

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ESCUELA DE POSTGRADO



MODELO DE RED DE ACCESO PARA POBLADOS RURALES SIN SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN EL PERÚ

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR:

Luis Andrés Montes Bazalar

ASESOR:

Mg. Patricia Díaz Ubillús

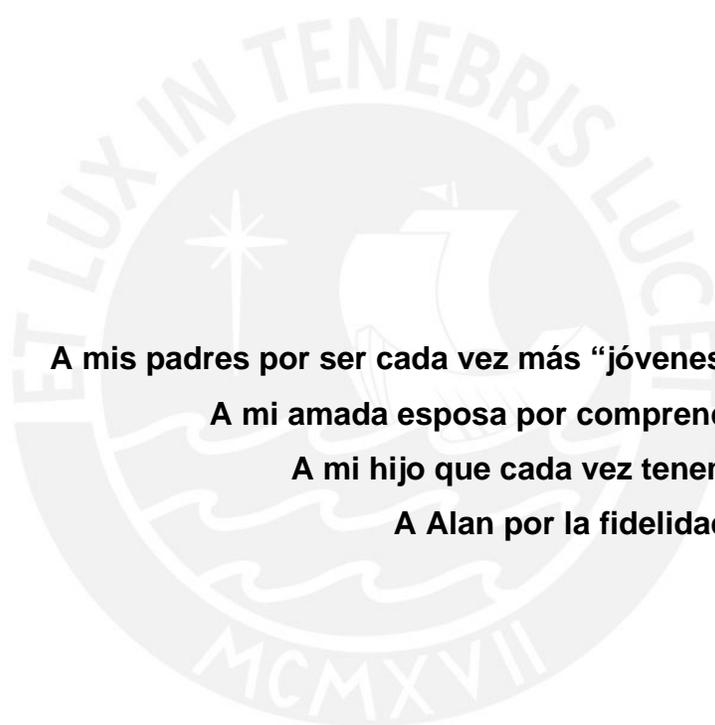
LIMA – PERÚ

2013

“Si dejamos de pensar en los pobres como víctimas o como cargas y empezamos a reconocerlos como empresarios creativos y con capacidad de recuperación y como consumidores con sentido del valor, se abrirá un mundo de nuevas oportunidades”.

C.K. Prahalad

The Fortune At the Bottom of the Pyramid



**A mis padres por ser cada vez más “jóvenes” de pensamiento
A mi amada esposa por comprenderme y ayudarme
A mi hijo que cada vez tenemos nuevas metas
A Alan por la fidelidad y compañerismo**

RESUMEN

Este proyecto de tesis trata de desarrollar un nuevo modelo de red para cualquier poblado rural del Perú, debido a que, algunas capitales provinciales, distritales y pueblos de las zonas rurales en el Perú permanecen aislados y estancados en términos socioeconómicos y han estado tradicionalmente desamparados en cuanto a una presencia activa de los organismos del Estado y a la provisión de servicios de información. Sin embargo, muchas de estas localidades sobre todo las capitales de provincia están adquiriendo importancia debido a que articulan actividades económicas de un mercado interno crecientemente más activo en la producción para el intercambio de mercancías, ya que se convierten en lugares centrales donde se asientan de manera efectiva el poder local (municipal) y los representantes de los sectores públicos involucrados en el desarrollo rural.

Estos cambios se dan de manera distinta y a velocidades condicionadas principalmente por la mayor o menor presencia de mercados locales, la existencia de vías de comunicación, la proximidad de centros urbanos, etc. Entre estos factores, uno de los más importantes pero a la vez menos reconocidos en este proceso es el acceso a la información.

En las provincias, capitales de distrito o localidades rurales menores, el acceso a este tipo de información es muy esporádico y casi siempre tiene mucho retraso con respecto al resto del país, es el caso de los pequeños productores rurales, esto se traduce en el desconocimiento o falta de información precisa sobre, por ejemplo, precios, disponibilidad de insumos, procesos productivos, innovaciones técnicas, mercados potenciales, etc. en los municipios u otras autoridades públicas, la falta de sistemas de información adecuados se manifiesta principalmente en el desconocimiento de normas o el empleo de legislación no vigente.

El desarrollo de las zonas rurales necesita de mejoras en la pequeña y mediana empresa en lo que se refiere a una adecuada administración de los negocios, un

uso racional de los recursos, la introducción de tecnología, una mejor calidad de producción y mayores índices de rentabilidad. Todo ello debe estar acompañado de una consolidación del papel de los gobiernos locales como instancias de coordinación y promoción del desarrollo local. Tanto el crecimiento de la pequeña y mediana empresa como el afianzamiento del gobierno local requieren de un mejor manejo de la información con que cuentan y de un mayor acceso a información actualizada a través de nuevas tecnologías, en la perspectiva de reducir las desventajas del aislamiento. Ello debe formar parte también de una estrategia que mire el desarrollo del sector rural como un todo, indisoluble del desarrollo urbano.

En el Perú existen muchas localidades rurales que reúnen una serie de características que permiten la puesta en marcha de un nuevo modelo de acceso que promueva el desarrollo local y rural a través de sistemas efectivos de provisión de información a la población rural; en éstas habitan, según el INEI (censo de población total 2007) un total de 6'601,869 habitantes rurales, los cuales serían los beneficiarios directos.

En términos generales, se ha aplicado la metodología del Marco Lógico, que es la misma que se usa en todos los modelos SNIP de identificación, preparación y evaluación de proyectos.

El principal resultado alcanzado es el de tener una red de acceso única para todo tipo de servicio de telecomunicaciones.

Se debe probar este tipo de red no solo en lugares de la sierra peruana, sino también en lugares de la selva.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
ESTADO DEL ARTE DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ZONAS RURALES EN EL PERÚ	3
1.1 Conceptos básicos y universalización.....	3
1.1.1 Área rural	3
1.1.2 Pobreza digital	4
1.1.3 Conectividad	7
1.1.4 Convergencia y servicios móviles.....	9
1.1.5 Universalización	9
1.1.6 Backhaul.....	11
1.2 Aspectos de universalización en el Perú	11
1.2.1 Antecedentes regulatorios y tecnológicos.....	11
1.2.2 Servicios de telecomunicaciones en áreas rurales.....	13
1.2.3 FITEL y el acceso universal en Perú.....	15
1.3 Tecnología inalámbrica para ámbitos rurales.....	20
1.4 Sistemas VSAT	24
1.4.1 Estructura de una red VSAT	24
1.4.2 Topología de la red VSAT	25
1.4.3 Métodos de acceso	26
1.4.4 Acceso a través de la topología.....	27
CAPÍTULO 2.....	32
IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA	32
2.1 Diagnóstico de la situación actual.....	32
2.1.1 Identificación de involucrados	34
2.2 Análisis de la problemática, sus causas y efectos	35
2.2.1 Causas	41
2.2.2 Problema Central	42
2.2.3 Efectos.....	42
2.2.4 Efecto final	43
2.2.5 Árbol de problemas o de causas-efectos	43
2.3 Análisis de objetivos.....	45
2.3.1 Medios	45
2.3.2 Objetivo central	46
2.3.3 Fines	46
2.3.4 Fin último	47
2.3.5 Árbol de objetivos o árbol de medios-fines	47
2.4 Alternativas de solución	49
2.4.1 Relación entre medios fundamentales	49

2.4.2	Formulación de alternativas	49
CAPÍTULO 3.....		52
ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN ZONAS RURALES DEL PERÚ		52
3.1	Situación actual de la población y los servicios de telecomunicaciones.....	52
3.1.1	Evolución de la población rural.....	52
3.1.2	Análisis situacional de los servicios ofrecidos.....	55
3.2	Estimaciones de población, demanda, oferta y tráfico.....	65
3.2.1	Estimación del crecimiento poblacional	65
3.2.2	Análisis de tráfico.....	66
3.2.3	Estimación de la demanda	66
3.2.4	Proyección de la oferta	73
CAPÍTULO 4.....		76
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS A NIVEL TÉCNICO.....		76
4.1	Consideraciones	76
4.1.1	Requerimientos generales	76
4.1.2	Niveles de cobertura requeridos	78
4.2	Modelo básico y definiciones para diseño	80
4.2.1	Modelos básico por poblado.....	80
4.2.2	Definiciones de conceptos para el diseño.....	80
4.3	Planteamiento técnico de la alternativa 1	83
4.3.1	Diseño de red.....	83
4.3.2	Componentes.....	83
4.4	Planteamiento técnico de la alternativa 2	86
4.4.1	Diseño de la red	86
4.4.2	Componentes.....	86
4.5	Selección de la alternativa.....	87
CAPÍTULO 5.....		88
INVERSIONES Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....		88
5.1	Alternativa 1	88
5.1.1	Inversión por poblado básico.....	88
5.1.2	Costos.....	92
5.1.3	Ingresos.....	93
5.2	Alternativa 2	95
5.2.1	Inversión	95
5.2.2	Costos.....	96
5.2.3	Ingresos.....	97
5.2.4	Flujo de caja	97
5.3	Selección de la alternativa.....	99

CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFÍA	104



INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 Relación entre la pobreza y los usuarios de Internet</i>	6
<i>Figura 1.2: escala de la pobreza digital</i>	7
<i>Figura 1.3: Penetración de telefonía móvil rural</i>	15
<i>Figura 1.4: Señales de sistemas wireless operando en banda de 2.4 Ghz</i>	21
<i>Figura 1.5: Esquema de canales - Banda 2.4 Ghz</i>	22
<i>Figura 1.6. Arquitectura de una red basada en VSAT</i>	25
<i>Figura 1.7. Topologías de las redes basadas en VSATs</i>	26
<i>Figura 1.8. Técnicas de acceso en configuración estrella</i>	29
<i>Figura 2.1. Penetración Internet fija, móvil y de PCs en Hogares</i>	34
<i>Figura 2.2. Análisis de problemas</i>	44
<i>Figura 2.3. Análisis de objetivos</i>	48
<i>Figura 4.1. Alternativa 1 de red por poblado rural</i>	83
<i>Figura 4.2. Alternativa 2 de red por poblado rural</i>	86

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1. Atención Rural Actual (tomando en cuenta definición rural de INEI).....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla: 1.2. Canal y frecuencia de trabajo 802.11b/g</i>	<i>23</i>
<i>Tabla: 1.3. Canal y frecuencia de trabajo 802.11a.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 2.1. Matriz de involucrados</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 2.2. Escenario Rural hasta Setiembre del 2011</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 3.1. Población nacional urbana y rural por censos desde 1940</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 3.2. Población departamental urbana y rural en censos de 1993 y 2007.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 3.3. Cobertura de servicio móvil por departamento.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 3.4. Cobertura de telefonía fija por departamento</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 3.5. Cantidad de estaciones VSAT por departamento</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 3.6. Proyección de planes de banda ancha móvil por departamento</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 3.7. Proyección de velocidades de banda ancha móvil requeridas por departamento.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 3.8. Tráficos para Internet (Kbps) H. C. en rurales.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 3.9. Tráficos para telefonía fija (Minutos/mes y mErg.).....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 3.10. Tráficos para celulares (Minutos/mes y mErg.).....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 3.11. Proyección de población rural.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 3.12. Tráfico promedio según nivel socioeconómico</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 3.13. Proyección de porcentajes de tráfico demandado promedio según tipo de consumidor</i>	<i>67</i>
<i>Tabla: 3.14. Demanda potencial de líneas móviles y fijas en el año 2010</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 3.15. Penetración de servicios y cantidad de líneas/poblado por departamento al 2015.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 3.16. Proyección al año 2015.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 3.17. Tráficos promedio por poblado rural</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 3.18. Proyección de la telefonía móvil hasta 2015</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 3.19. Proyección de la telefonía fija inalámbrica hasta 2015</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 3.20.: Proyección de Internet en poblados rurales hasta el 2015</i>	<i>75</i>

Tabla 4.1. Cobertura de la red por cada región del Perú 1.....	79
Tabla 4.2: Principales Componentes de la red de backhaul 1.....	84
Tabla 4.3: Principales Componentes de la red de backhaul 2.....	84
Tabla 4.4: Principales componentes de la red de conmutación y control	85
Tabla 4.5 Principales componentes de la red de abonados.....	85
Tabla 4.6 Principales Componentes de la red celular.....	85
Tabla 4.7: Principales Componentes de la red de transporte RBH1.....	87
Tabla 5.1. Inversión en la red de transporte backhaul 1	88
Tabla 5.2. Inversión en la red de transporte backhaul 2	89
Tabla 5.3. Inversión en la red de conmutación y control, alternativa 1.....	89
Tabla 5.4. Inversión en la red de abonados	90
Tabla 5.5. Inversión en red celular (femtoceldas)	90
Tabla 5.6. Inversión en cableado e instalación	91
Tabla 5.7. Inversión en flete	91
Tabla 5.8. Inversión en asesoría y consultoría	91
Tabla 5.9. Resumen de la inversión por poblado de la alternativa 1.....	92
Tabla 5.10. Gastos para operar y administrar un poblado rural, alternativa 1	92
Tabla: 5.11. Ingresos por servicio y por cliente mensual y anual	93
Tabla 5.12. Evaluación sin subsidios.....	93
Tabla 5.13. Evaluación con subsidio de FITEL	94
Tabla 5.14. Inversión en la red de conmutación y control, alternativa 2.....	95
Tabla 5.15. Inversión en flete	95
Tabla 5.16. Resumen de la inversión por poblado de la alternativa 1.....	96
Tabla 5.17. Gastos para operar y Administrar un poblado rural, alternativa 2.....	97
Tabla 5.18. Evaluación sin subsidios.....	98
Tabla 5.19. Evaluación con subsidio de FITEL alternativa 2	98
Tabla 5.20. Comparativa de indicadores económicos de ambas alternativas	99
Tabla 5.21. Comparativa de indicadores económicos de ambas alternativas para zonas sin cob. móvil.....	99

INTRODUCCIÓN

“Si dejamos de pensar en los pobres como víctimas o como cargas y empezamos a reconocerlos como empresarios creativos y con capacidad de recuperación y como consumidores con sentido del valor, se abrirá un mundo de nuevas oportunidades”. C.K. Prahalad (The Fortune At the Bottom of the Pyramid), esta tesis empieza con esta dedicatoria, pues resume el trabajo desarrollado.

La mayoría, de las localidades de las zonas rurales del Perú se encuentran aisladas con respecto al flujo de información especializada (técnica, económica, legal o de otro tipo), que normalmente sólo está al alcance de los pobladores de las principales ciudades o grandes capitales departamentales, y aún de manera bastante mediatizada.

Este trabajo de tesis, está dirigido a favorecer el desarrollo rural a través de la provisión oportuna de información de calidad (nuevo modelo de acceso) a un precio justo.

En el capítulo 1, se hace un recuento del estado del arte de las telecomunicaciones rurales en el Perú, cuales son los antecedentes tecnológicos y regulatorios para la atención de las zonas rurales del Perú, además se conceptualiza universalización, pobreza digital, conectividad y convergencia, respecto a la atención y servicios prestados a las zonas rurales

En el Capítulo 2, se hace uso de la metodología que usa el Ministerio de Economía y Finanzas [MEF03], en la Identificación de la problemática y diagnóstico de las zonas rurales para poder realizar proyectos de inversión pública a nivel de perfil (modelo SNIP).

En el Capítulo 3, se detalla la evolución de la demanda y oferta de los servicios a prestar en las zonas rurales del Perú.

En el Capítulo 4, se desarrolla el nuevo modelo de red a implantar en cada poblado rural y cada uno de sus componentes.

En el Capítulo 5, se estiman las inversiones de acuerdo con los equipos que se ubicaran en cada poblado rural, también se estiman los gastos para operar, mantener y administrar esta red y se realiza una somera evaluación del proyecto por cada poblado rural.



CAPÍTULO 1

ESTADO DEL ARTE DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ZONAS RURALES EN EL PERÚ

1.1 Conceptos básicos y universalización

1.1.1 Área rural

Según el Contrato de concesión CPT-ENTEL [DESU94], el área rural es aquella área alejada de los centros urbanos en donde su actividad económica predominante es la agricultura, la pesca o la minería, exista una reducida densidad de población, no vivan más de 3,000 habitantes, no tengan servicios básicos o que éstos sean precarios, y tengan un poder adquisitivo bajo.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) el área rural es “el territorio integrado por los centros poblados rurales y que se extienden desde los linderos de los centros poblados urbanos hasta los límites del distrito.” Definiéndose a los centros poblados como aquellos que no tengan “no tiene más de 100 viviendas contiguamente ni es capital de distrito, o que teniendo más de 100 viviendas éstas se encuentran dispersas o diseminadas sin formar bloques o núcleos” [OSIP02].

1.1.2 Pobreza digital

El concepto de “brecha digital” generalmente es entendido como las desigualdades en el acceso y uso de tecnologías de las telecomunicaciones (TICs) a nivel de hogares o a nivel de países y es objeto de medición frecuente. Frente al concepto de brecha, la pobreza digital trata de capturar el nivel mínimo de uso y consumo de los diversos atributos de las TIC's, así como los niveles de ingreso de los pobladores para hacer efectiva una demanda [BAR06].

Al introducir el concepto de pobreza digital, se infiere que la preocupación no estará centrada en cualquier información y cualquier comunicación, sino en aquella que puede ser almacenada, puesta a disposición, usada y consumida a través medios digitales. Se introduce así una dimensión específica sobre el uso de computadoras o de tecnologías digitales de comunicación que amplían la funcionalidad de los equipos permitiendo tal comunicación.

Bajo este enfoque, el pobre digital es uno que carece de la información y comunicación permitidas por las tecnologías digitales. La disponibilidad de las tecnologías representa la oferta que puede inducir una demanda si es que la capacitación y el uso son canalizados adecuadamente, en consecuencia, se puede enumerar varios tipos de pobres digitales como:

- Aquellos pobres por ingresos (pobres económicos) que no cuentan con las capacidades mínimas para utilizar las TICs y que, además no cuentan con la oferta del servicio. La restricción para la utilización de TICs es doble: de oferta y de capacidades de utilización.

- Aquellos pobres por ingresos, o pobres económicos, que no cuentan con la oferta del servicio, aún cuando sí cuentan con las capacidades mínimas para utilizar las TICs. La restricción para la utilización de TICs es de oferta.
- Aquellos pobres económicos que no demandan, aún cuando dispongan de las capacidades mínimas para utilizar las TICs. Precisamente, su pobreza de ingresos les impide ser parte de la demanda por TICs. La restricción para la utilización de TICs es de demanda.
- Aquellos no pobres económicos que no demandan, debido a que no cuentan con las capacidades mínimas para utilizar las TICs. Esta pobreza se manifiesta más claramente como una brecha generacional.

