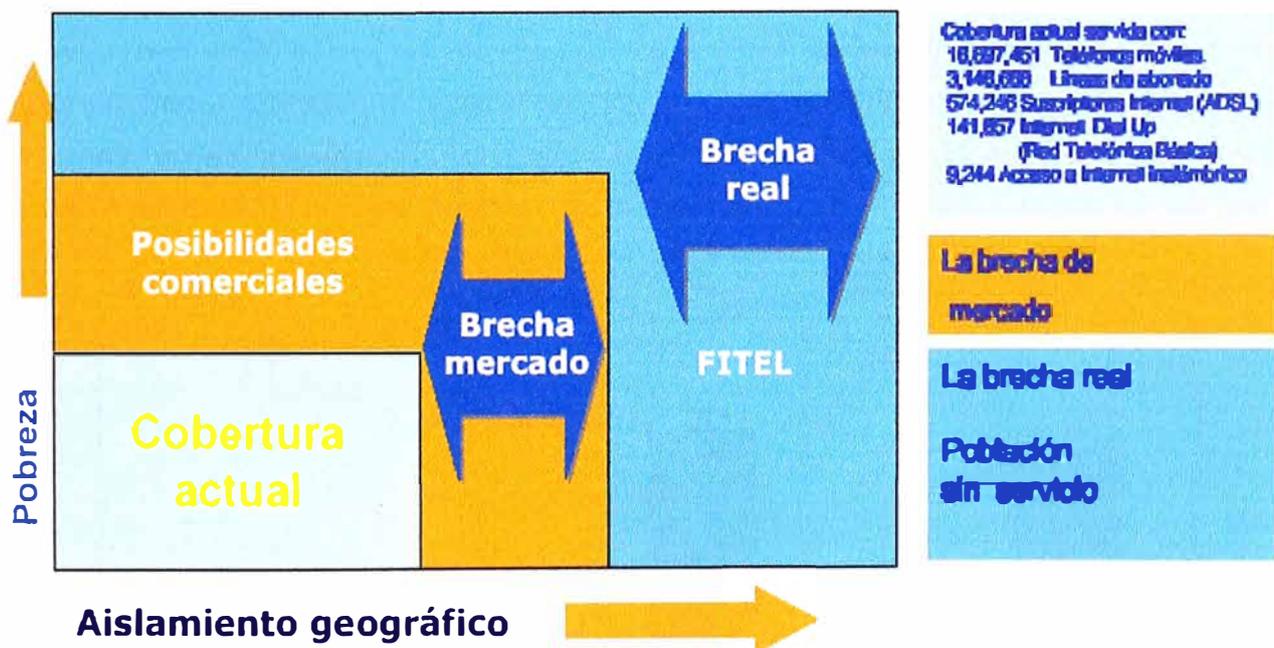


Fig. 1.1 Brecha de Acceso [25]

Los principales proyectos de FTEL del año 2007-2008 se describen en la TABLA N° 1.1.

TABLA N° 1.1 Proyectos de FTEL 2007-2008 [28]

Programa/ Proyecto	Internet Rural	Banda Ancha Rural	Banda Ancha para Localidades Aisladas
Localidades Beneficiadas	1050 a nivel nacional	3010 a nivel nacional	3539 a nivel nacional
Servicios a Implementar	Acceso a Internet	Acceso a Internet Telefonía Pública Telefonía Residencial	Acceso a Internet Telefonía Pública Telefonía Residencial
Beneficiarios Directos (Millones de hab.)	1.10	2.12	1.50
Financiamiento del Proyecto (U\$\$ millones)	11.5	15	43
Estado Actual	Adjudicado	Adjudicado	Proceso de Licitación
Adjudicación	12-08-2008 a Ameritel (Canadá), Cime y Valtron (Perú)	26 -07- 2007 a Rural Telecom y Consorcio Trébol – Ítaca (este último no firmo el contrato quedando anulado su adjudicación)	Programado para el 24 de Setiembre del 2008.

1.3 Estadísticas de la Telecomunicación Rural

Buena parte de este acceso limitado a las telecomunicaciones es debido al reducido nivel de gasto que tienen los hogares rurales y es por ello que se explica por la falta de disponibilidad de servicios públicos. En efecto, tal como muestra la Fig.1.2, el acceso a telefonía aun está bajo pese a los esfuerzos del Estado por promover un acceso universal. Según ENAHO (Encuesta Nacional de Hogares -Primer Trimestre del 2008) en las zonas rurales solo el 17 % tiene acceso a telefonía Celular y alrededor del 1% tiene acceso a teléfono fijo en sus hogares en la actualidad.

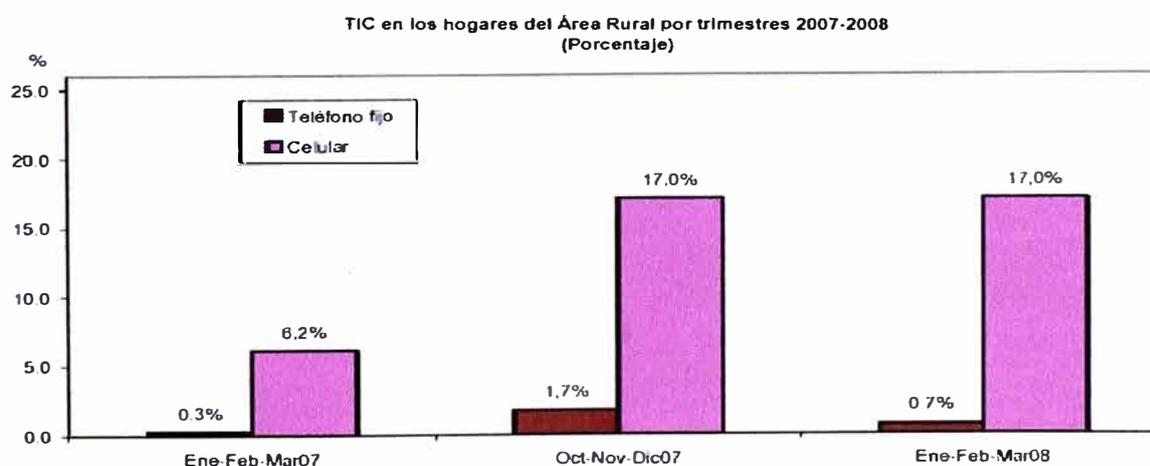


Fig. 1.2 Encuesta de Acceso a Telefonía en hogares del Área Rural [22]

Los hogares rurales tienen un relativo amplio acceso a la radiofonia (79.8% de los hogares) y también a la televisión (37.5% de los hogares), tal como muestra la Fig.1.3 a continuación.

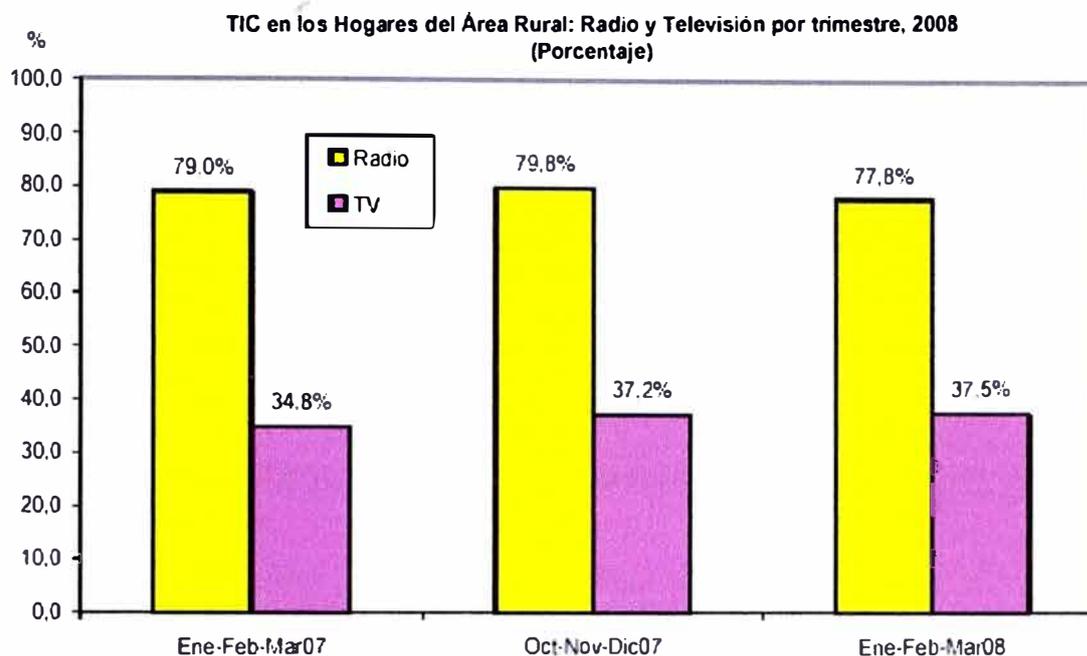


Fig. 1.3 Encuesta de Acceso a Radio y Televisión en hogares del Área Rural [22]

El acceso a computadora en los hogares rurales es bajo solo el 1.2% lo posee, tal como muestra la Fig.1.4, pero gracias a las cabinas de internet que el acceso a Internet es mayor llegando hasta un 7.5% de la población rural tal como muestra la Fig.1.5 a continuación.

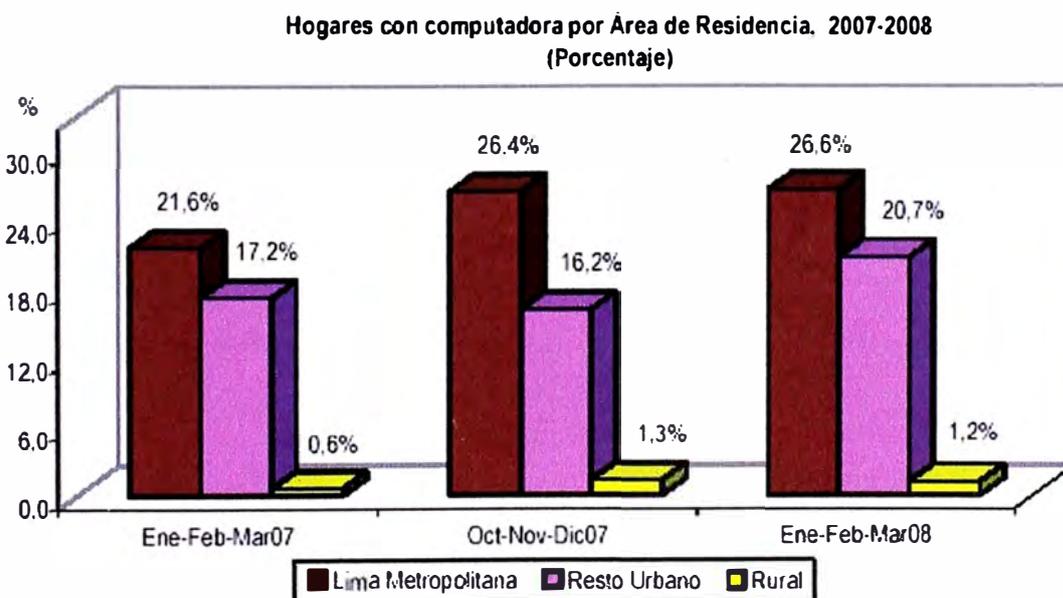


Fig. 1.4 Encuesta de hogares con computadoras por Área de Residencia [22]

Población de 6 años y más que usa internet, según área de residencia por trimestres, 2007 - 2008
(Porcentaje)

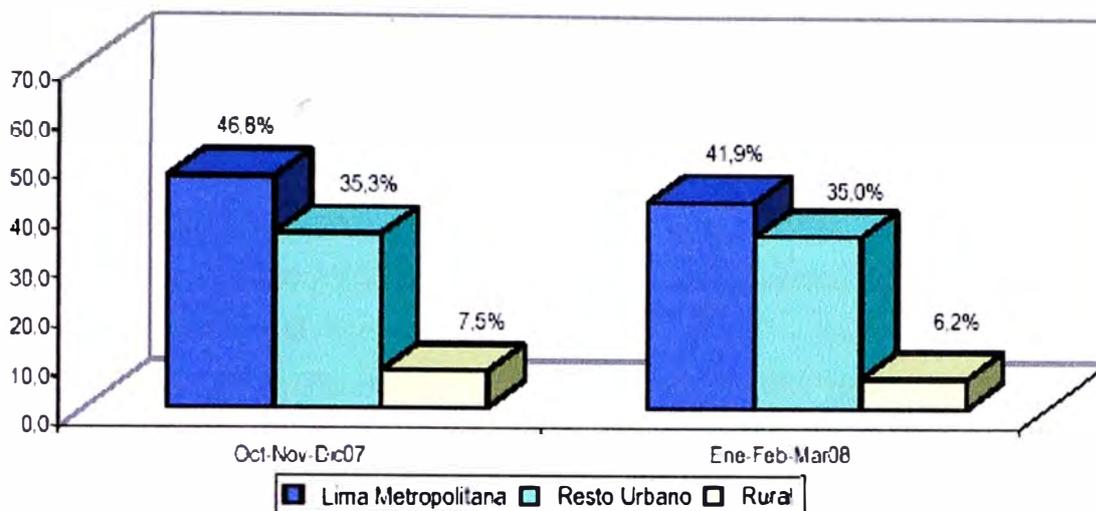


Fig. 1.5 Encuesta de Población que usa Internet, según Área de Residencia [22]

Según el informe de la UIT sobre Acceso Universal en Latinoamérica elaborado el año 2006, el Perú mantiene uno de los más bajos porcentajes de acceso de la población rural al servicio telefónico, siendo superados largamente por países vecinos como Colombia y Chile (ver Tabla N° 1.2). Es por ello que se debería apoyar con mayor decisión el desarrollo de las telecomunicaciones en las zonas rurales.

Hacia el primer trimestre del 2008 a mejorado el porcentaje de acceso de la población rural al servicio telefónico fijo y móvil estando en un 18% aproximadamente según la encuesta de ENAHO.

TABLA N° 1.2 Estadísticas de Acceso a Telefonía rural en Latinoamérica [2]

País	Año	Localidades Rurales			Población			
		Número	Número con Servicio telefónico	Porcentaje con servicio telefónico	Total de población rural	Porcentaje de población rural en el país	Población rural con acceso al servicio telefónico	Porcentaje de población rural con acceso al servicio
Bolivia	2005	29326	3876	13.21	3558841	37.75	462649	13.21
Colombia	2005	22000	17553	83	12580955	28	1063192	83
Chile	2005		6059		2143751	13.7	2143751	100
El Salvador					2766223	40	829866	30*
Guatemala	2004		2073		6845629	53.9		
Honduras	2004	4800			3817100	54.53		
México	2005	199391	54099	27.13	26184352	25.4	7103814	27.13
Nicaragua	2005	10996	165	1.5	2686889	49	40303	1.5
Panamá	2005	11495	1262	10.97	1221961	37.21	134049	10.97
Perú	2005	75754	6623	8.74	7 650 338	27.37	658972	8.74
Uruguay	2005			100	215735	6.52	215735	100
República D.	2005		2250		3258000	36.2	3000000	92.08

1.4 Problemática del Desarrollo de la Telecomunicación Rural

Según las estadísticas mencionadas hay una brecha distante entre la telecomunicación en las zonas urbanas y las zonas rurales. Entre los inconvenientes que limitan el desarrollo de la telecomunicación rural pueden mencionarse:

- Escasez o ausencia de instalaciones y servicios públicos, por ejemplo, suministro fiable de electricidad y agua, carreteras de acceso y transporte regular.
- Escasez de personal técnico.
- Condiciones topográficas difíciles, por ejemplo, lagos, ríos, colinas, montañas o desiertos, que hacen muy costosa la construcción de redes de telecomunicaciones alámbricas.
- Bajo nivel de actividad económica, basado principalmente en la agricultura, la pesca, la artesanía, etc.
- Bajo ingreso por habitante.
- Baja densidad de la población.

Las nuevas industrias y otros establecimientos comerciales se asientan en su mayoría en lugares en que se dispone de telecomunicaciones. Por consiguiente, el desarrollo de las zonas rurales insuficientemente atendidas es lento o inexistente, siendo esta una de las causas de la creciente migración de las personas a las zonas urbanas. Uno de los requisitos para invertir esta tendencia es la disponibilidad del servicio y las aplicaciones de telecomunicaciones.



Fig. 1.6 Barreras Naturales Dificultan la Comunicación

CAPITULO II

FUNDAMENTO DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

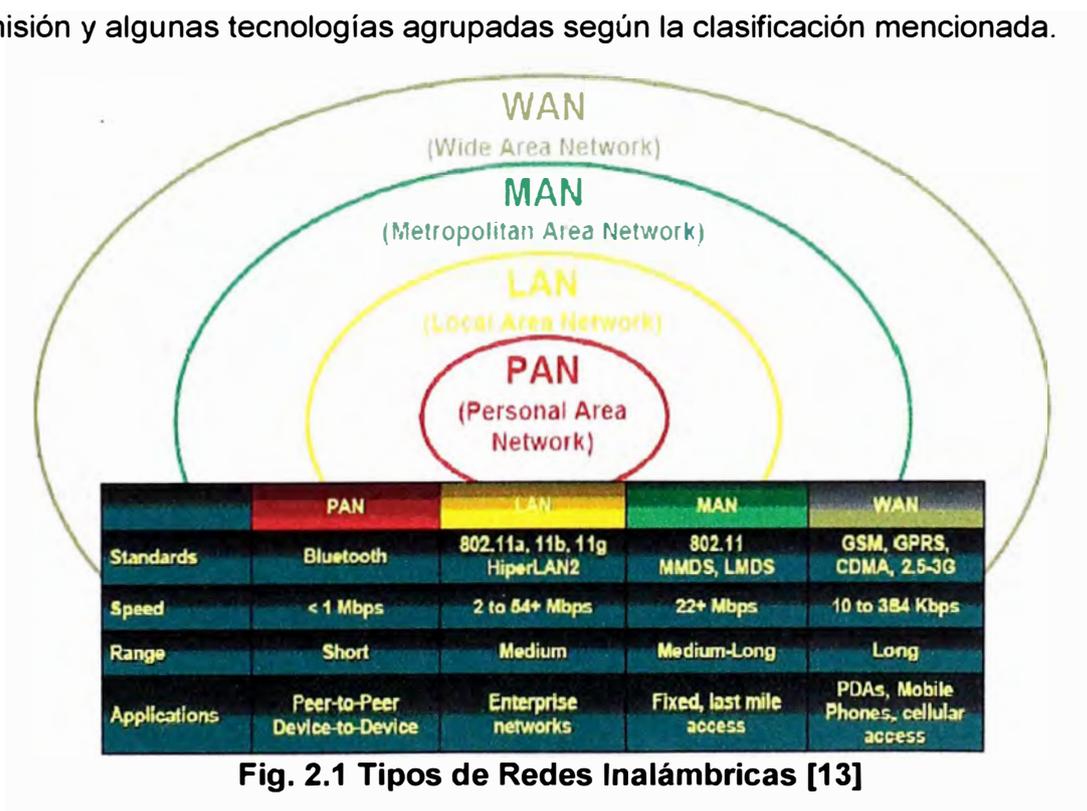
Actualmente, existen muchas tecnologías de acceso inalámbrico que potencialmente pueden soportar servicios que requieren de banda ancha. Estas tecnologías se mantienen en un continuo desarrollo buscando mejorar algunos parámetros de desempeño, tales como: velocidades de transmisión, retardos, mecanismos de seguridad, entre otros.

2.1 Tipos de Redes Inalámbricas

Las tecnologías Inalámbricas las podemos clasificar dependiendo del área de cobertura para el cual fueron diseñadas en:

- WWAN: Redes Inalámbricas de área amplia.
- WMAN: Redes Inalámbricas de área metropolitana.
- WLAN: Redes Inalámbricas de área local.
- WPAN: Redes Inalámbricas de área personal.

En la siguiente figura se indica los tipos de aplicaciones, rango de acción, velocidades de transmisión y algunas tecnologías agrupadas según la clasificación mencionada.



2.1.1 Redes Inalámbricas de área personal

En este tipo de red de cobertura personal, existen tecnologías basadas en Bluetooth (protocolo que sigue la especificación IEEE 802.15.1); ZigBee (basado en la especificación IEEE 802.15.4 y utilizado en aplicaciones como la domótica, que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, bajo consumo); RFID (sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos con el propósito de transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio).

2.1.2 Redes Inalámbricas de área local

En las redes de área local podemos encontrar tecnologías inalámbricas basadas en tecnologías basadas en Wi-Fi, que siguen el estándar IEEE 802.11 con diferentes variantes.

2.1.3 Redes Inalámbricas de área metropolitana

Para redes de área metropolitana se encuentran tecnologías basadas en WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access, es decir, Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), un estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16. WiMax es un protocolo parecido a Wi-Fi, pero con más cobertura y ancho de banda. También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como LMDS (Local Multipoint Distribution Service).

2.1.4 Redes Inalámbricas de área amplia

En estas redes encontramos tecnologías como, CDMA2000, WCDMA, utilizada con los teléfonos móviles de tercera generación (3G) y sucesora de la tecnología GSM (para móviles 2G), o también la tecnología digital para móviles GPRS (General Packet Radio Service).

2.2 Evolución de las Tecnologías Inalámbricas

En las redes inalámbricas de área local hay que destacar que ha habido un aumento considerable de la velocidad de acceso y mejor cobertura empezando con IEEE802.11 que desde velocidades máxima de 2 Mbps hasta llegar a velocidades mayores a los 100 Mbps con el futuro estándar que aun están en borrador IEEE 802.11n mejorando también la cobertura.

En las redes inalámbricas fijas y de cobertura amplia ha habido evolución en mejora de la velocidad y de cobertura, empezando con las soluciones propietarias hasta llegar al

estándar WiMax que ofrece velocidades hasta 70Mbps en una banda de 20 MHz y coberturas hasta de 50 Km.

En el caso de las comunicaciones móviles es de destacar la sucesión de fases bien diferenciadas, denominadas generaciones, de manera que:

- La 1ª generación fue la telefonía móvil analógica, En sus comienzos fue únicamente un producto elitista, para determinados sectores de la sociedad, y fue el inicio de lo que serían posteriormente las comunicaciones móviles. presentaba escasas prestaciones y altos costes.
- La 2ª generación fue la telefonía móvil digital, el GSM, TDMA, CDMA, que introdujo la digitalización total de la red y los terminales. No se logró la introducción de los datos más que en una pequeña medida (mensajes cortos).
- La 3ª generación, que ya empezó implementarse en el país significa la apertura a nuevas posibilidades de servicios y aplicaciones, basados en las capacidades nativas de las nuevas tecnologías (WCDMA y CDMA2000, básicamente).

El futuro sigue siendo incierto aunque con multitud de líneas abiertas: la llamada 4G estará formada por la integración de las redes bajo el paradigma de estar basadas completamente en los protocolos de Internet (TCP/IP), coexistiendo de forma más o menos coordinada con las tecnologías preexistentes, con los nuevos servicios y con unos terminales cada vez mas pequeños y ligeros.

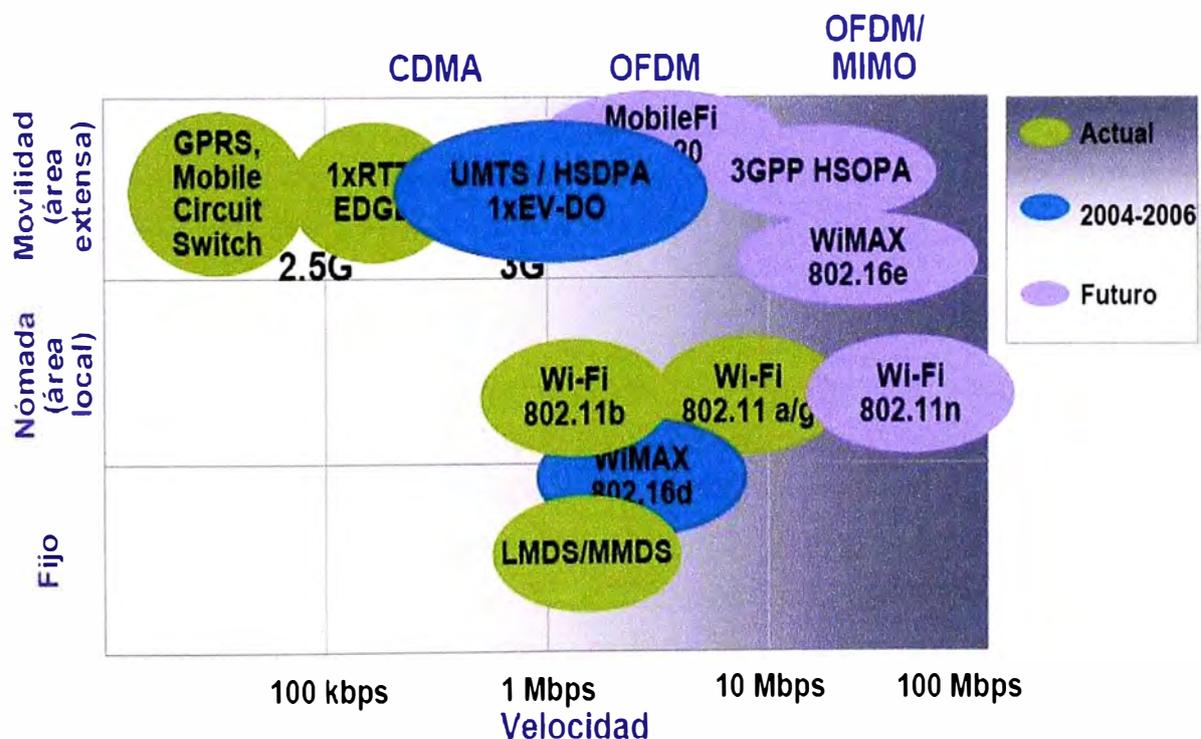


Fig. 2.2 Evolución de las Tecnologías Inalámbricas [14]

2.3 Acceso al Medio

Dentro del concepto de acceso al medio se diferencian tres tipos: cómo se gestiona el acceso para los dos canales (subida y bajada de la información), el acceso de los usuarios y la multiplexación de la información.

2.3.1 Acceso Bidireccional

Este tipo de comunicaciones tiene una característica dúplex, es decir, existe una transmisión y recepción en los dos extremos. Como ambas comunicaciones comparten el mismo medio, es necesario establecer algún mecanismo para el control del acceso. A continuación veremos los métodos principales.

a) FDD .- Se basa en la utilización de dos bandas diferentes de frecuencia para la transmisión, una para el envío y otra para la recepción.

Esta técnica es la que mejor se adapta al tráfico de voz, ya que permite tener un retardo mínimo. Además, presenta la ventaja de no tener que recurrir a bandas de guardia temporales como en el caso TDD.

Como desventaja tiene el hecho de tener que recurrir a buenos filtros separadores de frecuencia, este tipo de filtros reciben el nombre de duplexores.

Esta técnica es la utilizada por la tecnología inalámbrica CDMA450 y WiMax.

b) TDD .- A diferencia de la técnica FDD, se utiliza una única banda de frecuencia para envío y recepción de la información, compartiendo los periodos de transmisión. Es una técnica muy eficiente para tráfico asimétrico, ya que se adapta al perfil del tráfico. Ésta es la técnica utilizada en la tecnología inalámbrica Wi-Fi.

2.3.2 Multiplexación de la Información

Por multiplexación entendemos el proceso donde múltiples canales de información se combinan en un canal de transmisión. Existen dos métodos de multiplexación principales: TDM (multiplexación en tiempo) y FDM (multiplexación en frecuencia), en función del recurso que comparten. En FDM muchos canales se combinan repartiendo rangos de frecuencias espectrales, de manera similar al FDD, teniendo que reservar bandas de guardia para evitar solapamientos. Para conseguir una mayor eficiencia se ha desarrollado el método OFDM con diferentes variantes.

a) OFDM .- La modulación OFDM es un caso especial de MCM (Modulación Multiportadora), donde múltiples datos se transmiten paralelamente, utilizando diferentes

subportadoras con banda de frecuencias traslapadas ortogonalmente. La ortogonalidad permite traslapar los canales reduciendo la interferencia entre subcanales adyacentes y ahorro de ancho de banda.

Debido al problema técnico que supone la generación y la detección en tiempo continuo de los cientos, o incluso miles, de portadoras equiespaciadas que forman una modulación OFDM, los procesos de modulación y demodulación se realizan en tiempo discreto mediante la IFFT y la FFT respectivamente.

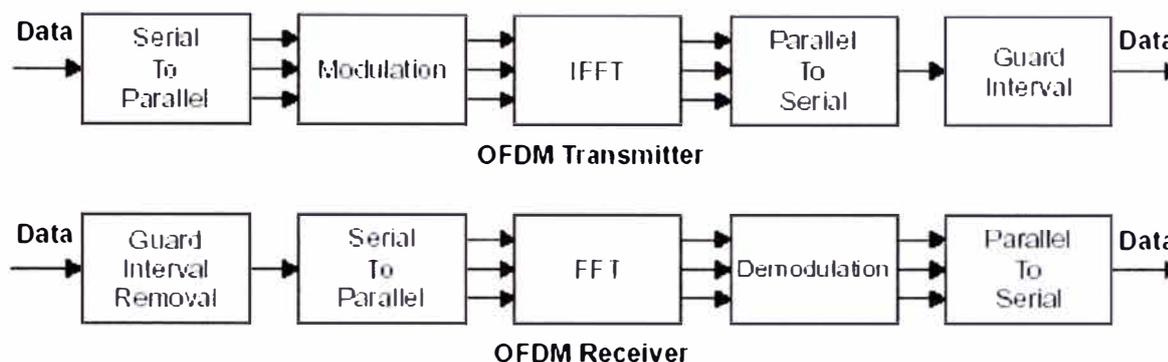


Fig. 2.3 Transmisión y Recepción OFDM en IEEE 802.11 [4]

Otra ventaja del OFDM, que es la causa por la que se ha popularizado en la tecnología WiMax, es la capacidad para gestionar los diferentes retardos que se producen en señales que padecen multitrayecto. En un canal radio estos efectos se traducen en la no respuesta plana del canal, la aparición de nulos, etc. que normalmente conducen a la pérdida completa de la señal. Además, estos multitrayectos pueden producir interferencia entre símbolos, provocado por los diferentes retardos, que hace que se mezclen símbolos consecutivos. Esto se soluciona mediante la utilización de un periodo de guardia para cada símbolo OFDM.

Por contra, presenta las desventajas de ser más sensible que las técnicas tradicionales al desfase en frecuencia o desfase en la sincronización temporal.

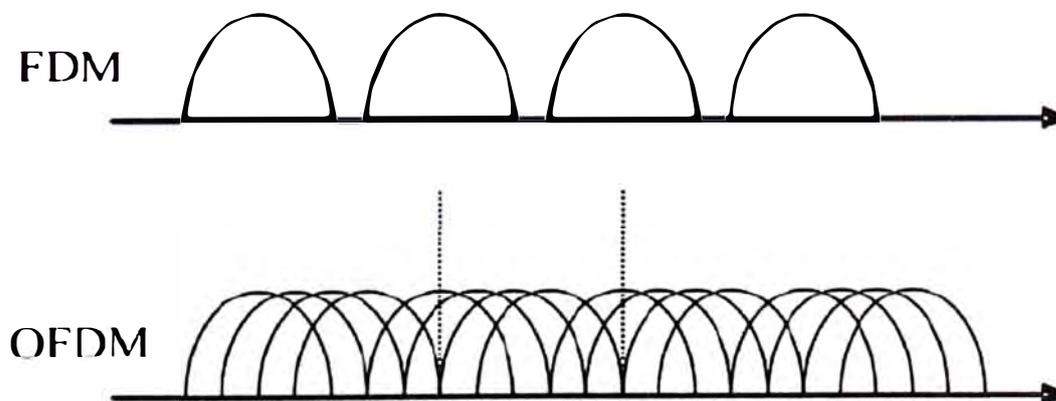


Fig. 2.4 Modulación Tradicional Vs. Modulación OFDM [5]

b) Wide-OFDM .- Es una variante de la multiplexación OFDM, que es la que se está generalizando en los estándares inalámbricos, tratando de resolver los problemas que presenta la técnica anterior. Se basa en la transmisión de símbolos de entrenamiento, que permiten reducir los efectos adversos del canal, mediante una estimación y división respecto a la respuesta en frecuencia.

Además, utiliza un código FEC (Forward Error Correcting) como el Reed-Solomon, para expandir los símbolos sobre un amplio rango de frecuencias, que convierten la señal en un espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS). De esta manera, es posible recuperar los símbolos aunque se pierdan algunas de las portadoras.

c) Flash-OFDM .- Flash-OFDM es una técnica de procesado nueva que ha sido desarrollada por La empresa Lucent y que soportará tasas elevadas de datos con pocas pérdidas de paquetes y retardos, de hecho, las siglas FLASH vienen de "Fast Low-Latency Access with Seamless Handoff". Se basa en la utilización de múltiples tonos y flash hopping para expandir la señal en el espectro. Esta técnica está siendo apoyado por Lucent y Qualcomm.

2.3.3 Acceso al Medio de los Usuarios

Una de las estrategias más importantes para aumentar el número de usuarios en un sistema basado en celdas radica principalmente en la técnica de acceso múltiple que éste sistema emplee. Las técnicas de acceso múltiple en un sistema inalámbrico permiten que varios usuarios puedan acceder simultáneamente a un canal o un grupo de frecuencias, lo que permite el uso eficiente del ancho de banda.

A continuación veremos los métodos principales.

a) TDMA .- En TDMA múltiples usuarios van a realizar una transmisión utilizando la misma portadora pero esta portadora va a ser "prestada" entre diferentes usuarios durante intervalos específicos de tiempo, es decir el tiempo es dividido en intervalos de igual duración denominados time slots, y cada uno de ellos a su vez es dividido en N partes (cada una de estas divisiones corresponde a un usuario). Otro punto importante a considerar es que durante las ranuras de tiempo que le corresponden a un usuario, éste dispone de todo el ancho de banda del canal.

En TDMA es necesario considerar guarda tiempos para evitar traslape de información. El mayor inconveniente de TDMA es que es necesaria la sincronización de todos los usuarios para evitar interferencia, siendo por eso su implementación más compleja.

b) CDMA .- Esta tecnología de espectro disperso involucra la transformación de la información de banda angosta a una señal de banda amplia para transmisión, la cual puede ser vista como una manera de aumentar las capacidades de los sistemas TDMA que limitan el número de usuarios al número de ranuras de tiempo.

El proceso Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) se realiza mediante la multiplicación de una portadora con una señal digital de pseudo-ruido. En primer lugar, el código PN se modula en la señal de información, mediante el uso de alguna de las técnicas de modulación habituales (BPSK, QPSK, etc.). Entonces, un mezclador balanceado multiplica la portadora con la señal de información modulada, obteniendo una señal con un espectro ancho, similar al de una señal de ruido. Este ancho de banda tan amplio, permite que la señal caiga por debajo del umbral de ruido sin que esto implique una pérdida de la información

La tecnología de espectro disperso está diseñada para intercambiar eficiencia en ancho de banda por confiabilidad, integridad y seguridad. Es decir, más ancho de banda es consumido con respecto al caso de la transmisión en banda angosta pero en cambio produce una señal que es en efecto más robusta al ruido y así más fácil de detectar por el receptor que conoce los parámetros (código) de la señal original transmitida. Si el receptor no está sintonizado a la frecuencia correcta o no conoce el código empleado, una señal de espectro disperso se detectaría solo como ruido de fondo. Al asignar diferentes códigos únicos a los usuarios, un sistema de acceso múltiple es posible. A este método de acceso múltiple se le conoce como CDMA. Las limitaciones de reuso de frecuencia ya no son tan críticas en CDMA, ya que múltiples terminales móviles y radio bases pueden ocupar las mismas frecuencias a la vez. Es obvio entonces que la capacidad en usuarios en CDMA se incrementa bastante con respecto a las otras dos técnicas de acceso múltiple.

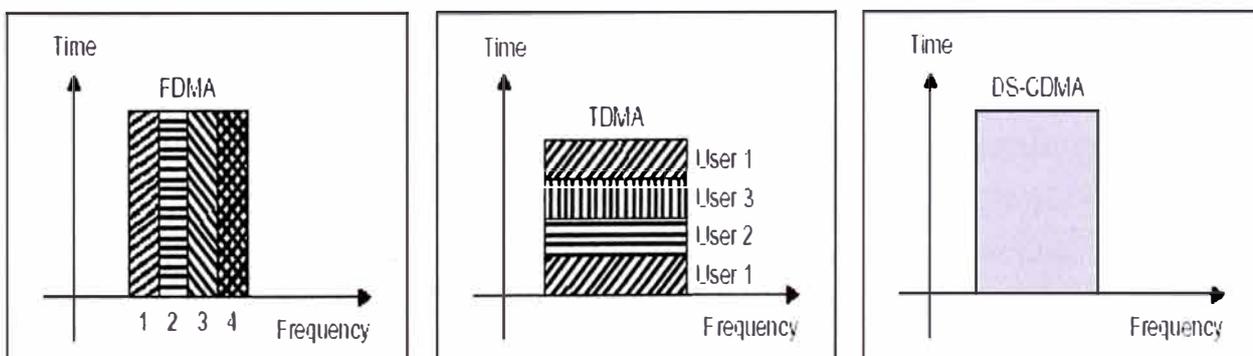


Fig. 2.5 Técnicas de Acceso Múltiple [4]

c) OFDMA .- Es una técnica basada en la modulación multiportadora (Multi Carrier Modulation MCM) y acceso múltiple por división de frecuencia FDMA, también denominada como multiusuario-OFDM, está siendo considerado como un método de modulación y acceso múltiple para nuevas tecnologías inalámbricas. Se trata de una extensión de la técnica Orthogonal Frequency División Multiplexing (OFDM).

En los sistemas OFDM actuales, un único usuario puede transmitir sobre todas las subportadoras en cualquier momento y se utilizan técnicas de acceso múltiple por división en frecuencia o en tiempo para soportar múltiples usuarios. El principal problema de estas técnicas de acceso estáticas es el hecho de que los usuarios ven el canal de una manera diferente cuando no es utilizado. OFDMA, por el contrario, permite a múltiples usuarios transmitir en diferentes subportadoras por cada símbolo OFDM. Así, se asegura de que las subportadoras se asignan a los usuarios que ven en ellas buenas ganancias de canal.

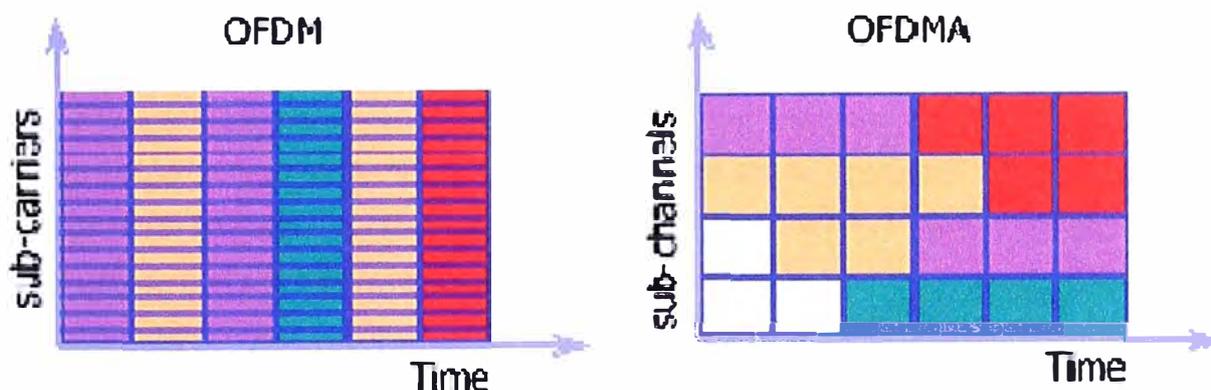


Fig. 2.6 Diferencia entre OFDM y OFDMA [11]

2.4 Antenas

Hay diferentes avances en las antenas que han sido incorporados a las nuevas tecnologías inalámbricas, A continuación veremos las nuevas técnicas usadas:

2.4.1 Antenas Inteligentes

Una antena inteligente es una antena cuyo patrón de radiación es dinámico. La posibilidad de controlar dinámicamente la forma de un patrón de radiación es interesante porque puede ayudar a resolver problemas de sistemas de comunicaciones para adecuarse a un tipo determinado de tráfico o entornos difíciles que van cambiando con el tiempo. A través de la combinación de patrones de antenas elementales se puede obtener un patrón dinámico. Se obtiene controlando el tiempo y la amplitud de la corriente que alimenta a cada antena elemental, sin necesidad de alterar el patrón de radiación propio de cada antena elemental. Si los valores de fase y amplitud de las corrientes

alimentadoras son variados en forma continua, el patrón de radiación cambiará continuamente también

Hoy en día, estas antenas están siendo utilizadas en las principales redes inalámbricas. Estas antenas están reemplazando equipamiento obsoleto en celdas ya existentes, permitiendo rendimiento superior al 50% respecto al anterior, además de la facilidad de poder orientar el haz de la antena a las necesidades particulares, con las nuevas funcionalidades que pueden ser identificadas.

El procesamiento de señal de la antena inteligente se realiza en la estación base, utilizando un haz estrecho y configurable para cada usuario. En el caso de su utilización en redes 3G, se han obtenido pruebas que avalan un aumento en la capacidad en usuarios de hasta tres veces respecto a la capacidad original.

Las antenas inteligentes mejoran su rendimiento mediante la combinación de las dimensiones espaciales de la antena con la dimensión temporal.

Un formador de haz (o beamformer) es un filtro espacial que opera en la salida de un arreglo de sensores o transmisores con el objetivo de mejorar la amplitud de un frente de ondas coherente en relación al ruido de fondo. Esta mejora se basa en el carácter directivo de la señal, concentrando la mayor parte de la energía de la misma en una dirección. Esta dirección de apuntamiento recibe el nombre de Maximum Response Angle (MRA), que puede ser seleccionado por el usuario.

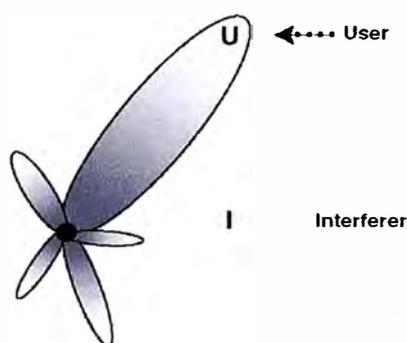


Fig. 2.7 Antenas Inteligentes [8]

2.4.2 Diversidad

Por diversidad se entiende el uso de varios receptores o técnicas de recepción de señales para aumentar la relación señal a ruido y tratar los problemas de pérdidas provocados por rebotes de señal asociados a entornos multitrayecto. Las técnicas de diversidad proporcionan dos ventajas principales:

- La primera es la fiabilidad, ya que es la solución óptima para entornos con canales multitrayecto, al tratar los efectos de los nulos que aparecen por la reflexiones. Así, diversos estudios afirman que se producen ganancias de diversidad del orden del 10 dB.

- La segunda es que la potencia media de señal recibida aumenta, con lo cual se produce una mejora respecto a los sistemas que no implementan este mecanismo.

En general se habla de tres tipos de diversidad: la espacial (basada en la utilización de múltiples antenas), la de polarización (donde las antenas trabajan con polarizaciones ortogonales) y, por último, la de patrón o ángulo (basadas en el uso de beamforming).

Durante muchos años, los operadores han utilizado técnicas de recepción basadas en diversidad espacial para mejorar el rendimiento. Estas técnicas se basaban en el criterio de que si hay ocultaciones de señal en una de las antenas, esta ocultación no será tan severa en la otra antena. Un combinador (o mezclador) de diversidad se utiliza para mezclar ambas señales (con algún método de compensación) o simplemente escogiendo la que disponía de mejor relación señal a ruido.

Desde finales de los años 90, los operadores han empezado a probar la utilización de técnicas de diversidad por polarización, en lugar de la diversidad espacial, ya que tiene unos costes estructurales menores. Se basa en el concepto de que para entornos multitrayecto la señal recibida tendrá diferentes polarizaciones, por lo que será posible aprovechar ese hecho. Así, un método de mejorar la recepción de la señal es utilizar dos antenas receptoras con polarizaciones ortogonales, que se pueden colocar juntas.

2.4.3 MIMO

Una variedad de sistemas con diversidad son los sistemas MIMO, que utilizan múltiples antenas tanto para recibir como para transmitir. MIMO aumenta la eficiencia espectral de un sistema de comunicación inalámbrica por medio de la multiplexación espacial. Una transmisión de datos a tasa elevada se divide en múltiples tramas más reducidas. Cada una de ellas se modula y transmite a través de una antena diferente en un momento determinado, utilizando la misma frecuencia de canal que el resto de las antenas. Debido a las reflexiones por multitrayecto, en recepción la señal a la salida de cada antena es una combinación lineal de múltiples tramas de datos transmitidas por cada una de las antenas en transmisión.

La teoría de capacidad inalámbrica, derivada a mediados de los años 90, extiende el límite del teorema de Shannon, en el caso de la utilización de esta tecnología. Este resultado teórico prueba que la capacidad de transmisión de datos y rango de alcance de los sistemas inalámbricos MIMO se puede incrementar sin usar más espectro de frecuencias. Este aumento es de carácter indefinido, simplemente utilizando más antenas en transmisión y recepción. MIMO requiere la existencia de un número de antenas idéntico a ambos lados de la transmisión, por lo que en caso de que no sea así la mejora será proporcional al número de antenas del extremo que menos tenga.

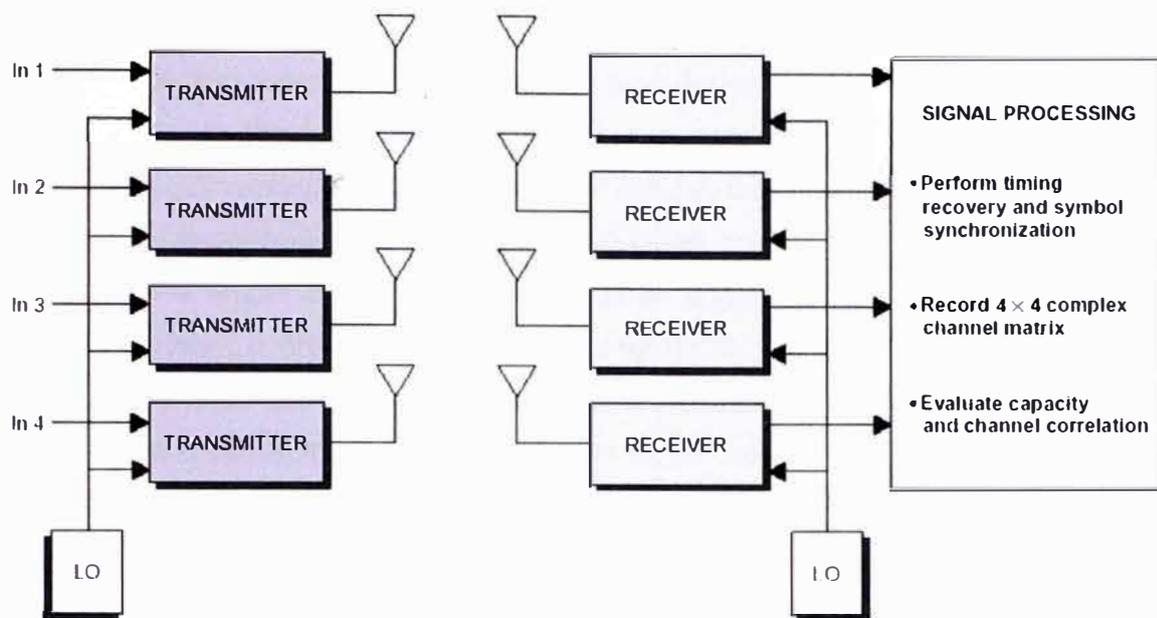


Fig. 2.8 Tecnología MIMO [4]

2.5 Procesado de Señal

Entre las técnicas principales en procesamiento de señal, dentro de las que incluimos las técnicas de modulación adaptivas, las diferentes técnicas de control de errores y reenvío de tramas y, por último, las técnicas de control de potencia.

2.5.1 Introducción a las modulaciones

La modulación es el proceso por el cual una onda portadora puede llevar un mensaje o señal digital. Existen tres métodos principales de modulación: en amplitud, frecuencia y/o fase. Además de la técnica de modulación asociada a alguna de las tres características anteriores, está el concepto de orden de modulación. Por este orden entendemos el número de bits de información que es posible codificar por símbolo, o representación modulada de la señal para un periodo unitario.

Los métodos principales de modulación digital son:

- a) **FSK** .- Cambia la frecuencia de la señal transmitida en función de la información. Los sistemas que utilizan esta modulación (como la radio en FM), son más resistentes al ruido, que afecta más a la amplitud de la señal.
- b) **PSK** .- Cambia la fase de la señal en función de la señal. Por ejemplo en el caso de la modulación binaria BPSK, cada símbolo indica dos estados diferentes en función de una fase de 0° ó 180° . En el caso del QPSK, se añaden dos fases extras: 90° y 270° , ya que se transmiten dos bits por símbolo. La fase de cada símbolo no se toma de una determinada, sino que se compara con la anterior (por eso se trata de una técnica

diferencial). La diferencia entre fases es la que determina el símbolo emitido. Este modelo hace que sea más robustos a desfases del canal.

- c) **QAM** .- En esta técnica tanto la fase como la amplitud se cambian para guardar la información. El receptor recibe la señal modulada, detecta los desfases y demodula la señal. Para el caso de una modulación 16-QAM, cada símbolo representa 4 bits, ya que existen 4 amplitudes reales e imaginarias posibles. Para el caso de modulación 64-QAM, existen 8 amplitudes reales e imaginarias posibles, por lo que comparando con el caso anterior, a igual potencia la separación entre estados del símbolo es menor. Para modulaciones superiores, con mayor número de bits por símbolo, la tasa de transmisión aumenta, pero también lo hace la probabilidad de error para idéntica potencia de transmisión. Esto se debe a que la distancia entre estados disminuye, con lo cual es más fácil que se produzca error con un símbolo adyacente.

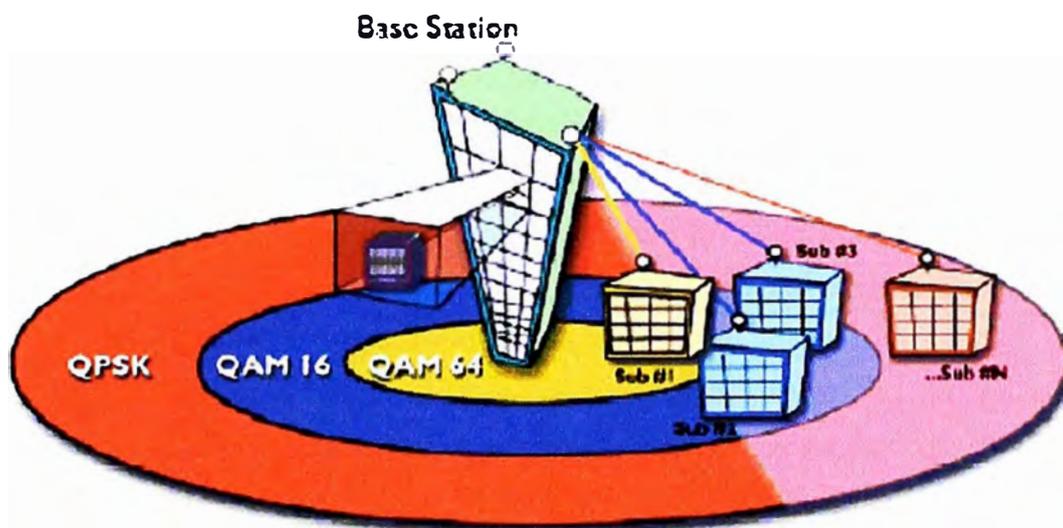


Fig. 2.9 Modulación en función de las Condiciones del Canal [11]

2.5.2 Modulación adaptativa

Los diferentes órdenes de modulación permiten enviar más bits por símbolo y, por tanto, alcanzar un mayor throughput y eficiencia espectral. A pesar de ello, utilizar técnicas de modulación como 64-QAM, implica que sea necesaria una mayor relación señal a ruido (SNR) para evitar las interferencias y mantener una tasa de error baja.

El uso de modulación adaptativa permite que un sistema inalámbrico pueda escoger el orden de modulación en función de las condiciones del canal. Para el caso de WiMax, a mayor distancia de la estación base menor es el orden de modulación, pasando por las siguientes técnicas: 64QAM, 16QAM, QPSK y BPSK.

2.5.3 Técnicas de control de errores

Las técnicas de corrección de errores han sido incorporadas para reducir los requisitos del sistema en cuanto a la relación señal a ruido. Los códigos Reed Solomon, la codificación convolucional y la codificación turbo se utilizan para detectar y corregir errores y mejorar el throughput. Estas técnicas de corrección robustas ayudan a recuperar las errores que puedan ocurrir por pérdidas de señal.

Los códigos Reed Solomon se basan en la transmisión extra de símbolos para permitir la detección de errores. Si un código Reed Solomon opera con símbolos de 8 bits, tiene 255 símbolos por bloque. De esos escogemos un parámetro k , con $k < n$ (siendo n el número de símbolos por bloque), que es el número de símbolos de datos, mientras que el resto hasta n serían símbolos de paridad. Si escogemos en nuestro ejemplo $k=223$, tendríamos 32 símbolos de paridad. Reed Solomon es capaz de corregir hasta 16 errores en símbolos, la mitad del número de símbolos de paridad de los que dispone. Así, la capacidad de corrección de errores viene dada por $n-k$, la medida de redundancia del bloque. Si las posiciones de los símbolos se conocen de antemano, es posible corregir el doble de símbolos. En caso contrario, siempre se podrá corregir hasta $(n-k)/2$. Estas características hacen que se adapten muy bien a errores en portadoras. Esto se debe a que no le afecta el número de bits erróneos que hay en cada símbolo, ya que los toma como un único error. Para casos donde los errores no se caracterizan por esto es preferible recurrir a codificaciones convolucionales.

Los códigos convolucionales son un tipo de códigos de corrección de errores, en los cuales un símbolo original de longitud m bits, se transforma en uno de n , siendo $n > m$, siendo la transformación función de los últimos k símbolos de información, con k la longitud del código. Existen varios algoritmos para la decodificación de los códigos convolucionales. Para valores de k relativamente pequeños, la mejor opción es el algoritmo Viterbi, que provee una solución de máxima verosimilitud. Para valores de k elevados, este algoritmo se vuelve impracticable por lo que se suele recurrir a otros, como el algoritmo Fano.

En las nuevas tecnologías inalámbricas también se utilizan de otra serie de códigos, como son la codificación turbo generalmente para altas velocidades ya que ofrecen un mejor rendimiento para la corrección de errores.

Por otro lado, Automatic Repeat Request (ARQ) se utiliza para corregir los errores que no resuelve el FEC, mediante el reenvío de la información con errores, esto mejora de manera significativa la tasa de error de bit (BER) del sistema.

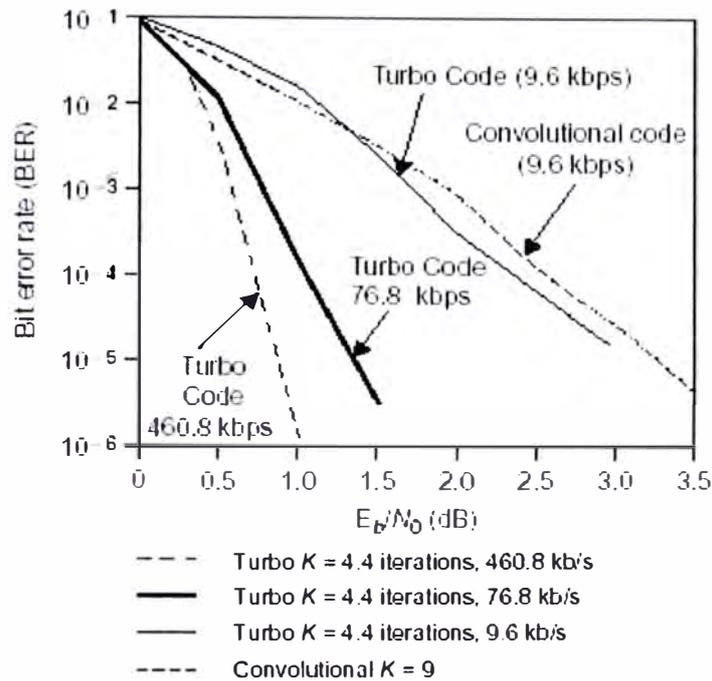


Fig. 2.10 Rendimiento de Códigos Turbo comparado con Códigos Convolucionales [4]

2.5.4 Técnicas de control de potencia

Los algoritmos de control de potencia se utilizan para mejorar el funcionamiento del sistema. Se implementa este mecanismo en la estación base, enviando información de control de potencia a cada uno de los CPE. De esta manera, es posible regular el nivel de potencia transmitida de manera que el nivel recibido en la estación base esté a un nivel predeterminado. En caso de no disponer de este método, el CPE tendría que transmitir a la potencia del peor de los casos, por lo que controlar la potencia produce un ahorro en el consumo del CPE y una reducción de la interferencia potencial con otras estaciones base cercanas.

CAPITULO III

TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS EMERGENTES PARA ZONAS RURALES

Las tecnologías que se vienen empleando para satisfacer la demanda en las zonas rurales son, en su mayoría inalámbricas, esto debido a que resultan más económicas y rápidas de desplegar que las redes de telecomunicaciones cableadas. Por ejemplo, una red cableada necesitará invertir en zanjas o postes para poder llevar los cables a los usuarios; además se sabe que en las zonas rurales existe una densidad poblacional baja (la población está esparcida en el área) por lo que la longitud de los cables será mayor, así como tendrán que pasar por ríos, pistas, zonas de cultivos, etc. para llegar a pocos usuarios. En cambio, las tecnologías inalámbricas son independientes de la posición de los usuarios, ya que sólo se necesita que la señal, que viaja por el aire, llegue al usuario para que éste se conecte a la red. Asimismo, en la mayoría de los casos, la inversión por un usuario nuevo sería el costo del terminal y no un cableado por usuario nuevo.

En la zona rural costeña, no existen muchas construcciones ni montañas grandes que atenúen la señal, por lo que la señal podría propagarse sin mayores obstáculos, lo que sí se presenta en nuestra geografía nacional generalmente en la zona rural andina montañas que dificultan la comunicación, por lo que en general se busca ubicar las antenas en áreas elevadas (montañas más altas) para poder cubrir una mayor área y evitar obstáculos (montañas mas pequeñas) y en la zona rural de la amazonia del Perú sería una buena opción la comunicación inalámbrica pero en lugares lejanos con población muy dispersa, por razones económicas el enlace con tecnología satelital es la mejor solución.

Toda esa tecnología de conexión requiere dos componentes: la red de acceso y la red de transporte. La red de acceso proporciona la conectividad dentro de una zona rural y la red transporte proporciona conectividad entre las regiones o distintas zonas rurales.

Consideramos cuatro tecnologías inalámbricas que presentan diferente características de cobertura y capacidad, ellas son:

- Wi-Fi
- WiMax
- CDMA 450
- Flash-OFDM

3.1 Tecnología Wi-Fi

Wi-Fi (Wireless-Fidelity) es la marca de una tecnología inalámbrica de propiedad de la Wi-Fi Alliance que intenta mejorar la interoperabilidad de las redes locales inalámbricas basadas en los estándares IEEE 802.11. La Wi-Fi Alliance se creó en 1999 con el fin de promover la adopción de un estándar aceptado a nivel mundial para redes locales inalámbricas de alta velocidad.

3.1.1 Características de Tecnología Wi-Fi

Entre las principales características destacan:

- Trabaja con plataformas multiestándar.
- Conectividad dentro de cobertura pequeña, pero con algunas modificaciones en el estándar IEEE 802.11 la cobertura llega a aumentar a varios kilómetros.
- Ancho de banda de canal de 22 MHz y los canales que no se interfieren son los canales 1, 6 y 11 en la frecuencia de 2.4 GHz
- Ancho de banda de canal de 20 MHz y son 12 los canales que no se interfieren en la frecuencia de 5 GHz
- Alcanza velocidades hasta 54 Mbps en tecnología IEEE 802.11g y 802.11a y en la actualidad alcanza velocidades hasta 600 Mbps con la tecnología MIMO que pronto se estandarizara con IEEE 802.11n.
- Requiere de un identificador SSID para conectarse a la red.
- Utiliza modulaciones OFDM en estándar 802.11 g y 802.11a.
- Incluye mecanismos de modulación adaptativa, mediante los cuales la el punto de acceso y el equipo de usuario se conectan utilizando la mejor modulación posible, en función de las características del enlace radio.
- También, se contempla la posibilidad de formar redes malladas para que los distintos usuarios se puedan comunicar entres sí, sin necesidad de tener visión directa entre ellos, esta característica esta en etapa de estandarización.
- Limitada capacidad de roaming.
- En la seguridad tiene medidas de autenticación de usuarios y la encriptación de datos.

3.1.2 Estandarización

El IEEE 802.11 o Wi-Fi denota una serie de estándares de redes inalámbricas desarrolladas por el grupo de trabajo 11 del comité de estándares LAN/MAN del IEEE. Los estándares más empleados en Wi-Fi son el 802.11b y el 802.11g que operan en la

banda de 2,4 GHz y que son interoperables entre sí. También se usa el estándar 802.11a en la banda de 5,2 a 5,8 GHz. A continuación una breve descripción de los estándares.

a) Estándar antiguo IEEE 802.11 .- La versión original del estándar 802.11, publicada en 1997, especificaba dos tasas de transmisión a 1 y 2 Mbps a ser transmitida por señales infrarrojas o en la banda de frecuencia **ICM** (Industrial, Científica y Médica) a 2,4 GHz En la actualidad no hay implementaciones en la banda de infrarrojos.

Este estándar también definía como método de acceso al medio el CSMA/CD, de manera que una parte significativa de la capacidad del canal se sacrifica para poder garantizar las transmisiones. Un problema de este estándar es que ofrecía tantas opciones que hacía difícil garantizar la interoperatividad, de manera que se dejaba bastante libertad a los fabricantes. Este estándar fue rápidamente superado por el 802.11b.

b) Estándar IEEE 802.11b .- El estándar 802.11b fue aprobado en 1999, permitiendo una tasa de transmisión máxima de 11Mbps, utilizando el mismo método de acceso al medio que el 802.11. Debido a las cabeceras en este método en la práctica no era posible superar los 6Mbps en TCP y los 7Mps en UDP.

Los primeros equipos aparecieron muy rápidamente, ya que era una extensión a una modulación DSSS del estándar original. El aumento de velocidad y el reducido coste consiguieron un rápido crecimiento de la demanda y oferta.

El protocolo se puede utilizar en topologías punto a multipunto (las más habituales) o punto a punto, con enlaces con distancias proporcionales a las características de las antenas y potencia utilizada. Además, si existen problemas de calidad de señal, es posible transmitir a 5,5, 2 y 1 Mbps, que utilizan métodos más redundantes de codificación de datos.

El estándar divide el espectro en canales que se solapan, a una distancia de 5Mhz cada uno de ellos. Esto provoca que cada canal interfiera con los dos adyacentes a cada lado, ya que el ancho de banda es de 22Mhz, a partir de donde la señal cae en 30 dB como mínimo. Es por ello que se recomienda optar por los canales 1, 6 ó 11, que no presentan especiales solapamientos, produciéndose interferencias mínimas.

c) Estándar IEEE 802.11a .- El estándar fue aprobado en 1999. Se basa en el estándar original, operando en la banda de 5Ghz, pero utilizando la técnica OFDM de modulación con 52 canales, alcanzando tasas de transmisión de hasta 54Mbps, que se puede corresponder con un throughput real de 20 Mbps. Como en el estándar 802.11b la tasa

se puede reducir a 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps. El estándar dispone de 12 canales no solapados.

Utilizar la banda de 5GHz permite disponer de menos interferencias, pero condiciona las instalaciones a disponer de línea de vista, además de tener una mayor absorción.

En un primer momento fue utilizado en Estados Unidos y Japón, sin obtener licencia para operar en Europa, que en ese momento optaba por apostar por el estándar Hiperlan, hasta que en 2003 fue admitido.

De las 52 subportadoras, 48 se utilizan para datos y cuatro actúan como pilotos, con una separación de 312,5 KHz. Cada subportadora puede ser BPSK, QPSK, 16 QAM o 64QAM. La duración del símbolo es de 4 microsegundos, con un periodo de guardia de 0,8 microsegundos.

Esta tecnología no fue tan adoptada como la basada en el 802.11b, ya que tenía un rango de cobertura menor.

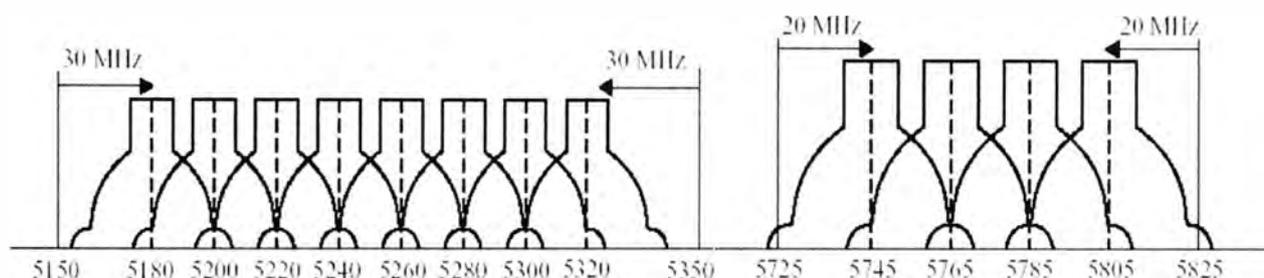


Fig. 3.1 Canales que no se interfieren en frecuencia de 5 GHz para Wi-Fi [6]

d) Estándar IEEE 802.11g .- En junio de 2003, se ratificó un tercer estándar de modulación: 802.11g. Que es la evolución del estándar 802.11b, Este utiliza la banda de 2.4 GHz (al igual que el estándar 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, que en promedio es de 22.0 Mbit/s de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a. Es compatible con el estándar b y utiliza las mismas frecuencias. Buena parte del proceso de diseño del estándar lo tomó el hacer compatibles los dos estándares. Sin embargo, en redes bajo el estándar g la presencia de nodos bajo el estándar b reduce significativamente la velocidad de transmisión.

Los equipos que trabajan bajo el estándar 802.11g llegaron al mercado muy rápidamente, incluso antes de su ratificación que fue dada aprox. el 20 de junio del 2003. Esto se debió en parte a que para construir equipos bajo este nuevo estándar se podían adaptar los ya diseñados para el estándar b.

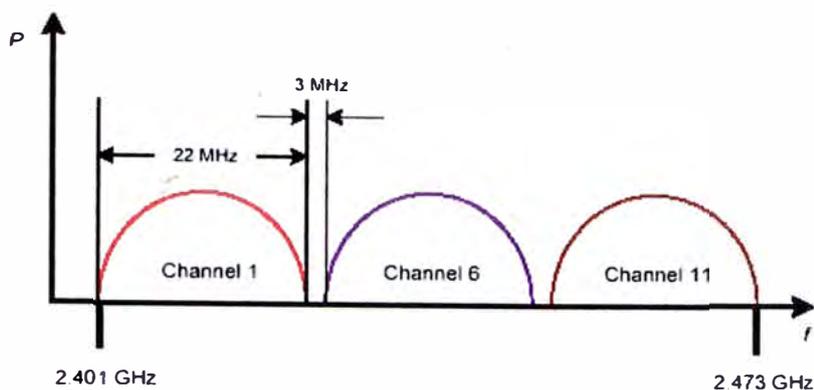


Fig. 3.2 Canales que no se interfieren en frecuencia de 2.4 GHz para Wi-Fi [10]

e) Estándar IEEE 802.11n (Por aprobarse) .- En enero de 2004, el IEEE anunció la formación de un grupo de trabajo para desarrollar una nueva revisión del estándar 802.11. La velocidad real de transmisión podría llegar a los 600 Mbps (lo que significa que las velocidades teóricas de transmisión serían aún mayores), y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b. También se espera que el alcance de operación de las redes sea mayor con este nuevo estándar gracias a la tecnología MIMO, que permite utilizar varios canales a la vez para enviar y recibir datos gracias a la incorporación de varias antenas. Existen también otras propuestas alternativas que podrán ser consideradas y se espera que el estándar sea completado hacia finales de 2008. A principios de 2007 se aprobó el segundo borrador del estándar. A diferencia de las otras versiones de Wi-Fi, 802.11n puede trabajar en dos bandas de frecuencias: 2,4 GHz (la que emplean 802.11b y 802.11g) y 5 GHz (la que usa 802.11a). Gracias a ello, 802.11n es compatible con dispositivos basados en todas las ediciones anteriores de Wi-Fi. Además, es útil que trabaje en la banda de 5 GHz, ya que está menos congestionada y en 802.11n permite alcanzar un mayor rendimiento.

f) Estándar IEEE 802.11s (Por aprobarse) .- IEEE 802.11s es el estándar en desarrollo para redes Wi-Fi malladas, también conocidas como redes Mesh. La malla es una topología de red en la que cada nodo está conectado a uno o más nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. Según la normativa 802.11 actual, una infraestructura Wi-Fi compleja se interconecta usando LANs fijas de tipo Ethernet. 802.11s pretende responder a la fuerte demanda de infraestructuras WLAN móviles con un protocolo para la autoconfiguración de rutas entre puntos de acceso mediante topologías multisalto. Dicha topología constituirá un WDS (Wireless Distribution System) que deberá soportar tráfico unicast, multicast y broadcast. Para ello se realizarán modificaciones en las capas PHY y MAC de 802.11 y se sustituirá

la especificación BSS (Basic Service Set) actual por una más compleja conocida como ESS (Extended Service Set).

En noviembre de 2006 aparecieron los primeros borradores que serían votados en enero de 2007. Aún así, se prevé que la publicación del estándar se demore, como mínimo, hasta fines del 2008, aunque los detalles técnicos podrán estar acabados a mediados de ese año. Las Laptop del proyecto OLPC que beneficia a muchos estudiantes del país tiene características de conectividad de red inalámbrica en malla que usan el primer borrador del estándar IEEE 802.11s.

3.1.3 Arquitectura de Red

La arquitectura IEEE 802.11 consiste en varios componentes que interactúan para proporcionar conectividad inalámbrica. Estos componentes pueden soportar movilidad entre estaciones transparentes para las capas superiores.

a) Conjunto de servicios básicos (BSS).- El conjunto de servicios básicos (BSS) es la arquitectura básica de una LAN IEEE 802.11. La conforman el punto de acceso (AP) y las estaciones clientes. El BSS abarca una única área RF o celda. A medida que una estación se aleja del AP, su velocidad de datos disminuirá. Cuando sale de su BSS, ya no puede comunicarse con otros miembros del mismo. Un BSS utiliza el modo de infraestructura, un modo que necesita un AP. Todas las estaciones se comunican por medio del AP, y no directamente. Un BSS tiene una única ID de conjunto de servicios (SSID).

b) BSS independiente (IBSS).- El conjunto de servicios básicos independiente (IBSS) es el tipo más básico de LAN IEEE 802.11. Una LAN IEEE 802.11 mínima consiste sólo en dos estaciones. En este modo de operación, las estaciones IEEE 802.11 se comunican directamente. Puesto que un IBSS consiste en estaciones conectadas directamente, también se denomina red ad-hoc ó peer-to-peer. Existe, por definición, sólo un BSS y no hay un Sistema de Distribución (DS). Un IBSS puede tener una cantidad arbitraria de miembros. Para comunicarse fuera del IBSS, una de las estaciones debe actuar como gateway o router.

c) Sistema de distribución (DS).- Las limitaciones físicas determinan las distancias de estación a estación que pueden soportarse. En el caso de algunas redes esta distancia es suficiente. En el caso de otras, se requiere un incremento en la cobertura. En lugar de existir independientemente, un BSS también puede formar un componente de un

conjunto de servicios extendido (ESS). Un ESS se construye a partir de múltiples BSSs, que se conectan a través de APs. Los APs se conectan a un DS común. El DS puede ser cableado o inalámbrico, LAN o WAN. La arquitectura IEEE 802.11 se especifica independientemente de las características físicas del DS. Los datos se desplazan entre un BSS y el DS a través de un AP.

d) Conjunto de servicios extendido (ESS).- Un conjunto de servicios extendido (ESS) se define como dos o más BSSs conectados por medio de un DS común. Esto permite la creación de una red inalámbrica de tamaño y complejidad arbitrarios. Al igual que sucede con un BSS, todos los paquetes de un ESS deben atravesar uno de los APs.