Se sabe también, que la expansión de las TICs ha permitido a los países más avanzados llegar a un estado de “riqueza digital” con mejoras a la productividad del sector privado y reducción de la pobreza. Ver figura 1.1.

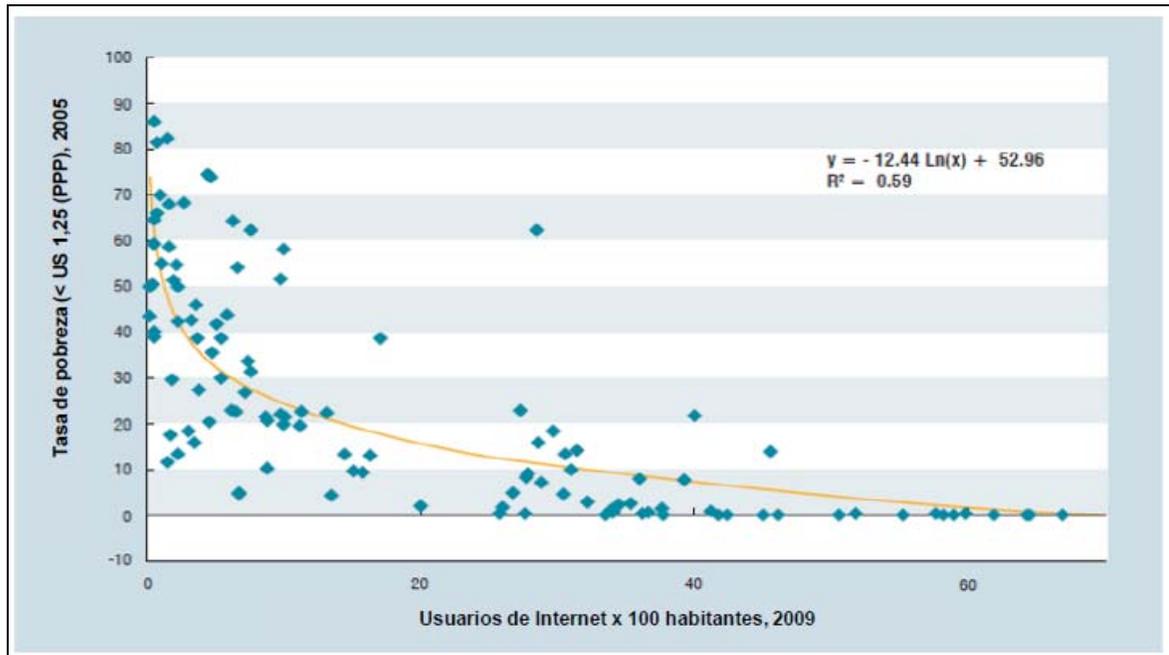


Figura 1.1 Relación entre la pobreza y los usuarios de Internet
Fuente: UNCTAD; *Information Economy Report* 2010, Nasscm 2009 – 2010

De acuerdo con lo mencionado anteriormente la calidad de vida de una persona y su relación con el acceso a los medios de comunicación, donde el acceso a las TICs marca significativamente la oportunidad que uno puede tener como herramienta para desarrollar actividades económicas o comerciales se muestra en la figura 1.2, midiendo la pobreza digital.

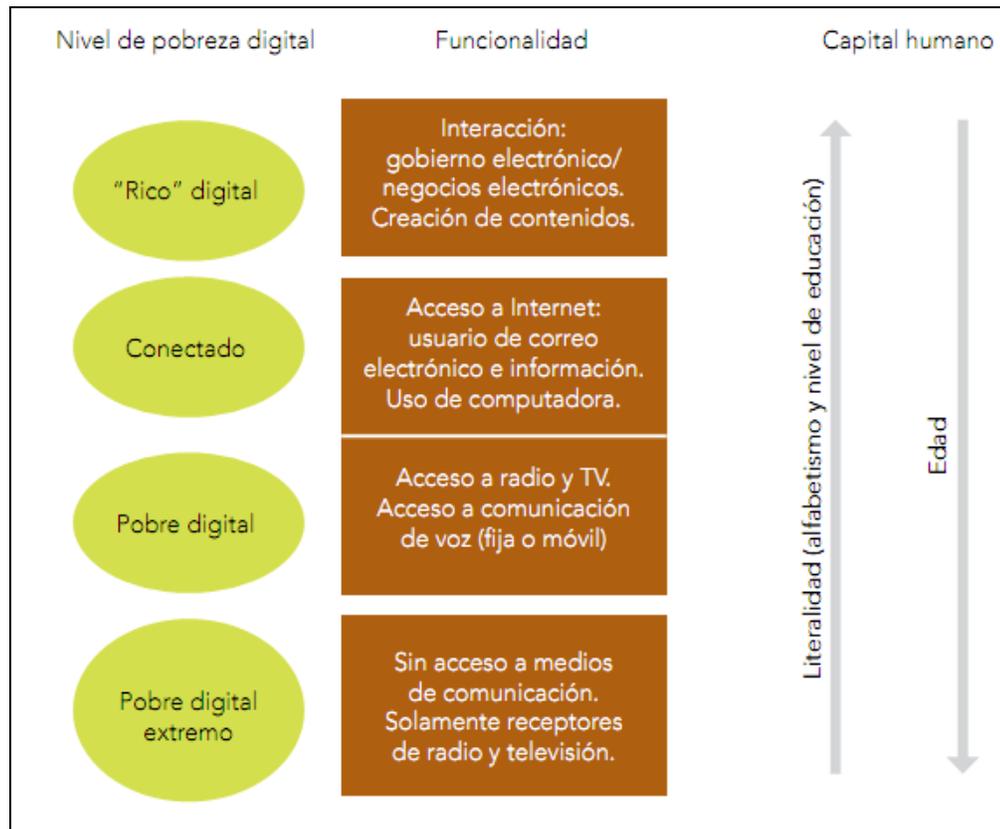


Figura 1.2: escala de la pobreza digital
Fuente: Instituto de Estudios Peruanos [INS06]

1.1.3 Conectividad

Conectividad es la capacidad de conexión [PBG07]. No obstante, resulta ser un término complejo que asocia diversos conceptos, alguno de ellos en elaboración permanente. En relación a las tecnologías y sus aplicaciones, su origen inmediato está en la capacidad de los dispositivos para establecer comunicación con otro de forma autónoma, al igual que también se refiere en el ámbito de las redes de telecomunicaciones, a la capacidad de un nodo de establecer rutas de comunicación con otros.

La conectividad está ligada al uso de las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones, como facilitadoras de la comunicación entre las personas y de las relaciones humanas de todo tipo, así como del almacenamiento de información y de la disponibilidad de la misma hacia el conocimiento difundido. Conectividad tiene que ver con telemedicina, educación a distancia, gobierno en línea y administración electrónica, democracia virtual, nueva economía, ciberarte, nuevos medios de comunicación, trabajo en red, comunidades virtuales, entretenimiento en línea, etc.

Se debe tener en cuenta que en el ámbito de las telecomunicaciones, la convergencia no sólo se refiere a su de carácter tecnológico, es decir a aquella que de una forma general se puede definir como la tendencia a utilizar una única infraestructura para la provisión de servicios y que necesitan de redes, equipamientos y protocolos diferenciados. La convergencia produce también una disminución de la barrera económica en el despliegue de infraestructura, en donde se la reutiliza para diferentes tipos de oferta de servicios, por lo que como resultado favorece la conectividad [GAH07].

La conectividad se encuentra presente en los objetivos de las políticas públicas en los países en desarrollo y está fuertemente vinculada a la articulación de relaciones basadas en el conocimiento y el libre flujo de información entre individuos y organizaciones.

Por una parte, se constituye en una serie de acciones dirigidas directamente al fortalecimiento de indicadores como meta en sí, mientras que por otra, resulta ser la base necesaria para otros objetivos principales en diferentes sectores de actividad pública.

Claramente la idea de conectividad se encuentra vinculada a la de progreso social y económico, y dentro de ello lo que resulta especialmente relevante es la relación

entre conectividad y equidad. En tal sentido la mejora de la conectividad se encuentra entendida como una oportunidad real para el estímulo del desarrollo de capacidades humanas fundamentalmente en aquellos entornos donde han venido existiendo dificultades estructurales de carácter objetivo que han restringido dicho desarrollo [GPB09].

1.1.4 Convergencia y servicios móviles

En el Perú, la revolución digital ocurrida durante la última década, se debe en mayor proporción a la expansión de la telefonía celular, en consecuencia, el servicio de telefonía fija se ha ralentizado en cuanto a usuarios. Ante esta situación la convergencia de los servicios combinados de entrega de voz, Internet, televisión y telefonía móvil se ha convertido en una fórmula de negocio que permite generar un repunte en los ingresos de los servicios tradicionales de voz.

En términos de gestión empresarial, la convergencia o el “empaquetamiento de los servicios”, es un concepto que resuelve los distintos problemas a los que se suele enfrentar un operador aprovechando más eficientemente la capacidad de la red que se explota.

La convergencia de los distintos servicios de telecomunicaciones, sobre todo en las zonas rurales del país, conlleva a la disminución de la “pobreza digital”.

1.1.5 Universalización

La definición de universalización en el campo de las telecomunicaciones, va de la mano con los conceptos de “servicio universal” y de “acceso universal”, siendo la primera la que implica un mayor avance [UIT07].

El servicio universal conlleva que el cien por ciento de los individuos de un país esté suscrito a un servicio de telecomunicaciones o que estos servicios estén disponibles, asequibles y asegurados para todos y su acceso no sea discriminatorio para nadie dentro de ese país. El acceso universal, en cambio, está asociado al acceso razonable a los servicios de telecomunicaciones para la comunicación de comunidades, es decir, para grupos de individuos [REY06].

El dilema que enfrentan los reguladores y diseñadores de políticas es sencillo de formular pero complicado de resolver: si se busca universalizar un paquete de servicios sencillos o básicos, que cuestan menos, se podría atender a más gente; por el contrario, si se busca universalizar un paquete de servicios avanzados, que cuestan más, se puede atender a menos gente.

Así planteado el dilema, la magnitud de la brecha en un determinado servicio puede influir sobre la opción de los servicios o accesos a universalizar. La adopción de una u otra definición tiene un correlato en el paquete de servicios que se puede ofrecer y en las necesidades de financiamiento. La clave estaría en el costo, y no precisamente en lo complejo o moderno de los servicios [UIT06].

El concepto de convergencia y de universalización, al igual que lo tratado en la conectividad, recomienda que la evolución hacia una concepción inclusiva de servicios enfoque la realidad convergente en aras de una disminución real de la brecha digital. Por una parte se disminuyen costos de despliegue de infraestructura, comerciales y otros, aumentando además su desempeño vía competencia y por otra, se producen regulaciones más eficientes con menos trabas al despliegue y a la innovación, favoreciendo además la convergencia [BAR07].

1.1.6 Backhaul

En telecomunicaciones, *backhaul* (que literalmente significa 'red de retorno') es un enlace de interconexión entre redes de datos o redes de telefonía móvil (celular). Pueden ser llevados a cabo utilizando conexiones de baja, media o alta velocidad y por medio de tecnologías alámbricas o inalámbricas.

Un ejemplo de *backhaul* sería la interconexión entre distintos nodos de telefonía móvil GSM. Se emplean enlaces de fibra óptica o de microondas para llevar los datos de las celdas distantes hasta la red núcleo del operador.

1.2 Aspectos de universalización en el Perú

1.2.1 Antecedentes regulatorios y tecnológicos

Al comienzo de la década de los noventa, el Perú privatizó y liberalizó su sector de telecomunicaciones estableciéndose una serie de obligaciones contractuales entre el Incumbente (Movistar) y el Estado Peruano respecto al área rural. Éstas se encuentran estipuladas en la parte II del Contrato de Concesión (sección 8.05, Requisitos de Expansión de la Red) suscrito por ambas partes.

a) Ámbito de la obligación del Incumbente

El área de concesión es el territorio del Perú, con obligaciones puntuales de instalar servicio en poblaciones listadas en el Anexo I (lista de centros poblados sin servicio) y en poblaciones con requisitos de expansión. Dentro de ese ámbito, el Incumbente debía prestar los servicios de acuerdo al contrato, la Ley de Telecomunicaciones, sus reglamentos y demás normas pertinentes [CCP96].

b) Obligación General

La empresa no puede interrumpir intencionalmente la operación de la red pública o cualquier parte de la misma, ni podrá suspender la prestación de cualquier clase de servicio concedido (sección 8.03 del Contrato) [CCP96].

Asimismo, el Incumbente deberá seguir prestando el servicio en todas las zonas en las que, al entrar en vigencia el Contrato, había servicio (a esta obligación el Contrato la denomina “continuidad del servicio”, pero esta denominación no implica que el Incumbente esté relevado de prestar ininterrumpidamente el servicio en el resto del país) [CCP96].

c) Excepciones

La obligación de prestar el servicio sin interrupciones tiene las siguientes excepciones: [CCP96]

- Interrupción o suspensión por emergencia, caso fortuito, fuerza mayor u otras circunstancias fuera del control de la empresa.
- De acuerdo a la cláusula 19 del Contrato de Concesión la empresa está exonerada del cumplimiento del Contrato, cuando el incumplimiento se debe a caso fortuito o fuerza mayor conforme a la definición del artículo 1315 del Código Civil (“caso fortuito o fuerza mayor es la causa no imputable consistente en un evento extraordinario, imprevisible e irresistible que impide la ejecución de la obligación o determina su cumplimiento parcial, tardío o defectuoso”), o cuando el Ministerio haya obstaculizado o impedido el cumplimiento del Contrato, eximiendo al Incumbente de sanciones y de la reparación de daños y perjuicios.

El desarrollo tecnológico, luego de iniciada la privatización (año 1994, contrato de concesión con TdP, luego Movistar, concurrencia limitada, clausula 5) [CCP96], se

orientó a la utilización de los sistemas de Multi Acceso Radial (MAR) para brindar el servicio telefónico en las alejadas zonas rurales, las ventajas de esta tecnología sobre la opción de tecnología satelital eran significativas en cuanto a precio y calidad (brindaban mayores anchos de banda a costos mucho menores). Para el cumplimiento de los planes de expansión en las zonas rurales, el Incumbente tuvo que invertir un poco más de S/. 270 millones² en el sistema MAR.

1.2.2 Servicios de telecomunicaciones en áreas rurales

Los servicios brindados en las zonas rurales, están basados en las necesidades del poblador rural, comunicación de voz, datos (Internet) y video, esto último mediante el Conglomerado de Proyectos Apoyo a la Comunicación Comunal – CPACC. Dichas necesidades y demandas, como es lógico, varían con el transcurso del tiempo.

El artículo 5° del Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones, Decreto Supremo 013-94-MTC, dice: “las telecomunicaciones se prestan bajo el principio de servicio con equidad. El derecho a servirse de ellas se extiende a todo el territorio nacional promoviendo la Integración de los lugares más apartados de los centros urbanos” [CPP11] y en consecuencia, en 1994 se crea el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL), el cual, a través de la implementación de los programas que a la fecha financia, busca atender la demanda rural mediante un programa con el objetivo de cubrir el déficit de acceso a los servicios básicos de telecomunicaciones. Esto se realiza bajo el enfoque, de telefonía comunitaria de uso público, de telefonía de abonados y de servicios de acceso a Internet, provisto y administrado por una empresa privada utilizando el mecanismo de asignación de subasta por subsidio mínimo [FIT12]. La ventaja de la amplitud de la definición a nivel de la ley es que abre la oportunidad para que sea FITEL quien defina el paquete específico de servicios que se puede ofrecer como parte de las obligaciones de universalización.

Por otra parte, se debe señalar que el desarrollo de la telefonía móvil conlleva a la generación de una relación inversa entre la cobertura móvil y el servicio de telefonía pública rural, la cual en los últimos años ha sufrido un descenso en la cantidad de tráfico saliente, en consecuencia, los operadores se ven en la necesidad de reubicar sus teléfonos públicos para hacer sostenible su operación. Se sabe que en febrero del 2011, el FITEL adjudicó tres Proyectos Móviles en las zonas: Centro Sur y Centro Norte a la empresa América Móvil Perú S.A.C y Selva a la empresa América Telefónica Móviles S.A, brindando cobertura a 1,065 localidades con telefonía móvil y/o de abonados.

Los resultados de la Encuesta Nacional de Hogares indican que el 46,20% de hogares rurales del Perú, tiene al menos un miembro de la familia que utiliza un teléfono celular, esta cifra es cercana a cuatro veces la cifra de los hogares rurales con acceso a telefonía móvil registrados por INEI en 2007. Del mismo modo, se esperaba que para fines del 2011 se alcance una penetración cercana al 51%. [INE11]

En la figura 1.3 se aprecia el registro de este crecimiento exponencial de la penetración móvil rural; sin embargo, como indican los mismos reportes del organismo regulador (OSIPTEL), la cobertura de un distrito no implica una calidad de servicio óptima (percepción de la comunicación por voz); así como tampoco implica la cobertura del servicio en todo el distrito.