Las estaciones que se encuentran dentro de un ESS pueden comunicarse y las estaciones móviles pueden desplazarse de un BSS a otro (dentro del mismo ESS), de manera transparente.

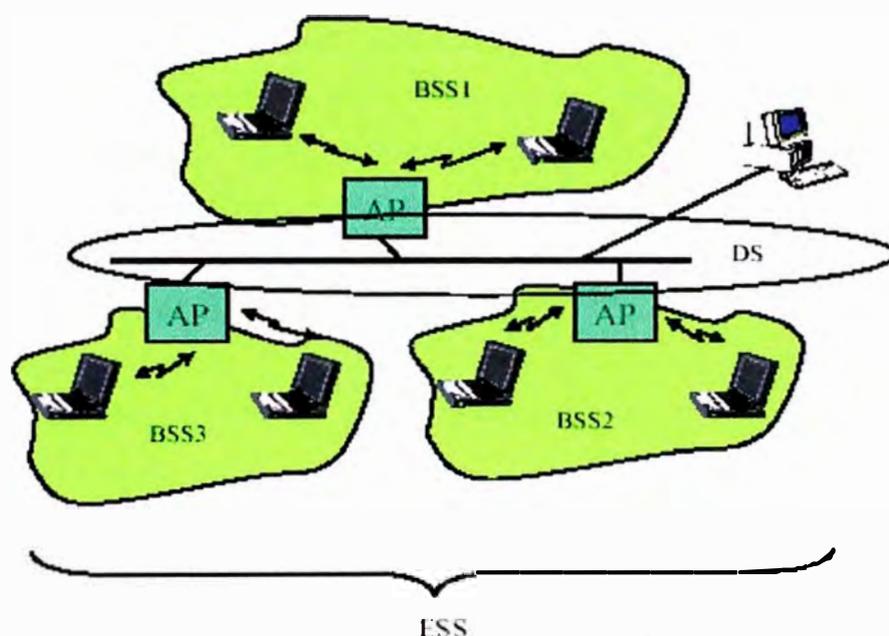


Fig. 3.3 Arquitectura de Red Wi-Fi [10]

3.1.4 Bandas de Frecuencia de Uso

Las bandas de frecuencias que utiliza Wi-Fi son reglamentadas para su uso en el país por el PNAF. Las redes Wi-Fi usan las llamadas bandas **ICM** (Industrial, Científica y Medica) que se ubican en los 2.4 GHz, y la **UNII** (Unlicensed National Information Infrastructure) en los 5 GHz. que son bandas no licenciadas

Según el PNAF P23, P82, P83 las bandas no licenciadas para Wi-Fi son:

- **2 400 - 2 483,5 MHz:** Atribuidas a título secundario para servicios fijo y/o móvil, público y/o privado de telecomunicaciones.

- **5150 - 5 250 MHz:** Atribuidas a título secundario para servicios fijo y/o móvil, público y/o privado de telecomunicaciones para su uso en interiores.
- **5250 - 5 350 MHz:** Atribuidas a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles.
- **5470 - 5 725 MHz:** Atribuidas a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles.
- **5725 - 5 850 MHz:** Atribuidas a título secundario para servicios fijo y/o móvil, público y/o privado de telecomunicaciones.

3.1.5 Ventajas y Aplicaciones de la Tecnología Wi-Fi en Zonas Rurales

- El costo de implementación de una red Wi-Fi es moderado.
- Wi-Fi utiliza el espectro de radio que no utiliza licencias.
- Las redes Wi-Fi permiten que un dispositivo inalámbrico, pueda moverse de un punto de acceso a otro sin perder la conexión con la red , dentro de un área específica; a este proceso se lo conoce como Roaming.
- Las redes Wi-Fi permite la distribución de datos con acceso a banda ancha de Internet. Permite ofrecer diversos servicios a través de los puntos de acceso AP tales como voz sobre IP en tiempo real, navegación de páginas web, e-mail, transferencia de archivos servicios multimedia, telemedicina, teleeducación, entre otros.
- El área cubierta por uno o más puntos de acceso interconectados entre sí se conoce como un "hotspot". Los hotspots pueden cubrir áreas tan pequeñas como una habitación o tan grandes como vecindarios o incluso ciudades enteras de varios kilómetros cuadrados cubiertas por puntos de acceso que se superponen unos con otros. El Wi-Fi también puede ser usado para crear una red mallada. Ambas arquitecturas son utilizadas en redes comunitarias.
- Actualmente las redes Wi-Fi se encuentran ampliamente desplegadas y son adecuadas para comunicaciones inalámbricas de Banda Ancha de corto alcance. Esta tecnología es excelente para la extensión final de conexiones de Banda Ancha.
- Wi-Fi es una red que ofrece seguridad, fiabilidad, y conectividad tanto entre equipos inalámbricos como con redes cableadas.

- Actualmente el router incorpora un punto de acceso Wi-Fi, que son frecuentemente usados en hogares y otros predios para proveer acceso a Internet e interconexión a todos los dispositivos conectados a ellos ya sea por cable o en forma inalámbrica.

3.2 Tecnología WiMax

WiMax (del inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access, "Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas") es una tecnología de telecomunicaciones dirigida a proveer conexiones inalámbricas de datos sobre grandes distancias en modalidades punto a punto, punto a multipuntos o acceso móvil tipo celular. Se basa en el estándar IEEE 802.16. El nombre WiMax fue creado por el WiMax Fórum, el cual se formó en Junio de 2001 para promover la conformidad e interoperabilidad con el estándar.

WiMax está pensado principalmente como tecnología de "última milla" y se puede usar para enlaces de acceso, MAN o incluso WAN.

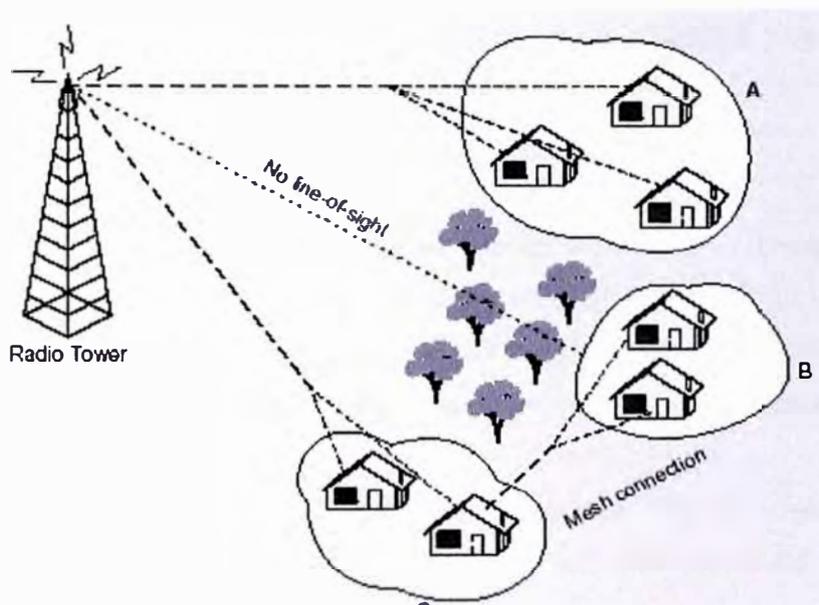


Fig. 3.4 Diagrama de Red WiMax [4]

3.2.1 Características de Tecnología WiMax

Entre las principales características destacan:

- Alcanza velocidades hasta 72 Mbps a 50 km. en enlaces punto a punto y hasta 20 km. para enlaces punto a multipunto.
- Anchos de canal entre 1,5 y 20 MHz.
- Utiliza modulaciones OFDM (Orthogonal Frequency División Multiplexing) y OFDMA (Orthogonal Frequency División Múltiple Access) con 256 y 2048 portadoras respectivamente, que permiten altas velocidades de transferencia incluso en condiciones poco favorables.
- No requiere línea de vista entre la estación base y el equipo de usuario.

- Incorpora soporte para tecnologías “antenas inteligentes” que mejoran la eficiencia y la cobertura.
- Incluye mecanismos de modulación adaptativa, 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.
- Soporta varios cientos de usuarios por canal, con un gran ancho de banda y es adecuada tanto para tráfico continuo como a ráfagas, siendo independiente de protocolo; así, transporta IP, Ethernet, etc. y soporta múltiples servicios simultáneamente ofreciendo Calidad de Servicio (QoS) en 802.16e, por lo cual resulta adecuado para voz sobre IP (VoIP), datos y vídeo.
- También, se contempla la posibilidad de formar redes malladas para que los distintos usuarios se puedan comunicar entre sí, sin necesidad de tener visión directa entre ellos.
- En la seguridad tiene medidas de autenticación de usuarios y la encriptación de datos mediante los algoritmos triple DES y RSA.

3.2.2 Estandarización

WiMax integra las tres versiones del estándar IEEE 802.16 y la creación del WiMax Fórum (una asociación que agrupa a más de 200 compañías del sector de la informática y las comunicaciones de todo el mundo), tiene por objeto que sea el estándar de la IEEE el que adopte la tecnología inalámbrica de última milla, estos estándares son:

a) IEEE 802.16 .- Utilizado en escenarios punto-multipunto, con antenas direccionales y sin movilidad. Las antenas necesitan línea de vista. La frecuencia de trabajo de este estándar se encuentra entre 10 y 60 GHz

b) IEEE 802.16-2004 .- Utiliza Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM), para servir a múltiples usuarios en una forma de división temporal en una especie de técnica circular, pero llevada a cabo extremadamente rápido de modo que los usuarios tienen la sensación de que siempre están transmitiendo o recibiendo.

IEEE 802.16-2004 es una tecnología reciente de acceso inalámbrico fijo, para proveer un acceso básico de voz y banda ancha en áreas donde no existe ninguna otra tecnología de acceso. El 802.16-2004 también es una solución viable para red de transporte inalámbrico de puntos de acceso Wi-Fi o potencialmente para redes celulares, en particular si se usa el espectro que requiere licencia.

Utilizan conexiones inalámbricas fijas en la banda de 2 a 11 GHz. En esta banda existen frecuencias que no requieren licencia de operación, las denominadas bandas de frecuencia no licenciadas. Otra característica es que en este estándar no es necesaria la línea de vista. La versión fija del estándar WiMax fue aprobada en junio de 2004.

c) IEEE 802.16e .- IEEE 802.16e está diseñado para ofrecer una característica clave de la que carece el 802.16-2004: portabilidad y, con el tiempo, movilidad a toda escala. Este estándar requiere una nueva solución de hardware/software ya que no es compatible con el anterior 802.16-2004, lo cual no es necesariamente algo bueno para los operadores que están planeando desplegar el 802.16-2004 y luego ascender al 802.16e. Otra importante diferencia entre los estándares 802.16-2004 y 802.16e es que el estándar 802.16-2004 está basado, en parte, en una serie de soluciones inalámbricas fijas comprobadas, aunque patentadas; por lo tanto, existen grandes probabilidades de que la tecnología alcance sus metas de rendimiento establecidas. El estándar 802.16e, por otro lado, trata de incorporar una amplia variedad de tecnologías propuestas.

TABLA N° 3.1 Estándares IEEE 802.16 [3]

ESTÁNDARES IEEE 802.16			
	802.16	802.16-2004	802.16 e
Completado	2001	2004	2006
Espectro	10 a 66 GHz	<11 GHz	< 6 GHz
Condiciones de canal	Solo línea de vista	Sin línea de vista	Sin línea de vista
Velocidad	32 a 134 Mbps a 28 MHz de canalización	72 Mbps a 20 MHz de canalización	Por encima de 15 Mbps a 5 MHz de canalización
Modulación	QPSK, 16QAM y 64 QAM	OFDM 256, OFDMA 64 QAM, 16 QAM, QPSK,BPSK	OFDM 256, OFDMA 64 QAM, 16 QAM, QPSK.BPSK
Movilidad	Fijo	Fijo y portátil	Movilidad, Regional, Roaming
Ancho de Banda	20, 25 y 28 MHz	Canales con ancho de banda seleccionables entre 1.25 y 20 MHz	Canales con ancho de banda seleccionables entre 1.25 y 20 MHz
Radio de Celda Típico.	1 a 5 km.	Hasta 20 Km. rango máximo 48 Km basado sobre la altura de la torre ganancia de la antena , potencia de transmisión y línea de vista	1 a 10 Km.

3.2.3 Arquitectura de Red

La Arquitectura de red utilizada en una red WiMax en la topología punto a multipunto es similar a la de una red celular, se compone de estaciones base que se interconectan entre sí y dan servicio a los CPE de los abonados y en la topología punto a punto sirve como red de transporte, se compone de estaciones base que se interconectan entre si, donde generalmente son antenas direccionales apuntándose directamente uno al otro.

a) Estación Base .- Esta estación puede ser de exteriores o de interiores. Las estaciones base de exteriores suelen ser similares a las de los sistemas de comunicaciones móviles celulares, mientras que las estaciones base para interiores tienen un aspecto similar a los AP de Wi-Fi.

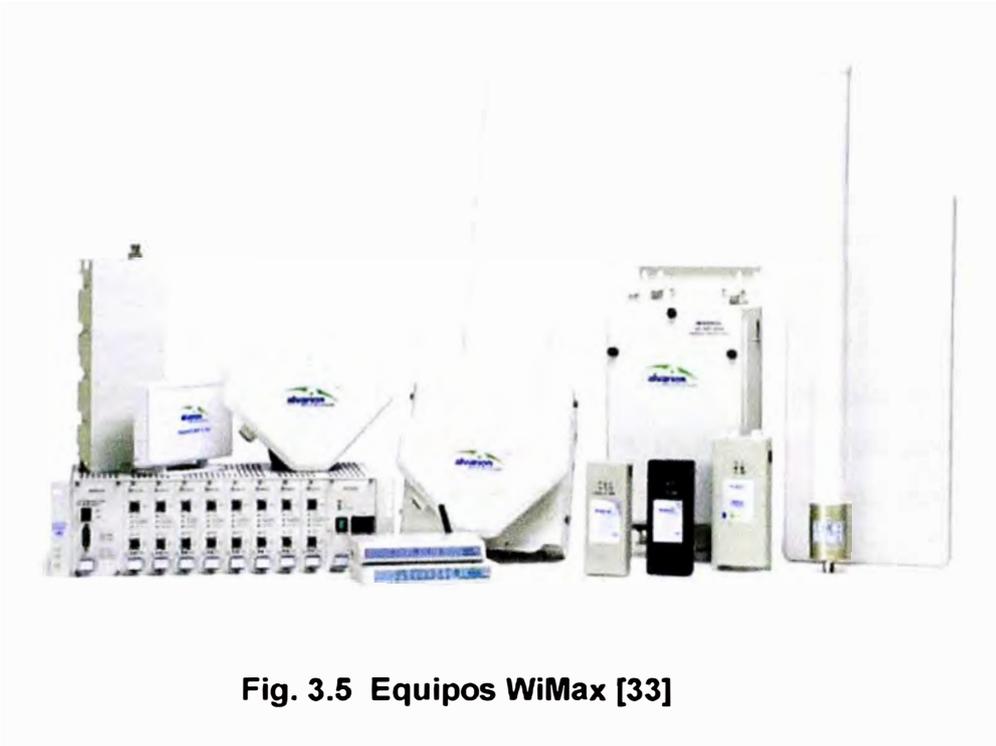


Fig. 3.5 Equipos WiMax [33]

b) Estaciones Suscriptoras .- Están diseñadas para su colocación en terminales de sobremesa o integrados dentro de dispositivos como receptores instalados en PC, portátiles o modem inalámbricos. Entre los modelos de estaciones suscriptoras certificados que podemos encontrarnos llama la atención las propuestas de terminales que reciben señal WiMax y son capaces de repartir esa señal a través de una antena Wi-Fi, lo que permite la integración de estas dos tecnologías.

3.2.4 Bandas de Frecuencia de Uso

A nivel mundial las bandas principales en que operan los equipos WiMax son las indicadas a continuación:

TABLA Nº 3.2 Bandas de Frecuencias WiMax en el Mundo [3]

Región o País	Bandas de Frecuencias
Canadá	2,5-3,5 y 5 GHz
Estados Unidos	2,5-3,4 y 5 GHz y (700 y 900 MHz)
América del Sur y Centro América	2,5-3,5 y 5 GHz
Europa	3,5 y 5 GHz (2,5 y 3,6 GHz)
Oriente Medio y África	3,5 y 5 GHz
Rusia	(2,3-2,5 y 3,5 GHz)
Asia-Pacífico	2,3-3,3-3,5 y 5 GHz)

Nota: las bandas en paréntesis han comenzado a considerarse para el uso. El rango puede variar de país en país en una región.

Las bandas de frecuencias que utiliza WiMax son reglamentadas para su uso en el país por el PNAF. Los equipos se construyen tanto en bandas que requieren de licencias para operar como en bandas que no requieren de licencia para operar. Actualmente el estándar está enfocado en porciones del espectro que están en el rango de 2 a 6 GHz.

En el país se ha desplegado WiMax fijo en la banda licenciada de 3.5Ghz, según el PNAF P73 la banda comprendida entre 3 400 - 3 600 MHz está atribuida a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso fijo inalámbrico. El otorgamiento de concesión y la asignación de espectro para la explotación de dichos servicios será mediante concurso público de ofertas para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao; en la banda de 2.3 GHz hay interés para WiMax Móvil pero dichas bandas son atribuidas según el PNAF P68 para sistemas acceso fijo inalámbrico pero según Resolución Ministerial Nº 098-2000-MTC/15.03, el proveedor puede prestar servicios adicionales y en la banda de 2.6Ghz, en junio de 2008 se le encargó a ProInversión la licitación para la concesión de las bandas 2,668-2,692 MHz que servirá para brindar servicio de telecomunicaciones para las provincias de Lima, Callao, Trujillo (La Libertad) y el departamento de Lambayeque; mientras que la banda 2,668-2 690 MHz es para el resto del país, dicha banda sería usada para WiMax Móvil.

En las bandas no licenciadas según el PNAF P23,P83 las bandas de 2.4 GHz y rangos de 5 GHz son atribuidas a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles.

3.2.5 Ventajas y Aplicaciones de Tecnología WiMax en Zonas Rurales

WiMax presenta como ventaja que se basa en un completo proceso de estandarización y en características importantes como la interoperabilidad y la capacidad de transmisión sin necesidad de línea de vista.

El ancho de banda y alcance del WiMax lo hacen adecuado para brindar los siguientes servicios potenciales:

- Conectar hotspots Wi-Fi entre sí y con Internet.
- Proveer conexiones de datos de alta velocidad y servicios de telecomunicaciones.
- Permite dar acceso a Internet a grandes superficies, esto quiere decir que puede cubrir zonas de difícil acceso (sitios rurales, poco poblados, etc.) y ofrecer una alternativa a banda ancha.
- Las redes malladas permiten la comunicación entre una comunidad de usuarios dispersos a un costo muy bajo y con una gran seguridad al disponerse de rutas alternativas entre ellos.
- Proveer conectividad nómada.

Los primeros productos son unidades exteriores que funcionarán en aplicaciones con o sin línea de vista entre equipos, ofreciendo limitados anchos de banda y sin movilidad. Se necesitará instalar el equipo en cada hogar para poder usar WiMax. La segunda generación será para interiores, con módems auto instalables similares a los módems de cable o DSL. En ese momento, las redes WiMax ofrecerán movilidad para que los clientes lleven su modem WiMax a cualquier parte con cobertura.

3.3 Tecnología CDMA 450

La tecnología CDMA 450 hace referencia a CDMA 2000 que es una familia de estándares en telecomunicaciones móviles de tercera generación (3G) que utilizan CDMA, un esquema de acceso múltiple para redes digitales, para enviar voz, datos, y señalización (como un número telefónico marcado) entre teléfonos celulares y estaciones base operando en la banda de frecuencia 450 - 470 MHz. Posee todas las ventajas del CDMA 2000 agregándose la alta penetración que posee debido a la frecuencia de operación. Una celda tiene un radio de cobertura aproximado de 50 Km.

En 1999 la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) lo aprobó como un estándar para sistemas inalámbricos de tercera generación (3G). Este estándar, es denominado IMT-2000 (International Mobile Telecommunications – 2000).

3.3.1 Características de Tecnología CDMA 450

Entres las principales características destacan:

- Todas las ventajas de los sistemas basados en CDMA, entre las principales se pueden mencionar un mayor inmune al ruido y un mejor manejo en la planificación de la frecuencia de uso.
- Anchos de banda de canal entre 1.25 y 5MHz según el estándar a usar.
- Mayor cobertura por celda.
- Las señales de radio en 450 MHz tienen una mayor propagación que en frecuencias más altas.
- Implementar en 450 MHz requiere menos celdas y por lo tanto es más económico que implementar en frecuencias más altas.
- Compatible con redes TCP/IP.
- Variedad de aplicaciones de voz, transmisión de datos e internet se pueden realizar sobre dicha plataforma.

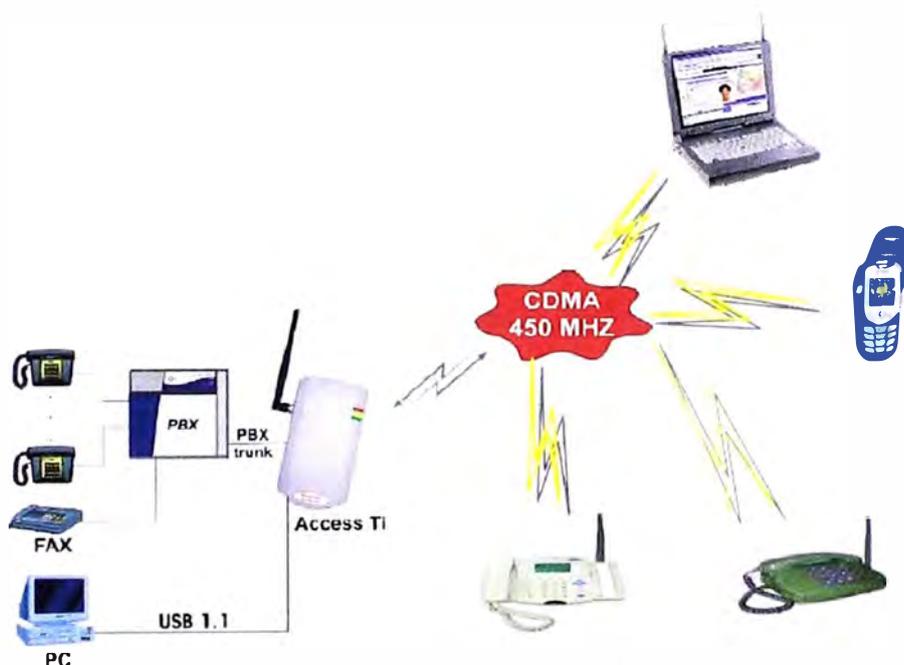


Fig. 3.6 Servicios que se pueden aplicar con Tecnología CDMA 450 [24]

3.3.2 Estandarización

La tecnología CDMA 450 hace referencia a CDMA 2000 que es una familia de estándares en telecomunicaciones móviles de tercera generación (3G) que utilizan CDMA. Los estándares de CDMA2000 son interfaces aprobadas por el estándar ITU IMT-2000 y es estandarizado por 3GPP2. CDMA2000 es una marca registrada de la (TIA-USA) en los Estados Unidos.

a) CDMA2000 1x .- CDMA2000 1x, el núcleo del estándar de interfaz inalámbrica CDMA2000, es conocido por muchos términos: 1x, 1xRTT, IS-2000, CDMA2000 1X, 1X,

y cdma2000 (en minúsculas). La designación "1xRTT" (1 times Radio Transmisión Technology) es usada para identificar la versión de la tecnología CDMA2000 que opera en un par de canales de 1,25-MHz (1,25 MHz una vez, opuesto a 1,25 MHz tres veces en 3xRTT). 1xRTT casi duplica la capacidad de voz sobre las redes IS-95. Aunque capaz de soportar altas velocidades de datos, la mayoría de desarrollos están limitados a una velocidad pico de 144 kbits/s. Mientras 1xRTT es calificado oficialmente como una tecnología 3G, 1xRTT es considerado por algunos como una tecnología 2.5G (o a veces 2.75G). Esto ha permitido que sea implementado en el espectro 2G en algunos países limitando los sistemas 3G a ciertas bandas. Las principales diferencias entre la señalización IS-95 e IS-2000 son: el uso de una señal piloto sobre el reverse link del IS-2000 que permite el uso de una modulación coherente, y 64 canales más de tráfico sobre el forward link de manera ortogonal al set original. Algunos cambios también han sido hechos a la capa de enlace de datos para permitir el mejor uso de los servicios de datos IS-2000 como protocolos de control de accesos a enlaces y control QoS. En este orden siguió siendo utilizado para voz.

b) CDMA2000 1xEV-DO Release 0 .- CDMA2000 1xEV-DO (1x Evolution-Data Optimized, originalmente 1x Evolution-Data Only), también referido como 1xEV-DO, EV-DO, EVDO, o sólo DO, es una evolución de **CDMA2000** 1x con una alta velocidad de datos y donde el forward link es multiplexado mediante división de tiempo. Este estándar de interfaz 3G ha sido denominada IS-856.

Esta tecnología móvil se desplegó por primera vez a nivel mundial en el 2,002 en Corea del Sur. Ofrece banda ancha a una velocidad de 2.4 Mbps en el downlink (canal de bajada) y de 153 Kbps en el uplink (canal de subida) con una única portadora FDD de 1.25 MHz, sin embargo comercialmente posee un rendimiento de 300-700 Kbps en el downlink y de 70-90 Kbps en el uplink. En muchos países, 1XEV-DO Rev. 0 se constituyó en una alternativa para dar servicio de acceso a Internet.

c) CDMA2000 1xEV-DO Revisión A .- CDMA2000 1xEV-DO en su última revisión, Rev. A mejora las velocidades de Release 0, y provee una tasa de datos pico de 3.1 Mbps en el downlink y 1.8 Mbps en el uplink con portadora FDD de 1.25 MHz, sin embargo en redes comerciales posee un rendimiento de 450-800 Kbps en el downlink y de 300-400 Kbps en el uplink., ofreciendo así la posibilidad de un ancho de banda simétrico ideal para aplicaciones interactivas. Implementando calidad de servicio apropiada para los operadores (QoS) y baja latencia (menos de 50 milisegundos) en una red de radio IP, Rev. A permite que los operadores extiendan el IP a través de la red central y la red de

acceso ofreciendo aplicaciones sensibles al retardo, concurrentes y simétricas como son la Voz sobre el Protocolo de Internet (VoIP), video telefonía y push-to-talk sobre la misma red de paquetes. CDMA 1xEV-DO Rev. A fue primero desarrollado en Japón.

d) CDMA2000 1xEV-DO Revisión B (Rev. B) .- CDMA2000 1xEV-DO Rev. B a través de la agregación de múltiples portadoras de 1.25 MHz incrementa la velocidad de datos pico proporcional al número de portadoras, cuando 15 portadoras son combinadas en un ancho de banda de 20 MHz se alcanzan velocidades de 46.5 Mbps en el downlink y de 27 Mbps en uplink. Usando modulación 64-QAM, la velocidad del downlink se incrementa, por ejemplo, con una sola portadora de 1.25 MHz se tendría hasta 4.9 Mbps, con 4 portadoras de 1.25 MHz (5MHz) se transmitiría hasta 14.7 Mbps y con 20 MHz de ancho de banda se alcanzaría 73.5 Mbps.

3.3.3 Arquitectura de Red

La red se compone de un conjunto de radiobases (BTS), que se encuentran controladas por una estación controladora (BSC). Las comunicaciones telefónicas son conmutadas por una central (MSC), que además interconecta al sistema a la red de telefonía (PSTN). El acceso a la red de datos paquetizada es provisto por un nodo tipo PDSN, que permite brindar de un servicio de datos a los usuarios.

La estructura de la red esta dividida por los siguientes componentes:

a) Subsistema de Estación Base (BTS) .- Es un equipo que realiza la transmisión y recepción de radio con las estaciones de usuario logrando la cobertura dentro de una célula. En una red celular el número de celdas es igual al número de estaciones base. Una BTS se conecta a la Central de Conmutación Móvil a través de enlaces inalámbricos en zonas rurales. Las funciones que realiza son de procesamiento de la señal, amplificación del nivel de potencia, y recepción de las referencias de sincronismo del sistema.

b) Controlador Conmutado de Estación Base (BSC).- Es el equipo que controla a una o más BTSs, dependiendo del sistema CDMA estas funcionalidades pueden estar implementadas en el MSC. Realiza las funciones manejo de los recursos, administración y mantenimiento del sistema, procesamiento de las llamadas, traspaso de servicio (handoff), y codificación de la voz.

c) Central de Conmutación Móvil (MSC).- El MSC es responsable por el establecimiento y desconexión de los servicios tradicionales de voz para los terminales de CDMA dentro de su área de servicio, monitoreo de la red, interconexión con otras redes públicas, funciones de contabilidad (billing) para su posterior facturación, a través de un Servidor AAA. En una red celular, dependiendo de la cantidad de abonados y del tráfico, pueden existir una o varias MSC. La MSC posee una interfaz con la Red Telefónica Pública. La gestión de movilidad en la MSC para el soporte de handoff y roaming en una red celular está apoyada por dos bases de datos: el Registro de Localización Local y el Registro de Localización de Visitante.

d) Registrador de Localización de Usuario Local (HLR).- El HLR es una base de datos que contiene la información del usuario (suscriptor) tal como información de la cuenta, estado de cuenta, preferencias del usuario, características suscritas por el usuario, localización actual del usuario, etc. Los datos almacenados en HLRs para los diversos tipos de redes son similares pero diferencian en algunos detalles. Los HLRs son utilizados por los centros de conmutación móviles (MSC Mobile Switching Center) para originar y para entregar que llegan llamadas del suscriptor.

e) Registrador de Localización de Usuario Visitante (VLR) .- El VLR es una base de datos, similar a un HLR, que es utilizado por la red móvil para llevar a cabo temporalmente perfiles de los usuarios que salen fuera de su área de cobertura. Estos datos de VLR se basan en la información del usuario recuperada de un HLR. Los MSC utilizan los VLR para manejar el roaming de los usuarios.

f) Unidad de Abonado (MS) .- Es el terminal del abonado. Un MS tiene una unidad de control y un transceptor que envía y recibe transmisiones de radio para la estación base más próxima. A través de estos los usuarios pueden acceder a servicios de telefonía básica, fax, datos e internet.

g) Servidor AAA (Accounting, Authentication and Authorization) .- El servidor AAA basado en RADIUS (Remote Authorization Dial-In Service), contiene la información de provisión de paquetes de datos de los abonados. Se utiliza para la autenticación de los usuarios, la autorización y la facturación de los mismos.

h) Nodo de Servicios de Paquetes De Datos (PDSN).- El Packet Data Serving Node (PDSN) se trata del punto de terminación del protocolo de enlace PPP (Point-to-Point Protocol) y está conectado al subsistema de estación base (BSS) a través de la interfaz

R-P (Radio-Packet). Es decir sirve como interfaz entre la Red Radioeléctrica y la Red de Datos por paquetes y provee de acceso a Internet y servicios de Internet a los usuarios del sistema CDMA. El PDSN es responsable también de la gestión de la movilidad y actúa como un Foreign Agent (FA) para la funcionalidad de Mobile IP (MIP).

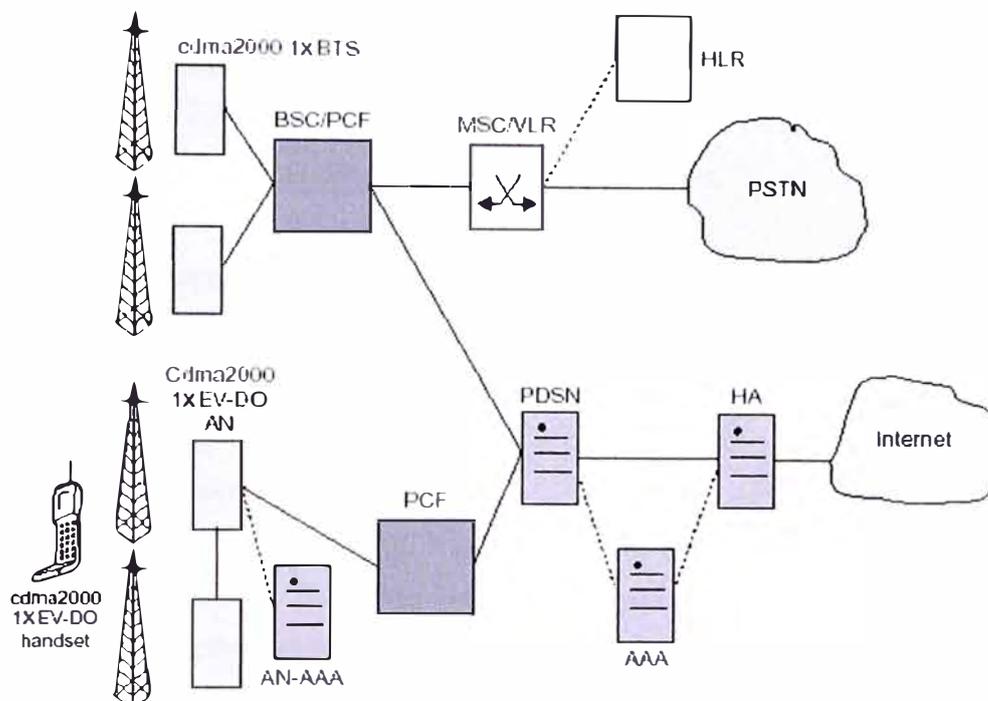


Fig. 3.7 Arquitectura de Red CDMA 450 [4]

Ya que la tecnología 1xEV-DO solamente soporta la transmisión de datos por paquete, la estructura de circuito utilizada por las redes de voz no se hace necesaria (MSC, LCR, VLR, etc). La arquitectura de la red es simple y fácilmente se integra a las redes.

El sistema 1xEV-DO usa el Protocolo de Internet (IP) como transporte, soportando así todas las aplicaciones y protocolos que sean compatibles con IP.

La red del 1xEV-DO usa servidores comunes de Internet que son típicamente combinados con los utilizados en el sistema 1x, incluyendo a los servidores RADIUS, DNS y DHCP. El BSC y PDSN se comunican con el servidor RADIUS para autenticar y autorizar el dispositivo y también recibir paquetes con informaciones para tarificación.

El servidor DHCP puede ser usado para designar direcciones IP para el usuario. Al establecer una sesión de datos para un terminal, el PDSN solicita al servidor DHCP una nueva dirección IP para aquel Terminal.

3.3.4 Bandas de Frecuencia de Uso

Las bandas de frecuencias que utiliza CDMA450 son reglamentadas para su uso en el país por el PNAF. Según el PNAF P48 las bandas comprendidas entre 452,5 - 457,5 MHz y 462,5 - 467,5 MHz están atribuidas a título primario para la prestación de servicios

públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso fijo inalámbrico. El otorgamiento de la concesión y la asignación de espectro para la explotación de servicios públicos en estas bandas será mediante concurso público de ofertas para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao y en este año 2008 se ha añadido al PNAF P48A que indica que las bandas atribuidas entre 450 y 452.5 MHz y 460 Y 462.5 MHz están atribuidos a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones en áreas rurales y zonas de preferente interés social fuera de la provincia de Lima y de la Provincia Constitucional de Callao.

3.3.5 Ventajas y Aplicaciones de la Tecnología CDMA 450 en Zonas Rurales

La principal ventaja de esta tecnología es que presenta una mayor cobertura debido a que utiliza bajas frecuencias, esta diseñada en estándares abiertos, presenta las ventajas que tiene la tecnología CDMA, presenta movilidad y hay una variedad de equipos disponibles en el mercado.

Como Aplicación presenta una mayor oferta de servicios avanzados: Servicios de voz a nivel residencial, Servicio de Telefonía Celular, acceso a Internet, transmisión de datos, videoconferencia, conectividad entre redes de acceso local, entre otros.