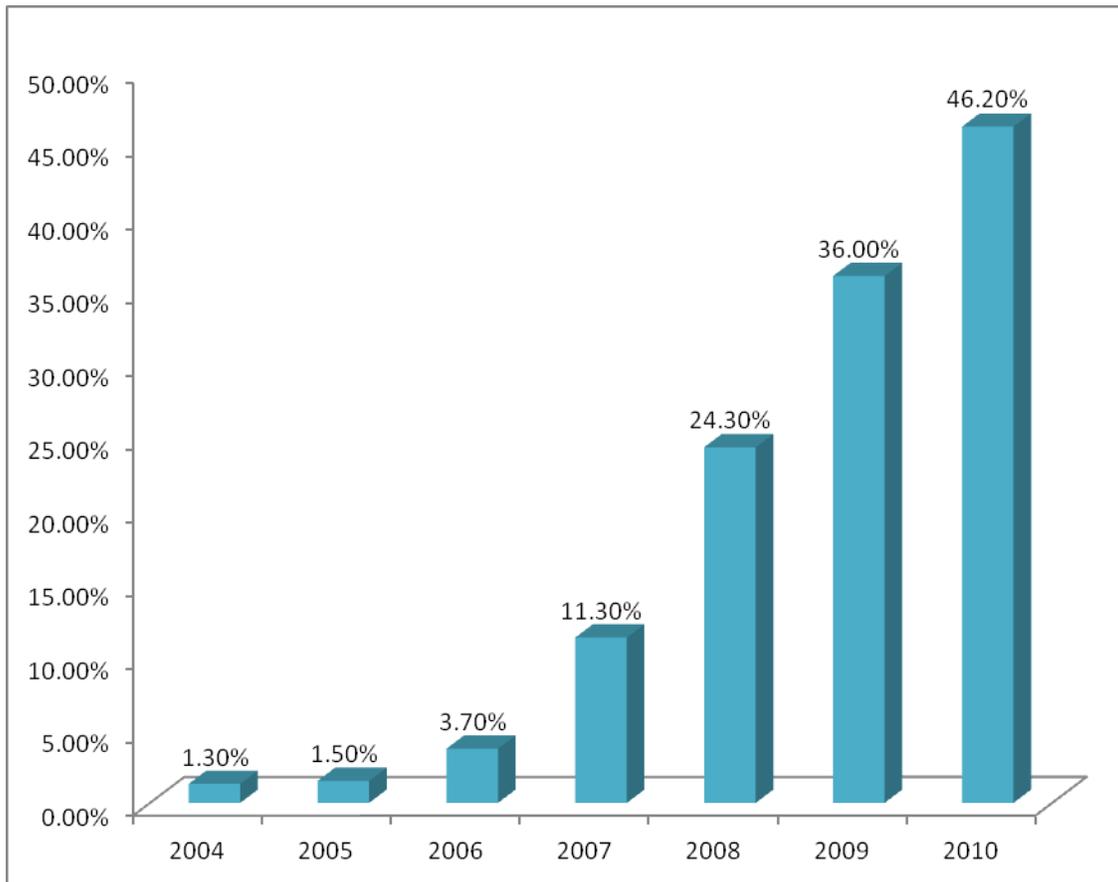


Figura 1.3: Penetración de telefonía móvil rural
Fuente: "Encuesta Nacional de Hogares 2004-2011" [INE11]

Elaboración propia

1.2.3 FITEL y el acceso universal en Perú

En el Perú se enfatiza la cobertura geográfica de los servicios de telecomunicaciones sin detallar si son esenciales o no. Además, se establece que se trata de un derecho de los ciudadanos. El acceso universal en el Perú puede darse cuando la ubicación de un teléfono sea razonablemente cercana al hogar o al lugar de trabajo de cualquier persona. Este concepto difiere significativamente del servicio universal definido como un teléfono en cada hogar, por lo tanto el regulador (OSIPTEL), debería medir indicadores tales como la cobertura a nivel nacional, el acceso no discriminatorio y la asequibilidad económica generalizada

En la mayoría de los países en desarrollo, se plantea la financiación del servicio universal mediante contribuciones de los operadores dominantes, pudiendo ser [PVD10]:

- a) Subsidios cruzados
- b) Cargos por acceso
- c) Fondo para el servicio universal
- d) Asistencia financiera

Para la universalización de los servicios en el Perú está constituido el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL), fondo *ad hoc* con origen en aportaciones de las empresas operadoras según su nivel de ingresos (1% de los ingresos brutos de los operadores de servicios finales y portadores efectivamente recaudados y un mínimo el 20% del canon radio eléctrico).

El FITEL tiene personería jurídica de derecho público (Ley 28900) y está adscrito al Sector Transportes y Comunicaciones. Su administración depende de un Directorio compuesto por el titular del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (quien lo preside), el titular del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y el presidente del OSIPTEL.

Sus objetivos son (i) la reducción de la brecha en el acceso a los servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y en lugares considerados de preferente interés social (léase centros poblados con 3,000 habitantes o menos, una teledensidad fija menor a 2% y sin ningún servicio esencial), (ii) la promoción del desarrollo socio-económico de áreas rurales: acceso a servicios y capacitación en uso de TICs, y (iii) la incentivación de la participación del sector privado en la

prestación de los servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y en lugares de preferente interés social.

Los proyectos de FITEC se realizan con la participación de operadores privados nacionales e internacionales, utilizando a PROINVERSION (organismo gubernamental especializado en el estímulo de las inversiones) para las licitaciones públicas, seleccionando localidades que maximicen el impacto social en la búsqueda de equidad y procurando asegurar la continuidad en la prestación de los servicios por el periodo de la concesión.

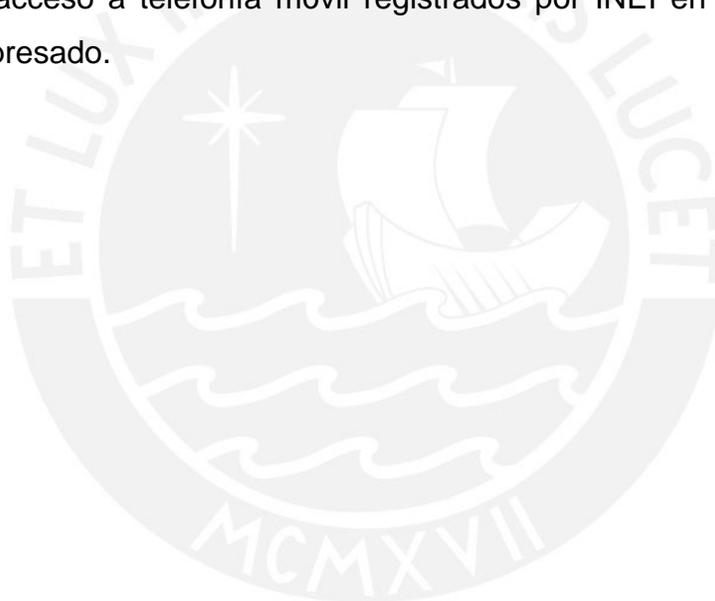
Por otra parte, el fondo vela por la neutralidad tecnológica buscando a su vez tecnología de punta, procura, asimismo, maximizar la eficiencia en el uso de sus fondos estableciendo competencia por el mínimo subsidio y la mínima tarifa.

Se financian proyectos de telecomunicaciones y proyectos piloto, mediante inversión en infraestructura (CAPEX) y operación y mantenimiento (OPEX), así como actividades complementarias (estudios, adquisición de equipos de transmisión, obras civiles, pruebas, contenidos, capacitación). El Fondo presta asistencia técnica legal a gobiernos regionales y locales. Actuando por medio de un financiamiento reembolsable o no reembolsable (si rentabilidad es negativa).

La iniciativa de presentación de proyectos puede provenir de la población interesada, los gobiernos locales, regionales (D.U. N° 015/2007), ONGs, operadores, proveedores e inversionistas privados. Para los proyectos las políticas que se recomiendan seguir son velar por el rol subsidiario del Estado art. 60° de la Constitución del Perú, así como proyectos sostenibles, priorizando la formación de microtelcos o empresas locales.

El Perú ha establecido metas de cobertura a localidades no atendidas por la telefonía celular a la hora de concesionar nuevas bandas [FIT08] [FIT09] [FIT10].

Actualmente existe un total de 30,542 poblados rurales atendidos vía FTEL (no incluye el CPACC), esta cifra solo significa el 37% del total de poblados rurales, además los resultados de la Encuesta Nacional de Hogares indican que el 46,20% de hogares rurales del Perú, tiene al menos un miembro de la familia que utiliza un teléfono celular, esta cifra es cercana a cuatro veces a la cifra de los hogares rurales con acceso a telefonía móvil registrados por INEI en 2007. La tabla 1.1 detalla lo expresado.



N°	DEPARTAMENTO	PROVINCIAS	DISTRITOS	POBLADOS RURALES	POBLADOS RURALES POR PROVINCIA	POBLADOS RURALES POR DISTRITO	TOTAL POBLADOS RURALES ATENDIDOS	% DE POBLADOS RURALES ATENDIDOS
1	UCAYALI	4	15	895	224	60	312	35%
2	TUMBES	3	13	165	55	13	96	58%
3	TACNA	4	27	615	154	23	190	31%
4	SAN MARTÍN	10	77	2325	233	30	1055	45%
5	PUNO	13	109	8657	666	79	3169	37%
6	PIURA	8	64	2594	324	41	1411	54%
7	PASCO	3	28	2528	843	90	609	24%
8	MOQUEGUA	3	20	1112	371	56	251	23%
9	MADRE DE DIOS	3	11	302	101	27	116	38%
10	LORETO	7	51	2285	326	45	805	35%
11	LIMA	10	171	3662	366	21	1210	33%
12	LAMBAYEQUE	3	38	1369	456	36	873	64%
13	LA LIBERTAD	12	83	3255	271	39	1664	51%
14	JUNIN	9	123	3692	410	30	1558	42%
15	ICA	5	43	1146	229	27	656	57%
16	HUANUCO	11	76	6173	561	81	2045	33%
17	HUANCAVELICA	7	94	5557	794	59	1391	25%
18	CUSCO	13	108	8863	682	82	2522	28%
19	CALLAO	1	6	0	0	0	0	0
20	CAJAMARCA	13	127	6014	463	47	3229	54%
21	AYACUCHO	11	111	5502	500	50	1585	29%
22	AREQUIPA	8	109	3791	474	35	881	23%
23	APURIMAC	7	80	3470	496	43	1037	30%
24	ANCASH	20	166	6461	323	39	2954	46%
25	AMAZONAS	7	84	2351	336	28	923	39%
	TOTAL PERÚ	195	1834	82784	425	45	30542	37%

Tabla 1.1. Atención Rural Actual (tomando en cuenta definición rural de INEI)

Fuentes: INEI; FITEL y Cobertura Móvil reportadas por las empresas operadores a setiembre de 2011.

1.2.4 Crecimiento económico del país y desarrollo rural

En el Perú, la pobreza se concentra en las zonas rurales, donde el porcentaje de población que es pobre supera el 60%, tres veces más que en las ciudades [INEI11]. Éste es el principal reto en términos de pobreza, inequidad y exclusión a afrontar en los próximos años

La mayor parte de la población rural se ubica en la sierra y en la selva, donde las condiciones geo y orográficas y culturales son heterogéneas, y donde el crecimiento económico es lento. Se debe partir reconociendo que casi no hay lugares en el mundo donde haya un desarrollo económico y humano avanzado encima de los 3,000 metros de altura, o en bosques tropicales separados de la costa por cadenas montañosas de 6,000 metros de altura [POC10]. Esto debido a la dispersión y poca capacidad adquisitiva de la población, a lo que se añaden los mayores costos de transporte, las carencias de mano de obra calificada y la escasa oferta de insumos y servicios esenciales [POC10].

La experiencia internacional muestra que el crecimiento económico se debe fundamentalmente al aumento de la productividad gracias al cambio tecnológico. Hay razones geográficas además de socioculturales por las cuales ese proceso es más difícil y lento en las zonas rurales de la sierra y selva [POC10].

1.3 Tecnología inalámbrica para ámbitos rurales

La infraestructura inalámbrica [PBG07] puede ser construida a menor costo en comparación con las alternativas tradicionales, además de proveer un acceso a la información más sencillo y económico para las comunidades rurales [EPM08]. Los servicios de Voz sobre IP (VoIP) o acceso a Internet de alta velocidad hacen que los pobladores de las áreas rurales sean partícipes en el mercado global en donde las transacciones son veloces, esta realidad se está construyendo sobre redes inalámbricas. Las llamadas, el correo electrónico y otros servicios de datos pueden establecerse a un bajo costo.

Incluso redes inalámbricas comunitarias sin acceso a Internet tienen un gran valor, ya que permiten la colaboración a grandes distancias y la participación de las

comunidades en la construcción de la red extiende el conocimiento y la confianza en sus pobladores.

Dentro de los protocolos de redes inalámbrica, la familia 802.11 (802.11a, 802.11b, y 802.11g) o Wi-Fi (*Wireless-Fidelity*) es una de las principales y difundidas por la interoperabilidad de equipos de distintos fabricantes.

Al mismo tiempo, productos y estándares más sofisticados (tales como 802.11n, 802.16, MIMO, y WiMAX) prometen incrementos importantes en velocidad y alcance por disponer de un mejor rango y la exención de licencias de la banda ISM 2,4GHz (banda no licenciada en Perú). Otras tecnologías de interés son Bluetooth para redes PAN y HomeRF para Home-Networking, ver figura 1.4.

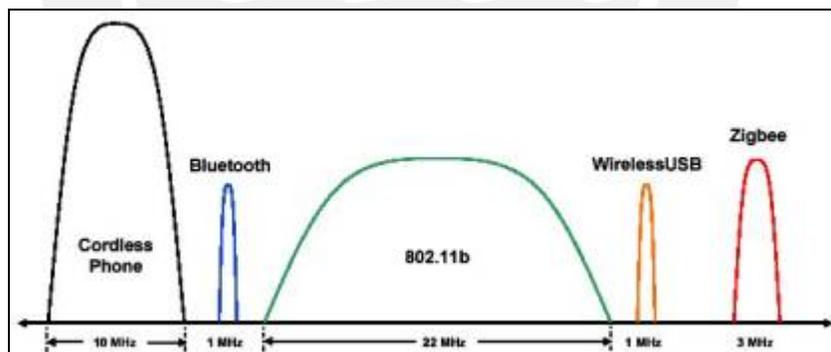


Figura 1.4: Señales de sistemas wireless operando en banda de 2.4 Ghz.
Fuente: IEEE

La banda de 2.4 Ghz permite hasta 13 canales (figura 1.5), pero los más usados son el 1, el 6 y el 11.

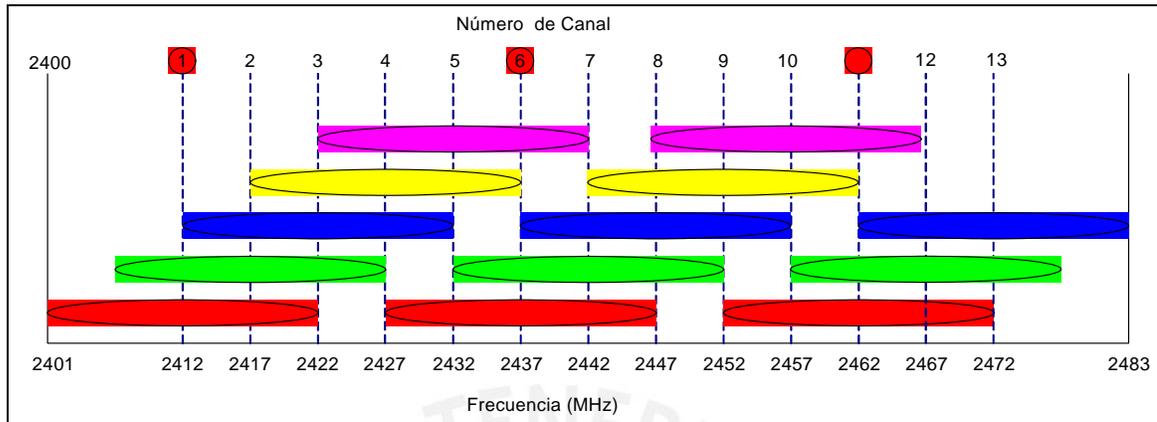


Figura 1.5: Esquema de canales - Banda 2.4 Ghz
Fuente: IEEE

En las tablas 1.2 y 1.3, se muestran, tanto el canal como la frecuencia central a la que trabaja, entre los estándares 802.11b/g y 802.11a.

802.11b / g			
Canal #	Frecuencia Central (GHz)	Canal #	Frecuencia Central (GHz)
1	2,412	8	2,447
2	2,417	9	2,452
3	2,422	10	2,457
4	2,427	11	2,462
5	2,432	12	2,467
6	2,437	13	2,472
7	2,442	14	2,484

Tabla: 1.2. Canal y frecuencia de trabajo 802.11b/g
Fuente: IEEE

802.11a	
Canal #	Frecuencia Central (GHz)
34	5,170
36	5,180
38	5,190
40	5,200
42	5,210
44	5,220
46	5,230
48	5,240
52	5,260
56	5,280
60	5,300
64	5,320
149	5,745
153	5,765
157	5,785
161	5,805

Tabla: 1.3. Canal y frecuencia de trabajo 802.11a
Fuente: IEEE

1.4 Sistemas VSAT

La tecnología VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) comprende redes de comunicación vía satélite para intercambio de información punto-punto, punto-multipunto (*broadcasting*) o interactiva. La red puede tener gran densidad (decenas de miles de estaciones VSAT o más) y está controlada por una estación central llamada HUB que organiza el tráfico entre terminales, y optimiza el acceso a la capacidad del satélite. Redes diseñadas a la medida de las necesidades de las empresas o países que las usan.

Sus principales características [YAM09] son:

- El aprovechamiento de las ventajas del satélite por el usuario de servicios de telecomunicación a un bajo costo y fácil instalación.
- Las antenas montadas en los terminales necesarios son de pequeño tamaño (diámetros menores de 2.4m., típicamente 1.2m., aunque existen hasta de un diámetro de 0,6m.).
- Las velocidades suelen ser del orden de 56 a 64 kbps, pero existen equipos con velocidades de transferencia de Hub a terminal del rango de los 100 Mbps y de terminal a Hub de 8 Mbps.
- Permite la transferencia de datos, voz y video.
- Enlaces asimétricos.
- Las bandas de funcionamiento suelen ser Ku, Ka o C, donde se da alta potencia en transmisión y buena sensibilidad en recepción.

1.4.1 Estructura de una red VSAT

Una red típica VSAT, consiste en una estación terrena, con un Hub central, uno o más satélites en la dirección ascendente, terminales satelitales en las ubicaciones remotas y un satélite en la dirección descendente. La figura 1.6 muestra un esquema de la arquitectura del sistema VSAT.