3.4 Tecnología Flash-OFDM

Flash OFDM (Fast, Low-latency Access with Seamless Handoff OFDM) es una tecnología inalámbrica propietaria para networking desarrollada por Flarion Technologies. Qualcomm adquirió a esta compañía en 2006. Una cantidad de operadores de Asia y Europa han realizado pruebas de Flash OFDM. La primera red comercial fue lanzada en Eslovaquia en 2005 por T-Mobile Eslovaquia, y utilizaba la banda de 450 MHz. Otro compromiso de implantación se encuentra en Finlandia, donde el gobierno ha otorgado una licencia operativa en la banda de 450 MHz para una red de alcance nacional.

3.4.1 Características de Tecnología Flash-OFDM

- Esta basada en OFDM en los canales de radio de 1.25 MHz y utiliza FDD. Esta diseñada para transmitir múltiples señales simultáneamente sobre un enlace de transmisión, FLASH OFDM dispersa los datos sobre numerosas portadoras separadas en frecuencias precisas y ortogonales entre ellas lo que provee diversidad de frecuencias y habilita una reutilización 1/1.
- En cuanto a la velocidad de acceso, esta es de 1.5 Mbps en el Downlink y 500 Kbps en el Uplink, con picos de 5.3 y 1.8 Mbps respectivamente, puede brindar conectividad para usuarios incluso a velocidades vehiculares (300 Km/h).

- Otra de las características principales de FLASH OFDM es su baja latencia, menor a 50 mseg., comparado con otros estándares inalámbricos. Esto permite que el usuario experimente un servicio de mayor calidad similar al DSL.
- Flash-OFDM trabaja principalmente en la frecuencia de 450 MHz está compuesta por una arquitectura de red core basada en IP y componentes estándar.
- Las terminales de esta tecnología tienen disponibles interfaces IP que permiten a los operadores móviles acceder a LANs distribuidas y facilitar el acceso a servicios móviles de Internet a sus clientes.
- Los servicios de VoIP pueden ser ofrecidos en una variedad de versiones como móviles, líneas fijas con teléfonos IP o análogos o laptops.
- Actualmente los fabricantes de equipos y terminales de Flash OFDM son principalmente Siemens y Nortel.
- Tiene desventajas importantes por el hecho de que el soporte está disponible únicamente con una base limitada de proveedores y que la tecnología no está basada en estándares abiertos.

3.4.2 Arquitectura de Red

La red se compone de un conjunto de estaciones bases, que se encuentran controladas por una estación controladora de radio y del enrutamiento IP llamado Radiorouter. Presenta una arquitectura punto multipunto, su red es totalmente IP.

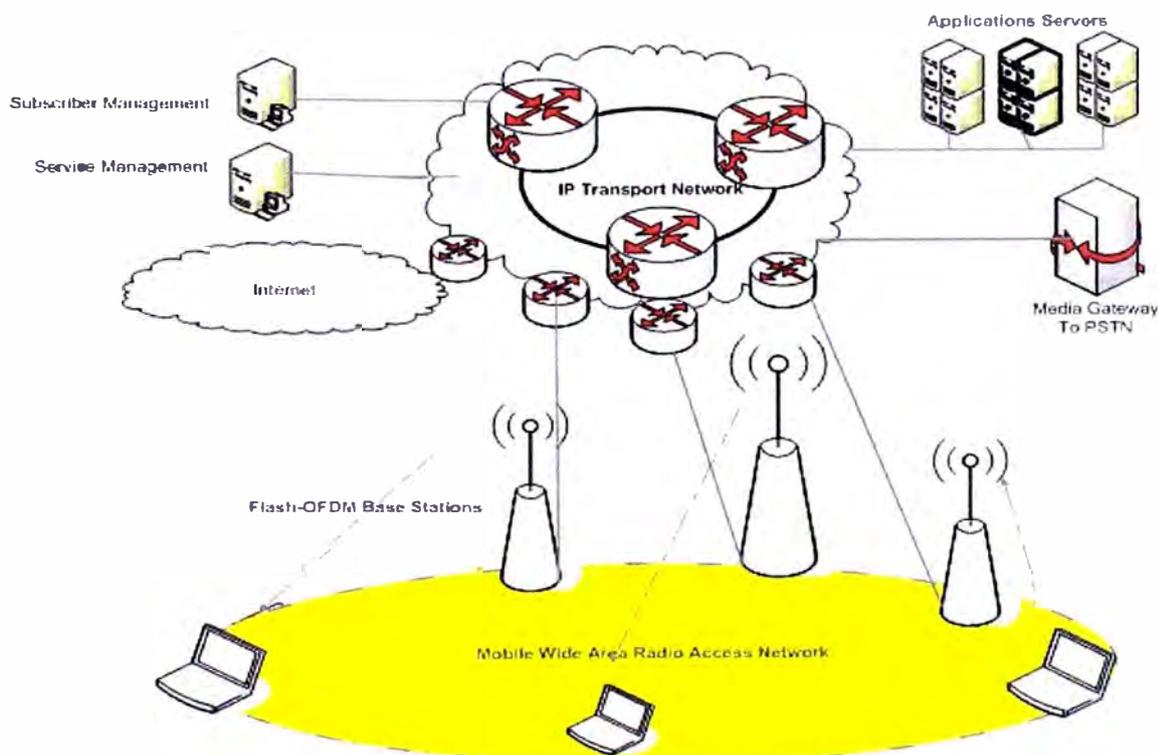


Fig. 3.8 Arquitectura de Red de Tecnología Flash-OFDM [18]

3.4.3 Bandas de Frecuencia de Uso

El interés para usar Flash-OFDM en zonas rurales es en la frecuencia licenciada de 450MHz, según el PNAF P48 las bandas comprendidas entre 452,5 - 457,5 MHz y 462,5 - 467,5 MHz están atribuidas a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso fijo inalámbrico. El otorgamiento de la concesión y la asignación de espectro para la explotación de servicios públicos en estas bandas será mediante concurso público de ofertas para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao y en este año 2008 se ha añadido al PNAF P48A que indica que las bandas atribuidas entre 450 y 452.5 MHz y 460 Y 462.5 MHz están atribuidos a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones en áreas rurales y zonas de preferente interés social fuera de la provincia de Lima y de la Provincia Constitucional de Callao.

3.4.4 Ventajas y Aplicaciones de la Tecnología Flash-OFDM en Zonas Rurales

La principal ventaja de esta tecnología es que presenta una mayor cobertura debido a que utiliza bajas frecuencias, además que es una tecnología diseñada totalmente en IP, presenta mayor eficiencia espectral que la tecnología CDMA450 su principal competidora al mismo ancho de banda, además que presenta movilidad.

Como Aplicación presenta una mayor oferta de servicios avanzados: Servicios de voz a nivel residencial, Servicio de Telefonía Celular, acceso a Internet, transmisión de datos, videoconferencia, conectividad entre redes de acceso local, entre otros.

Entre sus desventajas esta que es una tecnología propietaria y no esta basado en estándares abiertos.

3.5 Análisis Comparativo de Tecnologías Inalámbricas Emergentes

Para el análisis comparativo se tomaran en cuenta estas tecnologías inalámbricas emergentes que se mencionaran a continuación ya que son las que mejor se adaptarían a las zonas rurales por razones de una buena cobertura, mayor capacidad, mejor relación costo/beneficio, algunas presentan movilidad y están disponibles equipos en el mercado.

Dichas tecnologías son las siguientes:

- CDMA 450 (EV-DO Rel. A).
- WiMax (IEEE 802.16 d).
- Wi-Fi.
- Flash-OFDM.

A continuación se mostrara la Tabla 3.3 donde se indicara las principales características de las tecnologías mencionadas.

TABLA N° 3.3 Análisis Comparativo de Tecnologías Inalámbricas Emergentes

	802.11g	802.16-2004	CDMA450-Rev A	Flash-OFDM
Rango	Óptima para usuarios en un radio de 100 metros. Se adicionan puntos de acceso o antenas de alta ganancia para incrementar la cobertura.	Cobertura depende de las condiciones geográficas, cuando hay Línea de Vista puede llegar hasta 50 Km.	Óptima para celdas típicas hasta 50 Km.	Óptima para celdas típicas hasta 50 Km.
Cobertura	Óptimo para entornos cerrados.	Óptimo para entornos abiertos sin geografía difícil. El estándar soporta técnicas de antenas avanzadas.	Óptimo para entornos abiertos. El estándar soporta técnicas de antenas avanzadas.	Óptimo para entornos abiertos. El estándar soporta técnicas de antenas avanzadas.
Velocidad	Tasa de velocidad máxima de 54 Mbps.	Tasa de velocidad máxima de 70 Mbps con banda de 20 MHz	Tasa de velocidad máxima de 3.1 Mbps con banda de 1.25 MHz	Tasa de velocidad máxima de 5.3 Mbps con banda de 1.25 MHz
Escalabilidad	El ancho de banda de canal de 22 MHz es fijo	El ancho de banda de canal es flexible de 1.5MHz hasta 20 MHz para bandas con y sin licencias. Habilita celdas para proveedores de servicios comerciales.	El ancho de banda de canal de 1.25 MHz es fijo	El ancho de banda de canal para 1.25 MHz es fijo
Tasa de bits	Tasa de datos pico de 2.5 bps/Hz. 54Mbps en canal de 22 MHz.	Tasa de datos pico de 3.5bps/Hz. 70Mbps en canal de 20 MHz.	Tasa de datos pico de 2.5 bps/Hz. 3.1Mbps en canal de 1.25 MHz	Tasa de datos pico de 4.2bps/Hz. 5.3Mbps en canal de 1.25 MHz.
Movilidad	Presenta movilidad limitada.	No presenta movilidad.	Si presenta movilidad.	Presenta movilidad, óptimo para altas velocidades.
QoS	No brinda calidad de servicio. 802.11e adelanta esfuerzos	QoS diseñada en base a servicios independientes de audio y video	QoS diseñada en base a servicios independiente de audio.	QoS diseñada en base a servicios independiente de audio
Asignación de Frecuencia	Banda No Licenciada	Banda Licenciada / Banda No Licenciada	Banda Licenciada	Banda Licenciada

3.5.1 Análisis de Cobertura

El más importante factor a ser considerado cuando se trata de extender la cobertura de la tecnología inalámbrica esta en función de la frecuencia de la portadora. Las bajas frecuencias de UHF, del rango de 300 MHz a 1GHz, vienen a ser el mejor rango de frecuencia para el sistema de acceso inalámbrico de banda ancha en áreas rurales. El uso de radiofrecuencias en este rango puede extender el alcance del sistema acceso inalámbrico, permitiendo un mayor número de usuarios esparcidos en áreas rurales y hacer que sea económicamente viable.

Las tecnologías inalámbricas que mayor cobertura son CDMA 450 y Flash-OFDM teniendo hasta 50 Km de radio de cobertura aproximadamente debido al uso de bajas frecuencias de UHF, WiMax presenta una cobertura amplia gracias al multitrayecto, pero en condiciones geográficas adversas se reduce el radio de cobertura ya que las frecuencias de trabajo son encima de 2 GHz y las pérdidas son mayores, WiMax es ideal en zonas rurales donde se presente condiciones geográficas favorables, donde haya Línea de Vista hacia la Estación Base para tener mayor cobertura, es por ello que se recomienda que la Estación Base este instalada en una zona bien alta y con respecto a la tecnología Wi-Fi la cobertura esta limitada por el estándar, pero con la llegada del nuevo estándar 802.11s permitirá que la cobertura mejore .

TABLA N° 3.4 Cobertura en Función de la Frecuencia [24]

Frequency (MHz)	Cell radius (km)	Cell area (km ²)	Relative Cell Count
450	48.9	7521	1
850	29.4	2712	2.8
950	26.9	2269	3.3
1800	14.0	618	12.2
1900	13.3	553	13.6
2500	10.0	312	24.1

Source: "Coverage Comparison of IMT-2000 Systems at Various Frequency Ranges, Including 450", ITU, Radio Telecommunication Study Group, June 11, 2002

3.5.2 Análisis de Capacidad

Un factor importante a ser considerado cuando se trata de la velocidad en la tecnología inalámbrica esta en función del ancho de banda de la portadora. A mayor ancho de banda de la portadora la velocidad mejora, también otro factor que se debe tomar en cuenta es el tipo de modulación y una codificación avanzada para corrección de errores.

Las tecnologías inalámbricas que mayor velocidad presentan son Wi-Fi y WiMax en parte que tienen un mayor ancho de banda de portadora y modulación con mas bits por símbolo, con respecto a la tecnología CDMA450 por tener ancho de banda de portadora de 1.25 MHz al igual que Flash-OFDM su velocidad no es elevada, pero si es aceptable para aplicaciones multimedia en zonas rurales.

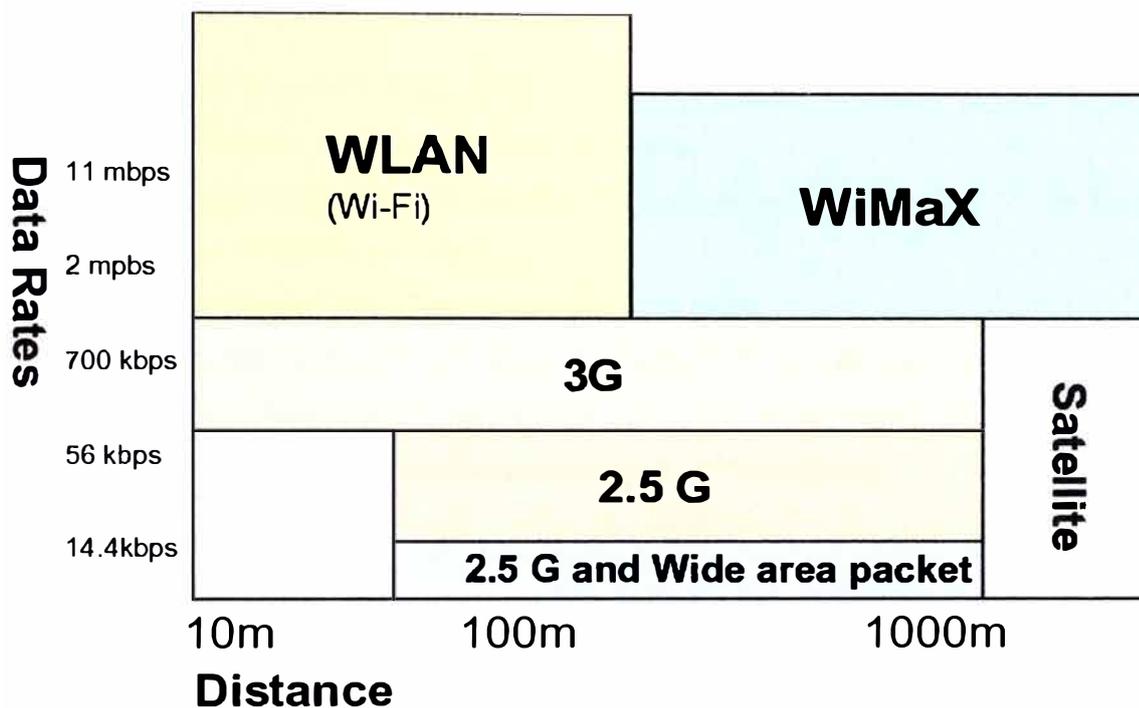


Fig. 3.9 Capacidad de Tecnologías Inalámbricas [12]

3.5.3 Análisis de Movilidad

Las tecnologías inalámbricas que presenta la características de brindar un servicio con movilidad son la tecnología CDMA450 y Flash-OFDM, la tecnología Wi-Fi brinda una movilidad limitada a la poca cobertura que brinda dicha tecnología , en cambio la tecnología WiMax IEEE 802.16-2004 es solo un sistema fijo.

CAPITULO IV

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA

Para el diseño de la red inalámbrica en zonas rurales, el problema radica en dimensionar como principales factores la cobertura y capacidad.

Los aspectos más importantes para el diseño y planificación de la red son las siguientes:

- Determinar la población objetivo.
- Determinar las normas regulatorias involucradas.
- Especificar las clases de servicio y las características de los usuarios.
- Determinar la tecnología inalámbrica que mejor rendimiento tiene para la cobertura y capacidad según las necesidades de población objetivo.
- Dimensionar los anchos de banda de canalización de acuerdo a la cantidad de frecuencias disponibles.
- Ubicación preliminar de los equipos.
- Hacer la planeación y simulación de RF.
- Estudio de campo.
- Estimar la demanda de ancho de banda requerida en la actualidad y a mediano plazo.
- Calcular el número de radios por celda, y el tamaño de celda ideal para cubrir el grado de servicio.
- Protección de equipos contra rayos y fluctuaciones eléctricas.
- Selección de equipos.
- Análisis de costos.
- Evaluar el desempeño de la red diseñada y verificar si esta por encima de la cobertura y capacidad deseada.

4.1 Población Objetivo

La población objetivo es el área rural seleccionada para brindarle acceso a las telecomunicaciones a sus habitantes o entidades.

Se debe tener en cuenta las siguientes variables:

- Zona geográfica rural seleccionada.

- Tamaño de la población.
- Densidad geográfica.
- Tipo de población.
- Importancia comercial y social.
- Cantidad de centros educativos existentes y número de alumnos.

Las estrategias de despliegue de infraestructura de red inalámbrica en una zona rural serán diferentes según estos dos tipos de población objetivo:

1. Comunidades rurales lejanas de las redes metropolitanas, pero con la posibilidad de alcanzarlas.
2. Comunidades rurales muy alejadas o aisladas de las redes.

4.2 Normas Regulatorias Involucradas

Para la realización del diseño de la red inalámbrica hay que tener en cuentas las normas regulatorias en telecomunicaciones, como el adecuado uso de un plan de frecuencias, limitaciones en la potencia máxima irradiada, entre otras.

4.3 Clasificación de Servicios y Características de Usuario

Para la clasificación de servicios a entregar, depende del tipo de usuario a algunos es suficiente telefonía como medio de comunicación, pero una comunidad rural requieren también otros servicios como Internet con banda ancha.

Para caracterizar los usuarios, se definen:

- Su ubicación geográfica.
- Especificar el tipo de plan al que pertenecerían (velocidad de conexión).
- El grado de servicio para cada uno de ellos.

El diseñador de la red, debe especificar los grados de servicio que puede brindar su red. Para esto se debe deben aclarar:

- Velocidades de conexión.
- CIR.
- Reuso.
- El grado de servicio a usar.
- Capacidad límite de usuarios.
- Mediciones o suposiciones del peor tráfico.

Las diversas aplicaciones requieren diferentes cantidades de rendimiento, que a continuación en la tabla N° 4.1 se va resumir.

TABLA N° 4.1 Ancho de Banda Según Aplicación [9]

Aplicación	Ancho de Banda / Usuario	Notas
Mensajería de Texto	<10 Kbps	Como el tráfico es infrecuente y asincrónico, mensajería de texto va a tolerar mucha latencia.
Correo Electrónico	10 a 100 Kbps	El correo electrónico es asincrónico e intermitente, por lo tanto va a tolerar la latencia. Los archivos adjuntos grandes, los virus y el correo no deseado aumentan significativamente la utilización del ancho de banda. Los servicios de correo web (tales como Yahoo o Hotmail) deben ser considerados como navegadores web, no como correo electrónico.
Navegación Web	50 a 100 + Kbps	Los navegadores web sólo utilizan la red cuando se solicitan datos. La comunicación es asincrónica, por lo que se puede tolerar un poco cantidad de demora. Cuando los navegadores web, buscan datos voluminosos (imágenes pesadas, descargas largas, etc.) la utilización del ancho de banda aumenta significativamente.
Flujo de Audio (Streaming)	96 - 160 Kbps	Cada usuario de un servicio de flujo de audio va a utilizar una cantidad constante de una relativamente gran cantidad de ancho de banda, durante el tiempo que está activo. Puede tolerar algo de latencia pasajera mediante la utilización de mucha memoria de almacenamiento temporal en el cliente (buffer). Pero extensos períodos de espera van a hacer que el audio se entrecorte.
Flujo de Video (Streaming)	64 - 200 + Kbps	Como el flujo de audio, un poco de latencia intermitente es superado mediante la utilización de la memoria de almacenamiento temporal del cliente. El flujo de video requiere de alto rendimiento y baja latencia para trabajar correctamente.
Voz sobre IP (VoIP)	24 - 100 + Kbps	Como con el flujo de audio, VoIP dedica una cantidad constante de ancho de banda de cada usuario mientras dura la llamada. Pero con VoIP, el ancho de banda utilizado es aproximadamente igual en ambas direcciones y depende del tipo de códec de voz a usar. La latencia en una conexión VoIP molesta inmediatamente a los usuarios.

Según la tabla una velocidad aceptable de transmisión de datos por usuario debería ser de 256 Kbps, ya que se considera una tasa aceptable para brindar servicios de Internet banda ancha, logrando satisfacer los requerimientos del usuario.

Por ejemplo se podría clasificar el servicio según el requerimiento en 4 tipos:

CLASE A Telefonía Fija

CLASE B Telefonía Móvil

CLASE C Internet 256 Kbps 8:1 CIR=32 Kbps

CLASE D Internet 256 Kbps 4:1 CIR=64 Kbps

Se determino la velocidad de 256 Kbps debido a que es una velocidad aceptable cuando se desea observar videos por Internet en forma continua en una PC y no se coloco un valor mayor ya que el ancho de banda a Internet debe ser compartido por otros usuarios, por lo tanto debe ser bien administrado y controlado ya que el recurso es limitado.

Las nuevas tecnologías brindan conectividad tanto de telefonía como Internet en un solo equipo Gateway, por lo que el servicio **CLASE A** puede ser ofrecido junto a los servicios **CLASE C** ó **CLASE D**.

4.4 Determinación de la Tecnología Inalámbrica a Implementar

Teniendo como base las variables y los tipos de población objetivo, hay que determinar la tecnología inalámbrica que mejor se adaptaría a esa zona rural, para la elección hay que tomar en consideración la cobertura, la capacidad y si el caso fuera la movilidad.

Teniendo como base la teoría explicada en el capítulo anterior, en este cuadro se ven las características de las tecnologías inalámbricas emergentes en cuanto a cobertura, capacidad y movilidad de estas tecnologías.

- CDMA450 (EV-DO Rel. A)
- WiMax (IEEE 802.16 d)
- Wi-Fi
- Flash-OFDM.

TABLA N° 4.2 Características de Tecnología Inalámbrica Emergente

Tecnología de Acceso	COBERTURA	CAPACIDAD	MOVILIDAD
Wi-Fi	BAJA	ALTA	SI (Limitada)
WiMax Punto a Multipunto	MEDIA	ALTA	NO
WiMax Punto a Punto	ALTA	ALTA	NO
CDMA 450	ALTA	MEDIA	SI
Flash OFDM	ALTA	MEDIA	SI

Asumiendo: Cobertura Baja < 1 Km 1 Mbps < Capacidad Media < 5 Mbps
 1 Km < Cobertura Media < 20 Km Capacidad Alta > 5 Mbps
 Cobertura Alta > 20 Km

Según el cuadro se puede determinar:

- 1) Si las necesidades de cobertura es Alta y la capacidad de uso es media o baja se recomendaría usar tecnología CDMA450 o Flash-OFDM.
- 2) Si las necesidades de cobertura es Alta y la capacidad de uso es alta se recomendaría usar tecnología CDMA450 o Flash-OFDM en una red de estaciones bases distribuidas adecuadamente para satisfacer los requerimientos de capacidad y cobertura, otra opción también sería la tecnología WiMax en una red de estaciones base distribuidas si las condiciones de propagación de señal es óptima, es decir, sin muchas montañas.
- 3) Si las necesidades de cobertura es media y la capacidad de uso es alta se recomendaría usar Tecnología WiMax en modo Punto a Multipunto, pero hay que tener en consideración las condiciones geográficas de la zona ya que si se presenta muchas montañas que dificultan la propagación de la señal es mejor optar por tecnología que usan frecuencias menores como CDMA450 o Flash-OFDM.
- 4) Si se requiere movilidad se recomendaría usar tecnología CDMA450 o Flash-OFDM.
- 5) Si se requiere interconectar estaciones bases en una red inalámbrica distribuida se recomendaría usar tecnología WiMax en modo punto a punto como red de transporte ya que ofrece alta cobertura y capacidad, pero hay que tener en consideración las condiciones geográficas de la zona ya que si se presenta muchas montañas que dificultan la propagación de la señal o dificultad en la instalación de equipos es mejor optar por otra tecnología como la satelital.
- 6) Si las necesidades de cobertura es baja o como complemento a las tecnologías que brindan gran alcance se recomendaría usar tecnología Wi-Fi.

4.5 Dimensionar los anchos de banda de canalización de acuerdo a la cantidad de frecuencias disponibles

Luego determinar la tecnología inalámbrica que se va implementar hay que dimensionar los anchos de bandas de canalización de acuerdo a las frecuencias disponibles, en el caso de la tecnología Wi-Fi dispone de 3 canales de 22 MHz de ancho de banda que no se interfieren en la frecuencia de 2.4 GHz y 12 canales en la frecuencia de 5 GHz de la banda no licenciada, en el caso de la tecnología WiMax los ancho de banda de canales son ajustable, lo mas común es configurarlo a 1.75 MHz y 3.5 MHz según los requerimientos de capacidad y de frecuencia disponible, a mayor ancho de banda se obtiene más capacidad; en el caso de la tecnología CDMA450 y Flash OFDM el ancho de

banda es de 1.25 MHz y según el PNAF P48 y P48A disponen hasta 3 canales de operación para su uso.

4.6 Ubicación Preliminar de los Sitios

Con la ayuda de herramientas como cartas topográficas y planos digitalizados de la zona, basándose en curvas de nivel, poblaciones principales, vegetación, sistemas montañosos, trayectoria de la carretera; se puede realizar estudios con el objetivo de determinar las posibles mejores ubicaciones de las estaciones que brinde una mejor cobertura de la señal, por lo general se ubican en las partes mas altas siempre y cuando el acceso a ese lugar sea posible.

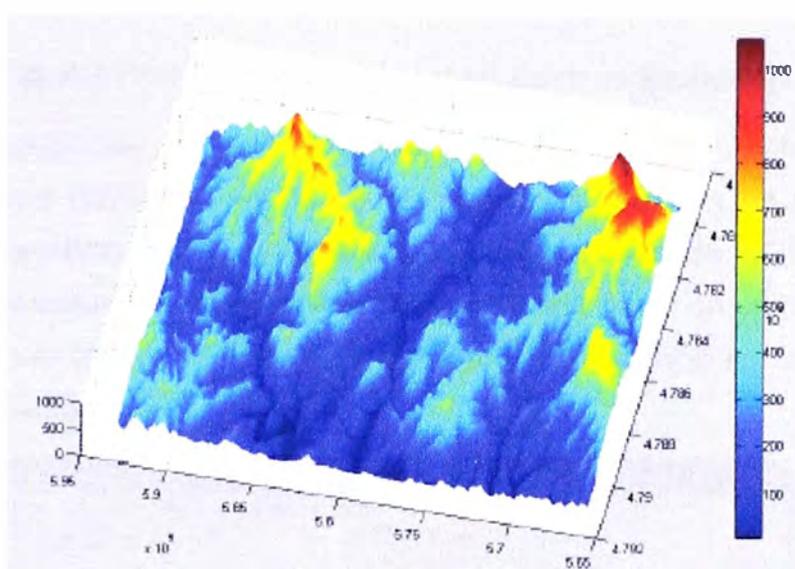


Fig. 4.1 Planos Digitalizados

4.7 Predicción de Cobertura

Para la planificación inalámbrica es imprescindible la utilización de mapas, en formato papel, o de alguna herramienta de planificación, como puede ser Radio Mobile. La utilización de una herramienta concreta no es obligatoria

Para desarrollar la predicción de cobertura del arreglo de estaciones bases propuesto se debe utilizar equipos, herramientas, software y bases de datos de terrenos digitalizados y se aplica el modelo de propagación mas adecuado a la zona de estudio.

Hay varios modelos de propagación, la más simple es la propagación de onda en espacio libre, donde hay línea de vista, sin obstrucciones en la Zona de Fresnel.

La formula matemática es:

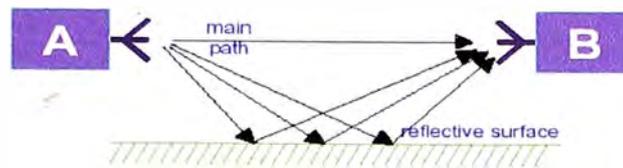
$$L = 32.44 + 20 \log F + 20 \log D \quad (4.1)$$

Donde L=Pérdida en Espacio Libre.

F=Frecuencia en MHz

D=Distancia de Separación en Km (>1 Km)

LOS (requiere visibilidad)



NLOS (no requiere visibilidad)

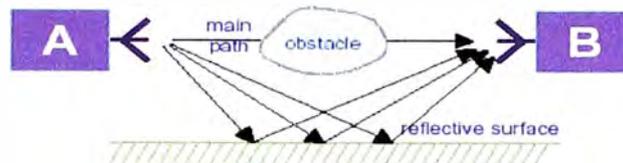


Fig. 4.2 Propagación de Señal en Zona de Estudio [13]

El modelo de propagación de Hata - Cost para zonas rurales es una buena herramienta de predicción, pero hay que tener en consideración que este y en general todos los modelos de propagación están limitados a coberturas menores de 20 Km cuando no hay línea de vista, por lo que a grandes distancias se requiere hacer pruebas de campo.

Para realizar la predicción de cobertura en pruebas de campo se recomienda utilizar antenas del tipo sectorizada.

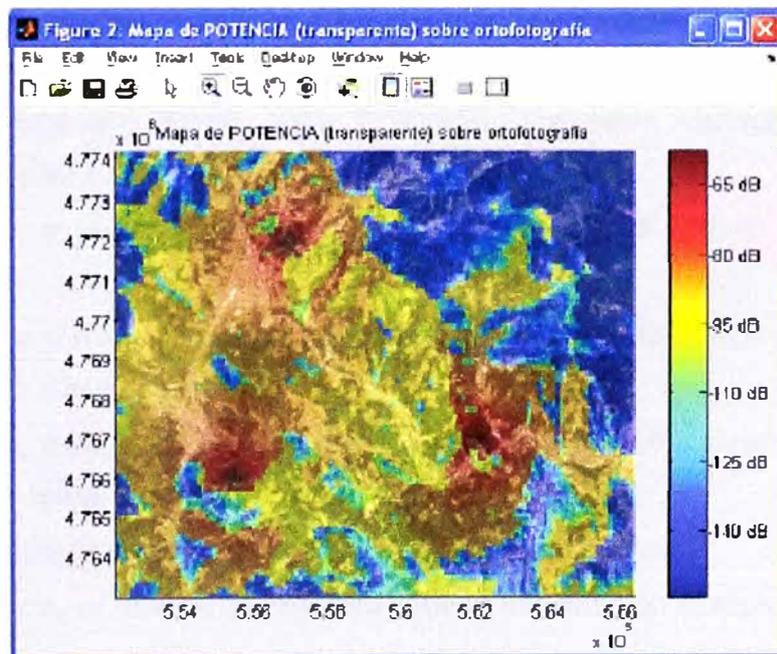


Fig. 4.3 Simulación de Cobertura

4.8 Estudio de Campo

Realizar un estudio de campo de la zona de cobertura, comprende tener en cuenta muchos aspectos, tales como:

- Infraestructura existente en la zona de estudio.
- Situación geográfica de cada una de las estaciones base en donde va a ser instalados.
- Factibilidad de acceso a cada una de las localidades.
- Visibilidad entre los diferentes puntos a realizar el enlace.
- Condiciones climáticas y topográficas de la zona.

Mediante este estudio de campo lo que se pretende es determinar la factibilidad técnica que proveen las ubicaciones de las estaciones base con el diseño del nuevo sistema a implementar.

Una vez seleccionadas y ubicadas las poblaciones de la zona de estudio, resulta indispensable planificar las visitas hacia cada una de ellas, de tal forma que se recopile toda la información necesaria en un tiempo mínimo, ya que se tratan de varias localidades. Es por ello que se deberá considerar todo el equipo necesario para realizar el estudio de campo, para evitar retrasos al momento de la visita.

Varios son los equipos y materiales que se requieren para realizar el estudio de campo, los cuales se detallan a continuación:

- Mapa de la zona de estudio, el mismo que permite ubicar las distintas localidades y vías de acceso a cada una de ellas.
- Global Position System (GPS), para determinar la ubicación geográfica exacta de cada población de la zona de estudio.
- Cámara fotográfica digital, para fotografiar los sitios visitados e identificar la ubicación de las estaciones bases.
- Cronómetro, el cual me permitió controlar el tiempo de acceso a cada una de las poblaciones.
- Brújula, para ubicar el norte geográfico del sitio, y con la ayuda del azimut localizar el otro punto a enlazar.
- Binoculares, para constatar si existe o no línea de vista desde cada una de las localidades, hacia la estación base.
- Equipos Inalámbricos para hacer pruebas de conectividad.
- Hoja de datos, en donde se recopila toda la información obtenida en el estudio de campo.

Luego de realizar el estudio de campo se deben analizar los resultados obtenidos y compararlos con el resultado teórico mediante los modelos de propagación para así reajustarlo y tener un diseño de la red inalámbrica que se adecue a los requerimientos tanto de cobertura como de capacidad.



Fig. 4.4 Estudio de Campo en una localidad rural

4.9 Estimación de la Demanda

Es imprescindible realizar un estudio del lugar de implementación, de las aplicaciones que van a correr sobre la red, y de las necesidades de los usuarios; esto con el objetivo de garantizar un correcto desempeño de la red diseñada cuando esta sea implementada. Para poder dimensionar correctamente la capacidad del sistema de transmisión a diseñarse, es necesario determinar las necesidades de servicio telefónico e Internet en la zona de estudio. La demanda de los servicios de telefonía e Internet banda ancha, en algunas localidades rurales se desconoce, debido a que estos son servicios nuevos e innovadores, los cuales van a permitir el progreso de estas poblaciones. Se toma en cuenta la demanda generada por la población y por los centros educativos, considerando que el servicio de Internet en estos será inicialmente como fuente de consulta.

Para estimar la capacidad de la Tecnologías Inalámbricas mencionadas excepto CDMA450, en el caso de Transmisión de Datos e Internet primero se determina la capacidad mínima en función del número de usuarios, se necesita determinar la velocidad mínima por cada clase de servicio y luego con el porcentaje estimado de

usuarios que se tendría en cada clase de servicio, se hace un contrapeso con estos dos datos y se logra tener la capacidad mínima por usuario, se resume en la fórmula (4.2).

$$CM = \sum_{i=1}^{i=N} P_i \cdot V_i \quad (4.2)$$

N = Número de Clase de Servicios.

V_i = Velocidad Mínima por cada clase de Servicio (en Kbps/usuario)

P_i = Porcentaje Estimado de Usuarios por cada clase de Servicio.

CM= Capacidad Mínima Estimada en Función del Numero de Usuarios. (en Kbps/usuario)

Los Factores de Propagación son determinantes para Calcular la Capacidad de un Canal. Para estimar la capacidad del canal luego de haber calculado los niveles de velocidad que alcanzaría por cada zona de estudio, se haya un promedio general de capacidad de la velocidad por canal.

La Capacidad agregada de un canal (C) dependerá de la combinación del estado de todas CPE.

Ejemplo: En el caso de la Tecnología WiMax.

- Si existen 10 CPE y todas están trabajando en QAM64 1/2 la capacidad agregada será de 11.29 Mbps (ver Tabla N° 4.3)
- Si en cambio el 50% está trabajando en QAM16 1/2 entonces la capacidad agregada será: $0.5 \times 11.29 + 0.5 \times 5.64 = 8.46$ Mbps

TABLA N° 4.3 Capacidad de WiMax en Canal de 3.5 MHz [31]

Modulación	Bit Rate (Gross)	Sensibilidad (dBm)
BFSK 1/2	1.41 Mbps	-100
BFSK 3/4	2.12 Mbps	-98
QPSK 1/2	2.82 Mbps	-97
QPSK 3/4	4.23 Mbps	-94
QAM16 1/2	5.64 Mbps	-91
QAM 16 3/4	8.47 Mbps	-88
QAM 64 1/2	11.29 Mbps	-83
QAM 64 3/4	12.71 Mbps	-82

Canalización : 3.5 Mhz

Luego con la ecuación anterior se obtiene el número de usuarios máximos que podría soportar por cada canal.

$$U = \frac{C}{CM} \quad (4.3)$$

U= Usuarios Máximos por canal.

C= Capacidad Agregada de un canal. (en Kbps)

Para el caso que se use también Telefonía, la tendencia es usar VoIP se debería compartir la capacidad del canal para Datos y Telefonía, para ello se realiza un cálculo similar al anterior tanto para velocidad de subida como de bajada.

$$\text{CMB} = \sum_{i=1}^{i=N} P_i \cdot V_i \quad (4.4)$$

$$\text{CMS} = \sum_{i=1}^{i=N} P_i \cdot V_i \quad (4.5)$$

CMB= Capacidad mínima estimada en enlace de bajada en función del número de usuarios (en Kbps/usuario).

CMS= Capacidad mínima estimada en enlace de subida en función del número de usuarios (en Kbps/usuario).

Para determinar la velocidad que consume VoIP, se debe tener como información el número de usuarios que usarían VoIP que por razones de previsión a futuro dicho número va ser igual que el número de usuarios máximos por canal, el códec de voz a utilizar (G.711, G.729, ILBC, etc.), también el tráfico estimado por línea (en Erlangs por línea) y el grado de servicio (GoS) a usar (por lo general es 1%).

Teniendo esta información se calcula el tráfico en Erlangs.

$$T = N_u \cdot T_u \quad (4.6)$$

T= Tráfico en Erlangs.

Nu= Número de usuarios que usarían VoIP.

Tu= Tráfico Estimado por línea (en Erlangs/línea)

Teniendo el tráfico en Erlangs y el Grado de Servicio (GoS) usando las tablas de ErlangB se obtiene el número de llamadas simultáneas (Ns).

El total de Ancho de Banda requerido por VoIP sería:

$$BW \text{ VoIP} = N_s \cdot V_{\text{códec}} \quad (4.7)$$

Vcódec= Velocidad que consume el códec de voz seleccionado.

Luego de ello se calcula el número de usuarios máximos estimado tanto en el enlace de subida como de bajada.

$$U_b = \frac{CB - BW \text{ VoIP}}{CMB} \quad (4.8)$$

$$U_s = \frac{CS - BW \text{ VoIP}}{CMS} \quad (4.9)$$

Ub= Usuarios máximos estimados por canal en el enlace de bajada.

Us= Usuarios máximos estimados por canal en el enlace de subida.

CB= Capacidad agregada de un canal en el enlace de bajada.

CS= Capacidad agregada de un canal en el enlace de subida.

El valor de N_u viene a ser la máxima cantidad de usuarios que usarían VoIP y que tengan también un servicio de transmisión de datos o internet por canal.

Ya que el tráfico de VoIP es simétrico, N_u debe ser igual o casi igual que el menor de U_b o U_s , si eso no resulta así se debe ajustar el número de N_u para que cumpla con la condición y volver a realizar los cálculos de las formulas mencionadas arriba. Con esta información se ayuda para obtener el numero de canales (sectores) por estación base y donde la estación base seria colocada.

Para el caso de CDMA450 la capacidad no esta definida en cada estación por el número de canales conectados, como en otros sistemas de comunicación móvil. En CDMA, el numero real de canales por frecuencia CDMA que se puede usar en una partición (celda/sector) esta en función del nivel total de ruido. Si fuera necesario aumentar el número de usuarios en una estación base específica durante la hora de mayor trafico, se lo podrá hacer asumiendo el costo de una leve degradación en E_b/N_t , que produciría un pequeño aumento de la tasa de tramas erróneas por canal.

No existe una relación simple que determine la capacidad de canal "ideal" de una celda CDMA, ya que la capacidad esta en función de la interferencia y no del número de canales. De este modo, una estación base rural sin celdas vecinas y solamente teniendo que luchar contra la interferencia generada por si misma, podrá transportar aproximadamente un 40 % mas de trafico que una estación que opera en un área de múltiples celdas (siendo el 40% la interferencia generada por las celdas vecinas).

En una celda CDMA existen recursos compartidos entre sectores; son los elementos de canal (recursos físicos) que generalmente se los asignan para una portadora específica, para todos los sectores (por celda/sector). Si bien es cierto se había mencionado que el numero de canales conectados no define la capacidad de un sistema CDMA, sin embargo si no esta bien dimensionado dicho numero se puede tener una limitante que afecta la capacidad.

En un sistema CDMA aumentar elementos de canal no implica un requerimiento de frecuencias extras, ya que, al ser el reuso igual a uno, cada canal transmite a lo largo de toda la portadora asignada. Esto no ocurre con sistemas TDMA o GSM, ya que cada inclusión de un canal exige alguna portadora adicional.

Existen recursos que se comparten en cada sector, como son las portadoras. Cada usuario dentro del sector consume una parte de la potencia de dicha portadora y agrega

ruido a la señal total recibida por la portadora. La potencia requerida por cada usuario depende del tipo de tráfico a cursar; es decir si es solo usuario de voz o datos.

Por lo tanto al ser la potencia de la portadora un recurso compartido, el manejo eficiente y dimensionamiento la misma en función del número de usuarios y tipo de tráfico a cursar (voz, datos) son aspectos fundamentales en el diseño de capacidad CDMA.

Existen diferentes tipos de canales, tanto en el enlace hacia delante como en el enlace hacia atrás, que deben estar bien definidos cuando se dimensiona la capacidad de elementos de canal y portadoras de un sistema CDMA.

Al momento de realizar la planificación de una red, se deben tener bien claras las ideas en materia de previsiones acerca de la demanda y del tráfico originado por los usuarios, esto permitirá que se instale la infraestructura de telecomunicaciones necesaria, de acuerdo a los planteamientos y previsiones realizadas.

Es por ello que se debe realizar una previsión de la demanda a mediano plazo, para satisfacer en primera instancia las necesidades actuales y considerar una previsión futura, la cual deberá tomar en cuenta varios aspectos, como el aumento en el número de habitantes y viviendas por localidad, los cambios en las características de tráfico y la posibilidad de adaptarse a nuevos avances tecnológicos.

Para realizar una proyección de la demanda de voz y datos, se ha considerado un crecimiento en base al índice de crecimiento poblacional anual.

La fórmula que se emplea para realizar el cálculo de la demanda final de ancho de banda para un determinado número de años es la siguiente:

$$D_f = D_o (1 + f_c)^n \quad (4.10)$$

D_f = Demanda final de ancho de banda.

D_o = Demanda inicial actual de ancho de banda.

f_c = Factor de crecimiento anual.

n = Número de años

4.10 Calcular el número de radios por celda, y el tamaño de celda ideal para cubrir el grado de servicio

Luego de haber estimado la demanda a corto y mediano plazo por canal según las clases de servicio que se disponen se tiene que determinar el número de radios (canales) por cada celda para así poder satisfacer la demanda estimada y garantizar el grado de servicio para la cobertura diseñada, en todas las tecnologías excepto CDMA450 se tiene que hacer una planificación muy rigurosa de los canales de operación para el reuso de

frecuencias en otros lugares ya que la interferencia es muy perjudicial, en cambio en la tecnología CDMA450 no lo es tanto,

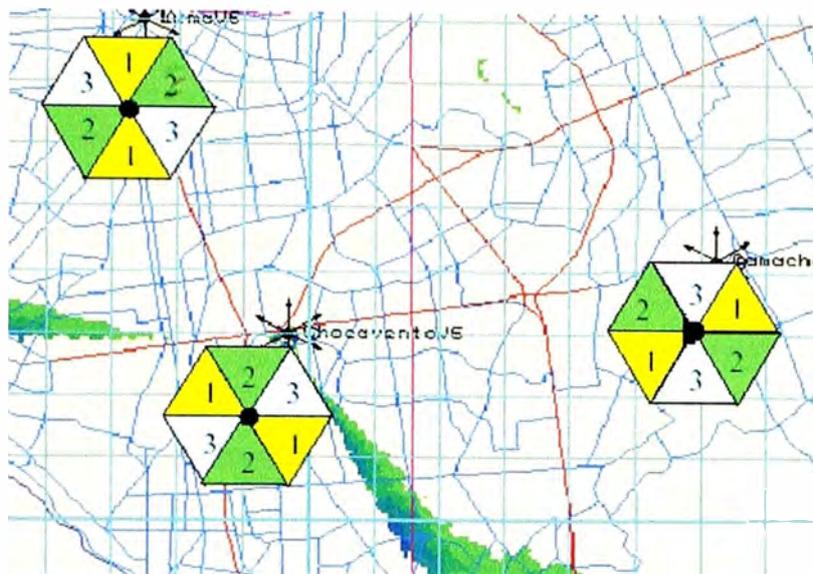


Fig. 4.5 Reuso de Frecuencias

4.11 Protección de Equipos contra Rayos y Fluctuaciones Eléctricas

La energía es un gran desafío para la mayoría de las instalaciones en zonas rurales. Donde hay redes eléctricas, a menudo carecen del mantenimiento adecuado, fluctúan dramáticamente y son susceptibles a los rayos. Una buena protección contra las fluctuaciones de tensión eléctrica es fundamental no sólo para proteger su equipamiento inalámbrico sino también para todo el equipo que está conectado a él.

4.11.1 Fusibles y Cortacircuitos

Los fusibles son básicos pero se descuidan muy a menudo. En áreas rurales, y también en muchas zonas urbanas de los países en desarrollo, se hace difícil encontrar fusibles. A pesar del costo adicional, es preferible usar cortacircuitos (interruptores automáticos termomagnéticos). Se puede destruir todo el equipamiento electrónico cuando cae un rayo y atraviesa el cableado que carece de cortacircuito o fusible para protegerlo.

4.11.2 Puesta a Tierra y Pararrayos

Realizar una instalación de tierra adecuada no tiene por qué ser una tarea complicada. Se persiguen dos objetivos: proveer un cortocircuito a tierra en caso de que caiga un rayo, y proveer un circuito para que la energía estática excesiva sea disipada.

El primer objetivo es proteger el equipo de la caída directa o casi directa de un rayo, mientras que el segundo provee un camino para disipar el exceso de energía debida a la acumulación de electricidad estática. La estática puede causar una degradación significativa de la calidad de la señal, particularmente en receptores sensibles. Establecer

un cortocircuito a tierra es sencillo. El instalador simplemente debe proveer un camino lo más corto posible desde la superficie conductora más alta (un pararrayos) hasta la tierra. Cuando un rayo impacta el pararrayos, la energía viaja por el camino más corto, y por lo tanto va a eludir el equipamiento. Este cable a tierra debe ser capaz de manejar altas corrientes (se necesita un cable grueso, como un cable de cobre trenzado AWG 8).

4.11.3 Estabilizadores y Reguladores de Tensión

Hay muchas marcas de estabilizadores de tensión, pero la mayoría son digitales o electromecánicos. Los últimos son mucho más baratos y más comunes, usan el voltaje de 220V de entrada para alimentar un motor que a su vez acciona un generador de corriente alterna (alternador), que produce el voltaje deseado (normalmente 220V). En general son efectivos, pero estas unidades ofrecen poca protección contra los rayos u otras fluctuaciones de tensión. A menudo se queman luego del primer rayo. Una vez quemados, pueden quedar fusionados a un determinado voltaje de salida erróneo.

Los reguladores digitales controlan la energía utilizando resistencias u otros componentes de estado sólido. Son más caros, pero mucho menos susceptibles de quemarse.

Siempre que sea posible se debe utilizar un estabilizador digital. Se justifica el costo adicional ya que ofrecen mejor protección para el resto de su equipo.

Después de una tormenta eléctrica, se debe inspeccionar todos los componentes de su sistema de potencia (incluido el estabilizador).

4.12 Selección de Equipos

En la selección de equipos se espera que los equipos que se seleccionen ofrezcan una solución que se ajuste a las necesidades de la red, posean un buen presupuesto de pérdidas, permitan una fácil implementación sin dejar de lado el aspecto económico.

Algunas de las características que deben soportar los equipos que se utilizaran en el sistema son:

- Un presupuesto de pérdidas que permita un buen desempeño de enlace para cubrir grandes distancias.
- Sensibilidad de recepción alta.
- Flexibilidad en cuanto a anchos de canal, que permitan transportar tráfico de baja y alta densidad para optimizar la utilización del espectro.
- Soluciones integrales para facilitar el diseño y la implementación del mismo.
- Escalabilidad.
- Confiabilidad, respaldo y garantía del fabricante.
- Costos moderados.

En base al estudio que se realizó en el cálculo de los parámetros mínimos que deberían tener los equipos, se deberían seleccionar para su uso.

4.13 Análisis de Costo

Uno de los pasos finales, y algunas veces el de mayor peso cuando se desarrolla un proyecto, es la determinación de costos. El logro de una buena ingeniería es, no solo el encontrar la mejor solución que cumpla todos los requerimientos técnicos, sino también el encontrar la solución económicamente óptima.

Se debe analizar los gastos operativos y capitalizables que se generan por la implementación y operación de un nuevo sitio; en particular, se realizará dicho análisis de costos para las opciones técnicamente viables.

Para el análisis de costos se debe definir claramente las diferencias entre costos capitalizables (CAPEX) y costos operativos (OPEX).

4.13.1 CAPEX (“Capital Expenditures”)

El monto asignado al CAPEX se usa para adquirir o mejorar recursos en un periodo, dichos recursos tienen una vida útil relativamente larga como son las propiedades o equipos. De estos recursos se espera tener beneficios a medio o largo plazo.

4.13.2 OPEX (“Operating Expenditures”)

Los Gastos operativos (OPEX) se dan por compras de género o servicios que se utilizan para la operación diaria de una empresa. Estos recursos generalmente se consumen en un periodo de tiempo muy corto. Son la cantidad que se paga por el mantenimiento del recurso adquirido con CAPEX o el costo de hacer negocio, excluyendo depreciación. Las ganancias totales se encuentran, luego de que estos gastos son deducidos.

4.14 Evaluación del desempeño de red diseñada

Una actividad primordial es la evaluación constante del desempeño de la red, se debe monitorear los indicadores de niveles de señal, capacidad y cobertura, en caso que no cumpla los requerimientos se deben reajustar los parámetros o ubicación de equipos para así tener un desempeño óptimo de la red.

CAPITULO V

ASPECTOS REGULATORIOS

Para la promoción del acceso universal en las zonas rurales se deben tomar medidas regulatorias para fomentar el desarrollo de las telecomunicaciones rurales:

- Política tarifaria y de interconexión.
- Neutralidad en tecnologías.
- Bandas de frecuencias especiales para zonas rurales.

5.1 Política Tarifaria y de Interconexión

La provisión de servicios rurales generalmente requerirá un tratamiento regulatorio distinto de aquél dado en la zona urbana.

- Los mayores costos de inversión, de Operación y Mantenimiento (en comparación con las áreas urbanas) implican tarifas mayores, deberían haber cargos de interconexión especiales que reduzcan impacto de tarifas.
- No se recomienda una regulación tarifaria específica sobre las tarifas rurales, pero si que cumplan con criterios determinados como equidad y libre competencia.
- Otra manera de reconocer los mayores costos de la provisión de servicios rurales es a través de regulación de interconexión mediante cargos más altos para llamadas urbanas entrantes (en algunos países usan las internacionales)

Según el Marco Normativo para la Promoción del Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Lugares de Preferente Interés Social del Perú en el artículo 22 indica que el establecimiento de cargos de interconexión asimétricos para Operadores Rurales, teniendo en cuenta principios de acceso universal y equidad, además se da inicio del procedimiento de fijación o revisión de tarifas para el servicio de telefonía fija en áreas rurales; en el artículo 23 indica que los operadores rurales contarán con información de las centrales para efectos de interconexión y en el artículo 24 indica la reducción del tiempo para la resolución del pedido de interconexión solicitada por un Operador Rural a un Operador de Telecomunicaciones.

5.2 Neutralidad de Tecnologías

Existe en el país una política importante, que las políticas de Acceso Universal sean neutrales respecto de la tecnología:

- Si la regulación permite el uso libre de tecnologías y el acceso a espectro, se puede tener como resultado una solución de menor costo.
- Este hecho puede incrementar el interés de operadores y promover el desarrollo de modelos de negocios.

El principio de Neutralidad Tecnológica intenta desvincular servicios de las tecnologías con que los mismos son prestados. Según el mismo, para evitar regular las tecnologías en sí, los servicios regulados deben serlo independientemente de las mismas. Ello se sustenta y armoniza con la evidencia de que las tecnologías están en permanente evolución, y en telecomunicaciones, la misma resulta especialmente veloz, y se fundamenta también en que la regulación debe favorecer la innovación de las tecnologías, por lo que caso de que se regulasen tecnologías la normatividad impediría el progreso natural de las mismas.

Según el Marco Normativo para la Promoción del Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Lugares de Preferente Interés Social del Perú, el MTC declara de manera manifiesta su total imparcialidad en el uso de tecnologías siempre que ellas se enmarquen en los estándares internacionales, esto está citado en el artículo 7.

5.3 Bandas de Frecuencia Especiales para Zonas Rurales

Para promover el ingreso de nuevos operadores de telecomunicaciones en zonas rurales se deben reducir costos y uno de ellos es la eliminación del pago por derecho del uso del espectro radioeléctrico.

5.3.1 Bandas de Frecuencia No Licenciadas

Según el PNAF, las bandas no licenciadas en Perú son:

- a) 2400 - 2483,5 MHz (Atribuidas a título secundario para servicios fijo y/o móvil, público y/o privado de telecomunicaciones).
- b) 5150 - 5250 MHz (Atribuidas a título secundario para servicios fijo y/o móvil, público y/o privado de telecomunicaciones para su uso en interiores).
- c) 5250 - 5350 MHz (Atribuidas a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles).

- d) 5470 -5725 MHz (Atribuidas a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles)
- e) 5725 - 5850 MHz (Atribuidas a título secundario para servicios fijo y/o móvil, público y/o privado de telecomunicaciones).

La normatividad que aplica en el Perú a las Bandas de Frecuencias no Licenciadas, definidas como aquellas que para sus uso están exentas del permiso de instalación, operación y asignación de espectro radioeléctrico, además de no estar afectadas al pago por concepto de canon por el uso de espectro radioeléctrico deberán sujetarse a la normatividad técnica especificada en la resolución ministerial 777 del 2005 del MTC.

Las condiciones técnicas de operación son:

- 1) Utilizar técnicas de transmisión o modulación digital que acepten la coexistencia entre sistemas.
- 2) La potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) en espacios abiertos para las bandas 2400-2483,5 MHz y 5725-2850 MHz no deberán exceder 36 dBm (4W), para la banda 5150-5250 MHz o podrá exceder los 23 dBm (200mW) en espacios cerrados y para la banda 5250-5350 y 5470-5725 MHz en espacios abiertos no podrá exceder 30dBm (1W).
- 3) La potencia máxima de salida de un transmisor no deberá exceder 30 dBm (1W) en las bandas 2400-2483,5 y 5725-5850 MHz, y 24 dBm (250 mW) para las bandas 5250-5350 MHz y 5470-5725 MHz.
- 4) La ganancia máxima de la antena expresada en dBi máxima será: De 9 dBi en la banda 2400-2483,5 MHz y en la banda 5470-5725 MHz; De 12 dBi en la banda 5725-5850 MHz; De 6 dBi en la banda 5250-5350 MHz.
- 5) Está prohibido el uso de amplificadores u otros dispositivos que alteren el PIRE.
- 6) En las bandas 5250-5350 MHz y 5450-5725 MHz los equipos deberán emplear un mecanismo de control de transmisión de potencia con capacidad para operar al menos 6 dBi por debajo del valor medio del PIRE. Además, un mecanismo de detección de radar de selección dinámica de frecuencia (el umbral de detección para equipos con una PIRE entre 200 mW y 1W es de -64 dBm).
- 7) En cuanto a las antenas para enlaces punto a multipunto, en espacios abiertos en zonas rurales o las denominadas de preferente interés social no hay restricciones de antenas. En espacios cerrados tampoco hay restricciones en el tipo de antenas. Las restricciones se aplican en zonas urbanas, donde deben ser antenas sectoriales con

un ancho de lóbulo de hasta 90 grados. No está permitido para servicio privado en zonas las zonas de la provincia de Lima y del Callao.

- 8) Modalidades de operación: están permitidos los despliegues punto a punto y punto a multipunto para servicios privados y públicos dentro de la norma técnica, excepto los despliegues privados punto a multipunto que no pueden usarse en zonas urbanas de Lima y Callao.
- 9) Condiciones de operación: Adoptar medidas para prevenir, reducir y eliminar interferencia. Aceptar interferencia de aplicaciones ICM y no causar interferencia a estas aplicaciones. No causar interferencia perjudicial a estaciones de servicio permitido, primario o secundario. Los servicios privados no pueden reclamar protección contra interferencia. Aceptar supervisión del MTC.
- 10) Homologación: Todos los equipos que operen en el territorio nacional deben tener el certificado correspondiente. Los equipos que transmitan en una potencia igual o menor a 10mW en antena (potencia efectiva irradiada) no requieren homologación.
- 11) En zonas rurales y de preferente interés social está permitida la operación de equipos en las bandas 2400 MHz-2483,5 MHz, 5250-5350 MHz, 5470-5725 MHz y 5725-5850 MHz con antenas de mayor PIRE al indicado en este norma. Es obligatorio el trámite de autorización, permiso o licencia, concesión, asignación correspondiente.

5.3.2 Bandas de Frecuencia para Zonas Rurales

El Estado esta promoviendo banda de frecuencia especiales para zonas rurales, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 049-2003-MTC - Resolución N° 085-2004-CD-OSIPTEL- se define, entre otras cosas, que el MTC establecerá bandas de frecuencia que no requieren de título habilitante para su uso en zonas rurales y lugares de preferente interés social, teniendo en cuenta las asignaciones realizadas a los operadores establecidos y que el MTC adoptará las medidas necesarias a efectos de establecer obligaciones de pago de derechos, tasas y canon reducidos para los operadores de servicios de telecomunicaciones en zonas rurales y lugares de preferente interés social .

De acuerdo con el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF), las bandas identificadas para la provisión exclusiva de servicios públicos de telecomunicaciones en áreas rurales y/o lugares de preferente interés social son: 256-270 MHz, 382-400 MHz, 450-452.5 MHz, 460-462.5 MHz, 846.5-849 MHz y 891.5-894 MHz; además hay otras bandas como la de 452.5-457.5 MHz, 462.5-467.5 MHz que también pueden usar operadores de telecomunicaciones rurales.

CAPITULO VI

ÁMBITOS DE APLICACIÓN

6.1 Nuevas aplicaciones en Zonas Rurales

Con la expansión de las telecomunicaciones rurales se pueden brindar aplicaciones que pueden servir para apoyar el desarrollo social, económico y cultural de la población rural y de preferente interés social, teniendo como soporte las tecnologías inalámbricas emergentes, ello se aplicaría en distintos rubros, lo cual se menciona a continuación:

- **Educación y cultura**

Educación secundaria a distancia, educación superior a distancia, videoconferencias, conexión con Internet.

- **Salud**

Tele-medicina, interconexión de centros de salud, acceso a bases de datos con información sobre enfermedades.

- **Telefonía rural**

Comunicación e interacción de las redes humanas, para el bienestar de las familias y las comunidades.

- **Centros comunitarios**

Banda ancha para los actuales y nuevos centros comunitarios de acceso a Internet, educación continua y educación a distancia.

- **Organismos Públicos Descentralizados**

Coordinación interinstitucional efectiva en todo el Estado para las prácticas de cultura preventiva y de atención en emergencias.

- **Intranet de gobierno**

En los diferentes niveles de gobierno, sus diferentes oficinas y dependencias, tales como trámites administrativos, kioscos de información, consultas en línea, etc.

- **Protección forestal**

Evitar la tala ilegal y mitigar incendios de forma oportuna mediante la videovigilancia.

- **Seguridad pública**

Videovigilancia, acceso en tiempo real a bases de datos policíacas, protección civil, alarmas, rastreo.

- **Promoción económica**

Mediante el acceso a Internet, generar oportunidades para las comunidades rurales con información de precios de productos y con la apertura a nuevos mercados comerciales.

6.1.1 Internet y Telefonía Rural.

Internet es la plataforma más usada para repartir aplicaciones multimedia en zonas rurales, hoy en día, una gran variedad de nuevas aplicaciones tales como e-mail, e-commerce, tele-educación, tele-salud y tele-medicina, entre otros, han hecho posible el acceso a servicios multimedia interactivos tan importantes como quizás aún mas importante que solo la conectividad por voz.

Para brindar la conexión de Internet y líneas telefónicas a las localidades rurales, se basan en la extensión de los servicios desde una localidad cercana que dispone de infraestructura para la prestación de servicios de comunicaciones, en caso no hubiera, tal como podría ocurrir en zonas alejadas de la selva peruana se podría brindar a una localidad rural un acceso satelital hacia los servicios de comunicaciones para solucionar dicho problema, dicha localidad se encargaría de brindarle extensión a las localidades aledañas rurales mediante conexión inalámbrica y a su vez estas localidades aledañas también servirían como punto de extensión para otras localidades rurales mediante enlaces inalámbricos repetidoras.



Fig. 6.1 Internet y Telefonía Rural [30]

6.1.2 VoIP y Videollamada entre Centros Comunitarios Rurales.

Ya que cada distrito o comunidad rural requiere de una mixtura diferente de comunicaciones de voz, texto, imágenes, video y audio para alcanzar de la mejor forma sus necesidades, con nuevas tecnologías inalámbricas que brindan una mayor velocidad de acceso son capaces soportar el rango más amplio posible de servicios y/o aplicaciones y diferentes niveles de ancho de banda a un costo razonable, entre ellas una aplicación que serviría para el desarrollo de las localidades rurales es la interconexión inalámbrica de los centros comunitarios rurales para comunicación VoIP y Videollamada, para ello se requeriría de una central telefónica y uno de los que presentan mayores prestaciones y además presenta bajo costo implementarlo es una PBX con Asterisk y en los centros comunitarios se requerirían hardware teléfonos que soporten VoIP o programas "softphone" que manejan VoIP instaladas en una computadora.

Entre los protocolos usados por Asterisk están SIP (Session Initiation Protocol) e IAX2 (Inter-Asterisk Exchange versión 2). IAX2 es utilizado por Asterisk para manejar conexiones VoIP entre servidores Asterisk y entre servidores y clientes que también utilizan protocolo IAX2. El principal objetivo de IAX2 ha sido minimizar el ancho de banda utilizado en la transmisión de voz y vídeo a través de la red IP, con particular atención al control y a las llamadas de voz y proveyendo un soporte nativo para ser transparente a NAT a diferencia de SIP que no presenta un buen soporte para NAT. La estructura básica de IAX2 se fundamenta en la multiplexación de la señalización y del flujo de datos sobre un simple puerto UDP generalmente usado el 4569 entre dos sistemas.

Para la comunicación VoIP, Asterisk trabaja con diferentes códec de audio, entre ello se pueden mencionar G.711 ulaw (utilizado en EEUU) (64 Kbps), G.711 alaw (utilizado en Europa) (64 Kbps), G.729, GSM (13Kbps), iLBC (13.33/15.2Kbps), Speex - configurable 4-48kbps, entre otros; entre los que presentan un menor consumo de ancho de banda, aceptable calidad de voz y mejor manejo de retardo es iLBC "Internet Low Bit rate Códec" que es un códec para voz apropiado para comunicaciones robustas sobre VoIP. Este códec está diseñado para ahorrar ancho de banda y resulta en un carga útil de 13.33 Kb/s usando tramas de 30 ms y en 15.20 Kb/s usando tramas de 20 ms. El códec es capaz de enfrentar la eventualidad de que se pierdan tramas, lo cual ocurre cuando se pierde la conexión o se retrasan los paquetes IP. El algoritmo iLBC, usa una codificación de predicción-lineal y bloques-independientes, este algoritmo tiene soporte para dos tamaños básicos de tramas: 20 ms a 15.2 Kb/s y 30 ms a 13.33 Kb/s.

Utilizando terminales especiales con soporte de Video como el equipo GrandStream GXV3000, o clientes por software, es posible añadir soporte de video a sus llamadas.



Fig. 6.2 Teléfono IP GrandStream GXV3000 [32]

El envío de video se realiza mediante unos códec especiales (ya incluidos en la instalación de Asterisk), estos códec (H263, H263+ y H264) permiten comprimir el video a fin de transportarlo sobre la red de datos sin consumir un exceso de recursos.

El GXV3000 de GrandStream dispone de conectores posteriores para conectarlo a un videoprojector o pantalla de grandes dimensiones a fin de poder realizar conferencias en sala, con una calidad excelente.

El coste de implementar una solución con soporte de video a las comunidades rurales es extremadamente reducido al usar Asterisk, se puede desplegar una solución con video que le permita economizar desplazamientos.

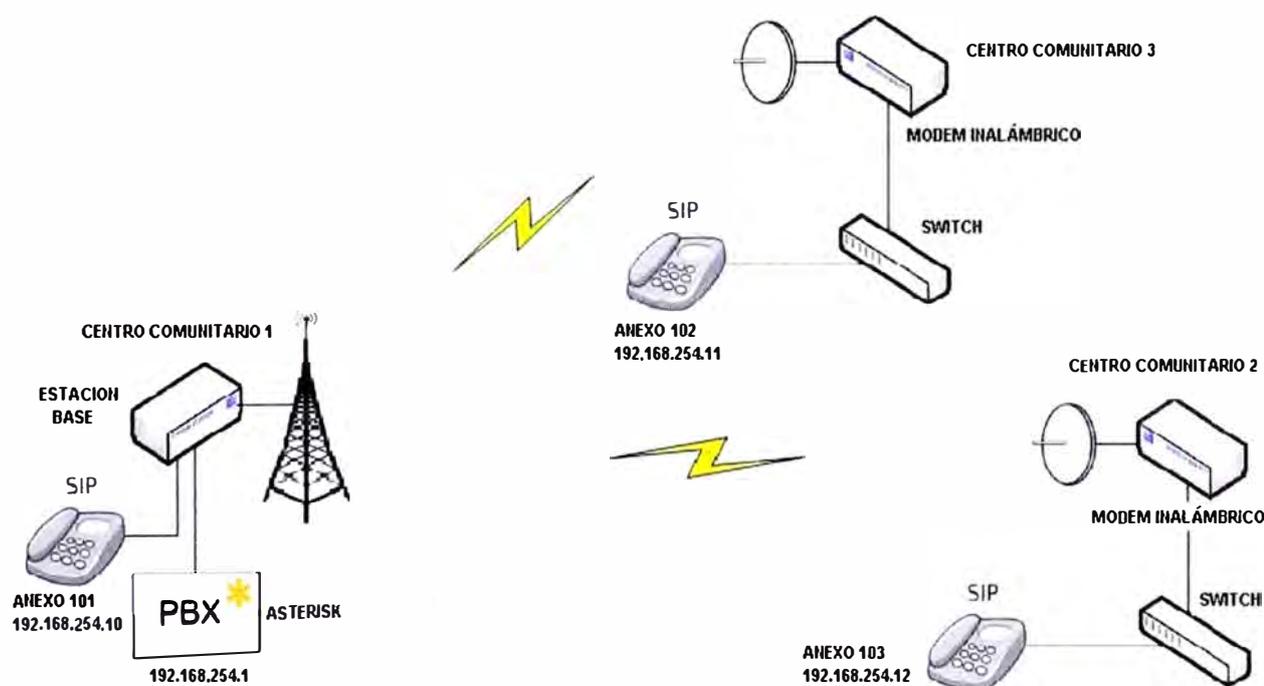


Fig. 6.3 VoIP y Videollamada entre Centros Comunitarios

Actualmente, es posible transmitir una conversación entre dos personas con un consumo de ancho de banda de tan solo 32 Kbits/seg (con una calidad reducida), consumo que puede crecer hasta 1 Mbit/seg para la calidad máxima. Actualmente Asterisk soporta actualmente conversaciones punto a punto, no conferencias de más de dos participantes, y el uso de buzones de voz con video.

6.2 Experiencias de Aplicación de Tecnología Inalámbrica Emergente en el País

6.2.1 Cooperativa comunitaria de telecomunicaciones: sistema de información agraria (SIA) en el valle de Chancay-Huaral, Lima

Se trata de una red iniciada y operada por la comunidad que conecta 14 telecentros en este fértil valle de 22.000 hectáreas al norte de Lima. La red sirve a los 6.000 agricultores miembros de la Junta de usuarios del Distrito de Riego de Chancay-Huaral que iniciaron y financiaron parcialmente el proyecto. Su propósito es de dar a estos agricultores acceso al mercado y a otra información como los precios actuales por sus proyectos, el precio de fertilizantes y otros “aportes”, las previsiones del tiempo, las leyes y regulaciones actuales sobre el sector agrícola, y otra información relevante como las actividades de la Junta. Además, la red proporciona acceso al Internet a los 18.000 niños escolares, profesores y administradores de las 64 escuelas del valle.

Todos los enlaces están basados en equipos para interiores que cumplen con el estándar 802.11b y trabajan en la frecuencia de 2.4 GHz, adaptados para trabajar en ambientes exteriores y protegidos contra la humedad con cajas a prueba de lluvias Nema 4. La potencia de transmisión que usan los radios es de 100 y 200 mW, y las antenas utilizadas son de 24 dBi y 18 dBi.

Un enlace particular de la red es el que une a la Comisión de Regantes de Chancay Alto con la de Cuyo, en la que, usando los mismos equipos 802.11b y agregando convertidores de frecuencia, se trabaja con 900 MHz a fin de aminorar la pérdida en el espacio libre que en este caso era considerable debido a la distancia de 18.9 km y a la línea de vista parcialmente obstruida.

El costo de capital, incluidos las 62 computadoras instaladas en los 14 telecentros y la red de telecomunicaciones fue de 166.000 US\$. El proyecto recibió además fondos de FITEL, el fondo de acceso universal, y del Ministerio de Agricultura.

Hasta ahora, los beneficios económicos y sociales han sido el aumento de la eficacia de la comunidad agricultora a través del acceso a información actual sobre cosechas, precios de aportes como fertilizantes y semillas, y precios actuales del mercado en Lima para sus productos, y el acceso al Internet en las escuelas del valle.

DIAGRAMA DE RED WIRELESS HUARAL

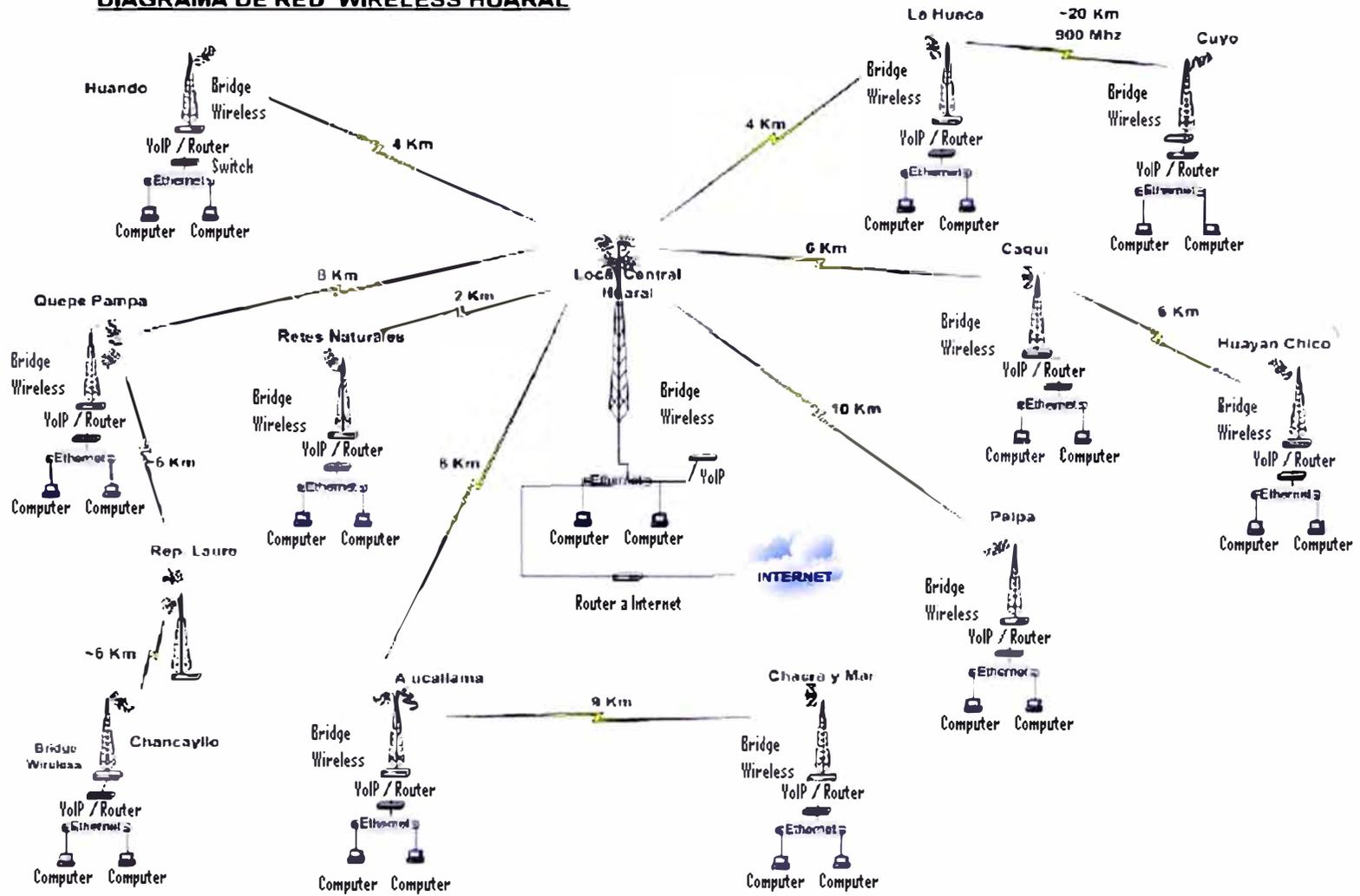


Fig. 6.4 Diagrama de Red Inalámbrica en Huaral [1]

6.2.2 El proyecto piloto Televías en la provincia Huarochirí, Lima

Empresa regional de telecomunicaciones iniciada y operada en forma privada, es uno de los más innovadores proyectos diseñados para expandir la red pública de telecomunicaciones en la provincia montañosa de Huarochirí, Perú, al este de Lima, en zonas de muy bajos ingresos. La provincia tiene 60.000 km², 60.000 habitantes, 4 valles con río, y cerros de hasta 5.000 metros. Su economía es mayormente agrícola, pero tiene también actividades mineras y de producción de electricidad.