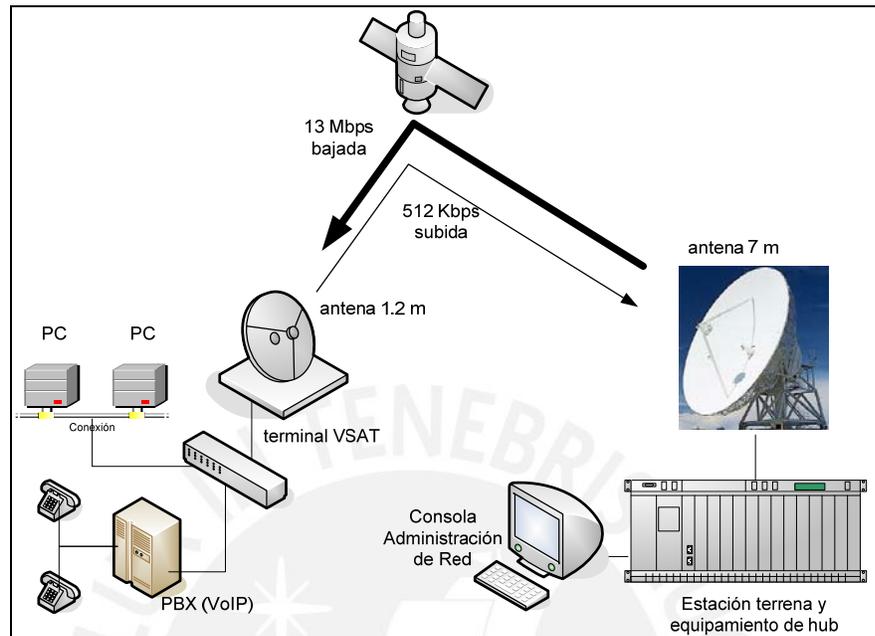


Figura 1.6. Arquitectura de una red basada en VSAT

Fuente: Gilat To Home

1.4.2 Topología de la red VSAT

Existen varias posibles topologías para los VSATs (ver Figura 1.7):

- Topología en configuración broadcast: para comunicación en forma unidireccional, la cual no necesita protocolo de acceso múltiple (por ejemplo DirecTV, DTH, etc.).
- Topología en configuración estrella: Aquí la comunicación es bidireccional, se necesita de un protocolo de acceso múltiple. El aprovechamiento del ancho de banda es el mejor.
- Topología en configuración malla: Aquí la comunicación es bidireccional, necesita protocolo de acceso múltiple. El aprovechamiento del ancho de banda no es óptimo.

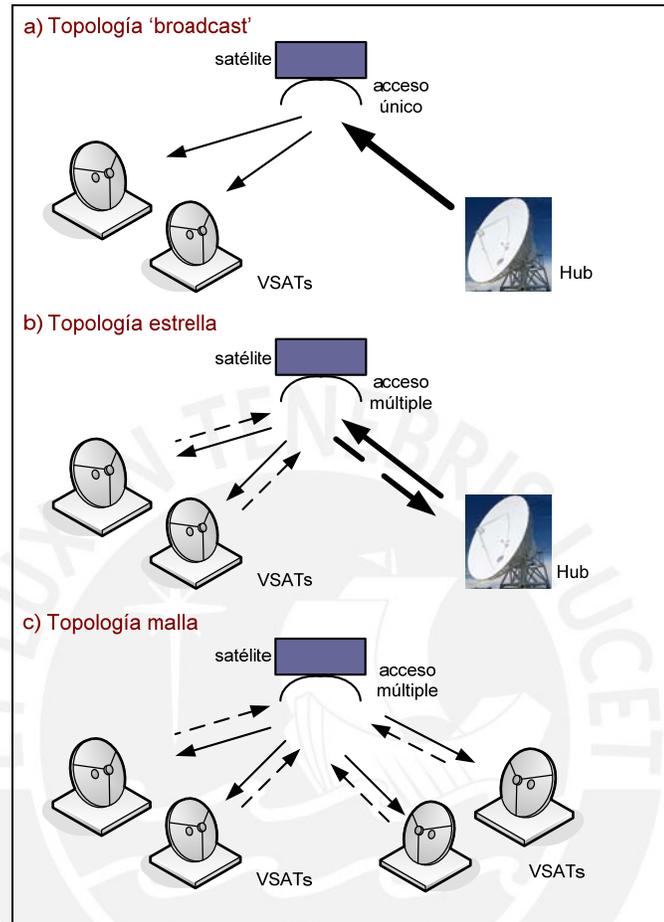


Figura 1.7. Topologías de las redes basadas en VSATs
Fuente: Intelsat

1.4.3 Métodos de acceso

Dado que las redes VSATs necesitan métodos de acceso múltiple, describiremos como son estos protocolos/métodos: [YAM09]

- **FDMA:** Acceso múltiple por división en la frecuencia. Se divide la banda de paso en subbandas o canales que se asignan dinámicamente.
- **TDMA:** Acceso múltiple por división en el tiempo. Una trama o cuadro en el tiempo se divide en ranuras (slots) que hacen uso de la totalidad del ancho de

banda. Un inconveniente es que requiere sincronismo entre todos los terminales conectados a la red.

- CDMA: Acceso múltiple por división de código. Se emplea la técnica del espectro ensanchado mediante la utilización de un código pseudo aleatorio. Uno de los problemas principales de este sistema es el desperdicio de ancho de banda pero a cambio protege contra interferencias.

1.4.4 Acceso a través de la topología

Respecto al acceso a través de la topología se le podría clasificar en:

a) Acceso en configuración malla

Existen varias soluciones posibles, estableceremos como requisito, que todos los VSAT deben poder establecer una conexión con otro VSAT a través del satélite. Vamos a suponer que la red está compuesta por n VSATs. [YAM09]

- Solución directa con asignación fija, cada VSAT dispone de:

Transmisión	$(n-1)$ portadoras
Recepción	$(n-1)$ portadoras
Transpondedor	$n(n-1)$ portadoras enlace subida $n(n-1)$ portadoras enlace bajada

En esta configuración no se aprovecha bien el ancho de banda, por lo tanto es ineficiente, además es costosa.

- Solución con una portadora de subida por VSAT, cada VSAT dispone de:

Transmisión	1 portadora
Recepción	(n -1) portadoras
Transpondedor	n portadoras enlace subida n portadoras enlace bajada

Cada VSAT envía el tráfico por un canal, multiplexando la información para cada uno de los restantes VSATs. En recepción cada VSAT extraerá la información que le corresponda de cada uno de los distintos canales que reciba. Si el método de multiplexación empleado por los VSATs es TDMA, podríamos obtener conectividad total, pero el costo aumenta considerablemente. También se puede emplear CDMA pero esto desperdicia ancho de banda.

- Solución con asignación bajo demanda

Las soluciones anteriores nacen para satisfacer conectividad absoluta entre VSATs. Sin embargo este requerimiento es raro en este tipo de redes ya que lo más común es que los VSATs se interconecten dos a dos. En este caso cada VSAT dispone de: [YAM09]

Transmisión	1 portadora sintonizable.
Recepción	1 portadora sintonizable.
Transpondedor	k portadoras enlace subida k portadoras enlace bajada

Se necesita un canal de control para solicitar la conexión con otro VSAT. Una conexión emplea 4 portadoras, 2 para el enlace de subida (uno para cada VSAT) y 2 para el enlace de bajada.

b) Acceso en configuración estrella

Las redes en estrella están compuestas por n VSATs y un hub. Cada VSAT puede transmitir y recibir k canales correspondientes a las conexiones de los terminales unidos al VSAT. El hub por su lado debe poder transmitir y recibir nk canales atendiendo a todos los VSATs. El ancho de banda del transpondedor está dividido en dos (ver Figura 1.8.). La primera banda está dedicada a los enlaces desde los VSATs hacia el hub ('inbound'). La otra banda atiende los enlaces del hub hacia los VSATs ('outbound'). [YAM09]

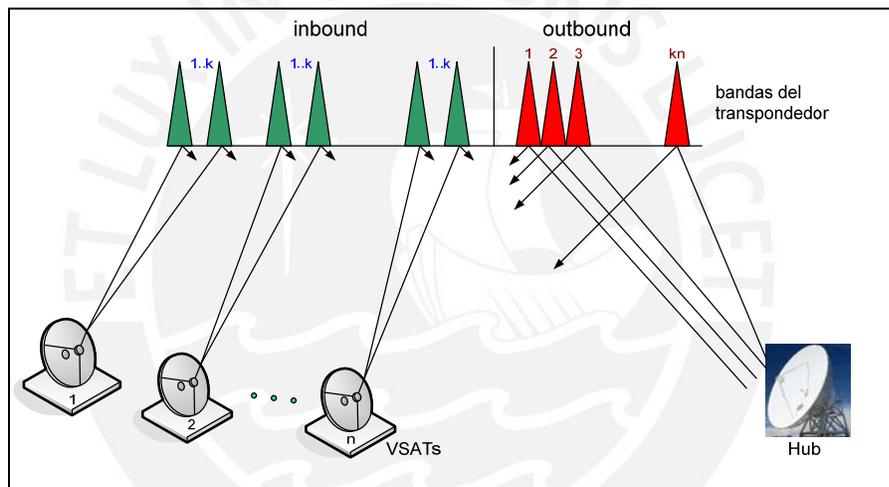


Figura 1.8. Técnicas de acceso en configuración estrella
Fuente: Intelsat

Los tipos de soluciones posibles para los enlaces *inbound* son:

- FDMA, cada VSAT dispone de una banda de frecuencia propia.
- SCPC (1 canal por portadora), esto significa que cada VSAT transmitirá k portadoras, una para cada canal o, lo que es lo mismo los canales van multiplexados en frecuencia. Por lo tanto, el hub deberá recibir nk portadoras (un número alto).

- MCPC (k canales por portadora), ahora cada VSAT transmite sólo una portadora, multiplexando sus canales en el tiempo. El hub necesita n receptores, uno por cada VSAT.
- TDMA: todos los VSATs comparten la banda 'inbound'. La información de cada VSAT viaja multiplexada en el tiempo con la de los restantes VSATs. El hub necesitará 1 receptor ya que sólo existe una portadora.

Para los enlaces *outbound*:

- FDM: el hub multiplexa los canales en frecuencia.
- SCPC (1 canal por portadora): El hub deberá transmitir nk portadoras (un número alto), y cada VSAT recibirá n portadoras, una para cada canal.
- MCPC (k canales por portadora): El hub transmite una portadora por VSAT, un total de n portadoras. Ahora cada VSAT recibe sólo una portadora, sus canales llegan multiplexados en el tiempo.
- TDM: Toda la información que va del hub a los VSATs está multiplexada en el tiempo.

La combinación que se tendría en este tipo de acceso es:

- FDMA – SCPC inbound / FDM –SCPC outbound
- FDMA – SCPC inbound / FDM –MCPC outbound
- FDMA – SCPC inbound / TDM outbound
- FDMA – MCPC inbound / TDM outbound
- TDMA inbound / TDM outbound

c) Métodos de acceso por división en el tiempo aleatorios (ALOHA)

- ALOHA convencional. Todos los VSATs tienen libre acceso al canal, sin ningún tipo de sincronización, cada VSAT accede cuando necesita transmitir, esto si el canal está libre. No existe problema hasta que dos terminales intentan acceder al canal simultáneamente lo que produce una colisión. Para resolver estos casos el sistema está provisto de un algoritmo que regula las retransmisiones intentando minimizar la probabilidad de colisión [YAM09].
- ALOHA ranurado (S-ALOHA). El principio es el mismo que el anterior con la excepción de que ahora el tiempo está dividido en intervalos (slot), lo que implica de alguna forma un sincronismo entre VSATs. Este protocolo tiene un mejor comportamiento, mayor capacidad de transmisión (throughput) [YAM09].
- ALOHA con rechazo selectivo. Los mensajes son enviados de manera asíncrona como en el ALOHA no ranurado pero están partidos en un cierto número de pequeños paquetes. Los paquetes que lleguen indemnes al destino (no se detecta colisión) no se retransmiten. El inconveniente es que cada paquete necesita cabecera, lo cual implica una pérdida de eficiencia [YAM09].

CAPÍTULO 2

IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA

2.1 Diagnóstico de la situación actual

2.1.1 Problemática actual

La población rural en el Perú, de acuerdo con los datos proporcionados por el INEI, es una población que va en franco descenso, esta causa de descenso como se comentó en líneas anteriores se debe al poco desarrollo económico de cada uno de los poblados rurales, por lo tanto una de las grandes premisas gubernamentales es el de detener el centralismo y para realizarlo idóneamente hay que dotar de más y mejores servicios de telecomunicaciones, que acerquen a estos poblados rurales a la modernidad, a la mejora de sus procesos, a la creación de puestos de trabajo, etc. [MEF08]

Por otra parte, los operadores apuntan a las zonas donde la densidad poblacional es mayor, excluyendo a las zonas que, geográficamente, no presentan un mercado atractivo, es por ello que mediante el Estado, se busca incentivar la participación del sector privado para llevar a cabo distintos proyectos para el incremento de los servicios rurales, además el dar cobertura móvil a las zonas rurales del país trae consigo la convergencia de los servicios de voz y datos.

En el caso del operador Incumbente, luego de iniciada la privatización (año 1994) [CCP96] se orientó a la utilización de los Sistemas de Multi Acceso Radial (MAR) para brindar el servicio telefónico en las alejadas zonas rurales. Estos sistemas utilizaban la banda de 1,5 GHz para transmitir las señales entre repetidores, los cuales eran instalados a intervalos determinados de distancia que permitieran retransmitir la señal y entre lugares con línea de vista.

El MAR presentó una problemática de extrema gravedad debido a los problemas de robo, vandalismo y terrorismo en zonas rurales (sucedió en la región de Pasco 57 localidades, en Tarma 26 localidades, en Pomabamba 31 localidades, en Pucallpa 20 localidades, en Cañete 32 localidades, etc.) y por ser una planta dispersa y alejada de rutas de comunicaciones y centros poblados. Debido a la frecuencia de la ocurrencia de los actos delictivos, los stocks de repuestos no fueron suficientes para reponer el servicio en los plazos normales, debido a que se agotaban en tiempos más cortos de los previstos y colateralmente, se producía daños en todo el sistema (por ejemplo, se producían daños irreversibles que en las baterías por descargas profundas y continuas que producían un deterioro paulatino de toda la planta). El Incumbente decidió analizar alternativas de solución y se plantearon varias alternativas [POM03] que incluían una nueva plataforma satelital, un remplazo de la red de MAR por otra de mejor tecnología en una nueva frecuencia y la reducción del número de localidades rurales atendidas.

A pesar de que la penetración de Internet y computadores ha aumentado en los últimos años en el país, sigue existiendo una gran brecha con los niveles deseados frente a los países de la región y del mundo (ver figura 2.1).

En concordancia con lo descrito, se debe desarrollar una sucesión de proyectos que impulsen el uso masivo de Internet en el Perú.

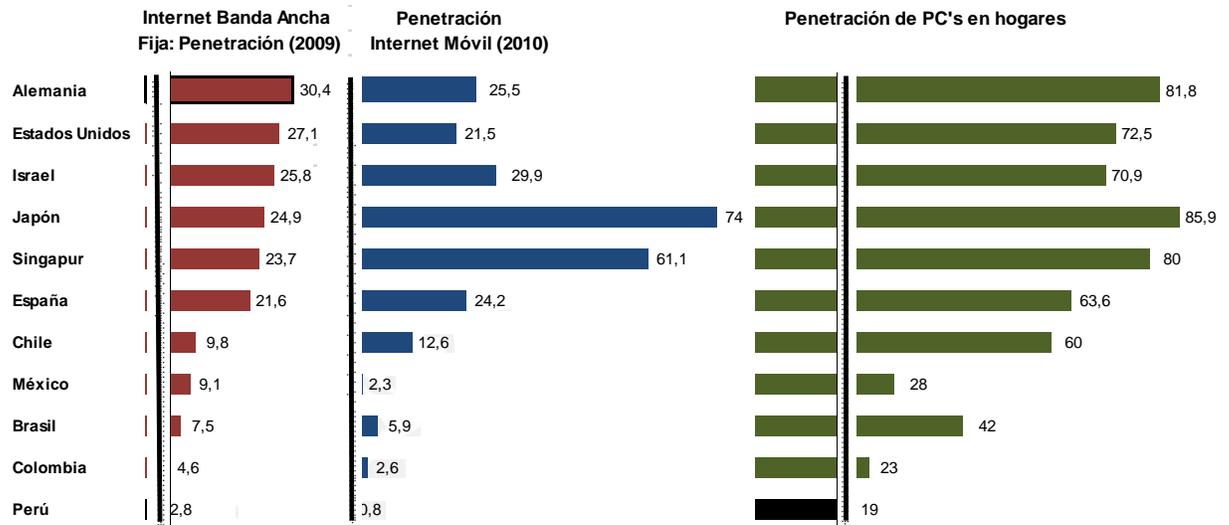


Figura 2.1. Penetración Internet fija, móvil y de PCs en Hogares

Fuentes: 1.- ITU 2009, banda ancha definida mayor a 512 Kbps.

2. Pyramid Research de Setiembre del 2010, Mobile Internet + Datacards

3. Pyramid Research 2009 para Perú, Chile y países de Sudamerica, Alemania – España (ITU 2008)

2.1.1 Identificación de involucrados

- a. Gobiernos central y regionales, MTC y FITEI
- b. Municipalidades provinciales y distritales de los centros poblados
- c. Autoridades locales y/o dirigentes comunales
- d. Beneficiarios.- Los beneficiarios potenciales, tanto directos como indirectos, son los pobladores de los centros poblados seleccionados.

La matriz de involucrados se muestra en la Tabla 2.1

GRUPOS INVOLUCRADOS	PROBLEMAS	INTERESES
Gobiernos central y regionales, MTC y FITEL	Presencia reducida del Estado e instituciones de servicios básicos,	Incrementar la presencia del Estado y de instituciones que ofrezcan servicios básicos.
Municipalidades provinciales y distritales de los centros poblados	Representación local y provincial no idónea a las necesidades y aspiraciones de los pobladores.	Mejorar el grado de representación de los pobladores en sus necesidades y aspiraciones.
Operadores de servicios de telecomunicaciones	Niveles de rentabilidad no adecuados para la inversiones en infraestructura y operación.	Maximizar sus niveles de rentabilidad en la oferta de servicios de telecomunicaciones.
Autoridades locales y/o dirigentes comunales	Ineficientes diálogo con empresas del sector telecomunicaciones y representación de la población.	Representar idóneamente a la población y dialogar beneficiosamente con las empresas de telecomunicaciones.
Pobladores rurales	Limitaciones en su desarrollo y bienestar económico social a través de servicios de tecnologías de la información.	Incrementar su desarrollo y bienestar económico social a través de servicios de tecnologías de la información a precios accesibles.

Tabla 2.1. Matriz de involucrados
Elaboración propia

2.2 Análisis de la problemática, sus causas y efectos

Los principales problemas detectados en los poblados rurales del Perú, se basan fundamentalmente en las siguientes hipótesis (basado en la metodología del MEF PERU. Pautas para la Identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil): [MEF03]

- 1) No existe un mercado de información desarrollado. La oferta de información mediante los canales formales, ya sean públicos o privados, es sumamente pobre; por lo tanto, no consigue atender la demanda de información de pequeños

productores rurales y autoridades locales restringiendo la demanda y evitando su potencial ampliación.

2) Pequeños productores rurales, funcionarios y autoridades del gobierno local tienen necesidades de acceso a información definida de acuerdo a su ocupación principal; las cuales se pueden agrupar en las siguientes: a) de subsistencia (salud, alimentación); b) de bienestar (defensa legal, saneamiento, construcción de viviendas, desarrollo urbano); c) de economía (administración de pequeñas empresas, fuentes de financiamiento y crédito, precios y tecnologías apropiadas); y d) de esparcimiento. Las necesidades de acceso a la información para la subsistencia son compartidas en general por toda la población, incluyendo a los dos grupos de beneficiarios directos de esta tesis, las necesidades de bienestar son más cercanas a las autoridades locales, mientras que las económicas pertenecen a los pequeños productores.

3) El lugar de residencia no define la orientación hacia los grandes grupos de necesidades de información antes descritos sino dentro de ellos. Por ejemplo, un pequeño productor rural necesita información de tipo económica en el área agrícola (crédito, precios de insumos y tecnologías agrícolas, potencialmente tecnologías de transformación) mientras un pequeño productor urbano requiere de información de tipo económico ligada a su actividad.

4) El género define la orientación de un grupo de necesidades de información específicas. Verbigracia, las mujeres, por su rol en la familia, están más orientadas a información de subsistencia.

- 5) Las necesidades de acceso a información no son cubiertas por la insuficiente e inadecuada oferta existente. Es decir, la oferta tendría que estar adaptada a las actuales capacidades de asimilación de la mayor parte de la población.

- 6) Existe un acceso diferenciado a fuentes de información para el desarrollo, las cuales dependen del nivel socioeconómico, nivel educativo, género, edad y lugar de residencia.
 - a. El acceso a fuentes de información relevantes son costosas; en consecuencia, los sectores de menores recursos tienen menor capacidad de acceso a esta información. No se trata sólo de costos directos del servicio, sino más aún por costos indirectos de acceso a estas fuentes como transporte y tiempo.
 - b. Los varones acceden a una mayor diversidad de fuentes que las mujeres. Esto se debe a que en las áreas rurales, los varones acceden a las fuentes de información costosa o lejana como asesoría profesional; mientras las mujeres acceden a fuentes de información gratuita o cercana a su lugar de residencia como la radio, familia y amistades.

- 7) El acceso a la información depende del rol que desempeña cada individuo en la empresa, la comunidad o la familia.

- 8) Existen diferencias respecto a la capacidad de comprensión de información contenida en diferentes formatos.
 - a. El uso de argot técnico o académico es un limitante para que la información sea utilizada para el desarrollo. Por ello, es recomendable hacer folletos en el habla simple para sus futuros usuarios.

- b.** No existen servicios de información gratuitos o de bajo costo adecuados a las necesidades de la población rural.
- c.** Las bibliotecas, si es que existen, son usadas fundamentalmente por estudiantes y, en menor proporción, por profesionales. Por lo tanto, no son un canal de acceso a información para pequeños productores o autoridades locales.
- 9) No existen horarios ni ubicaciones adecuados para que un servicio de información sea de utilidad para el desarrollo de la población, por el contrario, éstos difieren en cada ámbito rural.
- 10) El estancamiento y aislamiento socioeconómico de los poblados rurales del Perú.
- 11) El desconocimiento o falta de información precisa acerca de, por ejemplo, precios, disponibilidad de insumos, procesos productivos, innovaciones técnicas o mercados potenciales, para que las comunidades rural puedan ofertar óptimamente sus productos o materias primas.
- 12) La obsolescencia tecnológica.
- 13) La agreste geografía.
- 14) Los costos de inversión y de operación y mantenimiento son elevados.
- 15) Los robos y vandalismos a los que está expuesto la planta.

Solo se han atendido aproximadamente 30,000 poblados rurales, es decir, la atención poblacional se ha realizado a 4'170,000 pobladores rurales, quedándose sin ésta 52,200 comunidades rurales, que involucra 2'442,725 habitantes, los cuales no tienen ningún tipo de atención. A continuación, se puede observar el escenario rural al finalizar el año 2011 en tabla 2.2.



REGIÓN	POBLADOS RURALES	TOTAL POBLADOS RURALES ATENDIDOS	TOTAL POBLADOS RURALES DESATENDIDOS	%POBLADOS RURALES CON COBERTURA DE VOZ (FIJA, MÓVIL o TUP)		%POBLADOS RURALES CON COBERTURA DE DATOS (ADSL o INTERNET FITEL)		POBLACIÓN RURAL ATENDIDA	POBLACIÓN RURAL SIN ATENCIÓN
				LOCALIDADES	POBLACIÓN	LOCALIDADES	VIVIENDAS		
UCAYALI	895	312	583	35%	51%	0%	0.1%	54,247	52,565
TUMBES	165	96	69	58%	81%	7%	11.4%	16,740	3,856
TACNA	615	190	425	31%	67%	2%	3.8%	16,954	8,186
SAN MARTÍN	2325	1055	1270	45%	62%	1%	0.9%	158,133	97,935
PUNO	8657	3169	5488	37%	56%	1%	1.7%	356,848	282,389
PIURA	2594	1411	1183	54%	71%	2%	3.8%	307,807	124,901
PASCO	2528	609	1919	24%	45%	2%	4.8%	48,743	58,808
MOQUEGUA	1112	251	861	23%	54%	1%	4.7%	13,486	11,351
MADRE DE DIOS	302	116	186	38%	47%	0%	0.0%	14,464	16,003
LORETO	2285	805	1480	35%	50%	0%	0.0%	154,023	154,588
LIMA	3662	1210	2452	33%	67%	3%	6.6%	113,957	55,671
LAMBAYEQUE	1369	873	496	64%	78%	7%	7.2%	178,160	50,521
LA LIBERTAD	3255	1664	1591	51%	69%	3%	3.4%	272,995	125,133
JUNIN	3692	1558	2134	42%	66%	3%	8.3%	260,649	137,204
ICA	1146	656	490	57%	85%	7%	9.7%	64,395	11,550
HUANUCO	6173	2045	4128	33%	57%	1%	2.9%	251,696	186,803
HUANCAVELICA	5557	1391	4166	25%	59%	1%	6.5%	182,829	128,167
CUSCO	8863	2522	6341	28%	56%	2%	8.2%	295,437	235,468
CALLAO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAJAMARCA	6014	3229	2785	54%	70%	2%	2.4%	652,115	281,717
AYACUCHO	5502	1585	3917	29%	65%	1%	4.5%	168,544	89,357
AREQUIPA	3791	881	2910	23%	58%	2%	5.2%	62,338	45,528
APURIMAC	3470	1037	2433	30%	65%	3%	8.3%	141,386	77,348
ANCASH	6461	2954	3507	46%	68%	2%	5.7%	259,340	121,907
AMAZONAS	2351	923	1428	39%	59%	1%	3.2%	125,366	85,767
TOTAL PERÚ	82784	30542	52242	37%	63%	1.8%	4.4%	4,170,650	2,442,725

Tabla 2.2. Escenario Rural hasta Setiembre del 2011

Fuentes: INEI, FITEL y Cobertura Móvil reportadas por las empresas operadoras a setiembre de 2011

2.2.1 Causas

Causas directas

- Desinterés de los operadores de telecomunicaciones en inversiones de infraestructura en áreas rurales:

Actualmente, la rentabilidad económica de un proyecto rural es negativa; en consecuencia, los operadores de telecomunicaciones perciben que al realizar inversiones de infraestructura en zonas rurales no cumple con sus expectativas empresariales ni con las de retorno generadas por los pobladores, quienes en su mayoría solo pueden satisfacer necesidades esenciales como la alimentación y vivienda.

- Agreste geografía

La accidentada geografía del territorio peruano provoca dificultad en la instalación de equipos y redes de telecomunicaciones. Además, esto no ha sido superado debido a la insuficiente inversión en vías de accesos a las zonas rurales.

- Dispersa ubicación geográfica de poblados rurales:

Dado que la mayoría de comunidades rurales están separadas considerablemente unas de otras, de centro urbanos, e inclusive las vías de acceso a éstas se encuentran deteriorados, conllevan a que se incrementen los costos de inversión, operación y mantenimiento (O&M).

Causas indirectas

- Improductivos proyectos de inversión pública por parte de los gobiernos locales
- Ineficiente diálogo con empresas del sector privado
- Escasos ingresos tarifarios

- Éstos no cubren los costos de operación y mantenimiento del servicio rural
- Alto riesgo de actos vandálicos y robos de equipos de telecomunicaciones

Actualmente, existe una gran inseguridad en las plantas de telecomunicaciones, provocada por el alto índice de robos, no convirtiéndose en un aliciente a la inversión en localidades rurales. Verbigracia, Telefónica del Perú perdió un total de 1046 paneles solares, debido a actos vandálicos y robos, desplegados principalmente en las zonas rurales de Lambayeque, Cusco y Junín en el año 2009, siendo un 13% mayor respecto al año anterior. [STA10]

2.2.2 Problema Central

El problema central o principal identificado a resolver se puede sintetizar en, “Insuficiente y/o baja calidad del servicio de telecomunicaciones en los poblados rurales del Perú”

2.2.3 Efectos

Efectos directos

- Limitado desarrollo económico de los poblados rurales
- Ineficiente e inoportuna información y comunicación
- Altos costos en la obtención de información y oportunidades
- Limitada capacidad de gestión y gobierno de las autoridades rurales

Las autoridades rurales no han logrado identificar las necesidades básicas de la población, que evidencian las escasas o nulas políticas para el desarrollo de sus comunidades. Por lo tanto, es necesaria la promoción de proyectos de inversión pública con retorno de inversión, los cuales a mediano o largo plazo generan beneficios sociales, educativos, económicos, entre otros.

Efectos indirectos

- Escasas expectativas de desarrollo
- Limitadas actividades productivas y comerciales
- Alta migración de pobladores hacia zonas urbanas
- Baja calidad de vida de los pobladores
- Alta necesidad de desplazarse hacia zonas de cobertura móvil
- Debilitado sistema organizacional del poblado

Esto aumenta la desintegración entre los pobladores y la no participación en proyectos conjuntos.

2.2.4 Efecto final

El efecto final de este diagnóstico es el atraso socio-económico de la población rural del Perú.

2.2.5 Árbol de problemas o de causas-efectos

Para la realización del diagnóstico del problema se ha elaborado el “árbol de problemas”, con el fin de detallar las causas directas e indirectas de nuestro problema central. Para luego identificar el origen de los efectos que provocan las causalidades en el diagnóstico realizado.

A continuación, en la figura 2.2, se presenta el árbol de problemas, que sintetiza e identifica el problema a solucionar.

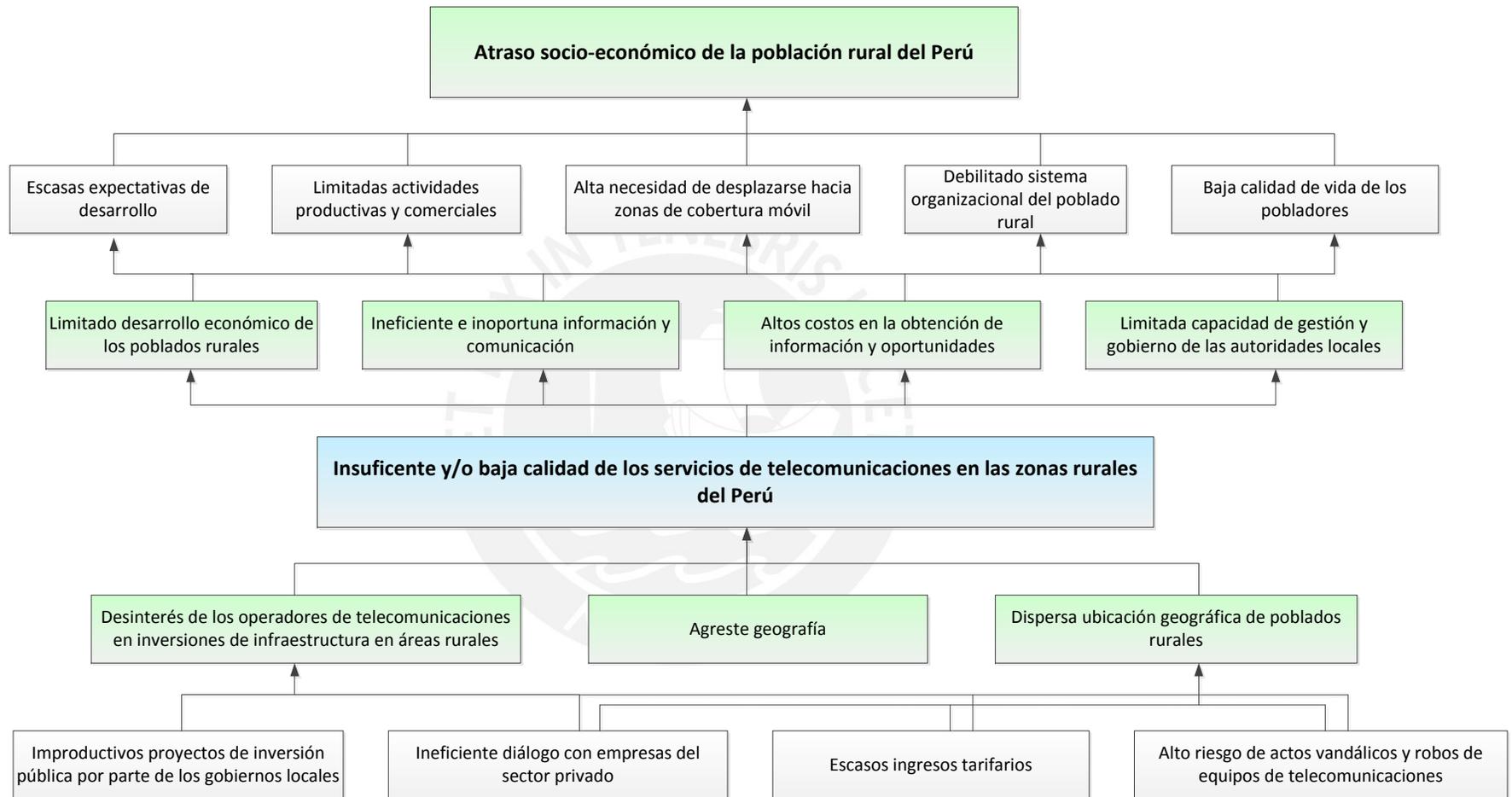


Figura 2.2. Análisis de problemas
Elaboración propia

2.3 Análisis de objetivos

Para concebir el objetivo principal se definirán los medios, que son ideas jerarquizadas e identificadas en base a las causalidades, que se analizarán a continuación.

2.3.1 Medios

Medios directos

- Mayor interés de los operadores de telecomunicaciones en inversiones de infraestructura en áreas rurales
- Geografía menos agreste
- Centralización de los poblados rurales

Medios indirectos

- Productivos proyectos de inversión pública elaborados por los gobiernos locales
- Provechoso diálogo con empresas del sector privado
- Incremento de ingresos tarifarios

Ingresos tarifarios que cubran los costos de operación y mantenimiento del servicio rural

- Disminución de actos vandálicos y robos de equipos de telecomunicaciones

La inversión en vías de comunicación y acceso a pueblos remotos, constituyen un factor de desarrollo importante para toda localidad ya que el tiempo que tome de traslado de productos, bienes y/o personas de una localidad alejada a centros urbanos será mucho menor, incrementando las actividades económicas y la productividad de la localidad.

2.3.2 Objetivo central

Una vez conocidos los medios, es posible determinar el objetivo principal; siendo éste, suficiente y/o alta calidad de los servicios de telecomunicaciones en las zonas rurales del Perú.

2.3.3 Fines

Para determinar el fin último se emplearán los fines directos, que son los resultados obtenidos a partir de conseguir el objetivo principal a través de los medios; y los fines indirectos, los cuales son consecuencia de los anteriores.

Fines directos

- Eficiente y oportuna información y comunicación
- Menores costos en la obtención de información y oportunidades
- Mejorar la capacidad de gestión y gobierno por parte de las autoridades

Es imprescindible que se realice una gestión de gobierno transparente, concertador e integradora entre el sector privado y las mismas autoridades, logrando identificar necesidades básicas y satisfacer las mismas a través de proyectos rentables para las comunidades.

- Apropiado desarrollo económico de los poblados rurales

Es de suma importancia el respaldo y compromiso de los pobladores a los proyectos y/o actividades que emprenda la entidad municipal.

Además, las oportunidades de negocios generadas a partir de contar con servicios de telecomunicaciones, representan un notable incremento económico en actividades productivas y comerciales.

Fines indirectos

- Altas expectativas de desarrollo
- Auge de actividades productivas y comerciales
- Decrecimiento de la migración hacia zonas urbanas
- Mejor sistema organizacional de cada poblado rural
- Incremento de la calidad de vida de los pobladores
- Baja necesidad de desplazarse hacia zonas de cobertura móvil

2.3.4 Fin último

Como resultado del análisis de los problemas, se obtiene un fin último que refleja el efecto final de los medios trazados. Es decir, el desarrollo socio-económico sostenible de la población rural del Perú.

2.3.5 Árbol de objetivos o árbol de medios-fines

A continuación, en la figura 2.3, se presenta el árbol de objetivos, que sintetiza e identifica el fin último que se quiere conseguir.

.