El proyecto, oficialmente inaugurado el 21 de junio de 2006, rompe con el tradicional enfoque arriba hacia abajo de identificar e implementar proyectos subsidiados de acceso universal. Antes de su implementación, había 2.432 líneas fijas (o sea una penetración del 4,1 %) ubicadas en 7 de las 796 localidades, y 179 teléfonos públicos instalados en 40 de las 796 localidades. El servicio era considerado inadecuado y los operadores existentes no tenían incentivos para expandir y mejorar el limitado servicio que proveían. Las redes fijas y móvil de telefonía fueron construidas con la tecnología CDMA 2000 1x operando en la banda de 450 MHz para el fijo y 800 MHz para el móvil. Los servicios de teléfono público y de acceso al Internet ofrecidos por la nueva empresa, Televías Huarochirí, también se proveen por medio de esas redes.

El costo del sistema entero es de menos de 1.5 millón de US\$, de los cuales la quinta parte fue aportada por FITEC.

Una característica importante de este tipo de proyecto a escala regional y comunitaria es su capacidad de satisfacer las necesidades específicas de la población local. Otro beneficio de la nueva red es que, al igual que el proyecto Chancay-Huaral, ha acercado el mercado de Lima a los productores de lácteos y hortalizas del valle.

6.2.3 El proyecto Televías Puyhuan en el departamento de Junín

El proyecto es operativo desde noviembre del 2005, y es apoyado por USAID, el gobierno peruano, y Motorola y Cisco. La red de acceso local se compone de un sistema Pre-Wimax Canopy de acceso inalámbrico de banda ancha de Motorola que cubre un área de 160 km² alrededor de la localidad de Jauja, y provee acceso a potencialmente 16.000 habitantes de la región, cuya economía es principalmente basada en agricultura y cría de ganado.

Cada antena puede abarcar hasta 200 clientes en línea de visión directa (LOS) de su arco de 60° en un rango entre 3 y 8 kilómetros, dependiendo de la banda de frecuencia.

6.2.4 EHAS - Enlace hispanoamericano de Salud en el departamento de Cusco

En el marco del Programa @LIS - Alianza para la Sociedad de la Información -, ejecutado por el Programa de Cooperación de la Unión Europea, la Fundación EHAS - Enlace Hispano Americano de Salud -, culminó en Febrero de 2006 la implementación y puesta en marcha de una Red de Telecomunicaciones en la Región de Cusco, Perú. Esta red, concebida como una red piloto, nació con el objetivo de mejorar los procesos de atención de salud primaria de esta zona. El proyecto permitió la interconexión de 12 establecimientos de salud rurales, antes totalmente aislados entre sí tanto del Hospital Regional de Salud de Cusco y la Red de Salud Cusco Sur. La tecnología empleada en esta red ha sido Wi-Fi, adaptada para un escenario de distancias largas con enlaces de hasta 40km. Además, dadas las altas prestaciones obtenidas (6.5Mbps obtenidos en los enlaces de 40km), se ha instalado un sistema de telefonía sobre IP (VoIP) que permite la comunicación de voz gratuita entre todos los establecimientos y la interconexión de todos ellos con la red telefónica conmutada exterior.

Una vez puesta en marcha la red de comunicaciones se ha procedido a implementar servicios que, entre otros, permitan la formación remota del personal de salud, promuevan la mejora del sistema de vigilancia epidemiológica, y apoyen el sistema de referencia y contra-referencia de pacientes. De forma adicional, teniendo como base la infraestructura de la red y los servicios de comunicaciones brindadas, se está ejecutando en la actualidad un proyecto piloto de Telemedicina que permitirá evaluar la viabilidad técnica e institucional de la implementación de algunos servicios de telemedicina como estetoscopia, cardiología, dermatología y tele-consulta para primera y segunda opinión.

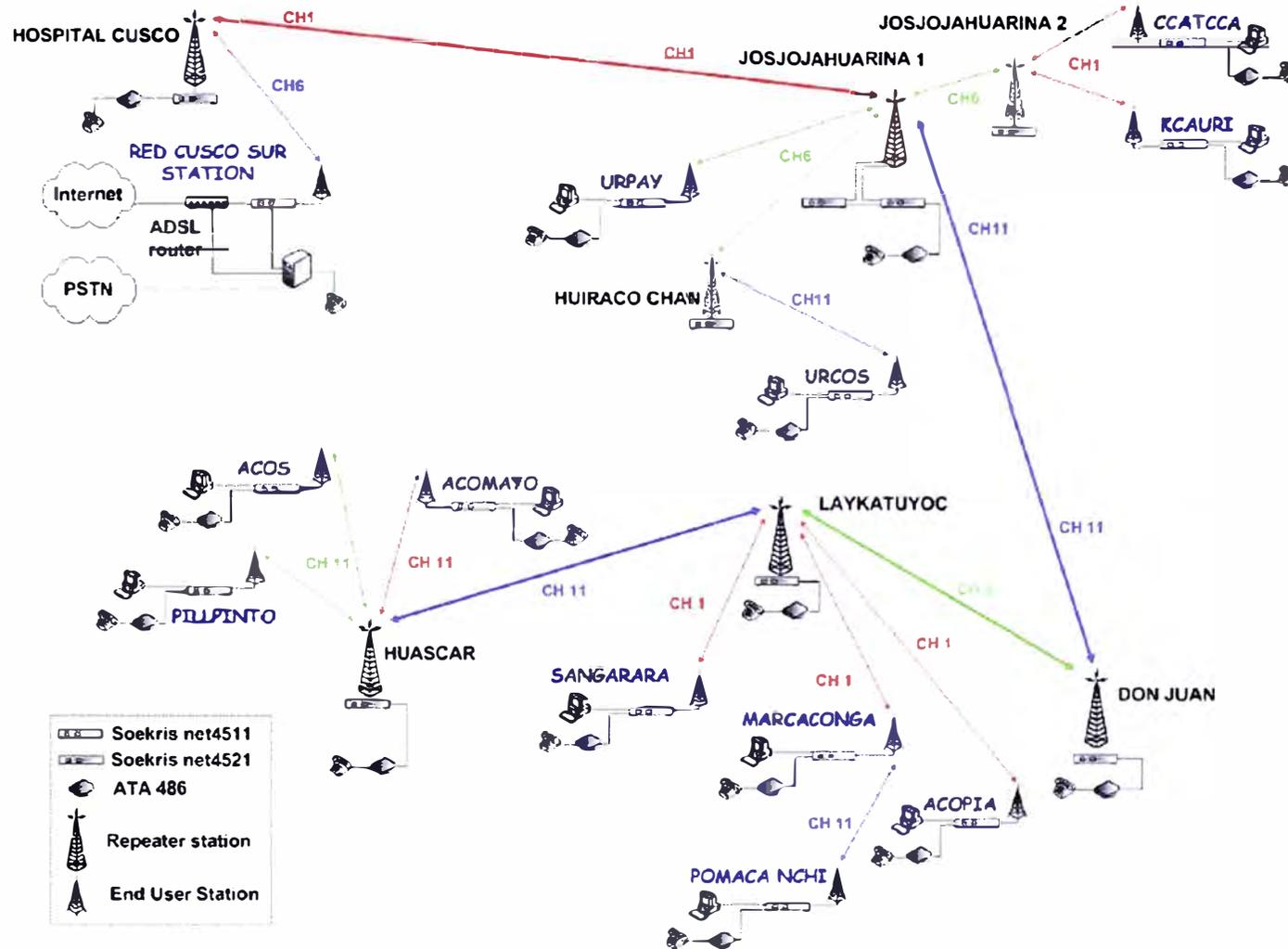


Fig. 6.5 Diagrama de Red Inalámbrica en Cusco [1]

6.2.5 El proyecto OLPC a nivel nacional

Se trata de un proyecto iniciado por el Estado en el primer semestre del 2008 que con el objetivo de brindar una mejor educación a los escolares de nivel primaria de preferencia en las zonas rurales del país ha obsequiado en la primera etapa 40000 Laptops Modelo XO para desarrollar mejores capacidades de aprendizaje, estas computadoras tienen integrada tecnología inalámbrica Wi-Fi con el estándar IEEE 802.11b/g y también con el primer borrador del estándar IEEE 802.11s, mediante esta tecnología IEEE 802.11s las Laptops de las Instituciones Educativas pueden integrarse en una red para poder realizar actividades educativas, elaboración de documentos en grupo, actividades de aprendizajes de grupo, entre otras.

Pero el Estado no solo quiere que ese aprendizaje se limite a su propia red escolar, sino que este a un mayor nivel de información, que es el acceso a la red de redes Internet, en el segundo semestre del 2008 el proyecto esta en la fase de brindarle dicho acceso, para ello van usar la tecnología Wi-Fi para el enlace de las laptops XO a un AP para de ahí conectarse a Internet, son 556 Instituciones Educativas a nivel nacional que van ser beneficiadas siendo la mayoría en zonas rurales.

Soy parte del equipo técnico para la elaboración del diseño de la red inalámbrica, para ello se ha tenido en consideración los requerimientos de cada institución educativa, ya que la cantidad de Laptops XO varia por Institución Educativa llegando hasta tener 222, para lo cual para brindar un mejor acceso a la red, se ha considerado hasta 5 APs que deberán ser distribuidas adecuadamente para que no tenga interferencia de canales en la frecuencia de 2.4 GHz (ver ANEXOS).



Fig. 6.6 Uso de Tecnología Wi-Fi en la Educación [26]

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. En muchos lugares de las zonas rurales del país, existen zonas desatendidas que carecen de recursos económicos para la implementación de servicios de telecomunicaciones, por lo que el desarrollo de proyectos de carácter social es el único medio por el cual estas zonas podrían acceder a este tipo de servicios, es necesario contar con el apoyo de organizaciones del gobierno o no gubernamentales que aporten económicamente para su realización.
2. El análisis de las diversas tecnologías inalámbricas emergentes, permiten tener una visión más amplia de las tecnologías existentes en el mercado; planteando así parámetros que se tomarán en cuenta para escoger la tecnología que mejor se acople a las necesidades de la población objetivo en zonas rurales.
3. Las diversas tecnologías inalámbricas emergentes, constituyen una alternativa para la extensión de servicios de telecomunicaciones en zonas rurales, ya que es muy importante que las personas que viven en estas zonas tengan acceso a comunicación moderna como Internet y evitar así la migración innecesaria de muchos de ellos a zonas urbanas, buscando un bienestar y progreso tecnológico que rara vez obtienen.
4. Las redes de banda ancha inalámbricas tienen la ventaja de que el costo de implementación es menor, debido al ahorro de la red de acceso cableada que es necesario en redes fijas. Si bien es cierto que la necesidad mayor inicial en zonas rurales seguirá siendo la de voz, estos sectores de la economía también necesitan acceso a mejores herramientas de trabajo que les proporcionan las redes inalámbricas de banda ancha.

5. Wi-Fi es un estándar que fue desarrollado principalmente para ser empleado en el diseño de una LAN inalámbrica, pero con algunas modificaciones puede cubrir una mayor cobertura.
6. La tecnología de WiMax basada en el estándar IEEE802.16-2004 mitiga los problemas que se presentan en condiciones NLOS utilizando varias técnicas tales como: OFDM, cuya forma de onda tiene la capacidad de manejar los efectos causados por las trayectorias múltiples gracias a la inserción de tiempos de guarda; subcanalización, que concentra la potencia de transmisión en pocas subportadoras OFDM incrementando la ganancia del sistema lo que permite tolerar las pérdidas generadas al atravesar obstáculos; antenas direccionales, que incrementan el margen de desvanecimiento debido a sus altas ganancias haciendo posible tolerar las pérdidas ocasionadas en los ambientes NLOS; modulación adaptiva, que ajusta el esquema de modulación de acuerdo a la calidad del enlace de modo que se mantiene la estabilidad del mismo; técnicas de corrección de errores, que permite tolerar una relación señal a ruido baja debido al uso de técnicas FEC y ARQ; control de potencia, que regula el nivel de potencia al que deben transmitir los CPEs de acuerdo a las condiciones del enlace y diversidad en transmisión y recepción, que también es una herramienta efectiva para superar los retos que impone la propagación NLOS.
7. La tecnología WiMax, fue creada principalmente para brindar servicios inalámbricos en la "última milla" y se puede usar para enlaces de acceso, MAN o incluso WAN. WiMax se destaca por su capacidad como tecnología portadora, sobre la que se puede transportar IP, TDM, T1/E1, ATM, Frame Relay y voz tradicional, lo que la hace perfectamente adecuada para operadores rurales de telecomunicaciones que se vean obligados a usar enlaces inalámbricos como parte de su red de transporte.
8. WiMAX transmite señales simultáneas de alta velocidad, divide el espectro en varias subportadoras, tiene alta eficiencia espectral y alta velocidad de transmisión, no requiere retransmisión de datos por lo que le hace muy superior al estándar IEEE802.11 conocido como Wi-Fi.
9. Con respecto a la cobertura WiMax ha desarrollado su tecnología para proporcionar cobertura LOS y NLOS, cobertura de larga distancia para enlaces

punto a punto hasta 50 Km. bajo condiciones de LOS y celdas con radio de hasta 20 Km. para enlaces punto a multipunto; y las tecnologías CDMA450 y Flash-OFDM presentan coberturas de hasta 50 KM. en enlaces punto a multipunto.

10. Con respecto a los métodos de duplexación la tecnología WiMAX contempla los dos métodos de duplexación: FDD y TDD, con lo que ayuda a situaciones variadas de asignación de bloques de frecuencia (dos bandas, solo una banda, etc.). La canalización es muy flexible, desde 1.25 MHz hasta 20 MHz, permitiendo acomodar el espectro disponible de cada operador concreto; en cambio las otras tecnologías inalámbricas como CDMA450 Rev. A y Flash-OFDM tiene un canal fijo a 1.25 MHz con el método de duplexación FDD.
11. La combinación de las tecnologías WiMAX y Wi-Fi constituye una solución conveniente para interconectar hotspot Wi-Fi. La combinación de ambas tecnologías se aplica en el caso de las localidades que no tienen línea de vista directa con la estación base WiMAX, en las cuales se utilizará una estación repetidora Wi-Fi para dar cobertura a dicha localidad, esta red inalámbrica ofrece gran alcance, gran capacidad de ancho de banda y costos convenientes en comparación a otras soluciones como los enlaces satelitales.
12. Debido a que trabajan en frecuencias de operación bajas de UHF, la tecnología CDMA 450 y Flash-OFDM presenta una propagación de la señal con menos pérdidas ofreciendo un mayor alcance de cobertura, teniendo una mayor importancia en las zonas rurales ya que la señal se propaga en condiciones geográficas adversas.
13. El propósito de las tecnologías 3G como CDMA450 consiste en superar las limitaciones técnicas de las tecnologías de generaciones anteriores. La tercera generación esta caracterizada por la convergencia de la voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos.
14. Para poder dimensionar correctamente la capacidad del sistema de transmisión a diseñarse, es necesario determinar las necesidades de servicio telefónico e Internet en la zona de estudio. Como cualquier otro servicio público, un sistema de telecomunicaciones tiene que atender una demanda de servicio fluctuante que solo se puede predecir con un grado limitado de exactitud, mediante estimaciones y proyección adecuadas. El crecimiento y consolidación de las aplicaciones

basadas en Internet es imparable, siendo la voz la que mayor auge está experimentado.

15. Al diseñar la red inalámbrica se deberá tomar como base la prevision de la demanda, ya que esta deberá ser capaz de soportar el tráfico de voz y datos que se generará a futuro, sin necesidad de aumentar la infraestructura existente.
16. La red de transporte, la red de acceso, los equipos de usuario son caros de instalar, operar y mantener, por lo que deben ser eficientemente utilizados. Un sobredimensionamiento de la red reducirá, las ganancias o provocará pérdidas a la empresa sin mejorar sensiblemente la calidad del servicio. Por el contrario, el subdimensionamiento repercute en un servicio ineficiente y de muy baja calidad.
17. Para el cálculo del ancho de banda de voz y puesto que en el futuro solo se trabajará con VoIP, es necesario escoger el codec de voz adecuado; así, cuanto más es el nivel de compresión, menor es la calidad de voz, por lo que habrá que llegar a una solución de compromiso que brinde una mayor calidad de voz y un ancho de banda relativamente bajo.
18. El utilizar tecnología NLOS permite reducir gastos de instalación debido a que los CPEs se los puede instalar en cualquier lugar, de esta manera se alivia la dificultad de ubicar los CPEs en un lugar adecuado. La tecnología también reduce la necesidad de inspeccionar el sitio para la instalación.
19. Realizar un estudio para plantear una estimación de demanda para un nuevo servicio en zonas rurales en las cuales no existe ningún estudio previo es una tarea compleja debido a que no es posible predecir con exactitud el comportamiento de un mercado desconocido.
20. Se debe realizar un estudio de campo ya que permite tener un conocimiento más real de las condiciones de la zona, en lo que corresponde a aspectos climáticos, topografía del terreno, acceso vial, suministro de energía, infraestructura disponible y ubicación geográfica de los puntos de la red, lo que hace posible realizar una evaluación de la factibilidad del diseño preliminar, y en base a éste decidir la configuración definitiva de la red. Además permite tener una documentación de todos los sitios dentro de la población objetivo.

21. En el diseño de una red inalámbrica es muy importante realizar un plan de frecuencias para optimizar el uso del espectro radioeléctrico, ya que es un recurso limitado.
22. La implementación de una red inalámbrica con tecnologías WiMax, CDMA 450 y Flash-OFDM son económicamente más rentable y barata, pues para una misma área de cobertura comparada a otras tecnologías, se necesitaría un número bastante alto de estaciones bases, la implementación de cableado estructurado para cada estación base y un tiempo considerable para la ejecución total del proyecto, factores que con estas tecnologías inalámbricas emergentes son mínimos.

RECOMENDACIONES

1. Actualizar y redefinir las políticas de acceso universal y establecer nuevas metas, como la disminución de la distancia objetivo que FITEL establece actualmente en 5 Km. y abarcar más localidades rurales con acceso a las telecomunicaciones.
2. Para zonas rurales de bajos recursos económicos se deben realizar proyectos de telecomunicaciones de carácter social con el apoyo económico de organizaciones gubernamentales o no gubernamentales.
3. Con toda tecnología emergente y nueva en el mercado, se deben comprender numerosos factores de la misma para asegurar una implementación exitosa, se deben conocer aspectos específicos relacionados con el desempeño.
4. En el Perú, la política de apertura del mercado de telecomunicaciones a la libre competencia, no ha provocado la diversificación de la oferta de telecomunicaciones básicas en zonas rurales, por lo que es necesario promover el ingreso efectivo al mercado de nuevos operadores de telecomunicaciones, para permitir la oferta de servicios y tecnologías innovadoras, mejorar la calidad del servicio y la reducción de los precios que los usuarios pagan por ellos, asegurando así su libertad de elección.

5. Los gobiernos locales, deberían adoptar políticas sobre sistemas que se beneficien de economías de escala y que permitan al final, un bajo costo al usuario en la adquisición del CPE e incentivar la implementación de redes con cobertura nacional y no de redes puntuales.
6. El uso de la tecnología Wi-Fi es la mejor opción si las necesidades de cobertura es baja o como complemento a las tecnologías que brindan gran alcance.
7. El uso de la tecnología WiMax es la mejor opción en cuanto a ancho de banda, capacidad de usuarios, optimización del espectro y costos, ya que permite alcanzar velocidades de hasta 70Mbps, operación en ambientes con LOS y NLOS, la utilización de diferentes perfiles de transmisión para cada usuario de acuerdo a sus necesidades, QoS diferenciado, privacidad, seguridad y flexibilidad en anchos de canal.
8. El uso de las tecnologías CDMA450 y Flash-OFDM son la mejor opción en cuanto a mayor alcance de cobertura, debido a que trabaja en frecuencias bajas y en la propagación de la señal sufre menos pérdidas y también cuando se requiera movilidad.
9. El desempeño de la red estará directamente relacionado con la distancia entre la estación base y la unidad de suscriptor, por lo que se recomienda realizar pruebas a diferentes distancias de la estación base para conocer el desempeño de la red.
10. Al momento de realizar el diseño de una red inalámbrica, excepto en la tecnología CDMA es muy importante realizar un plan de reuso de frecuencias para optimizar el uso del espectro radioeléctrico, ya que es un recurso limitado.
11. Al momento de realizar el diseño de una red inalámbrica, en la tecnología CDMA450 ya que la capacidad esta en función de la interferencia y no del número de canales se deben dimensionar adecuadamente la capacidad de elementos de canal y portadoras tanto en el enlace hacia delante como en el enlace hacia atrás.
12. Con la finalidad de ofrecer un servicio de calidad en las zonas rurales, al momento de diseñar la red inalámbrica se recomienda un ancho de banda de 256 Kbps por usuario, ya que se considera una tasa aceptable para brindar servicios de Internet banda ancha, logrando satisfacer los requerimientos en general.

13. Para la implementación de la red, se debe tener muy en cuenta que los equipos sean certificados y que cumplan con las mejores características técnicas, garantizando así la interoperabilidad con otros fabricantes y logrando que el sistema sea escalable y adaptable de acuerdo a futuros requerimientos.
14. Un punto muy importante a considerar al momento de realizar un proyecto de telecomunicaciones, es el aspecto económico, se deben seleccionar equipos que se ajuste a las necesidades de la red y los costos más bajos posibles, por lo que se debería llamar a concursos a las diferentes empresas para que estas presenten sus propuestas, logrando así un ahorro para el operador rural de telecomunicación.
15. Para el desarrollo de cualquier red inalámbrica, es importante conocer y analizar las normas y reglamentos expuestas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, ya que en función de esto se podrá definir los requisitos que deberá cumplir la red inalámbrica para que pueda entrar en operación.
16. Es importante tomar en cuenta que se deben seguir las consideraciones y parámetros que intervienen en el diseño de una red inalámbrica para un óptimo desempeño y confiabilidad del sistema, verificando frecuencias de operación para evitar interferencias dentro del sistema y solapamiento de cobertura.
17. Los equipos que se recomienda implementar deberán estar homologados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Una adecuada configuración, instalación y mantenimiento de los mismos garantizarán el correcto funcionamiento de la red durante su tiempo de vida útil.
18. Cuando se selecciona equipos para la implementación de una red, se debe prestar atención a lo que realmente ofrecen los fabricantes, ya que algunos equipos no cumplen con los estándares y solamente son soluciones propietarias las mismas que no garantizan interoperabilidad con otros fabricantes. Así mismo es importante antes de adquirir equipos, realizar una prueba con éstos para comprobar su alcance y capacidad real, pues las características que los fabricantes ponen a disposición del cliente son para condiciones ideales que no corresponden a la realidad, por lo que en la mayoría de casos el desempeño real de un equipo es significativamente menor al ofrecido.

19. Se debe tener muy en cuenta que la falta de conocimiento de la gente en el uso y aplicación de herramientas tecnológicas, tales como el Internet, constituye una barrera que impide su crecimiento y masificación en zonas rurales, por tanto, es imprescindible que se ejecuten y desarrollen políticas que permitan que los habitantes de estas zonas, se capaciten en el uso de recursos tecnológicos.

ANEXO A

**INFORME DE RECONFIGURACIÓN DEL DISEÑO DE LA WLAN EN LAS II.EE
PARA PROYECTO OLPC (MINISTERIO DE EDUCACIÓN - DIRECCIÓN GENERAL
DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA - 14 de Julio del 2008)**

INFORME N° 30-2008- UI-DIT/DIGETE

A Ing. LUIS FELIPE RODRIGUEZ ALFARO
Dirección de Informática y Telecomunicaciones

ASUNTO Reconfiguración del diseño de la WLAN en las IIEE para Proyecto OLPC

FECHA San Borja, 14 de julio del 2008

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para informar sobre los cambios que se han realizado en el diseño de la red WLAN para el beneficio de las Instituciones Educativas (IIEE), donde se están distribuyendo las laptop XO del proyecto OLPC, estas mejoras esta directamente en los equipos de contingencia y en una solución independiente de los servidores XS y equipos para interconexión al Centro de datos de la DIGETE.

Las mejoras de este diseño se encuentra en el cambio del primer nivel de instalación del AP, esta será cambiado por un equipo wireless router (wrouter) con la misma capacidad en las especificaciones técnicas del TIPO 02 de Access Point, pero con capacidad de router y switch a la vez, además, reducirá la cantidad de switches a implementarse en las IIEE reduciendo los puntos de falla de la implementación.

Otra característica importante de este diseño de red WLAN, será una solución independiente con las siguientes etapas del proyecto OLPC como la Interconexión al Centro de Datos para brindar Internet y del servidor XS; con esta nueva solución, el equipos wrouter brindara la capa 3 necesaria para el ruteo de la LAN hacia un servicio de Internet, además nos dará el servicio de DHCP y NAT (traslación de dirección IP privadas a publicas).

VENTAJAS DE LA NUEVA PROPUESTA TÉCNICA

- Contingencia del servicio DHCP que brinda el servidor
- Contingencia de puerta de enlace a Internet brindado por el servidor
- Reducción de costo de implementación de switch en el nivel 01
- Capacidad de crecimiento de interconexión a la LAN de las PC por RJ45

Esta nueva configuración del diseño de los equipos lograra que más IIEE accedan al servicio de red de la DIGETE. Además, se reducirá los costos de implementación y equipos, es por eso, que es necesario que se deje sin efecto las anteriores especificaciones técnicas para su adquisición emitida con el informe N° 0237-2008/ME/VMGP/DIGETE/DIT, con SISTRA N° 31098, sobre el asunto "ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SWITCHES E INALAMBRICOS PARA EL PROYECTO OLPC".

Asimismo; es necesario indicar que los cambios a realizados hacen referente a los switches y a los AP tipo 02 a wireless router, sin perjudicar la performance de la WLAN y del análisis previo de evaluación emitido con el INFORME N° 10-

2008- UI-DIT/DIGETE, cuadro de requerimiento de equipos para las 556 Instituciones Educativas beneficiadas con algún tipo de energía eléctrica:

Item	Descripción	Cantidad
01	Wireless Router	557
02	AP POE	507
03	Switches 8ptos 10/100	372

Por lo tanto; se debe informar a la unidad de abastecimiento que este requerimiento con sus respectivas especificaciones técnicas, reemplazan a los requerimientos con SISTRA N° 31098, se adjunta cuadro de distribución de los equipos de comunicación a las Instituciones Educativas.



José Páez Martínez
Analista del Networking
DIT-DIGETE



Erick Wilber García Velásquez
Encargado de la Unidad de Informática
DIT-DIGETE

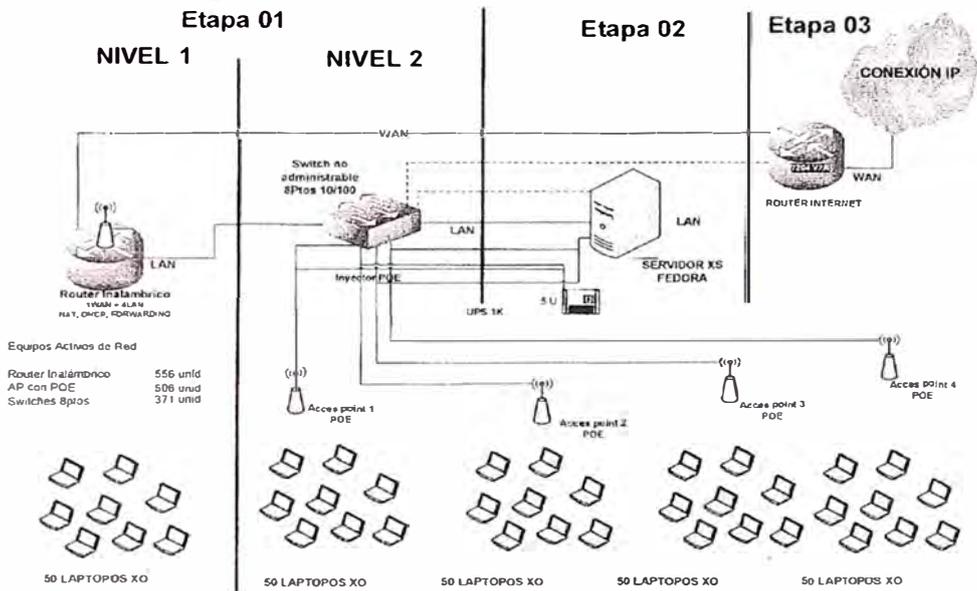


Luis Díaz Patiño
Analista en Telecomunicaciones
DIT-DIGETE



Roddy Guillen Olivares
Analista de la Unidad de Operaciones

SOLUCION WIRELESS LAN PROYECTO OLPC XO



ANEXO B

**TERMINOS DE REFERENCIA PARA ADQUISICIÓN DE EQUIPAMIENTO DE RED
INALÁMBRICA DE DATOS A LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS (Julio del 2008)**

TERMINOS DE REFERENCIA PARA ADQUISICIÓN DE EQUIPAMIENTO DE RED INALAMBRICA DE DATOS A LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

OBJETIVO

La Dirección General de Tecnología Educativa, con el propósito de alinearse con los objetivos de la Institución en incrementar los niveles de calidad y equidad de los servicios del sector educación y en el mejoramiento de la infraestructura y equipamiento, incluidas las tecnologías de comunicación e información, la DIGETE propicia el ámbito de desarrollo de las tecnologías de información y comunicación como soporte del proceso de enseñanza – aprendizaje para el cumplimiento de los objetivos trazados.

Para ello, se requiere una red de datos de calidad para la transmisión de los servicios brindados por la DIGETE como Internet y contenidos educativos en las Instituciones Educativas (IE). Los equipos a adquirir (activos de red) deben interconectar laptop con acceso inalámbricos, con una solución mixta de switches, wireless - routers y access point.

ANTECEDENTE

El Ministerio de Educación, adquirió 40,000 unidades de Laptop, proyecto denominado una laptop por cada niño (OLPC), teniendo una interfase de red inalámbrica con la funcionalidad de interconectarse entre sí, y distribuidas en 569 IE a nivel nacional en zonas rurales.

Actualmente la DIGETE, brinda los servicios de Internet, FTP, FOROS, BLOG, VIDEO STREAMING, VPN, FILTRADO DE CONTENIDO, HOSTING y el PORTAL EDUCATIVO a las IE, llegando por diferentes medios como IP-VPN, INFOVIA, SATELITAL Y SPEEDY VPN.

Por lo que se requiere una solución inalámbrica que permita que los usuarios móviles y sin punto de red ingresen a los servicios de la DIGETE brindado desde la sede principal y poder acceder a los servicios mencionados en el párrafo anterior, manteniendo una red interna con una performance para la comunicación con el servidor de la IE, quien será el medio entre los servicios (PROXY). Esta solución de adquisición debe garantizar una adecuación tecnológica que esté alineada a los objetivos de la DIGETE.

ALCANCE

Los proveedores deberán suministrar equipos inalámbricos que deberán soportar el acceso por lo menos de 30 laptop XO concurrentes con cuyas características de estos equipos se encuentran especificadas en la página de Internet de OLPC (http://wiki.laptop.org/go/Especificacion_de_hardware), estos equipos serán probados en escenarios idénticos para el acceso al servidor XS instalado en las Instituciones Educativas, los factores necesarios para las pruebas son: Protocolo de prueba, laptop XO y servidor XS brindado por la DIGETE y el switch, wireless route y access point será brindado por el proveedor, este a su vez tendrá la facilidad de usar herramientas para su instalación de la solución propuesta de acuerdo a las especificaciones técnicas requeridas como mínima.

PREMISAS PARA INSTALACION DE EQUIPO DE COMUNICACIÓN

1. La IIEE, que tenga algún tipo de energía eléctrica, se instalara la solución de red inalámbrica
2. Se instalara un Switch si el numero de equipos activos de red es mayor o igual que 2
3. Si la Institución Educativa, se le asignad un servidor, se le asignara también los AP
4. Si la IIEE, sobre pasa las 50 XO, se redondea al máximo superior en AP POE (redondear.max(cantidad/50))
5. Para las IIEEs que tienen menos de 50 laptop, se implementara un router wireless
6. Si el numero de AP es uno (01) no se instalara switches, de lo contrario si.
7. Todas las IIEE se instalara un router wireless, con la condición de algún tipo de energía eléctrica
8. SI las IIEE, supera los 50XO se instalara adicionalmente un AP con POE por cada 50XO
9. Se evaluara los equipos con concurrencia como mínimo 30 laptop XO

CUADRO DE REQUERIMIENTO DE EQUIPO

Descripción	Cantidad
Wireless Router	556 + 1 back _{up}
AP POE	506 + 1 back _{up}
Switches 8ptos 10/100	371 + 1 back _{up}

556 INSTITUCIONES EDUCATIVAS BENEFICIADAS DE 569

Descripción	Cantidad
Wireless Router	557
AP POE	507
Switches 8ptos 10/100	372

CONSIDERACIONES GENERALES

- Flexibilidad en la arquitectura propuesta a cambios tecnológicos futuros
- Facilidad de instalación y programación
- Performance del sistema inalámbrico con capacidad de conexión como mínimo de 54Mbps
- Cobertura del servicio inalámbrico por AP tendrá un radio como mínimo de 80mt, deberá ser permanente
- Los canales que operación de los equipos inalámbricos será 1, 6, y 11
- La solución deberá permitir puntos de acceso controlados de 40 XO o más.
- El numero de usuarios del sistema inalámbrico será de 200 o mas

ROUTER INALAMBRICO	
CARACTERISTICA	VALOR MINIMO SOLICITADO
Cantidad	557
Compatibilidad con normas	IEEE 802.11b , IEEE 802.11g
Chipset de AP	ATHEROS o CONEXANT o STAR SEMICONDUCTOR u otro que sea compatible con los equipos XO
Interfaz	4 puertos Fast Ethernet LAN + 1 puerto WAN Ethernet /Fast Ethernet 1 puerto Wi-Fi 80211 b/g
Tasa de transferencia	802.11g : 54, 48, 36, 24, 18, 12 y 9 Mbps 802.11b : 11, 5.5, 2 y 1 Mbps u otras velocidades
Funcionalidad	Extendida conectividad para múltiples usuarios.
Aplicaciones	DHCP Server, forwarding de puertos TCP/UDP, NAT
Velocidad de datos	54Mbps (Wireless)
Banda de frecuencia	2.4 GHz
Potencia transmisión	14 DBm (mínimo)
Ganancia antena	Antena con 2dBi (mínimo); dipolo con ganancia, desmontable.
Alcance operativo	Exteriores: 100 mts (mlnimo)
Protocolo de red	TCP/IP
Temperatura de operación	0°C a 40°C
Humedad de operación	10% a 85 %
Leds	- Power, - LAN, 802 11b/g
Alimentación	Input : 220 V/60 Hz ó 110-240 V 50/60 Hz
Administración	Administración via interface web
Certificación	FCC Class B CE
Compatibilidad	Este equipo debe ser compatible para la conexión a las Laptops XO (Proyecto OLPC) , ver especificaciones técnicas en la siguiente dirección: http://wiki.laptop.org/go/Especificacion_de_hardware
Garantía	- 01 año, de requerirse se enviara el equipo inalámbrico defectuoso a la ciudad de Lima ó la que indique el proveedor para su cambio o reparación. - Esta garantía debe ser brindada exactamente por el fabricante de los equipos o por su representante debidamente autorizado y certificado. Para esto se debe incluir una carta de autorización o un certificado del fabricante indicándolo. - Carta del fabricante que el postor es distribuidor autorizado de la marca.
Capacitación	Deberá ser brindado por personal certificado por la marca ofrecida, con un total de 2 hora para 10 personas, con certificado de participación
Incluir	Manuales del usuario o guia de instalación

CONSIDERACIONES FINALES

- Estos equipos estarán destinadas para el acceso de las Laptop XO, permitiendo el acceso concurrente como mínimo de 30XO, antes de adquirir estos equipos se realizaran los protocolos de prueba, brindado por la DIGETE, calificando estos equipos quien obtenga mas concurrencias del mínimo solicitado.
- La entrega de estos equipos previa verificación del personal técnico de la Dirección General de Tecnologías Educativas (DIGETE), será en los almacenes del MED ubicados en Lima Metropolitana
- El plazo de entrega será de 30 días calendarios.