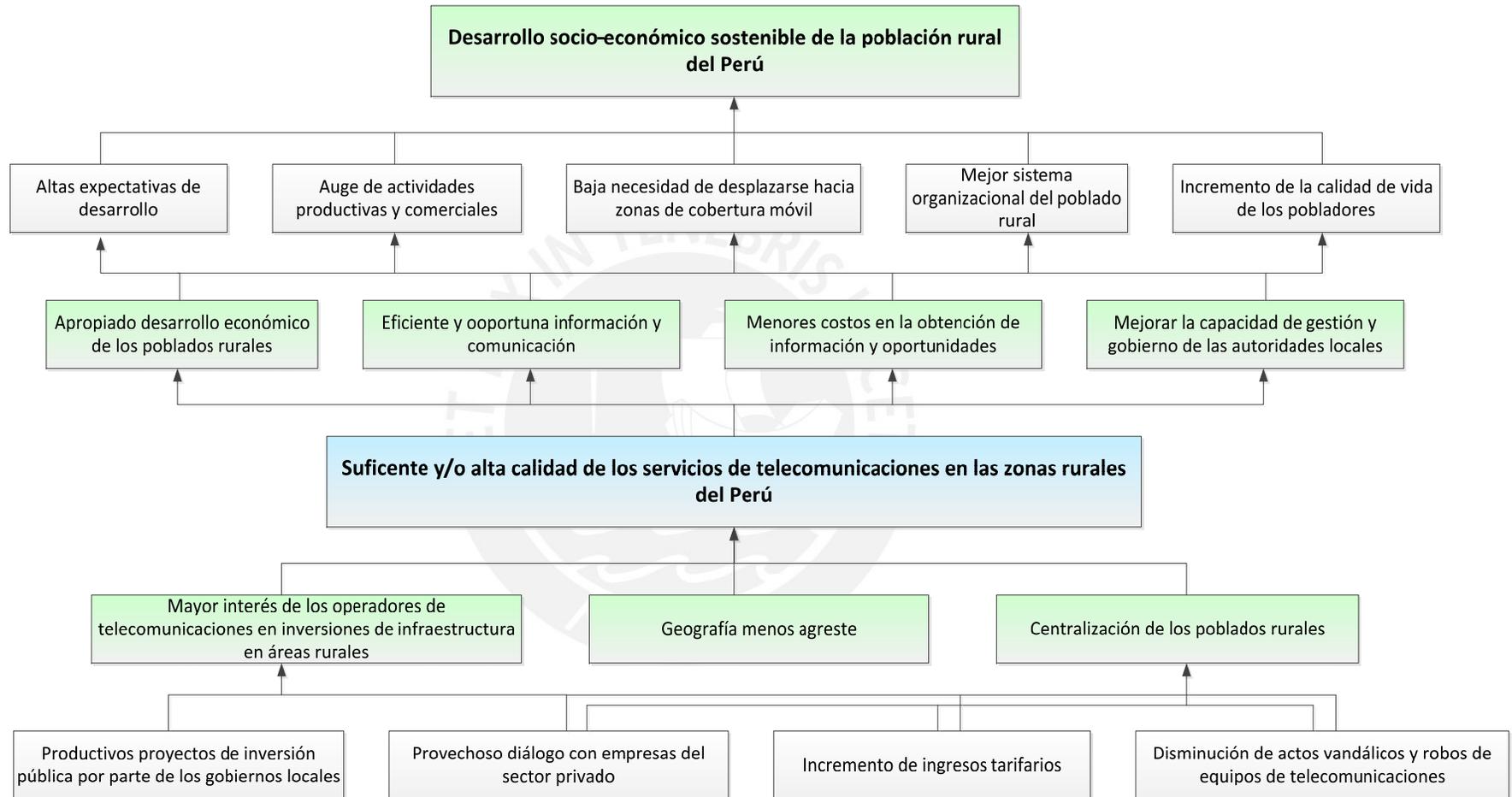


Figura 2.3. Análisis de objetivos
Elaboración propia

2.4 Alternativas de solución

2.4.1 Relación entre medios fundamentales

Debido a que se requiere obtener mayor interés de los operadores de telecomunicaciones para que realicen inversiones de infraestructura en áreas rurales y los poblados rurales se intercomunicen; es necesario la selección de la infraestructura y tecnologías adecuadas que puedan dar un servicio digno de telecomunicaciones, salven la dispersión geográfica y minimice costos.

Se aprovechará que la red dorsal nacional de fibra óptica desplegada llega a los pueblos principales de cada región; sin embargo, no, a los pueblos alejados del principal. A partir de ello, se plantea dos escenarios: Agrupar e intercomunicar poblados para que se unan a la red dorsal usando fibra óptica o empleando solución satelital.

2.4.2 Formulación de alternativas

Análisis de las alternativas

Para analizar cada una de las alternativas se presentaron las ventajas y desventajas de cada una de las soluciones planteadas, las cuales tienen que solucionar o minimizar:

- El robo y el vandalismo sobre la planta rural.
- La cantidad de accesos por O&M a las localidades muy alejadas.
- La carencia de repuestos por la obsolescencia tecnológica y/o no fabricación de los mismos.
- El retiro obligatorio de las frecuencias usadas por el MAR rural, por la nueva estructura del PNAF
- Los altos costos de O&M.

Nueva Plataforma Satelital

- Rápida implementación
- Mínima oportunidad a los robos y vandalismo de los equipos,
- Da mayor seguridad de red
- Disminuye los tiempos de O & M, al no contar con estaciones repetidoras.
- Disminuye de los costos de Operación y mantenimiento en aproximadamente un 33%.
- Posibilita la rápida atención de Centros Mineros, Empresas Extractoras y centros de Generación de Energía.

Reemplazo por una red de Multi Acceso Radial

- Red de mayor capacidad
- Mantiene la misma oportunidad de robos y vandalismos que la red actual
- La seguridad de las estaciones repetidoras de la Red es mínima como la actual.
- Dificultad de acceso a los puntos de repetición por lo difícil de la geografía
- Costos de operación y mantenimiento son levemente menores a los actuales.
- Cabe señalar que con este tipo de red, los robos y vandalismos continuarían, la seguridad de las estaciones y las dificultades de acceso de los puntos de repetición, seguirían siendo una gran problemática para la O&M.

Reducción del número de localidades rurales atendidas

- Menor inversión en equipamiento requerido para liberar la banda de 1.5 GHz.
- Reducción de los costos de operación y mantenimiento
- Se prevé problemas con el Gobierno Central y Gobiernos Regionales al dejar de atender las localidades servidas por otro operador.

- Problemas por incumplimiento de lo estipulado en el Contrato de Concesión, de mantener los circuitos actuales en operación.
- El principal inconveniente de esta alternativa es que de acuerdo con el contrato de concesión el incumbente está obligado a mantener el servicio, con los circuitos actuales.

Requerimientos para la selección de la alternativa

De la problemática señalada se tenía que solucionar en forma integral lo siguiente:

- Solucionar y/o minimizar el robo y el vandalismo sobre la planta rural.
- Minimizar la cantidad de accesos por O&M a las localidades muy alejadas o abandonar estas localidades.
- Migrar a otro tipo de plataforma que atienda a los poblados rurales, dada la obsolescencia tecnológica.
- Retirarse en forma obligatoria de las frecuencias usadas por el MAR rural, por la nueva estructura del PNAF
- En lo posible rentabilizar la atención de los poblados rurales.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN ZONAS RURALES DEL PERÚ

3.1 Situación actual de la población y los servicios de telecomunicaciones

3.1.1 Evolución de la población rural

De acuerdo con los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática- INEI, la población rural en el Perú va en franco descenso. Como se comentó en líneas anteriores la causa de esta situación se debe al exiguo desarrollo económico de sus poblados.

La tabla 3.1 muestra estadísticas de los censos nacionales respecto a la población urbana y rural total; la 3.2 la desagregación por departamentos de los últimos dos censos nacionales, los de 1993 y 2007.

1940	Población por área de residencia	6,207,967	100.0%
	Urbana	2,197,133	35.4%
	Rural	4,010,834	64.6%
1961	Población por área de residencia	9,906,746	100.0%
	Urbana	4,698,178	47.4%
	Rural	5,208,568	52.6%
1972	Población por área de residencia	13,538,208	100.0%
	Urbana	8,058,495	59.5%
	Rural	5,479,713	40.5%
1981	Población por área de residencia	17,005,210	100.0%
	Urbana	11,091,923	65.2%
	Rural	5,913,287	34.8%
1993	Población por área de residencia	22,048,356	100.0%
	Urbana	15,458,599	70.1%
	Rural	6,589,757	29.9%
2007	Población por área de residencia	27,412,157	100.0%
	Urbana	20,810,288	7590.0%
	Rural	6,601,869	2410.0%

Tabla 3.1. Población nacional urbana y rural por censos desde 1940

Fuente: INEI

DEPARTAMENTO	1993			2007		
	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL
TOTAL	22,048,356	15,459,487	6,588,869	27,412,157	20,810,288	6,601,869
AMAZONAS	336,665	119,517	217,148	375,993	166,003	209,990
ANCASH	955,023	548,028	406,995	1,063,459	682,954	380,505
APURÍMAC	381,997	133,949	248,048	404,190	185,671	218,519
AREQUIPA	916,806	785,858	130,948	1,152,303	1,044,392	107,911
AYACUCHO	492,507	236,774	255,733	612,489	355,384	257,105
CAJAMARCA	1,259,808	311,135	948,673	1,387,809	453,977	933,832
CALLAO	639,729	639,232	497	876,877	876,877	-
CUSCO	1,028,763	471,725	557,038	1,171,403	644,684	526,719
HUANCAVELICA	385,162	100,439	284,723	454,797	144,022	310,775
HUÁNUCO	654,489	252,778	401,711	762,223	323,935	438,288
ICA	565,686	472,232	93,454	711,932	635,987	75,945
JUNÍN	1,035,841	678,251	357,590	1,225,474	825,263	400,211
LA LIBERTAD	1,270,261	870,390	399,871	1,617,050	1,218,922	398,128
LAMBAYEQUE	920,795	709,608	211,187	1,112,868	885,234	227,634
LIMA	6,386,308	6,178,608	207,700	8,445,211	8,275,823	169,388
LORETO	687,282	398,422	288,860	891,732	583,391	308,341
MADRE DE DIOS	67,008	38,433	28,575	109,555	80,309	29,246
MOQUEGUA	128,747	106,601	22,146	161,533	136,696	24,837
PASCO	226,295	133,383	92,912	280,449	173,593	106,856
PIURA	1,388,264	976,798	411,466	1,676,315	1,243,841	432,474
PUNO	1,079,849	423,353	656,496	1,268,441	629,891	638,550
SAN MARTÍN	552,387	336,942	215,445	728,808	472,755	256,053
TACNA	218,353	195,949	22,404	288,781	263,641	25,140
TUMBES	155,521	136,287	19,234	200,306	181,696	18,610
UCAYALI	314,810	204,795	110,015	432,159	325,347	106,812

Tabla 3.2. Población departamental urbana y rural en censos de 1993 y 2007

Fuente: INEI

3.1.2 Análisis situacional de los servicios ofrecidos

a. Telefonía móvil. La tabla 3.3 muestra la cantidad de centros poblados con y sin cobertura móvil por departamentos (aquellos 'en blanco' también corresponden a zonas rurales). De esta tabla se desprende que al 2010 existían **24,969** centros poblados sin cobertura móvil.

DEPARTAMENTO	CON COBERTURA	SIN COBERTURA	TOTAL GENERAL
AMAZONAS	858	951	1809
RURAL	566	690	1256
URBANO	71	34	105
(en blanco)	221	227	448
ANCASH	2574	2161	4735
RURAL	2013	1804	3817
URBANO	168	30	198
(en blanco)	393	327	720
APURIMAC	925	1591	2516
RURAL	805	1475	2280
URBANO	67	26	93
(en blanco)	53	90	143
AREQUIPA	1085	1332	2417
RURAL	910	1229	2139
URBANO	116	16	132
(en blanco)	59	87	146
AYACUCHO	1770	2200	3970
RURAL	1555	1992	3547
URBANO	139	36	175
(en blanco)	76	172	248
CAJAMARCA	2992	1834	4826
RURAL	2650	1753	4403
URBANO	112	28	140
(en blanco)	230	53	283
CALLAO	6		6
(en blanco)	6		6
CUSCO	1977	1700	3677
RURAL	1746	1541	3287
URBANO	114	27	141

(en blanco)	117	132	249
HUANCAVELICA	1442	1782	3224
RURAL	1260	1713	2973
URBANO	87	19	106
(en blanco)	95	50	145
HUANUCO	1682	1655	3337
RURAL	1489	1435	2924
URBANO	77	12	89
(en blanco)	116	208	324
ICA	647	285	932
RURAL	543	277	820
URBANO	62	2	64
(en blanco)	42	6	48
JUNIN	1528	1220	2748
RURAL	1305	1172	2477
URBANO	142	24	166
(en blanco)	81	24	105
LA LIBERTAD	1820	1005	2825
RURAL	1629	967	2596
URBANO	137	21	158
(en blanco)	54	17	71
LAMBAYEQUE	932	189	1121
RURAL	692	56	748
URBANO	54	2	56
(en blanco)	186	131	317
LIMA	1795	1535	3330
RURAL	1158	1364	2522
URBANO	186	43	229
(en blanco)	451	128	579
LORETO	488	1321	1809
RURAL	447	1255	1702
URBANO	25	37	62
(en blanco)	16	29	45
MADRE DE DIOS	97	87	184
RURAL	88	76	164
URBANO	7	7	14
(en blanco)	2	4	6
MOQUEGUA	272	280	552
RURAL	233	246	479
URBANO	32	6	38

(en blanco)	7	28	35
PASCO	584	680	1264
RURAL	497	670	1167
URBANO	58	2	60
(en blanco)	29	8	37
PIURA	1160	437	1597
RURAL	939	419	1358
URBANO	187	4	191
(en blanco)	34	14	48
PUNO	2680	1825	4505
RURAL	2370	1657	4027
URBANO	104	19	123
(en blanco)	206	149	355
SAN MARTIN	1439	796	2235
RURAL	1281	741	2022
URBANO	111	30	141
(en blanco)	47	25	72
TACNA	189	122	311
RURAL	156	109	265
URBANO	29	2	31
(en blanco)	4	11	15
TUMBES	125	13	138
RURAL	96	12	108
URBANO	23		23
(en blanco)	6	1	7
UCAYALI	255	398	653
RURAL	237	390	627
URBANO	16	3	19
(en blanco)	2	5	7
TOTAL GENERAL	29,322	25,399	54,721

Tabla 3.3. Cobertura de servicio móvil por departamento

Fuente: OSIPTEL, FITEL, 2009-2010

- b. Telefonía fija. La tabla 3.4 muestra la cantidad de centros poblados con y sin cobertura de telefonía fija por departamentos.

DEPARTAMENTOS	CLASIFICACIÓN	TOTAL
AMAZONAS	RURAL	16

	URBANO	6
Total AMAZONAS		22
ANCASH	RURAL	584
	URBANO	43
Total ANCASH		627
APURIMAC	RURAL	46
	URBANO	5
Total APURIMAC		51
AREQUIPA	RURAL	249
	URBANO	68
Total AREQUIPA		317
AYACUCHO	RURAL	143
	URBANO	13
Total AYACUCHO		156
CAJAMARCA	RURAL	243
	URBANO	19
Total CAJAMARCA		262
CALLAO	URBANO	4
Total CALLAO		4
CUSCO	RURAL	179
	URBANO	18
Total CUSCO		197
HUANCAVELICA	RURAL	49
	URBANO	6
Total HUANCAVELICA		55
HUANUCO	RURAL	19
	URBANO	7
Total HUANUCO		26
ICA	RURAL	150
	URBANO	33
Total ICA		183
JUNIN	RURAL	244
	URBANO	52
Total JUNIN		296
LA LIBERTAD	RURAL	172
	URBANO	41
Total LA LIBERTAD		213
LAMBAYEQUE	RURAL	188
	URBANO	35
Total LAMBAYEQUE		223
LIMA	RURAL	437

	URBANO	100
Total LIMA		537
LORETO	RURAL	12
	URBANO	8
Total LORETO		20
MADRE DE DIOS	RURAL	6
	URBANO	1
Total MADRE DE DIOS		7
MOQUEGUA	RURAL	36
	URBANO	6
Total MOQUEGUA		42
PASCO	RURAL	92
	URBANO	12
Total PASCO		104
PIURA		135
PUNO	RURAL	74
	URBANO	15
Total PUNO		89
SAN MARTIN	RURAL	62
	URBANO	17
Total SAN MARTIN		79
TACNA	RURAL	56
	URBANO	14
Total TACNA		70
TUMBES	RURAL	9
	URBANO	9
Total TUMBES		18
UCAYALI	RURAL	9
	URBANO	5
Total UCAYALI		14
TOTAL GENERAL		3747

Tabla 3.4. Cobertura de telefonía fija por departamento

Fuente: OSIPTEL, FITEL, 2009-2010

- c. Servicios satelitales. La tabla 3.5 muestra la cantidad de estaciones VSAT por departamentos para distintos tipos de servicios.

DEPARTAMENTOS	CLASIFICADOS	TOTAL
AMAZONAS	RURAL	16

	URBANO	6
Total AMAZONAS		22
ANCASH	RURAL	584
	URBANO	43
Total ANCASH		627
APURIMAC	RURAL	46
	URBANO	5
Total APURIMAC		51
AREQUIPA	RURAL	249
	URBANO	68
Total AREQUIPA		317
AYACUCHO	RURAL	143
	URBANO	13
Total AYACUCHO		156
CAJAMARCA	RURAL	243
	URBANO	19
Total CAJAMARCA		262
CALLAO	URBANO	4
Total CALLAO		4
CUSCO	RURAL	179
	URBANO	18
Total CUSCO		197
HUANCAVELICA	RURAL	49
	URBANO	6
Total HUANCAVELICA		55
HUANUCO	RURAL	19
	URBANO	7
Total HUANUCO		26
ICA	RURAL	150
	URBANO	33
Total ICA		183
JUNIN	RURAL	244
	URBANO	52
Total JUNIN		296
LA LIBERTAD	RURAL	172
	URBANO	41
Total LA LIBERTAD		213
LAMBAYEQUE	RURAL	188
	URBANO	35
Total LAMBAYEQUE		223
LIMA	RURAL	437

	URBANO	100
Total LIMA		537
LORETO	RURAL	12
	URBANO	8
Total LORETO		20
MADRE DE DIOS	RURAL	6
	URBANO	1
Total MADRE DE DIOS		7
MOQUEGUA	RURAL	36
	URBANO	6
Total MOQUEGUA		42
PASCO	RURAL	92
	URBANO	12
Total PASCO		104
PIURA		135
PUNO	RURAL	74
	URBANO	15
Total PUNO		89
SAN MARTIN	RURAL	62
	URBANO	17
Total SAN MARTIN		79
TACNA	RURAL	56
	URBANO	14
Total TACNA		70
TUMBES	RURAL	9
	URBANO	9
Total TUMBES		18
UCAYALI	RURAL	9
	URBANO	5
Total UCAYALI		14
TOTAL GENERAL		3747

Tabla 3.5. Cantidad de estaciones VSAT por departamento

Fuente: OSIPTEL, FITEL, 2010

d. Servicio de banda ancha móvil. La tabla 3.6 muestra la proyección, por departamentos, de la demanda móvil en función a los ingresos promedio por cada departamento sin restricciones en infraestructura al año 2010.

ANO 2010							
VELOCIDAD EN MBPS							
	4	3	2	1	0.512	0.256	TOTAL
PERÚ	209,069	561,277	1,138,019	2,317,261	3,118,915	1,613,198	8,957,739
Dpto. de AMAZONAS	1,718	5,154	9,311	15,736	51,260	30,886	114,065
Dpto. de ANCASH	5,293	15,877	28,715	48,416	156,451	94,205	348,957
Dpto. de APURIMAC	2,153	6,459	11,510	20,035	71,824	43,606	155,587
Dpto. de AREQUIPA	8,415	25,244	47,237	73,814	172,801	100,732	428,243
Dpto. de AYACUCHO	3,614	10,841	19,672	32,928	103,699	62,305	233,059
Dpto. de CAJAMARCA	5,791	17,371	30,768	54,267	202,289	123,166	433,652
PROV. del CALLAO	6,314	18,941	35,820	54,631	111,569	63,900	291,175
Dpto. de CUSCO	6,467	19,400	35,475	58,380	172,489	103,047	395,258
Dpto. de HUANCAYELICA	2,039	6,116	10,768	19,232	74,272	45,335	157,762
Dpto. de HUANUCO	3,351	10,052	18,061	30,889	104,729	63,310	230,392
Dpto. de ICA	4,284	12,852	23,981	37,719	91,302	53,432	223,570
Dpto. de JUNIN	6,466	19,396	35,629	58,047	164,726	98,035	382,299
Dpto. de LA LIBERTAD	13,407	36,126	72,252	123,627	215,120	53,218	513,750
Dpto. de LAMBAYEQUE	6,006	18,017	33,398	53,314	138,484	81,681	330,900
Dpto. de LIMA	102,801	246,586	554,989	1,358,156	494,082	123,635	2,880,249
Dpto. de LORETO	3,118	9,352	17,193	27,958	78,732	46,822	183,175
Dpto. de MADRE DE DIOS	612	1,835	3,396	5,440	14,373	8,493	34,149
Dpto. de MOQUEGUA	1,230	3,690	6,853	10,890	27,704	16,304	66,671
Dpto. de PASCO	1,422	4,266	7,831	12,777	36,483	21,726	84,505
Dpto. de PIURA	8,447	25,340	46,686	75,556	208,526	123,763	488,318
Dpto. de PUNO	7,200	21,599	38,950	66,088	218,222	131,636	483,695
Dpto. de SAN MARTIN	3,479	10,437	19,177	31,223	88,371	52,580	205,267
Dpto. de TACNA	2,158	6,474	12,074	19,011	46,256	27,087	113,060
Dpto. de TUMBES	1,288	3,864	7,179	11,398	28,865	16,979	69,573
Dpto. de UCAYALI	1,996	5,988	11,094	17,729	46,286	27,315	110,408

Tabla 3.6. Proyección de planes de banda ancha móvil por departamento

Fuente: FITEL, 2010

Asimismo, la tabla 3.7 muestra, a partir de los valores de la tabla 3.6, la proyección de las velocidades de banda ancha nominal, la hora de mayor carga, el promedio por cliente nominal y el promedio por cliente en la hora de mayor carga.

ANO 2010				
	TOTAL BW Nominal en Gbps	Requerido en la Hora de Mayor Carga en Gbps	PROMEDIO POR CLIENTE NOMINAL EN MBPS	PROMEDIO POR CLIENTE EN HORA DE MAYOR CARGA EN MBPS
PERÚ	9,123	912	1.02	0.10

Dpto. de AMAZONAS	90.84	9.08	0.80	0.08
Dpto. de ANCASH	278.87	27.89	0.80	0.08
Dpto. de APURIMAC	118.98	11.90	0.76	0.08
Dpto. de AREQUIPA	391.94	39.19	0.92	0.09
Dpto. de AYACUCHO	188.29	18.83	0.81	0.08
Dpto. de CAJAMARCA	326.18	32.62	0.75	0.08
PROV. del CALLAO	281.83	28.18	0.97	0.10
Dpto. de CUSCO	328.09	32.81	0.83	0.08
Dpto. de HUANCANELICA	116.91	11.69	0.74	0.07
Dpto. de HUANUCO	180.40	18.04	0.78	0.08
Dpto. de ICA	201.80	20.18	0.90	0.09
Dpto. de JUNIN	322.79	32.28	0.84	0.08
Dpto. de LA LIBERTAD	553.90	55.39	1.08	0.11
Dpto. de LAMBAYEQUE	290.00	29.00	0.88	0.09
Dpto. de LIMA	3,904	390	1.36	0.14
Dpto. de LORETO	155.17	15.52	0.85	0.08
Dpto. de MADRE DE DIOS	29.72	2.97	0.87	0.09
Dpto. de MOQUEGUA	58.94	5.89	0.88	0.09
Dpto. de PASCO	71.17	7.12	0.84	0.08
Dpto. de PIURA	417.18	41.72	0.85	0.09
Dpto. de PUNO	383.01	38.30	0.79	0.08
Dpto. de SAN MARTIN	173.51	17.35	0.85	0.08
Dpto. de TACNA	101.83	10.18	0.90	0.09
Dpto. de TUMBES	61.63	6.16	0.89	0.09
Dpto. de UCAYALI	96.56	9.66	0.87	0.09

Tabla 3.7. Proyección de velocidades de banda ancha móvil requeridas por departamento

Fuente: OSIPTEL, 2010

e. Por otra parte, la tabla 3.8 muestra las proyecciones de tráfico de Internet en zonas rurales (para la hora cargada), la 3.9 para telefonía fija y las 3.10 para servicios móviles.

Por dirección IP			
AÑO	DOWN	UP	TOTAL
2011 *	20	5	25.00
2012 **	36	9	45.00
2013 **	47	13	60.00
2014 **	60	15	75.00
2015 **	75	25	100.00

Tabla 3.8. Tráficos para Internet (Kbps) H. C. en rurales

Fuente: NAP, Operadores

AÑO	ORIGEN	TERMINACIÓN	O (en mErg.)	T (en mErg.)	Total (mErg.)
2011 *	30	90	1.98	5.22	7.20
2012 **	50	110	3.31	6.38	9.68
2013 **	65	150	4.30	8.70	12.99
2014 **	80	180	5.29	10.43	15.73
2015 **	95	210	6.28	12.17	18.46

Tabla 3.9. Tráficos para telefonía fija (Minutos/mes y mErg.)

Fuente: NOC de Movistar, Operadores

AÑO	ORIGEN	TERMINACIÓN	O (en mErg.)	T (en mErg.)	Total (mErg.)
2011 *	12	28	0.83	1.56	2.39
2012 **	15	35	1.042	1.94	2.99
2013 **	20	45	1.39	2.50	3.89
2014 **	25	57	1.74	3.17	4.90
2015 **	30	68	2.08	3.78	5.86

Tabla 3.10. Tráficos para celulares (Minutos/mes y mErg.)

Fuente: NOC de Movistar, Operadores

3.2 Estimaciones de población, demanda, oferta y tráfico

3.2.1 Estimación del crecimiento poblacional

La tabla 3.11 muestra la proyección para los años 2013, 2014 y 2015 de esta población en un decrecimiento anual de 1% (en 7 años de casi un 7%) [INE12].

DEPARTAMENTO	2012	2013	2014	2015
TOTAL	7,500,133	7,420,750	7,340,106	7,257,989
Amazonas	245,909	241,299	236,515	231,554
Áncash	462,421	457,317	452,189	446,995
Apurímac	282,375	279,908	277,321	274,596
Arequipa	139,092	135,449	131,906	128,446
Ayacucho	321,834	319,346	316,758	314,073
Cajamarca	1,025,850	1,017,091	1,007,780	997,904
Cusco	608,094	600,688	593,142	585,445
Huancavelica	379,031	379,307	379,442	379,410
Huánuco	527,185	527,785	528,234	528,525
Ica	70,097	67,120	64,254	61,496
Junín	475,308	472,119	468,941	465,748
La Libertad	421,434	415,837	410,266	404,701
Lambayeque	232,318	229,685	227,062	224,449
Lima	207,342	202,392	197,600	192,937
Loreto	346,332	344,298	342,111	339,772
Madre de Dios	31,052	30,321	29,574	28,809
Moquegua	36,868	36,650	36,433	36,217
Pasco	112,002	110,363	108,715	107,069
Piura	433,984	427,769	421,599	415,446
Puno	677,064	666,640	656,158	645,641
San Martín	299,271	296,946	294,492	291,901
Tacna	43,143	43,292	43,437	43,575
Tumbes	14,191	13,168	12,210	11,312
Ucayali	107,936	105,960	103,967	101,968

Tabla 3.11. Proyección de población rural

Fuente: INEI

3.2.2 Análisis de tráfico

Se estima también el tráfico por línea que cursaran los clientes tanto fijos inalámbricos como móviles y el tráfico de Internet.

De acuerdo con las mediciones de tráfico (minutos cursados de conversación), tanto en el origen como en el destino, realizado tanto por el organismo regulador como por las respectivas operadoras, se obtienen los datos mostrados en la tabla 3.12.

TRÁFICO PROMEDIO DEL PAÍS POR LÍNEA				
A	B	C	D	E
MÓVILES POR LÍNEA (Erlg)				
0.01	0.01	0.01	0.01	0
FIJAS POR LÍNEA (Erlg)				
0	0.07	0.05	0	0.02
BANDA ANCHA POR LÍNEA (Mbps)				
4	3	2	1	0.5
TRÁFICO MÓVILES DE BANDA ANCHA (Mbps)				
0.48	0.42	0.31	0.17	0.1

Tabla 3.12. Tráfico promedio según nivel socioeconómico
Fuente: NOC Movistar, 2010

3.2.3 Estimación de la demanda

La estimación de la demanda de servicios de telecomunicaciones en zonas rurales, se puede aproximar en función de la cantidad de pobladores y hogares que se podrá servir por cada poblado rural, además se debe tomar en cuenta que actualmente los pobladores rurales de hecho prefieren el uso del servicio celular (el informe de ENAHO indica que el 46,20% de hogares rurales del Perú poseen celular) [INE11A].

Asumiendo que solamente tienen celular las personas entre 5 y 80 años y que los tipos de consumidores se dividen en dos grupos, comercios y personas, se

elabora la tabla 3.13 en la que se muestran los porcentajes de demanda de velocidad de conexión a Internet de acuerdo al grupo que pertenece.

VELOCIDAD (MBPS)	4		3		2		1		0.512		0.256	
	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
PERÚ	5%	1.12%	15.00%	3.20%	30.00%	5.60%	40.00%	12.00%	10.00%	48.80%	0.00%	29.28%
AMAZONAS	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
ANCASH	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
APURIMAC	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
AREQUIPA	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
AYACUCHO	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
CAJAMARCA	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
CALLAO	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
CUSCO	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
HUANCAVELICA	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
HUANUCO	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
ICA	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
JUNIN	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
LA LIBERTAD	5%	2%	15%	5%	30%	10%	40%	20%	10%	50%	0%	13%
LAMBAYEQUE	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
LIMA	5%	3%	15%	6%	30%	15%	40%	50%	10%	20%	0%	6%
LORETO	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
MADRE DE DIOS	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
MOQUEGUA	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
PASCO	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
PIURA	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
PUNO	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
SAN MARTIN	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
TACNA	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
TUMBES	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%
UCAYALI	5%	1%	15%	3%	30%	5%	40%	10%	10%	50%	0%	31%

Tabla 3.13. Proyección de porcentajes de tráfico demandado promedio según tipo de consumidor

Fuente: NOC de Movistar

Por otra parte, la tabla 3.14 muestra la demanda potencias para líneas móviles, fijas y de acceso a Internet, en función a la población rural.

Región	Población rural al 2011	Poblados rurales	%población con edad menor a los 5 años	Demanda potencial total de líneas celulares	Viviendas rurales	% de viviendas en donde es imposible poner una línea fija o internet	Demanda potencial total de líneas de telefonía fija	Demanda potencial total de líneas de internet
AMAZONAS	250350	2351	11.78%	220,852	64,579	19.88%	51,743	25,871
ANCASH	467543	6461	9.31%	424,030	133,957	4.57%	127,839	63,919
APURIMAC	284747	3470	10.32%	255,362	88,382	8.12%	81,208	40,604
AREQUIPA	142851	3791	8.31%	130,980	48,492	21.49%	38,070	19,035
AYACUCHO	324214	5502	10.52%	290,118	115,919	18.30%	94,703	47,351
CAJAMARCA	1034069	6014	9.61%	934,647	291,244	4.98%	276,750	138,375
CALLAO	-	-	-	-	-	-	-	-
CUSCO	615373	8863	10.14%	552,991	178,940	13.83%	154,200	77,100
HUANCAVELICA	378646	5557	10.65%	338,302	110,743	9.28%	100,469	50,234
HUANUCO	526442	6173	10.74%	469,914	139,150	15.57%	117,480	58,741
ICA	73186	1146	7.90%	67,402	26,805	15.29%	22,706	11,353
JUNIN	478536	3692	10.21%	429,674	128,386	24.02%	97,545	48,772
LA LIBERTAD	427080	3255	10.81%	380,916	117,823	3.44%	113,773	56,886
LAMBAYEQUE	234972	1369	9.96%	211,566	57,573	4.83%	54,793	27,396
LIMA	212494	3662	7.97%	195,551	74,563	9.26%	67,657	33,828
LORETO	348211	2285	14.21%	298,730	64,613	48.46%	33,303	16,651
MADRE DE DIOS	31762	302	9.74%	28,668	8,426	28.53%	6,022	3,011
MOQUEGUA	37091	1112	5.94%	34,887	10,630	18.26%	8,689	4,344
PASCO	113624	2528	9.83%	102,456	29,611	24.64%	22,314	11,157
PIURA	440274	2594	10.10%	395,798	111,485	3.72%	107,343	53,671
PUNO	687395	8657	8.12%	631,551	301,790	23.85%	229,823	114,911
SAN MARTÍN	301479	2325	11.43%	267,027	72,190	27.87%	52,069	26,034
TACNA	42990	615	6.89%	40,029	14,060	33.96%	9,285	4,642
TUMBES	15280	165	8.06%	14,049	6,011	2.70%	5,849	2,924
UCAYALI	109884	895	12.98%	95,621	27,439	45.12%	15,058	7,529
TOTAL	7578493	82784		6,811,121			1,888,693	944,339

Tabla: 3.14. Demanda potencial de líneas móviles y fijas en el año 2010
Fuentes: INEI; FITEL, empresas operadoras, 2011.

Entonces la demanda por líneas celulares en zonas rurales, se encuentra alrededor de los 6'800,000 líneas, la demanda por líneas fijas esta alrededor de 1'900,000 líneas y por último la demanda por líneas de Internet se sitúa alrededor de las 950,000 líneas, lo que significa que esta demanda es la llamada a satisfacer.

Sin embargo ya existe una oferta tanto de líneas fijas como de líneas móviles así como de conexión a Internet, también se debe tener en cuenta que la cantidad proyectada de habitantes está en descenso, por lo tanto la primera proyección de demanda es con la que se tomará en cuenta para llevar a cabo el proyecto.

La tabla 3.15, muestra, para el 2015, la estimación de penetración celular, fija inalámbrica e Internet, así como las líneas promedio celulares, inalámbricas y de Internet para cada poblado, agrupados por departamentos.

AÑO 2015 POBLADOS RURALES DEL PERÚ							
REGIÓN	PENETRACIÓN CELULAR	PENETRACIÓN LÍNEAS FIJAS INALÁMBRICAS	PENETRACIÓN INTERNET	POBLADORES PROMEDIO	LINEAS CELULARES	LINEAS INALÁMBRICAS	LINEAS DE INTERNET
AMAZONAS	75.68%	15.64%	11.17%	98	75	15	11
ANCASH	115.06%	28.60%	14.30%	69	80	20	10
APURIMAC	77.77%	29.57%	14.79%	79	62	23	12
AREQUIPA	133.46%	29.64%	14.82%	34	45	10	5
AYACUCHO	103.23%	28.65%	15.08%	57	59	16	9
CAJAMARCA	77.72%	19.41%	13.87%	166	129	32	23
CUSCO	110.37%	26.34%	13.17%	66	73	17	9
HUANCAVELICA	64.87%	26.48%	13.24%	68	44	18	9
HUANUCO	74.70%	22.23%	11.11%	86	64	19	10
ICA	130.92%	36.93%	18.47%	54	70	20	10
JUNIN	102.75%	13.61%	10.47%	126	130	17	13
LA LIBERTAD	110.81%	28.11%	14.06%	124	138	35	17
LAMBAYEQUE	113.06%	24.41%	12.21%	164	185	40	20
LIMA+CALLAO	143.18%	35.07%	17.53%	53	75	18	9
LORETO	87.11%	5.10%	4.90%	149	130	8	7
MADRE DE DIOS	121.29%	11.08%	10.46%	95	116	11	10
MOQUEGUA	114.71%	24.00%	11.99%	33	37	8	4
PASCO	95.51%	20.84%	10.42%	42	40	9	4
PIURA	111.28%	10.34%	12.92%	160	178	17	21
PUNO	106.47%	35.60%	17.80%	75	79	27	13
SAN MARTÍN	104.32%	15.16%	8.92%	126	131	19	11
TACNA	108.53%	14.92%	10.66%	71	77	11	8
TUMBES	148.60%	31.05%	25.85%	69	102	21	18
UCAYALI	109.92%	6.79%	7.39%	114	125	8	8
TOTAL	97.88%	22.69%	13.01%	88	86	20	11

Tabla 3.15. Penetración de servicios y cantidad de líneas/poblado por departamento al 2015

Fuentes: INEI; FITEL, empresas operadoras, 2011

La tabla 3.16 muestra la cantidad total de líneas móviles, fijas inalámbricas y de acceso a Internet, además de la cantidad de poblados rurales y de sus habitantes por departamentos y por poblado, a atenderse para el año 2015 [INE09], [INE12].