ACCESS POINT CON POE	
CARACTERISTICA	VALOR MINIMO SOLICITADO
Cantidad	507
Compatibilidad con normas	IEEE 802.11b , IEEE 802.11g IEEE 802.3af PoE
Chipset de AP	ATHEROS o CONEXANT o STAR SEMICONDUCTOR u otro que sea compatible con los equipos XO
Inyector POE	Para cada equipo. Adaptador para el otro extremo
Interfaz	Puerto 10/100 Base-Tx
Seguridad	MAC Address filtering, SSID Broadcast enable/disable
Tasa de transferencia	802.11g : 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps 802.11b : 11, 5.5, 2 y 1 Mbps u otras velocidades
Funcionalidad	Extendida conectividad para múltiples usuarios.
Velocidad de datos	54Mbps (Wireless)
Banda de frecuencia	2.4 GHz
Potencia transmisión	14 DBm (mínimo)
Ganancia antena	Dos (02) antenas dual dipolo, con 2dBi (mínimo) de ganancia Diversidad, desmontable.
Alcance operativo	Exteriores: 100 mts (mínimo)
Protocolo de red	TCP/IP
Temperatura de operación	0°C a 40°C
Humedad de operación	10% a 85 %
Leds	- Power, - LAN, 802.11b/g
Alimentación	PoE – debe incluir adaptador PoE para conexión al switch de la LAN, Input : 100 – 240V AC, 50 – 60 Hz
Administración	Administración via interface web DHCP Client
Certificación	FCC Class B, CE, Wi-Fi
Compatibilidad	Este equipo debe ser compatible para la conexión a las Laptops XO (Proyecto OLPC) , ver especificaciones técnicas en la siguiente dirección: http://wiki.laptop.org/go/Especificacion_de_hardware
Garantía	- 01 año, de requerirse se enviara el equipo inalámbrico defectuoso a la ciudad de Lima ó la que indique el proveedor para su cambio o reparación. - Esta garantía debe ser brindada exactamente por el fabricante de los equipos o por su representante debidamente autorizado y certificado. Para esto se debe incluir una carta de autorización o un certificado del fabricante indicándolo. - Carta del fabricante que el postor es distribuidor autorizado de la marca.
Capacitación	Deberá ser brindado por personal certificado por la marca ofrecida, con un total de 4 horas para 10 personas, con certificado de participación
Incluir	Manuales del usuario o guía de instalación

CONSIDERACIONES FINALES

- Estos equipos estarán destinadas para el acceso de las Laptop XO, permitiendo el acceso concurrente como mínimo de 30 XO, antes de adquirir estos equipos se realizaran los protocolos de prueba, brindado por la DIGETE, calificando estos equipos quien obtenga mas concurrencias del mínimo solicitado.
- La entrega de estos equipos previa verificación del personal técnico de la Dirección General de Tecnologías Educativas (DIGETE), será en los almacenes del MED ubicados en Lima Metropolitana.
- El plazo de entrega será de 30 días calendarios.

SWITCH NO ADMINISTRABLE DE 08 PUERTOS

CARACTERISTICA	VALOR MINIMO SOLICITADO
Cantidad	372
Número de Puertos	08 puertos
Tipo	Ethernet/ Fast Ethernet (10/100 BASE-TX) autosense
Transferencia	10/100 Mbps Full Duplex, autodetect
Tipo de Puertos	10/100 BASE-TX
Conectores	RJ – 45
Estándares soportados	IEEE 802.3 10Base-T Ethernet Repeater, IEEE 802u 100Base-TX class II Fast Ethernet repeater, ANSI/IEEE Std 802.3 auto negociación MDI/MDIX Cross Over en todos sus puertos
Leds Indicadores	Encendido, puertos mínimo
Protocolos Soportados	TCP/IP, mínimo
Fuente	220 V/60 Hz ó 110-240 V 50/60 Hz
Direcciones MAC soportadas	500
Certificación	CE, FCC
Seguridad	UL/CUL
Compatibilidad	Este equipo debe ser compatible para la conexión a las Laptops XO (Proyecto OLPC) , ver especificaciones técnicas en la siguiente dirección: http://wiki.laptop.org/go/Especificacion_de_hardware
Garantía	- 01 año, de requerirse se enviara el equipo defectuoso a la ciudad de Lima ó la que indique el proveedor para su cambio o reparación. - Esta garantía debe ser brindada exactamente por el fabricante de los equipos o por su representante debidamente autorizado y certificado. Para esto se debe incluir una carta de autorización o un certificado del fabricante indicándolo. - Carta del fabricante que el postor es distribuidor autorizado de la marca.
Temperatura de Operación	0°C a 40°C
Humedad	5% a 85% no condensada
Incluir	- Kit de Montaje o en pared y Manuales del usuario o guía de instalación.

CONSIDERACIONES FINALES

- Estos equipos estarán destinadas para el acceso de las Laptop XO, permitiendo el acceso concurrente como mínimo de 30 XO por wireless router, antes de adquirir estos equipos se realizaran los protocolos de prueba, brindado por la DIGETE.
- La entrega de estos equipos previa verificación del personal técnico de la Dirección General de Tecnologías Educativas (DIGETE), será en los almacenes del MED ubicados en Lima Metropolitana.
- El plazo de entrega será de 30 días calendarios.

ANEXO C

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC (Julio del 2008)

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

N°	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DIRECCIÓN / LOCALIDAD	N° de Laptops	Energia electrica	Tiene AP 1=SI 0=NO	AP Cantidad 50xo	Wireless Router AP	AP con POE	Canales de Operación Wi-Fi
1	AMAZONAS	CHACHAPOYAS	CHILIQVIN	10	si tiene	1	1	1		1
2	AMAZONAS	CHACHAPOYAS	OLLEROS	19	si tiene	1	1	1		1
3	AMAZONAS	CHACHAPOYAS	GARCILAZO DE LA VEGA	19	si tiene	1	1	1		1
4	AMAZONAS	LUYA	SAN JUAN DE LOPECANCHA	27	si tiene	1	1	1		1
5	AMAZONAS	CHACHAPOYAS	VITUYA	32	si tiene	1	1	1		1
6	AMAZONAS	CHACHAPOYAS	SIMON BOLIVAR	58	si tiene	1	2	1	1	1,6
7	AMAZONAS	CHACHAPOYAS	SANTO DOMINGO	88	si tiene	1	2	1	1	1,6
8	AMAZONAS	CHACHAPOYAS	PROGRESO	49	si tiene	1	1	1		1
9	AMAZONAS	CHACHAPOYAS	QUINJALCA	34	si tiene	1	1	1		1
10	AMAZONAS	CHACHAPOYAS	PIPUS	33	si tiene	1	1	1		1
11	AMAZONAS	BAGUA	TUTUMBEROS	51	si tiene	1	2	1	1	1,6
12	AMAZONAS	BONGARA	AMARGURA	35	si tiene	1	1	1		1
13	AMAZONAS	BONGARA	CHURUJA	44	si tiene	1	1	1		1
14	AMAZONAS	BONGARA	SAN FRANCISCO	63	si tiene	1	2	1	1	1,6
15	AMAZONAS	LUYA	COCABAMBA	57	si tiene	1	2	1	1	1,6
16	AMAZONAS	LUYA	SUCRE	52	si tiene	1	2	1	1	1,6
17	AMAZONAS	LUYA	ORTIZ ARRIETA	78	si tiene	1	2	1	1	1,6
18	AMAZONAS	LUYA	AMAZONAS	72	si tiene	1	2	1	1	1,6
19	AMAZONAS	LUYA	PROVIDENCIA	52	si tiene	1	2	1	1	1,6
20	AMAZONAS	LUYA	YESO HUERTO	89	si tiene	1	2	1	1	1,6
21	AMAZONAS	LUYA	28 DE JULIO	69	si tiene	1	2	1	1	1,6
22	AMAZONAS	LUYA	SANTA CATALINA	98	si tiene	1	2	1	1	1,6
23	AMAZONAS	RODRIGUEZ DE MENDOZA	SAN MARCOS	51	si tiene	1	2	1	1	1,6
24	AMAZONAS	UTCUBAMBA	ORTIZ ARRIETA	54	si tiene	1	2	1	1	1,6
25	AMAZONAS	UTCUBAMBA	RODRIGUEZ TAFUR	82	si tiene	1	2	1	1	1,6
26	AMAZONAS	UTCUBAMBA	YAMON	42	si tiene	1	1	1		1
27	AMAZONAS	UTCUBAMBA	EL PALTO	129	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
28	AMAZONAS	BONGARA	FERNANDO BELAUDE TERRY	72	si tiene	1	2	1	1	1,6
29	AMAZONAS	BAGUA	MESONES MURO	160	si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
30	AMAZONAS	BAGUA	IMACITA	202	si tiene	1	5	1	4	1,6,11,1,6

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

31	ANCASH	HUARAZ	COLCABAMBA	30	si tiene	1	1	1		1
32	ANCASH	BOLOGNESI	PARDO LEZAMETA	28	si tiene	1	1	1		1
33	ANCASH	CARHUAZ	CARHUAC	30	si tiene	1	1	1		1
34	ANCASH	CARHUAZ	LABORPAMPA	14	si tiene	1	1	1		1
35	ANCASH	CASMA	CALAVERA GRANDE	14	si tiene	1	1	1		1
36	ANCASH	CASMA	SAN ISAIAS - SECHIN BAJO	29	si tiene	1	1	1		1
37	ANCASH	CASMA	SECHIN ALTO	21	si tiene	1	1	1		1
38	ANCASH	YUNGAY	GARCILAZO DE LA VEGA	13	si tiene	1	1	1		y
39	ANCASH	HUARAZ	VILLA EL MIRADOR	88	si tiene	1	2	1	1	1,6
40	ANCASH	HUARAZ	YUPASH	34	si tiene	1	1	1		1
41	ANCASH	HUARAZ	QUITAFLORES	64	si tiene	1	2	1	1	1,6
42	ANCASH	HUARAZ	MIGUEL GRAU	105	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
43	ANCASH	HUARAZ	QUISHUAR	61	si tiene	1	2	1	1	1,6
44	ANCASH	CARLOS FERMIN FITZCARRALD	CHINCHO	70	si tiene	1	2	1	1	1,6
45	ANCASH	CASMA	SAN RAFAEL	44	si tiene	1	1	1		1
46	ANCASH	CASMA	CHOLOQUE	38	si tiene	1	1	1		1
47	ANCASH	CASMA	PANAMERICANA NORTE	90	si tiene	1	2	1	1	1,6
48	ANCASH	CORONGO	28 DE JULIO	75	si tiene	1	2	1	1	1,6
49	ANCASH	CORONGO	CAMINO REAL	69	si tiene	1	2	1	1	1,6
50	ANCASH	HUARI	HUAYTUNA	44	si tiene	1	1	1		1
51	ANCASH	HUAYLAS	PICHU	148	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
52	ANCASH	HUAYLAS	MIRAMAR	139	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
53	ANCASH	HUAYLAS	CONO SUR DE MARCA	130	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
54	ANCASH	HUAYLAS	HILDEBRANDO CASTRO	125	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
55	ANCASH	MARISCAL LUZURIAGA	PROGRESO	48	si tiene	1	1	1		1
56	ANCASH	OCROS	GONZALES PRADA	34	si tiene	1	1	1		1
57	ANCASH	OCROS	CHILCAS	40	si tiene	1	1	1		1
58	ANCASH	PALLASCA	TILACO	43	si tiene	1	1	1		1
59	ANCASH	SANTA	CEBADA COTO	37	si tiene	1	1	1		1
60	ANCASH	SANTA	LUPAHUARI	48	si tiene	1	1	1		1
61	ANCASH	SIHUAS	CHULLIN	53	si tiene	1	2	1	1	1,6
62	ANCASH	YUNGAY	CASCAPARA	135	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
63	ANCASH	YUNGAY	PARIACOLCA	88	si tiene	1	2	1	1	1,6

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

64	ANCASH	YUNGAY	YANARRANRA	76	si tiene	1	2	1	1	1,6
65	APURIMAC	GRAU	CANCO	10	si tiene	1	1	1		1
66	APURIMAC	GRAU	CAPILLAYOC	20	si tiene	1	1	1		1
67	APURIMAC	ANDAHUAYLAS	ALAMAEDA - ALAMEDA	104	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
68	APURIMAC	COTABAMBAS	ASACASI	142	Si tiene	1	3	1	2	1,6,11
69	APURIMAC	COTABAMBAS	COLCA	108	Si tiene	1	3	1	2	1,6,11
70	APURIMAC	COTABAMBAS	CHISCAHUAYLLA	62	Si tiene	1	2	1	1	1,6
71	APURIMAC	COTABAMBAS	HUANCUIRE	40	Si tiene	1	1	1		1
72	APURIMAC	COTABAMBAS	PAMPUTA	53	Si tiene	1	2	1	1	1,6
73	APURIMAC	COTABAMBAS	HUARAQUERAY	53	Si tiene	1	2	1	1	1,6
74	APURIMAC	GRAU	RATCAY	100	Si tiene	1	2	1	1	1,6
75	APURIMAC	GRAU	MOLLEPIÑA	67	si tiene	1	2	1	1	1,6
76	APURIMAC	GRAU	TAMBORACCAY	75	Si tiene	1	2	1	1	1,6
77	APURIMAC	GRAU	PALPACACHI	59	si tiene	1	2	1	1	1,6
78	APURIMAC	GRAU	PAMPAHUITE	103	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
79	APURIMAC	COTABAMBAS	VILCARO	175	Si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
80	AREQUIPA	CARAVELI	PLAZA DE ARMAS	14	si tiene	1	1	1		1
81	AREQUIPA	CASTILLA	PROLONGACION PROGRESO	12	si tiene	1	1	1		1
82	AREQUIPA	LA UNION	PLAZA PRINCIPAL	28	si tiene	1	1	1		1
83	AREQUIPA	LA UNION	28 DE JULIO	26	si tiene	1	1	1		1
84	AREQUIPA	CASTILLA	SANTIAGO HUACO	47	si tiene	1	1	1		1
85	AREQUIPA	ISLAY	30 DE AGOSTO	34	si tiene	1	1	1		1
86	AREQUIPA	LA UNION	PLAZA PRINCIPAL	65	si tiene	1	2	1	1	1,6
87	AREQUIPA	LA UNION	28 DE JULIO	77	si tiene	1	2	1	1	1,6
88	AREQUIPA	LA UNION	28 DE JULIO	43	si tiene	1	1	1		1
89	AREQUIPA	LA UNION	PROGRESO	55	si tiene	1	2	1	1	1,6
90	AREQUIPA	LA UNION	EL MORRO	71	si tiene	1	2	1	1	1,6
91	AYACUCHO	LA MAR	WANCHI	95	Grupo electrogeno	1	2	1	1	1,6
92	AYACUCHO	LA MAR	NUEVO PROGRESO	14	Energia Solar					
93	AYACUCHO	LA MAR	SAN AGUSTIN	39	Grupo electrogeno	1	1	1		1
94	AYACUCHO	LA MAR	PLAZA PRINCIPAL NINABAMBA	18	Energia Solar					
95	AYACUCHO	LA MAR	SOQOCHUPA	32	Energia Solar					
96	AYACUCHO	LA MAR	PLAZA PRINCIPAL	24	Energia Solar					

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

130	CAJAMARCA	JAEN	SANTA ROSA	30	si tiene	1	1	1		1
131	CAJAMARCA	SAN IGNACIO	NUEVO PARAISO	26	si tiene	1	1	1		1
132	CAJAMARCA	CAJAMARCA	LA ESPERANZA	39	Si tiene	1	1	1		1
133	CAJAMARCA	CAJAMARCA	HUARIGURO BAJO	46	Si tiene	1	1	1		1
134	CAJAMARCA	CAJAMARCA	SAN PABLO	133	Si tiene	1	3	1	2	1,6,11
135	CAJAMARCA	CAJAMARCA	MORCILLA ALTA	66	Si tiene	1	2	1	1	1,6
136	CAJAMARCA	CAJABAMBA	LA PAMPA	57	si tiene	1	2	1	1	1,6
137	CAJAMARCA	CELENDIN	MARAYPATA	90	si tiene	1	2	1	1	1,6
138	CAJAMARCA	CELENDIN	POYUNTE	118	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
139	CAJAMARCA	CELENDIN	LA HUAYLLA	90	si tiene	1	2	1	1	1,6
140	CAJAMARCA	CELENDIN	PILCO	73	si tiene	1	2	1	1	1,6
141	CAJAMARCA	CELENDIN	QUILLIMBASH	76	si tiene	1	2	1	1	1,6
142	CAJAMARCA	CELENDIN	CHUCLALAS	82	si tiene	1	2	1	1	1,6
143	CAJAMARCA	CELENDIN	CASHACONGA	48	si tiene	1	1	1		1
144	CAJAMARCA	CELENDIN	DOS DE MAYO	142	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
145	CAJAMARCA	CELENDIN	CHUMUCH	39	si tiene	1	1	1		1
146	CAJAMARCA	CELENDIN	YANACANCHA	74	si tiene	1	2	1	1	1,6
147	CAJAMARCA	CELENDIN	MITOPAMPA	52	si tiene	1	2	1	1	1,6
148	CAJAMARCA	CELENDIN	CHIMUCH	57	si tiene	1	2	1	1	1,6
149	CAJAMARCA	CELENDIN	SUCCHAPAMPA	112	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
150	CAJAMARCA	CELENDIN	AREQUIPA S/N	33	si tiene	1	1	1		1
151	CAJAMARCA	CELENDIN	HUANGASHANGA	150	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
152	CAJAMARCA	CELENDIN	MELENDEZ	49	si tiene	1	1	1		1
153	CAJAMARCA	CELENDIN	PALTARUME	51	si tiene	1	2	1	1	1,6
154	CAJAMARCA	CELENDIN	PAUCAPATA	37	si tiene	1	1	1		1
155	CAJAMARCA	CELENDIN	VISTA ALEGRE	72	si tiene	1	2	1	1	1,6
156	CAJAMARCA	CELENDIN	LAGUNAS	79	si tiene	1	2	1	1	1,6
157	CAJAMARCA	CELENDIN	SENDAMAL	82	si tiene	1	2	1	1	1,6
158	CAJAMARCA	CELENDIN	STA ROSA	137	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
159	CAJAMARCA	CELENDIN	COMERCIO	62	si tiene	1	2	1	1	1,6
160	CAJAMARCA	CELENDIN	MACASH	52	si tiene	1	2	1	1	1,6
161	CAJAMARCA	CELENDIN	BACON	84	si tiene	1	2	1	1	1,6
162	CAJAMARCA	CELENDIN	FRAYLECOCHA	73	si tiene	1	2	1	1	1,6

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

97	AYACUCHO	CANGALLO	PLAZA PRINCIPAL	147	Grupo electrógeno	1	3	1	2	1,6,11
98	AYACUCHO	LA MAR	PLAZA PRINCIPAL	126	Por Horas	1	3	1	2	1,6,11
99	AYACUCHO	LA MAR	PLAZA PRINCIPAL	22	si tiene	1	1	1		1
100	AYACUCHO	SUCRE	CHUSCHAMA	7	si tiene	1	1	1		1
101	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	MARISCAL SUCRE	30	si tiene	1	1	1		1
102	AYACUCHO	HUAMANGA	BORDE DE LA CARRETERA	53	si tiene	1	2	1	1	1,6
103	AYACUCHO	HUAMANGA	LOS CONDORES	80	si tiene	1	2	1	1	1,6
104	AYACUCHO	CANGALLO	PLAZA PRINCIPAL	62	si tiene	1	2	1	1	1,6
105	AYACUCHO	LA MAR	BORDE CARRETERA AL VALLE	77	si tiene	1	2	1	1	1,6
106	AYACUCHO	LA MAR	LLAUSA	50	si tiene	1	1	1		1
107	AYACUCHO	LA MAR	PLAZA PRINCIPAL	138	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
108	AYACUCHO	LA MAR	MAGNUPAMPA	63	si tiene	1	2	1	1	1,6
109	AYACUCHO	LA MAR	PLAZA PRINCIPAL MISQUIBAMABA	83	si tiene	1	2	1	1	1,6
110	AYACUCHO	LA MAR	PLAZA PRINCIPAL	46	si tiene	1	1	1		1
111	AYACUCHO	LA MAR	CARMEN PAMPA	42	si tiene	1	1	1		1
112	AYACUCHO	LA MAR	GLORIAPATA	91	si tiene	1	2	1	1	1,6
113	AYACUCHO	LUCANAS	PAMPAMARCA	38	si tiene	1	1	1		1
114	AYACUCHO	PAUCAR DEL SARA SARA	BRASIL	38	si tiene	1	1	1		1
115	AYACUCHO	PAUCAR DEL SARA SARA	TUPAC AMARU	39	si tiene	1	1	1		1
116	AYACUCHO	SUCRE	MARIA PARADO DE BELLIDO	65	si tiene	1	2	1	1	1,6
117	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	28 DE JULIO	72	si tiene	1	2	1	1	1,6
118	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	PLAZA PRINCIPAL	71	si tiene	1	2	1	1	1,6
119	AYACUCHO	LA MAR	MARINTARI	210	si tiene	1	5	1	4	1,6,11,1,6
120	CAJAMARCA	HUALGAYOC	QUINUA ALTA	99	Grupo electrógeno	1	2	1	1	1,6
121	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CARHUAQUERO	48	Grupo electrógeno	1	1	1		1
122	CAJAMARCA	CELENDIN	QUILLAMACHAY	51	Grupo electrógeno	1	2	1	1	1,6
123	CAJAMARCA	CELENDIN	LA FLORIDA	47	Grupo electrógeno	1	1	1		1
124	CAJAMARCA	SANTA CRUZ	MIRAVALLE	14	Energia Solar					
125	CAJAMARCA	CELENDIN	MALCAT	27	si tiene	1	1	1		1
126	CAJAMARCA	CELENDIN	JOSE OLAYA S/N	18	si tiene	1	1	1		1
127	CAJAMARCA	CELENDIN	LA LAGUNA	26	si tiene	1	1	1		1
128	CAJAMARCA	CUTERVO	PLAYA HERMOSA	28	si tiene	1	1	1		1
129	CAJAMARCA	CUTERVO	CALABOCILLO	18	si tiene	1	1	1		1

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

163	CAJAMARCA	CELENDIN	EL ALISO	65	si tiene	1	2	1	1	1,6
164	CAJAMARCA	CELENDIN	CONGA DEL GRANERO	40	si tiene	1	1	1		1
165	CAJAMARCA	CELENDIN	TABLACUCHO	65	si tiene	1	2	1	1	1,6
166	CAJAMARCA	CELENDIN	COCHAPAMPA	51	si tiene	1	2	1	1	1,6
167	CAJAMARCA	CELENDIN	MARCOPATA	47	si tiene	1	1	1		1
168	CAJAMARCA	CELENDIN	TANDAYOC	92	si tiene	1	2	1	1	1,6
169	CAJAMARCA	CELENDIN	EL FARO	50	si tiene	1	1	1		1
170	CAJAMARCA	CELENDIN	CONGA DE URQUIA	67	si tiene	1	2	1	1	1,6
171	CAJAMARCA	CELENDIN	LA QUINUILLA	35	si tiene	1	1	1		1
172	CAJAMARCA	CELENDIN	CALCONGA	95	si tiene	1	2	1	1	1,6
173	CAJAMARCA	CELENDIN	CRUZ CONGA	65	si tiene	1	2	1	1	1,6
174	CAJAMARCA	CHOTA	LA MERCED	59	si tiene	1	2	1	1	1,6
175	CAJAMARCA	CONTUMAZA	CAJAMARCA	76	si tiene	1	2	1	1	1,6
176	CAJAMARCA	CONTUMAZA	RICARDO PALMA	31	si tiene	1	1	1		1
177	CAJAMARCA	CONTUMAZA	EL MAESTRO	47	si tiene	1	1	1		1
178	CAJAMARCA	CONTUMAZA	EL SAPO	34	si tiene	1	1	1		1
179	CAJAMARCA	CUTERVO	YATUN	103	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
180	CAJAMARCA	CUTERVO	CALLAYUC	126	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
181	CAJAMARCA	CUTERVO	JAEN S/N	65	si tiene	1	2	1	1	1,6
182	CAJAMARCA	CUTERVO	SAN ANTONIO	73	si tiene	1	2	1	1	1,6
183	CAJAMARCA	HUALGAYOC	CHALAPAMPA ALTO	146	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
184	CAJAMARCA	HUALGAYOC	SAN ANTONIO ALTO	104	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
185	CAJAMARCA	HUALGAYOC	MAYGASBAMBA	114	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
186	CAJAMARCA	HUALGAYOC	COYUNDE GRANDE	99	si tiene	1	2	1	1	1,6
187	CAJAMARCA	JAEN	CRUCE DE CHAMAYA	85	si tiene	1	2	1	1	1,6
188	CAJAMARCA	JAEN	PLAYA AZUL	50	si tiene	1	1	1		1
189	CAJAMARCA	JAEN	MARINA LAMADRID	53	si tiene	1	2	1	1	1,6
190	CAJAMARCA	SAN IGNACIO	CORDILLERA ANDINA	120	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
191	CAJAMARCA	SAN IGNACIO	SAN ANTONIO	88	si tiene	1	2	1	1	1,6
192	CAJAMARCA	SAN IGNACIO	TABACONAS	148	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
193	CAJAMARCA	SAN MARCOS	COLPON	49	si tiene	1	1	1		1
194	CAJAMARCA	SAN MARCOS	LIMAPAMPA	34	si tiene	1	1	1		1

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

195	CAJAMARCA	SAN MARCOS	RICARDO PALMA	46	si tiene	1	1	1		1
196	CAJAMARCA	SAN MIGUEL	SAN GREGORIO	56	si tiene	1	2	1	1	1,6
197	CAJAMARCA	SAN PABLO	LIMA	36	si tiene	1	1	1		1
198	CAJAMARCA	SANTA CRUZ	CHIRICONGA	56	si tiene	1	2	1	1	1,6
199	CAJAMARCA	SANTA CRUZ	PRIMERO DE MAYO S/N	40	si tiene	1	1	1		1
200	CAJAMARCA	CELENDIN	PIZÓN	78	si tiene	1	2	1	1	1,6
201	CAJAMARCA	CELENDIN	NUEVA BELLA AURORA	71	si tiene	1	2	1	1	1,6
202	CAJAMARCA	CELENDIN	CAHUAYPAMPA	43	si tiene	1	1	1		1
203	CAJAMARCA	CELENDIN	EL CUMBE	84	si tiene	1	2	1	1	1,6
204	CAJAMARCA	CHOTA	CHECOPON	32	si tiene	1	1	1		1
205	CAJAMARCA	CELENDIN	CRUZ PAMPA	190	si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
206	CUSCO	CUSCO	CCORCCA AYLLU	18	si tiene	1	1	1		1
207	CUSCO	QUISPICANCHIS	PAROPUJIO	18	si tiene	1	1	1		1
208	CUSCO	CUSCO	HERMANOS AYAR	106	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
209	CUSCO	CUSCO	HUANCARO	101	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
210	CUSCO	ACOMAYO	SAN JUAN DE QUIHUARES	110	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
211	CUSCO	ANTA	PAUCCARCCOTO	70	si tiene	1	2	1	1	1,6
212	CUSCO	CALCA	PAMPACORRAL	100	si tiene	1	2	1	1	1,6
213	CUSCO	CALCA	VICHO	41	si tiene	1	1	1		1
214	CUSCO	CANAS	MACCA	46	si tiene	1	1	1		1
215	CUSCO	CANCHIS	CULLCUIRE	59	si tiene	1	2	1	1	1,6
216	CUSCO	CANCHIS	SILLY	46	si tiene	1	1	1		1
217	CUSCO	CHUMBIVILCA	SAYHUA	62	si tiene	1	2	1	1	1,6
218	CUSCO	LA CONVENCION	SHIVANKORENI	88	si tiene	1	2	1	1	1,6
219	CUSCO	PARURO	LLASPAY	124	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
220	CUSCO	PARURO	ARABITO	67	si tiene	1	2	1	1	1,6
221	CUSCO	PAUCARTAMBO	HUASCAC	80	si tiene	1	2	1	1	1,6
222	CUSCO	PAUCARTAMBO	TAUCAMARCA	51	si tiene	1	2	1	1	1,6
223	CUSCO	PAUCARTAMBO	SONCCO	98	si tiene	1	2	1	1	1,6
224	CUSCO	PAUCARTAMBO	SIPASCANCHA ALTA	130	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
225	CUSCO	PAUCARTAMBO	NINAMARCA	71	si tiene	1	2	1	1	1,6
226	CUSCO	PAUCARTAMBO	CCOTATOCLLA	82	si tiene	1	2	1	1	1,6
227	CUSCO	PAUCARTAMBO	PISCOHUATA	96	si tiene	1	2	1	1	1,6

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

228	CUSCO	PAUCARTAMBO	CHURO	108	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
229	CUSCO	PAUCARTAMBO	CANGALLE	52	si tiene	1	2	1	1	1,6
230	CUSCO	PAUCARTAMBO	HUAYLLAPATA	57	si tiene	1	2	1	1	1,6
231	CUSCO	QUISPICANCHIS	CCAPANA	92	si tiene	1	2	1	1	1,6
232	CUSCO	QUISPICANCHIS	ANDAYAJE	94	si tiene	1	2	1	1	1,6
233	CUSCO	QUISPICANCHIS	MOCCORAISE	95	si tiene	1	2	1	1	1,6
234	CUSCO	QUISPICANCHIS	YAUCAT	56	si tiene	1	2	1	1	1,6
235	CUSCO	QUISPICANCHIS	PAUCARPATA	75	si tiene	1	2	1	1	1,6
236	CUSCO	QUISPICANCHIS	CHIQUIS	49	si tiene	1	1	1		1
237	CUSCO	QUISPICANCHIS	JULLICUNCA	60	si tiene	1	2	1	1	1,6
238	CUSCO	QUISPICANCHIS	ANTISUYO	54	si tiene	1	2	1	1	1,6
239	CUSCO	QUISPICANCHIS	CHICHINA	151	si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
240	CUSCO	QUISPICANCHIS	LAURAMARCA	161	si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
241	HUANCAVELICA	TAYACAJA	PRINCIPAL	16	si tiene	1	1	1		1
242	HUANCAVELICA	HUANCAVELICA	PLAZA PRINCIPAL	60	si tiene	1	2	1	1	1,6
243	HUANCAVELICA	HUANCAVELICA	PLAZA PRINCIPAL	118	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
244	HUANCAVELICA	HUANCAVELICA	28 DE JULIO	73	si tiene	1	2	1	1	1,6
245	HUANCAVELICA	HUANCAVELICA	PLAZA PRINCIPAL	68	si tiene	1	2	1	1	1,6
246	HUANCAVELICA	HUANCAVELICA	SAN JUAN BAUTISTA	75	si tiene	1	2	1	1	1,6
247	HUANCAVELICA	ACOBAMBA	PLAZA PRINCIPAL	84	si tiene	1	2	1	1	1,6
248	HUANCAVELICA	CASTROVIRREYNA	LOS LIBERTADORES	65	si tiene	1	2	1	1	1,6
249	HUANCAVELICA	CASTROVIRREYNA	PLAZA PRINCIPAL	60	si tiene	1	2	1	1	1,6
250	HUANCAVELICA	CHURCAMP	ANTACALLA	125	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
251	HUANCAVELICA	CHURCAMP	SIMON BOLIVAR	67	si tiene	1	2	1	1	1,6
252	HUANCAVELICA	CHURCAMP	PLAZA PRINCIPAL	79	si tiene	1	2	1	1	1,6
253	HUANCAVELICA	CHURCAMP	CRUZ PAMPA	64	si tiene	1	2	1	1	1,6
254	HUANCAVELICA	CHURCAMP	28 DE JULIO	57	si tiene	1	2	1	1	1,6
255	HUANCAVELICA	HUAYTARA	PLAZA DE ARMAS	66	si tiene	1	2	1	1	1,6
256	HUANCAVELICA	HUAYTARA	PLAZA PRINCIPAL	31	si tiene	1	1	1		1
257	HUANCAVELICA	HUAYTARA	CORAZON DE JESUS	41	si tiene	1	1	1		1
258	HUANCAVELICA	HUAYTARA	PLAZA DE ARMAS	118	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
259	HUANCAVELICA	HUAYTARA	PLAZA PRINCIPAL	54	si tiene	1	2	1	1	1,6
260	HUANCAVELICA	HUAYTARA	CUSICANCHA	45	si tiene	1	1	1		1

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

261	HUANCAVELICA	HUAYTARA	DIVINO MAESTRO	108	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
262	HUANCAVELICA	HUAYTARA	SANTO DOMINGO DE CAPILLAS	71	si tiene	1	2	1	1	1,6
263	HUANCAVELICA	HUAYTARA	AYACUCHO	90	si tiene	1	2	1	1	1,6
264	HUANCAVELICA	TAYACAJA	ANDRES RAZURI	118	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
265	HUANCAVELICA	TAYACAJA	PLAZA PRINCIPAL	66	si tiene	1	2	1	1	1,6
266	HUANCAVELICA	TAYACAJA	PLAZA PRINCIPAL S/N	32	si tiene	1	1	1		1
267	HUANCAVELICA	TAYACAJA	PLAZA PRINCIPAL	56	si tiene	1	2	1	1	1,6
268	HUANCAVELICA	TAYACAJA	PLAZA PRINCIPAL	45	si tiene	1	1	1		1
269	HUANCAVELICA	TAYACAJA	SANTA CRUZ DE PUCAYACU	91	si tiene	1	2	1	1	1,6
270	HUANCAVELICA	CHURCAMP	COBRIZA-HUANCAYO	157	si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
271	HUANUCO	AMBO	PULPOL	18	Energia Solar					
272	HUANUCO	DOS DE MAYO	UCRUMARCA	134	Grupo electrógeno	1	3	1	2	1,6,11
273	HUANUCO	AMBO	PASCANA PLAZA PRINCIPAL	28	si tiene	1	1	1		1
274	HUANUCO	MARAÑON	GOCHACHILCA	29	Si tiene	1	1	1		1
275	HUANUCO	AMBO	MALPASO	15	si tiene	1	1	1		1
276	HUANUCO	HUANUCO	COLPA ALTA	67	si tiene	1	2	1	1	1,6
277	HUANUCO	HUANUCO	TULLCA	50	Si tiene	1	1	1		1
278	HUANUCO	HUANUCO	CHULLQUI	98	si tiene	1	2	1	1	1,6
279	HUANUCO	HUANUCO	CASCAY	42	si tiene	1	1	1		1
280	HUANUCO	HUANUCO	TAULLIGAN	145	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
281	HUANUCO	AMBO	COQUIN	100	si tiene	1	2	1	1	1,6
282	HUANUCO	AMBO	CHUCCHUC	122	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
283	HUANUCO	AMBO	YAPAC	104	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
284	HUANUCO	AMBO	SAN MIGUEL DE RANCAY	124	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
285	HUANUCO	AMBO	HUACCHACANCHA	41	si tiene	1	1	1		1
286	HUANUCO	AMBO	QUIRCAN	106	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
287	HUANUCO	AMBO	CHACOS	102	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
288	HUANUCO	AMBO	CORRALCANCHA	101	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
289	HUANUCO	AMBO	LAS PAMPAS	41	si tiene	1	1	1		1
290	HUANUCO	HUACAYBAMBA	CHICHIPON	65	Si tiene	1	2	1	1	1,6
291	HUANUCO	HUACAYBAMBA	JAMASCA	67	Si tiene	1	2	1	1	1,6

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

292	HUANUCO	HUACAYBAMBA	HUAUYASH	37	Si tiene	1	1	1		1
293	HUANUCO	HUACAYBAMBA	ALTO MARAÑON	95	Si tiene	1	2	1	1	1,6
294	HUANUCO	HUACAYBAMBA	SANTA ROSA DE PINRA	108	Si tiene	1	3	1	2	1,6,11
295	HUANUCO	HUACAYBAMBA	PACRAO	60	Si tiene	1	2	1	1	1,6
296	HUANUCO	LEONCIO PRADO	PENDENCIA	122	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
297	HUANUCO	LEONCIO PRADO	CUEVA DE LAS PAVAS	81	si tiene	1	2	1	1	1,6
298	HUANUCO	MARAÑON	PISO	97	Si tiene	1	2	1	1	1,6
299	HUANUCO	MARAÑON	ASAY	109	Si tiene	1	3	1	2	1,6,11
300	HUANUCO	MARAÑON	GOCHAJ	56	Si tiene	1	2	1	1	1,6
301	HUANUCO	MARAÑON	SAN CRISTOBAL	65	Si tiene	1	2	1	1	1,6
302	HUANUCO	LAURICOCHA	COSMA	105	Si tiene	1	3	1	2	1,6,11
303	HUANUCO	YAROWILCA	CHASQUI	72	si tiene	1	2	1	1	1,6
304	HUANUCO	HUANUCO	LOS JILGUEROS	144	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
305	HUANUCO	HUAMALIES	SANTA ROSA DE CHACRITA	32	si tiene	1	1	1		1
306	HUANUCO	PACHITEA	PUCAJAGA	163	Si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
307	ICA	CHINCHA	SAN JUAN DE YANAC	10	si tiene	1	1	1		1
308	ICA	CHINCHA	ALVA MAURTUA	73	si tiene	1	2	1	1	1,6
309	ICA	CHINCHA	PROGRESO	67	si tiene	1	2	1	1	1,6
310	ICA	CHINCHA	LISCAY	43	si tiene	1	1	1		1
311	ICA	NAZCA	COYUNGO	43	si tiene	1	1	1		1
312	ICA	PALPA	PAMPA BLANCA	38	si tiene	1	1	1		1
313	ICA	PISCO	LOS LIBERTADORES	90	si tiene	1	2	1	1	1,6
314	JUNIN	SATIPO	ALTO CUSHIVIANI	27	Energia Solar					
315	JUNIN	SATIPO	SOMONTONARI	27	Energia Solar					
316	JUNIN	HUANCAYO	ESTADIO LOLO FERNANDEZ	25	si tiene	1	1	1		1
317	JUNIN	CONCEPCION	PLAZA PRINCIPAL	22	si tiene	1	1	1		1
318	JUNIN	JUNIN	PRINCIPAL	22	si tiene	1	1	1		1
319	JUNIN	JUNIN	ESTADIO	29	si tiene	1	1	1		1
320	JUNIN	TARMA	CARRETERA PRINCIPAL	29	si tiene	1	1	1		1
321	JUNIN	YAULI	PLAZA PRINCIPAL S/N	18	si tiene	1	1	1		1
322	JUNIN	YAULI	PLAZA PRINCIPAL	10	si tiene	1	1	1		1
323	JUNIN	YAULI	HUAROCHIRI	29	si tiene	1	1	1		1
324	JUNIN	HUANCAYO	BARRIO CASABLANCA	40	si tiene	1	1	1		1

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

325	JUNIN	HUANCAYO	JIRON LIBERTAD	66	si tiene	1	2	1	1	1,6
326	JUNIN	HUANCAYO	PLAZA PRINCIPAL	66	si tiene	1	2	1	1	1,6
327	JUNIN	HUANCAYO	PLAZA PRINCIPAL	92	si tiene	1	2	1	1	1,6
328	JUNIN	HUANCAYO	PRINCIPAL	102	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
329	JUNIN	HUANCAYO	PRINCIPAL	47	si tiene	1	1	1		1
330	JUNIN	HUANCAYO	PLAZA PRINCIPAL	116	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
331	JUNIN	HUANCAYO	PLAZA PRINCIPAL	47	si tiene	1	1	1		1
332	JUNIN	HUANCAYO	JOSE OLAYA	74	si tiene	1	2	1	1	1,6
333	JUNIN	HUANCAYO	LA JUVENTUD	118	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
334	JUNIN	HUANCAYO	PLAZA PRINCIPAL	67	si tiene	1	2	1	1	1,6
335	JUNIN	HUANCAYO	ESTADIO	69	si tiene	1	2	1	1	1,6
336	JUNIN	CONCEPCION	PLAZA PRINCIPAL	58	si tiene	1	2	1	1	1,6
337	JUNIN	CONCEPCION	A SANTA ROSA DE OCOPA	89	si tiene	1	2	1	1	1,6
338	JUNIN	CHANCHAMAYO	CENTRAL - CHALHUAPUQUIO	79	si tiene	1	2	1	1	1,6
339	JUNIN	JAUJA	VIA EVITAMIENTO	65	si tiene	1	2	1	1	1,6
340	JUNIN	JAUJA	TOLEDO	84	si tiene	1	2	1	1	1,6
341	JUNIN	JAUJA	MONOBAMBA	76	si tiene	1	2	1	1	1,6
342	JUNIN	JAUJA	PLAZA PRINCIPAL	64	si tiene	1	2	1	1	1,6
343	JUNIN	SATIPO	PORTILLO ALTO	60	si tiene	1	2	1	1	1,6
344	JUNIN	SATIPO	STA. ROSA DE ALTO CHENI	49	si tiene	1	1	1		1
345	JUNIN	TARMA	MOROCANCHA	34	si tiene	1	1	1		1
346	JUNIN	TARMA	PRINCIPAL	53	si tiene	1	2	1	1	1,6
347	JUNIN	TARMA	JULIAN VADO Y HUARAS	63	si tiene	1	2	1	1	1,6
348	JUNIN	TARMA	CENTRAL PRINCIPAL	45	si tiene	1	1	1		1
349	JUNIN	YAULI	HACIENDA CORPACANCHA S/N	96	si tiene	1	2	1	1	1,6
350	JUNIN	CHUPACA	BELLAVISTA	46	si tiene	1	1	1		1
351	JUNIN	CHUPACA	PLAZA PRINCIPAL	74	si tiene	1	2	1	1	1,6
352	JUNIN	CHUPACA	CAMINO DE HERRADURA	41	si tiene	1	1	1		1
353	JUNIN	JUNIN	ALFONSO UGARTE	97	si tiene	1	2	1	1	1,6
354	LA LIBERTAD	CHEPEN	LAS AMERICAS	18	si tiene	1	1	1		1
355	LA LIBERTAD	OTUZCO	PROGRESO	19	si tiene	1	1	1		1
356	LA LIBERTAD	TRUJILLO	MZ D LT 15	86	si tiene	1	2	1	1	1,6
357	LA LIBERTAD	TRUJILLO	LAS PALMERAS MZ J LT 7	66	si tiene	1	2	1	1	1,6

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

358	LA LIBERTAD	TRUJILLO	MOCHAL	44	si tiene	1	1	1		1
359	LA LIBERTAD	TRUJILLO	CON CON	41	si tiene	1	1	1		1
360	LA LIBERTAD	TRUJILLO	DAVID OLIVERA	138	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
361	LA LIBERTAD	ASCOPE	28 DE JULIO	98	si tiene	1	2	1	1	1,6
362	LA LIBERTAD	CHEPEN	10 DE MARZO	94	si tiene	1	2	1	1	1,6
363	LA LIBERTAD	CHEPEN	CAIN	43	si tiene	1	1	1		1
364	LA LIBERTAD	OTUZCO	MERINO	91	si tiene	1	2	1	1	1,6
365	LA LIBERTAD	OTUZCO	BOLOGNESI	82	si tiene	1	2	1	1	1,6
366	LA LIBERTAD	OTUZCO	JOSE BALTA	86	si tiene	1	2	1	1	1,6
367	LA LIBERTAD	OTUZCO	NAMUCHUGO	54	si tiene	1	2	1	1	1,6
368	LA LIBERTAD	PACASMAYO	RAIMONDI	81	si tiene	1	2	1	1	1,6
369	LA LIBERTAD	PATAZ	MACANIA	85	si tiene	1	2	1	1	1,6
370	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	CHOQUIZONGUILLO	135	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
371	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	PACCHA GRANDE	39	si tiene	1	1	1		1
372	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	AHIJADERO	130	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
373	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	URAYACU	52	si tiene	1	2	1	1	1,6
374	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	MOLINO VIEJO	137	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
375	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	CORRALES	64	si tiene	1	2	1	1	1,6
376	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	SAN MIGUEL	77	si tiene	1	2	1	1	1,6
377	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	TAYANGA	119	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
378	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	TURUSHMALCA	59	si tiene	1	2	1	1	1,6
379	LA LIBERTAD	SANTIAGO DE CHUCO	PAMPAMARCA ALTA	59	si tiene	1	2	1	1	1,6
380	LA LIBERTAD	SANTIAGO DE CHUCO	ALFONSO UGARTE	71	si tiene	1	2	1	1	1,6
381	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	YANAC	165	si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
382	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	CHAQUILBAMBA	176	si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
383	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	SANAGORAN	157	si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
384	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	JUAN FANNING	41	si tiene	1	1	1		1
385	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	CASERIO VIRU	32	si tiene	1	1	1		1
386	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	TUPAC AMARU	92	si tiene	1	2	1	1	1,6
387	LAMBAYEQUE	FERREÑAFE	MOYAN	112	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
388	LAMBAYEQUE	FERREÑAFE	JANQUE	145	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
389	LAMBAYEQUE	FERREÑAFE	26 DE ABRIL	100	si tiene	1	2	1	1	1,6
390	LAMBAYEQUE	FERREÑAFE	TAMBO REAL	94	si tiene	1	2	1	1	1,6

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

391	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	136	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
392	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	LA VIÑA - JAYANCA	63	si tiene	1	2	1	1	1,6
393	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	EDUCACION	97	si tiene	1	2	1	1	1,6
394	LIMA	CANTA	PLAZA DE ARMAS	30	si tiene	1	1	1		1
395	LIMA	CANTA	ACOHACA	6	si tiene	1	1	1		1
396	LIMA	HUAROCHIRI	UNION	26	si tiene	1	1	1		1
397	LIMA	HUAROCHIRI	CENTRO CULTURAL	26	si tiene	1	1	1		1
398	LIMA	HUAURA	ULANCAY	25	si tiene	1	1	1		1
399	LIMA	CANTA		42	si tiene	1	1	1		1
400	LIMA	HUAROCHIRI	SANTA ROSA	89	si tiene	1	2	1	1	1,6
401	LIMA	HUAROCHIRI	HUANZA	43	si tiene	1	1	1		1
402	LIMA	HUAROCHIRI	PUNCO	77	si tiene	1	2	1	1	1,6
403	LIMA	HUAROCHIRI	CORPUS CRISTI	79	si tiene	1	2	1	1	1,6
404	LIMA	HUAROCHIRI	SANTA ROSA	91	si tiene	1	2	1	1	1,6
405	LIMA	HUAURA	NUEVA ESPERANZA	51	si tiene	1	2	1	1	1,6
406	LIMA	YAUYOS	VILLAFRANCA	39	si tiene	1	1	1		1
407	LIMA	YAUYOS	COMUNIDAD CHACRA	36	si tiene	1	1	1		1
408	LIMA	YAUYOS	20 ENERO	61	si tiene	1	2	1	1	1,6
409	LIMA	YAUYOS	PLAZA DE ARMAS	43	si tiene	1	1	1		1
410	LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RIO AMAZONAS	73	Grupo electrógeno	1	2	1	1	1,6
411	LORETO	MAYNAS	RIO OROZA	42	Grupo electrógeno	1	1	1		1
412	LORETO	ALTO AMAZONAS	RIO HUALLAGA-LAGO NARANJAL	52	Grupo electrógeno	1	2	1	1	1,6
413	LORETO	LORETO	RIO TIGRE	14	Energía Solar					
414	LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RIO AMAZONAS	19	Energía Solar					
415	LORETO	REQUENA	RIO UCAYALI	36	Grupo electrógeno	1	1	1		1
416	LORETO	MAYNAS	RIO AMAZONAS	23	Energía Solar					
417	LORETO	MAYNAS	QUEBRADA VAINILLA - RIO AMAZONAS	68	Por Horas	1	2	1	1	1,6
418	LORETO	MAYNAS	INDIANA / DAMAZO LABERGE	99	Por Horas	1	2	1	1	1,6
419	LORETO	MAYNAS	RIO NAPO	74	Por Horas	1	2	1	1	1,6
420	LORETO	DATEM DEL MARAÑON	ALTO PASTAZA	76	Por Horas	1	2	1	1	1,6
421	LORETO	REQUENA	RIO UCAYALI S/N	93	Por Horas	1	2	1	1	1,6
422	LORETO	REQUENA	RIO UCAYALI	57	Por Horas	1	2	1	1	1,6
423	LORETO	REQUENA	RIO UCAYALI	67	Por Horas	1	2	1	1	1,6

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

424	LORETO	REQUENA	RIO UCAYALI	70	Por Horas	1	2	1	1	1,6
425	LORETO	REQUENA	RIO PUINAHUA	83	Por Horas	1	2	1	1	1,6
426	LORETO	REQUENA	RIO PUINAHUA	53	Por Horas	1	2	1	1	1,6
427	LORETO	REQUENA	RIO PUINAHUA	48	Por Horas	1	1	1		1
428	LORETO	REQUENA	RIO UCAYALI	50	Por Horas	1	1	1		1
429	LORETO	REQUENA	RIO UCAYALI	55	Por Horas	1	2	1	1	1,6
430	LORETO	REQUENA	RIO UCAYALI	88	Por Horas	1	2	1	1	1,6
431	LORETO	REQUENA	RIO BLANCO	52	Por Horas	1	2	1	1	1,6
432	LORETO	UCAYALI	RIO UCAYALI	16	Por Horas	1	1	1		1
433	LORETO	UCAYALI	CANAL DEL PUINAHUA	34	Por Horas	1	1	1		1
434	LORETO	ALTO AMAZONAS	PABLO INGA S/N	145	Por Horas	1	3	1	2	1,6,11
435	LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RIO AMAZONAS	129	Por Horas	1	3	1	2	1,6,11
436	LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RIO AMAZONAS	107	Por Horas	1	3	1	2	1,6,11
437	LORETO	REQUENA	RIO UCAYALI	119	Por Horas	1	3	1	2	1,6,11
438	LORETO	REQUENA	RIO PUINAHUA	107	Por Horas	1	3	1	2	1,6,11
439	LORETO	REQUENA	RIO PUINAHUA	111	Por Horas	1	3	1	2	1,6,11
440	LORETO	REQUENA	RIO PUINAHUA	116	Por Horas	1	3	1	2	1,6,11
441	LORETO	REQUENA	RIO PUINAHUA	105	Por Horas	1	3	1	2	1,6,11
442	LORETO	UCAYALI	VARGAS GUERRA	109	Por Horas	1	3	1	2	1,6,11
443	LORETO	DATEM DEL MARAÑON	RAMON CASTILLA	107	Por Horas	1	3	1	2	1,6,11
444	LORETO	ALTO AMAZONAS	PROGRESO	222	Por Horas	1	5	1	4	1,6,11,1,6
445	LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RIO AMAZONAS	155	Por Horas	1	4	1	3	1,6,11,1
446	LORETO	REQUENA	RIO UCAYALI	151	Por Horas	1	4	1	3	1,6,11,1
447	LORETO	MAYNAS	SAN JOSE	72	si tiene	1	2	1	1	1,6
448	LORETO	MAYNAS	28 DE JULIO	43	si tiene	1	1	1		1
449	LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	CAÑO PALO SECO	97	si tiene	1	2	1	1	1,6
450	LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	SAN PABLO DE LORETO	95	si tiene	1	2	1	1	1,6
451	PASCO	DANIEL ALCIDES CARRION	UNTUPUQUIO	9	si tiene	1	1	1		1
452	PASCO	PASCO	HUAMBRAC	25	si tiene	1	1	1		1
453	PASCO	PASCO	MACHADO PAMPA	29	si tiene	1	1	1		1
454	PASCO	DANIEL ALCIDES CARRION	ISCAYCOCHA	24	si tiene	1	1	1		1
455	PASCO	PASCO	DANIEL ALCIDES CARRION	42	si tiene	1	1	1		1
456	PASCO	PASCO	ACO	58	si tiene	1	2	1	1	1,6

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

457	PASCO	PASCO	TAMBILLO	39	si tiene	1	1	1		1
458	PASCO	PASCO	CENTRO POBLADO	39	si tiene	1	1	1		1
459	PASCO	PASCO	HUARIACA	53	si tiene	1	2	1	1	1,6
460	PASCO	PASCO	ROSA PATA	46	si tiene	1	1	1		1
461	PASCO	PASCO	YURIMAGUAS	70	si tiene	1	2	1	1	1,6
462	PASCO	DANIEL ALCIDES CARRION	GORGORIN	32	si tiene	1	1	1		1
463	PASCO	DANIEL ALCIDES CARRION	TANGOR	55	si tiene	1	2	1	1	1,6
464	PASCO	DANIEL ALCIDES CARRION	SANTA ANA DE RAGAN	36	si tiene	1	1	1		1
465	PASCO	OXAPAMPA	MESAPATA	45	si tiene	1	1	1		1
466	PASCO	OXAPAMPA	ANDAHUAYLAS	106	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
467	PIURA	SULLANA	HORQUETAS	7	Energia Solar					
468	PIURA	HUANCABAMBA	EL ROSARIO	20	si tiene	1	1	1		1
469	PIURA	MORROPON	EL TONGO	14	si tiene	1	1	1		1
470	PIURA	PIURA	LIBERTAD	85	si tiene	1	2	1	1	1,6
471	PIURA	PIURA	BELGICA	80	si tiene	1	2	1	1	1,6
472	PIURA	PIURA	JUNIN	118	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
473	PIURA	PIURA	TACNA	93	si tiene	1	2	1	1	1,6
474	PIURA	PIURA	ATAHUALPA	117	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
475	PIURA	AYABACA	HUASIPE	58	si tiene	1	2	1	1	1,6
476	PIURA	AYABACA	COMUN	98	si tiene	1	2	1	1	1,6
477	PIURA	AYABACA	GERALDO	107	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
478	PIURA	AYABACA	CASERIO SILAHUA	107	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
479	PIURA	AYABACA	HUALAMBI	48	si tiene	1	1	1		1
480	PIURA	AYABACA	LAGUNAS DE SAN PABLO	119	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
481	PIURA	AYABACA	LA TINA	60	si tiene	1	2	1	1	1,6
482	PIURA	AYABACA	SANTA ROSA	84	si tiene	1	2	1	1	1,6
483	PIURA	HUANCABAMBA	YUMBE	108	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
484	PIURA	HUANCABAMBA	SAN ANTONIO	136	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
485	PIURA	HUANCABAMBA	PULUN	68	si tiene	1	2	1	1	1,6
486	PIURA	HUANCABAMBA	SALALA	124	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
487	PIURA	HUANCABAMBA	EL CARMEN	71	si tiene	1	2	1	1	1,6
488	PIURA	HUANCABAMBA	CONGOÑA	50	si tiene	1	1	1		1
489	PIURA	HUANCABAMBA	TIERRA BLANCA	94	si tiene	1	2	1	1	1,6

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

490	PIURA	HUANCABAMBA	PROGRESO	127	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
491	PIURA	HUANCABAMBA	INGANO GRANDE	76	si tiene	1	2	1	1	1,6
492	PIURA	HUANCABAMBA	EL LANCHE	109	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
493	PIURA	HUANCABAMBA	INGANO CHICO	120	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
494	PIURA	HUANCABAMBA	CASCAPAMPA	40	si tiene	1	1	1		1
495	PIURA	HUANCABAMBA	CUSMILAN	46	si tiene	1	1	1		1
496	PIURA	HUANCABAMBA	MITUPAMPA	86	si tiene	1	2	1	1	1,6
497	PIURA	HUANCABAMBA	NUEVO PORVENIR	44	si tiene	1	1	1		1
498	PIURA	MORROPON	VATE MANRIQUE	140	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
499	PIURA	MORROPON	PANECILLO	37	si tiene	1	1	1		1
500	PIURA	PAITA	JUNIN	65	si tiene	1	2	1	1	1,6
501	PIURA	PAITA	LOS ALMENDROS	65	si tiene	1	2	1	1	1,6
502	PIURA	SECHURA	BOLIVAR	158	si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
503	PUNO	CHUCUITO	ANCOHAQUI	29	si tiene	1	1	1		1
504	PUNO	EL COLLAO	PILCUYO	27	si tiene	1	1	1		1
505	PUNO	LAMPA	PUCACHUPA	7	si tiene	1	1	1		1
506	PUNO	SANDIA	CCOLLPANI	18	si tiene	1	1	1		1
507	PUNO	YUNGUYO	ISCAYA	24	si tiene	1	1	1		1
508	PUNO	PUNO	AMPARANI	63	si tiene	1	2	1	1	1,6
509	PUNO	PUNO	CUSINI	72	si tiene	1	2	1	1	1,6
510	PUNO	AZANGARO	SAENZ PEÑA	72	si tiene	1	2	1	1	1,6
511	PUNO	CARABAYA	IÑA	106	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
512	PUNO	CARABAYA	CCOPA	63	si tiene	1	2	1	1	1,6
513	PUNO	CARABAYA	BARRIO AZANGARO	89	si tiene	1	2	1	1	1,6
514	PUNO	CARABAYA	ITUATA	113	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
515	PUNO	CHUCUITO	JOSE CARLOS MARIATEGUI	64	si tiene	1	2	1	1	1,6
516	PUNO	CHUCUITO	BOLOGNESI	86	si tiene	1	2	1	1	1,6
517	PUNO	HUANCANE	JONSANI	42	si tiene	1	1	1		1
518	PUNO	HUANCANE	EL TRIUNFO	81	si tiene	1	2	1	1	1,6
519	PUNO	HUANCANE	SICTA	36	si tiene	1	1	1		1
520	PUNO	LAMPA	MUNICIPALIDAD	74	si tiene	1	2	1	1	1,6
521	PUNO	LAMPA	COLQUE	48	si tiene	1	1	1		1
522	PUNO	MELGAR	MARISCAL CASTILLA	125	si tiene	1	3	1	2	1,6,11

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

523	PUNO	MELGAR	TARAPACA	98	si tiene	1	2	1	1	1,6
524	PUNO	MELGAR	ECHENIQUE	139	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
525	PUNO	MOHO	HUANCACUCHO	57	si tiene	1	2	1	1	1,6
526	PUNO	MOHO	CUCURAYA	48	si tiene	1	1	1		1
527	PUNO	SAN ANTONIO DE PUTINA	SINA	102	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
528	PUNO	SANDIA	CHINTA	44	si tiene	1	1	1		1
529	PUNO	SANDIA	MORORIA	68	si tiene	1	2	1	1	1,6
530	PUNO	SANDIA	AMOYO	82	si tiene	1	2	1	1	1,6
531	PUNO	SANDIA	COJENE	78	si tiene	1	2	1	1	1,6
532	PUNO	SANDIA	SAYACA	82	si tiene	1	2	1	1	1,6
533	PUNO	SANDIA	PATAMBUCO	86	si tiene	1	2	1	1	1,6
534	PUNO	SANDIA	JARAHUAÑA	74	si tiene	1	2	1	1	1,6
535	PUNO	SANDIA	UNTUCA	110	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
536	PUNO	YUNGUYO	SAN JUAN DE TAHUACO	55	si tiene	1	2	1	1	1,6
537	PUNO	YUNGUYO	HEROES DEL PACIFICO	52	si tiene	1	2	1	1	1,6
538	PUNO	YUNGUYO	UNICACHI	46	si tiene	1	1	1		1
539	SAN MARTIN	EL DORADO	SAN PEDRO	20	Energia Solar					
540	SAN MARTIN	TOCACHE	TOCACHE - RIO ESPINO	16	si tiene	1	1	1		1
541	SAN MARTIN	TOCACHE	TOCACHE - SHUNTE	18	si tiene	1	1	1		1
542	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	BARRIO PROGRESO	73	si tiene	1	2	1	1	1,6
543	SAN MARTIN	BELLAVISTA	ABANCAY	45	si tiene	1	1	1		1
544	SAN MARTIN	BELLAVISTA	TUPAC AMARU	63	si tiene	1	2	1	1	1,6
545	SAN MARTIN	BELLAVISTA	JR TELGER LUNA	111	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
546	SAN MARTIN	EL DORADO	INCAICO	44	si tiene	1	1	1		1
547	SAN MARTIN	EL DORADO	VICTOR ANDRES BELAUNDE	73	si tiene	1	2	1	1	1,6
548	SAN MARTIN	EL DORADO	MARCIAL TUANAMA	120	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
549	SAN MARTIN	EL DORADO	JULIAN FASABI LABAJOS	36	si tiene	1	1	1		1
550	SAN MARTIN	HUALLAGA	JOSE OLAYA	102	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
551	SAN MARTIN	LAMAS	SAN MARTIN	89	si tiene	1	2	1	1	1,6
552	SAN MARTIN	LAMAS	SAN ROQUE DE CUMBAZA	109	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
553	SAN MARTIN	PICOTA	28 DE JULIO	147	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
554	SAN MARTIN	RIOJA	JUAN VELASCO ALVARADO	113	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
555	SAN MARTIN	SAN MARTIN	FRANCISCO PIZARRO	55	si tiene	1	2	1	1	1,6

DISEÑO PRELIMINAR DE WLAN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARA EL PROYECTO OLPC.

556	SAN MARTIN	SAN MARTIN	PUCAYACU	37	si tiene	1	1	1		1
557	SAN MARTIN	TOCACHE	FERNANDO BELAUNDE TERRY TOCACHE - JUANJUI	92	si tiene	1	2	1	1	1,6
558	SAN MARTIN	TOCACHE	ALFONSO UGARTE	91	si tiene	1	2	1	1	1,6
559	SAN MARTIN	TOCACHE	TOCACHE - CHALLUAYACU	90	si tiene	1	2	1	1	1,6
560	SAN MARTIN	TOCACHE	TOCACHE - METAL	32	si tiene	1	1	1		1
561	SAN MARTIN	PICOTA	SANTA ROSA	75	si tiene	1	2	1	1	1,6
562	SAN MARTIN	EL DORADO	NICANOR MURRIETA	102	si tiene	1	3	1	2	1,6,11
563	SAN MARTIN	TOCACHE	MARCELIANO ALVAREZ	195	si tiene	1	4	1	3	1,6,11,1
564	UCAYALI	ATALAYA	RIO ALTO UCAYALI-QDA.SAPANI	64	Grupo electrógeno	1	2	1	1	1,6
565	UCAYALI	ATALAYA	RIO URUBAMBA-MARGEN IZQUIERDO	55	Grupo electrógeno	1	2	1	1	1,6
566	UCAYALI	ATALAYA	RIO ALTO UCAYAL MARGEN DERECHA	37	Grupo electrógeno	1	1	1		1
567	UCAYALI	PADRE ABAD	RIO AGUAYTIA 5.3 HRAS RIO ABAJO	43	Grupo electrógeno	1	1	1		1
568	UCAYALI	CORONEL PORTILLO	FEDERICO BASADRE	56	si tiene	1	2	1	1	1,6
569	UCAYALI	CORONEL PORTILLO	A SAN PABLO DE TUSHMO KM 1.5	61	si tiene	1	2	1	1	1,6

556

1059

556

503

Descripción	Cantidad
Wireless Router	556
AP con POE	506

ANEXO D

NOMENCLATURA

NOMENCLATURA

2G	Segunda Generación
3G	Tercera Generación
3GPP	Asociación de Proyectos de Tercera de Generación
3GPP2	Asociación 2 de Proyectos de Tercera de Generación
4G	Cuarta Generación
AES	Estándar de Encriptación Avanzada
AM	Amplitud Modulada
AP	Punto de Acceso
ARQ	Solicitud de Repetición Automática
BER	Tasa de Error de Bit
BSC	Controlador Conmutado de Estación Base
BSS	Conjunto de Servicio Básico
BTS	Subsistema de Estación Base
CDMA	Acceso Múltiple por División de Códigos
CPE	Equipo en lado de usuario
CSMA/CD	Acceso Múltiple con Detección de Portadora con Detección de Colisión
dB	Decibeles
DES	Estándar de Encriptación de Datos
DHCP	Protocolo Dinámico de Configuración
DSL	Línea de Abonado Digital
DSSS	Espectro Disperso de Secuencia Directa
Eb/Nt	Relación Energía de bit sobre ruido
ENAH0	Encuesta Nacional de Hogares
ESS	Conjunto de Servicio Extendido
EV-DO	Evolución Data Optimizada
FCC	Comité Federal de Comunicaciones
FDD	Duplexación por división de frecuencia
FDM	Multiplexación en Frecuencia
FDMA	Acceso Múltiple por División de Frecuencia
FEC	Corrección de Error en adelante
FFT	Transformada Rápida de Fourier
FITEL	Fondo de Inversión en Telecomunicaciones
FLASH	Rápido acceso con baja latencia sin intermitencia en handoff
FM	Frecuencia Modulada
FSK	Modulación de Frecuencia Cambiante
GPRS	Servicio General de paquetes de radio
GPS	Sistema de Posición Global
GSM	Sistema Global para Comunicaciones Móviles
HOTSPOT	Área cubierta por uno o más Puntos de Acceso
IBSS	Conjunto de servicios básicos Independiente
ICM	Industrial, Científica y Médica
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IFFT	Transformada Rápida de Fourier Inversa
IMT-2000	Telecomunicaciones Móviles Internacional 2000
INEI	Instituto Nacional de Estadísticas e Informática
IP	Protocolo de Internet

Kbps	Kilo bits por segundo
LAN	Red de Área Local
LOS	Línea de Vista
MAC	Control de Acceso al Medio
MAN	Red de Área Metropolitana
Mbps	Mega bits por segundo
MCM	Modulación Multiportadora
MIMO	Múltiples Entradas, Múltiples Salidas
MRA	Ángulo de Máxima Respuesta
MSC	Central de Conmutación Móvil
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
NEMA	Estándares de Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de EE.UU
NLOS	Cerca de Línea de Vista
OFDM	Multiplexación División de Frecuencia Ortogonal
OFDMA	Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal
OLPC	Una Laptop por Niño
OSIPTEL	Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones
QoS	Calidad de Servicio
PDSN	Nodo de Servicios de Paquetes De Datos
PHY	Capa Física
PN	Pseudo-ruido
PNAF	Plan Nacional de Atribución de Frecuencias
POE	Energía sobre Ethernet
PSK	Modulación de Fase Cambiante
PSTN	Red de Telefonía
QAM	Modulación de Amplitud en Cuadratura
RADIUS	Sistema de Autenticación para Conexión a Servicios de Usuario
SNR	Relación Señal a Ruido
SOHO	Oficina Pequeña Oficina en Casa
SSID	Identificador de Grupo de Servicios Extendidos
TCP	Protocolo de Control de Transmisión
TDD	Duplexación por División de Tiempo
TDM	Multiplexación por División de Tiempo
TDMA	Acceso Múltiple por División de Tiempo
TIA-USA	Asociación de Industria de Telecomunicaciones en Estados Unidos
UDP	Protocolo de Datos de Usuario
UHF	Frecuencia Ultra Alta
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UNII	Infraestructura Nacional de la Información Sin Licencia
USAID	Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
VoIP	Voz sobre IP
VPN	Red Virtual Privada
WAN	Red de Área Amplia
WCDMA	Acceso múltiple por división de código de Banda Ancha
WDS	Sistema de Distribución Inalámbrico
WEP	Privacidad Equivalente con la Alambrada
WIMAX	Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas
WI-FI	Fidelidad Inalámbrica
WLAN	Red Inalámbrica de Área Local
WMAN	Red Inalámbrica de Área Metropolitana
W-OFDM	Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal de Banda Ancha
WPAN	Red Inalámbrica de Área Personal
WWAN	Red Inalámbrica de Área Amplia

BIBLIOGRAFÍA

1. Peter A. Stern, David N. Townsend, "Nuevos Modelos para el Acceso Universal de los Servicios de Telecomunicaciones en América Latina", REGULATEL, 2007.
2. Nathaly Rey, "Acceso Universal en Latinoamérica : Situación y Desafíos", UIT, 2006.
3. Germán Pérez Benítez, "Guía de Tecnologías de Conectividad para Acceso en Áreas Rurales", Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2007.
4. Vijay K. Garg, "Wireless Communications and Networking", Elsevier, 2007.
5. Hsiao-Hwa Chen, Mohsen Guizani, "Next Generation Wireless Systems and Networks", Wiley, 2006.
6. William C. Y. Lee, "Wireless & Cellular Telecommunications", McGraw Hill, 2006.
7. Andrea Goldsmith, "Wireless Communications", Cambridge University, 2005.
8. Paul Bedell, "Wireless Crash Course", McGraw Hill, 2005.
9. Rob Flickenger, Corinna Aichele, "Wireless Networking in the Developing World", Hacker Friendly LLC, 2007.
10. Cisco Networking Academy Program, "Fundamental of Wireless LANs", 2003.
11. Ph.D. Iván Bernal, "Comunicaciones Inalámbricas", Escuela Politécnica Nacional Quito, 2006.
12. José Manuel Cantera Fonseca, "Tecnologías de Comunicaciones Inalámbricas", Universidad de Valladolid - España, 2006.
13. Dr. Jordi Casademont, "Redes Inalámbricas", IV Cátedra de Telecomunicaciones PUCP-Perú, 2007.
14. Marlon Jardel, "Tecnologías Inalámbricas para Acceso Universal", Nortel, 2005.
15. Kevin Xia, "CDMA450 Services and Applications", ZTE Corporation-China, 2005.
16. Helka-Liina Määttänen, "WiMax", Helsinki University of Technology-Finlandia, 2005.
17. Helka-Liina Määttänen, "Flash-OFDM", Helsinki University of Technology-Finlandia, 2006.

18. Rajiv Laroia, "Flash-OFDM", Flarion Technologies, 2006.
19. Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, "Plan Nacional de Atribución de Frecuencias", 2008.
20. Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, "Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones", 2004.
21. Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, "Marco Normativo para la Promoción del Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Lugares de Preferente Interés Social del Perú", 2008.
22. Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, "Encuesta Nacional de Hogares-Primer Trimestre del 2008", Perú.
23. Apoyo Consultoría, "Organización y Financiamiento de proyectos de comunicación rural", Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005.
24. Publicaciones de CDMA Development Group: <http://www.cdg.org>
25. Publicaciones de MTC: <http://www.mtc.gob.pe>
26. Publicaciones de Ministerio de Educación: <http://www.minedu.gob.pe>
27. Publicaciones de OSIPTEL: <http://www.osiptel.gob.pe>
28. Publicaciones de FITEL: <http://www.fitel.gob.pe>
29. Publicaciones de Wimax Fórum: <http://www.wimaxforum.org/home>
30. Publicaciones de Netkrom Technologies: <http://www.netkrom.com>
31. SR Telecom, "Wimax Capacity White Paper", SR Telecom-Canada, 2005.
32. Publicaciones de equipos GrandStream: <http://www.grandstream.com>
33. Publicaciones de equipos inalámbricos Alvarion: <http://www.alvarion.com>