AÑO 2015						
REGIÓN	LINEAS CELULARES	LINEAS FIJAS INALÁMBRICAS	INTERNET	POBLADOS RURALES	POBLACIÓN RURAL	HABITANTES PROMEDIO POR POBLADO RURAL
AMAZONAS	514,298	36,224	25,872	2,351	231,554	98
ANCASH	213,563	127,840	63,920	6,461	446,995	69
APURIMAC	171,422	81,208	40,604	3,470	274,596	79
AREQUIPA	324,214	38,072	19,036	3,791	128,446	34
AYACUCHO	775,555	89,968	47,352	5,502	314,073	57
CAJAMARCA	646,144	193,728	138,376	6,014	997,904	166
CUSCO	246,121	154,200	77,100	8,863	585,445	66
HUANCAVELICA	394,832	100,472	50,236	5,557	379,410	68
HUANUCO	80,508	117,484	58,744	6,173	528,525	86
ICA	478,538	22,708	11,356	1,146	61,496	54
JUNIN	448,436	63,408	48,772	3,692	465,748	126
LA LIBERTAD	448,436	113,776	56,888	3,255	404,701	124
LAMBAYEQUE	253,773	54,796	27,396	1,369	224,449	164
LIMA+CALLAO	276,246	67,660	33,828	3,662	192,937	53
LORETO	295,980	17,320	16,652	2,285	339,772	149
MADRE DE DIOS	34,941	3,192	3,012	302	28,809	95
MOQUEGUA	41,543	8,692	4,344	1,112	36,217	33
PASCO	102,264	22,316	11,160	2,528	107,069	42
PIURA	462,288	42,940	53,672	2,594	415,446	160
PUNO	687,396	229,824	114,912	8,657	645,641	75
SAN MARTÍN	304,497	44,260	26,036	2,325	291,901	126
TACNA	47,291	6,500	4,644	615	43,575	71
TUMBES	16,810	3,512	2,924	165	11,312	69
UCAYALI	112,084	6,928	7,532	895	101,968	114
TOTAL	7,103,990	1,647,028	944,368	82,784	7,257,989	88

Tabla 3.16. Proyección al año 2015
Fuentes: INEI, FITEL, empresas operadoras, 2011

Una vez obtenidos estos datos a continuación elaboramos la tabla 3.17 teniendo en cuenta además las premisas descritas en tabla 3.12 para estimar la velocidad promedio por poblado rural y por departamento [TER12].

DEPARTAMENTO	MÓVIL (Erlgs)	VoIP (Kbps)	FIJA (Erlgs)	VoIP (Kbps)	INTER (Kbps)	TOTAL (Kbps)
AMAZONAS	0.45	72	0.3	72	1200	1344
ÁNCASH	0.52	96	0.41	72	1100	1268
APURIMAC	0.35	72	0.42	72	1200	1344
AREQUIPA	0.29	72	0.2	72	600	744
AYACUCHO	0.43	72	0.39	72	1100	1244
CAJAMARCA	0.8	96	0.63	96	2500	2693
CUSCO	0.57	96	0.42	72	1200	1368
HUANCAVELICA	0.33	72	0.44	72	1200	1344
HUANUCO	0.47	72	0.44	72	1200	1344
ICA	0.38	72	0.35	72	1000	1144
JUNIN	0.85	96	0.37	72	1500	1669
LA LIBERTAD	0.8	96	0.65	96	1800	1993
LAMBAYEQUE	1.29	120	0.89	120	2400	2642
LIMA + CALLAO	0.4	72	0.31	72	900	1044
LORETO	0.9	120	0.18	72	900	1093
MADRE DE DIOS	0.53	96	0.17	72	800	968
MOQUEGUA	0.3	72	0.2	72	600	744
PASCO	0.4	72	0.28	72	800	944
PIURA	1.3	120	0.39	72	2600	2793
PUNO	0.43	72	0.46	72	1300	1444
SAN MARTIN	0.81	96	0.37	72	1200	1369
TACNA	0.73	96	0.33	72	1300	1469
TUMBES	0.76	96	0.5	72	2300	2469
UCAYALI	0.89	96	0.18	72	1100	1269
TOTAL GENERAL	0.56	96	0.42	72	1300	1468

Tabla 3.17. Tráficos promedio por poblado rural
 Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Proyección de la oferta

La proyección de la Oferta por servicios se realiza con la metodología balance oferta y se muestra en las tablas 3.18, 3.9 y 3.20:

DEPARTAMENTO	2011	2012	2013	2014	2015
AMAZONAS	43,230	76,234	109,238	142,242	175,246
ANCASH	221,050	294,362	367,674	440,986	514,298
APURIMAC	54,583	94,328	134,073	173,818	213,563
AREQUIPA	126,350	137,618	148,886	160,154	171,422
AYACUCHO	122,722	173,095	223,468	273,841	324,214
CAJAMARCA	210,899	352,063	493,227	634,391	775,555
CUSCO	260,848	357,172	453,496	549,820	646,144
HUANCAVELICA	36,017	88,543	141,069	193,595	246,121
HUANUCO	99,984	173,696	247,408	321,120	394,832
ICA	62,800	67,227	71,654	76,081	80,508
JUNIN	275,110	325,967	376,824	427,681	478,538
LA LIBERTAD	292,444	331,442	370,440	409,438	448,436
LAMBAYEQUE	167,201	188,844	210,487	232,130	253,773
LIMA Y CALLAO	191,250	212,499	233,748	254,997	276,246
LORETO	90,284	141,708	193,132	244,556	295,980
MADRE DE DIOS	23,597	26,433	29,269	32,105	34,941
MOQUEGUA	31,851	34,274	36,697	39,120	41,543
PASCO	42,012	57,075	72,138	87,201	102,264
PIURA	295,912	337,506	379,100	420,694	462,288
PUNO	275,896	378,771	481,646	584,521	687,396
SAN MARTIN	127,189	171,516	215,843	260,170	304,497
TACNA	38,359	40,592	42,825	45,058	47,291
TUMBES	13,550	14,365	15,180	15,995	16,810
UCAYALI	56,100	70,096	84,092	98,088	112,084
TOTAL	3,159,238	4,145,426	5,131,614	6,117,802	7,103,990

Tabla 3.18. Proyección de la telefonía móvil hasta 2015

Fuente: INEI, OSIPTEL, OPERADORAS, MTC

Elaboración: Propia

TELEFONÍA FIJA INALÁMBRICA EN POBLADOS RURALES				
DEPARTAMENTO	2012	2013	2014	2015
AMAZONAS	9056	18112	27168	36224
ANCASH	31960	63920	95880	127840
APURIMAC	20302	40604	60906	81208
AREQUIPA	9518	19036	28554	38072
AYACUCHO	22492	44984	67476	89968
CAJAMARCA	48432	96864	145296	193728
CUSCO	38550	77100	115650	154200
HUANCAVELICA	25118	50236	75354	100472
HUANUCO	29371	58742	88113	117484
ICA	5677	11354	17031	22708
JUNIN	15852	31704	47556	63408
LA LIBERTAD	28444	56888	85332	113776
LAMBAYEQUE	13699	27398	41097	54796
LIMA Y CALLAO	16915	33830	50745	67660
LORETO	4330	8660	12990	17320
MADRE DE DIOS	798	1596	2394	3192
MOQUEGUA	2173	4346	6519	8692
PASCO	5579	11158	16737	22316
PIURA	10735	21470	32205	42940
PUNO	57456	114912	172368	229824
SAN MARTIN	11065	22130	33195	44260
TACNA	1625	3250	4875	6500
TUMBES	878	1756	2634	3512
UCAYALI	1732	3464	5196	6928
TOTAL PAÍS	411757	823514	1235271	1647028

Tabla 3.19. Proyección de la telefonía fija inalámbrica hasta 2015

Fuente: INEI, OSIPTEL, OPERADORAS, MTC

Elaboración: Propia

CONEXIONES A INTERNET EN POBLADOS RURALES				
DEPARTAMENTO	2012	2013	2014	2015
AMAZONAS	6468	12936	19404	25872
ANCASH	15980	31960	47940	63920
APURIMAC	10151	20302	30453	40604
AREQUIPA	4759	9518	14277	19036
AYACUCHO	11838	23676	35514	47352
CAJAMARCA	34594	69188	103782	138376
CUSCO	19275	38550	57825	77100
HUANCAVELICA	12559	25118	37677	50236
HUANUCO	14686	29372	44058	58744
ICA	2839	5678	8517	11356
JUNIN	12193	24386	36579	48772
LA LIBERTAD	14222	28444	42666	56888
LAMBAYEQUE	6849	13698	20547	27396
LIMA Y CALLAO	8457	16914	25371	33828
LORETO	4163	8326	12489	16652
MADRE DE DIOS	753	1506	2259	3012
MOQUEGUA	1086	2172	3258	4344
PASCO	2790	5580	8370	11160
PIURA	13418	26836	40254	53672
PUNO	28728	57456	86184	114912
SAN MARTIN	6509	13018	19527	26036
TACNA	1161	2322	3483	4644
TUMBES	731	1462	2193	2924
UCAYALI	1883	3766	5649	7532
TOTAL PAÍS	236092	472184	708276	944368

Tabla 3.20.: Proyección de Internet en poblados rurales hasta el 2015

Fuente: INEI, OSIPTEL, OPERADORAS Y MTC

Elaboración: Propia

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS A NIVEL TÉCNICO

4.1 Consideraciones

4.1.1 Requerimientos generales

En el Perú el acceso a la red dorsal tiene características distintas de acuerdo a la región en la que se encuentre el poblado rural, por ello el proyecto a realizarse no sólo debe satisfacer la conectividad y la calidad sino también la inversión y la rentabilidad desde el punto de vista del operador. Se ha de tener en cuenta que, sin embargo, no existen proyectos de referencia a fin de poder realizar aproximaciones en cuanto a distancias, grado de calidad e inversión promedio [CMT01] [CMT02] [CMT03]. Para poder diseñar se deben hacer aproximaciones que grafiquen el entorno rural, y garantizar que los estándares y las tecnologías sean los más idóneos a las condiciones descritas

En concordancia con lo descrito, en las redes de acceso y de *backhaul* planteadas por las alternativas se deben cumplir las siguientes propuestas:

- a) **Costos:** Deben ser tales que tanto la infraestructura sea la adecuada y la parte laboral debe tener un retribución justa.
- b) **Recurso Humano:** Debe ser tal que existan, en cantidad y calidad, ingenieros y/o técnicos en cada una de las localidades en donde se instalen estos equipos.
- c) **Infraestructura:** Debe incluir no solo la infraestructura necesaria para el equipamiento de telecomunicaciones, sino también la articulación con municipios, sistemas de energía y, sobre todo, la red de transporte.
- d) **Rentabilidad del Negocio:** Para que realmente exista ambiente de negocios en la industria de las TI, se debe tener:

- Significativo apoyo gubernamental,
- El ambiente de negocios seguramente irá acorde con la calidad de vida de los pobladores.
- La accesibilidad a cada lugar debe estar garantizada,
- El espectro de la infraestructura de las viviendas actuales tiene que mejorar.

e) **Mitigación de Riesgos:** Se deben mitigar los siguientes riesgos:

- Regulatorios,
- De inversión en el Perú (por ejemplo cumplimiento con mandatos del Centro Internacional de Arreglo de Diferencias relativas a Inversiones (CIADI),
- Protección a la propiedad intelectual.

f) **Madurez de la Industria:** Para que la industria de las TI maduren se debe realizar:

- Promoción de esta industria,
- Asociaciones de empresas públicas con privadas (APPs),
- Innovación, investigación y desarrollo en conjunción con la academia (universidades).

Para el nuevo proyecto, y dado que lo que se va a desarrollar en la última milla, se debe seguir la premisa de “el mercado hasta donde sea posible, el Estado hasta donde sea necesario”, por lo que se requieren de algunas modificaciones regulatorias tales como:

- Reglamentación de los nuevos desarrollos de infraestructura pública y construcciones privadas, eliminando restricciones de propiedad horizontal y limitando discrecionalidad de autoridades regionales, provinciales y distritales.
- Reducción de las barreras normativas e impositivas para facilitar el despliegue de infraestructura y oferta de servicios de telecomunicaciones.

4.1.2 Niveles de cobertura requeridos

El proyecto a desarrollar debe cubrir en su totalidad aquel poblado rural beneficiario, entonces, debe tener y saber cuál es el área promedio y/o el área promedio de un poblado rural. En la tabla 4.1 se detallan estos datos y se infiere que el área promedio a cubrir en un poblado rural es de aproximadamente **1,75 Km²** (radio promedio de 750 metros).



N°	DEPARTAMENTO	PROVINCIAS	DISTRITOS	POBLADOS RURALES	ÁREA URBANA	ÁREA RURAL OCUPADA POR POBLADORES	ÁREA TOTAL CON HABITANTES	ÁREA TOTAL
1	UCAYALI	4	15	895	189.00	1,307.25	1,496.25	101,410.55
2	TUMBES	3	13	165	163.80	229.25	393.05	4,669.20
3	TACNA	4	27	615	340.20	666.75	1,006.95	16,075.89
4	SAN MARTÍN	10	77	2325	982.80	3,874.50	4,857.30	51,253.31
5	PUNO	13	109	8657	1,373.40	16,511.25	17,884.65	66,997.00
6	PIURA	8	64	2594	806.40	3,668.00	4,474.40	35,892.49
7	PASCO	3	28	2528	352.80	2,623.25	2,976.05	25,319.59
8	MOQUEGUA	3	20	1112	252.00	1,447.25	1,699.25	15,733.97
9	MADRE DE DIOS	3	11	302	138.60	672.00	810.60	85,300.54
10	LORETO	7	51	2285	642.60	3,363.50	4,006.10	368,851.95
11	LIMA	10	171	3662	2,154.60	7,070.00	9,224.60	37,620.85
12	LAMBAYEQUE	3	38	1369	478.80	2,019.50	2,498.30	14,231.30
13	LA LIBERTAD	12	83	3255	1,045.80	5,803.00	6,848.80	25,499.90
14	JUNIN	9	123	3692	1,549.80	5,785.50	7,335.30	44,197.23
15	ICA	5	43	1146	541.80	2,196.25	2,738.05	21,327.83
16	HUANUCO	11	76	6173	957.60	8,723.75	9,681.35	36,848.85
17	HUANCAVELICA	7	94	5557	1,184.40	7,579.25	8,763.65	22,131.50
18	CUSCO	13	108	8863	1,360.80	11,777.50	13,138.30	71,986.50
19	CALLAO	1	6	0	146.98	0.00	146.98	146.98
20	CAJAMARCA	13	127	6014	1,600.20	9,994.25	11,594.45	33,317.54
21	AYACUCHO	11	111	5502	1,398.60	7,852.25	9,250.85	43,814.80
22	AREQUIPA	8	109	3791	1,373.40	6,074.25	7,447.65	63,345.39
23	APURIMAC	7	80	3470	1,008.00	6,282.50	7,290.50	20,895.79
24	ANCASH	20	166	6461	2,091.60	10,307.50	12,399.10	35,914.81
25	AMAZONAS	7	84	2351	1,058.40	4,088.00	5,146.40	39,249.13
TOTAL PERÚ		195	1834	82784	23,192.00	129,917.00	153,109.00	1,282,033.00

Tabla 4.1. Cobertura de la red por cada región del Perú 1

Fuentes: INEI, IGN, FTEL y cobertura móvil reportadas por las empresas operadores septiembre de 2011

4.2 Modelo básico y definiciones para diseño

4.2.1 Modelos básico por poblado

El modelo básico por poblado, planteado a partir de características comunes en la gran mayoría de los poblados beneficiados, define a un poblado rural con las siguientes características:

- El área a cubrir es de aproximadamente 1,75Km²,
- Su población es en promedio de 100 habitantes,
- Los futuros usuarios de los servicios ofrecidos requerirán en conjunto una velocidad de ancho de banda de 1,5Mbps.

Respecto a los servicios ofrecidos, éstos incluirán telefonía móvil, telefonía fija inalámbrica e Internet. Se proyecta que:

- Las líneas móviles a activarse serán 96.
- Las líneas fijas a activarse serán de 23.
- Las líneas de Internet serán 13.

4.2.2 Definiciones de conceptos para el diseño

- **Red de transporte (RTRS)**

Red dorsal de fibra óptica que recorre el país (actualmente en proceso de licitación).

- **Centro poblado principal (CPP) o distrito cabecera**

Centro poblado con mayores prestaciones para el despliegue y operación de redes de conmutación y transmisión dentro de la agrupación de poblaciones, asimismo ha de estar más próxima a la red dorsal de fibra óptica a desplegarse en el país.

- **Centro poblado secundario (CPS)**

Población beneficiaria que no es centro poblado principal y forma parte de la agrupación de centros poblados. A través de los CPP, éstos podrán conectarse a la red dorsal.

- **Punto de interconexión (PI)**

Elemento en el que un CPP se interconecta a la red dorsal.

- **Agrupación de centros poblados (ACP)**

Agrupamiento de centros poblados constituidos por un CPP y, en promedio, nueve CPS.

- **Red de *backhaul* 2 (RBH2)**

Red que conecta un PI con un CPP de una ACP. Su distancia en promedio es de 52 Km. La alternativa 1 plantea la **interconexión** a la RTRS a través de una red fibra óptica, mientras que la 2, a través de un enlace satelital.

- **Red de conmutación y control (RCC)**

Equipamiento desplegado en un CPP para la transmisión y conmutación entre los PI y los ACP.

- **Red de *backhaul* 1 (RBH1)**

Red que interconecta un CPP con los restantes CPS de su ACP a través de enlaces microondas, también podría referirse a la red de interconexión entre CPS

cuando la distancia de uno de ellos al CPP sea significativa y convenga realizarse entre CPSs.

Se ubican tres torres, porque la distancia promedio entre un poblado rural y su distrito cabecera, es casi 20 Km (mínimo 1 Km. y máximo 40 Km. se han encontrado revisando los datos de distancia entre poblados), esto significa que existirá un repetidor (en algunos casos no es necesario el repetidor)

- **Red de acceso o de abonados (RAA)**

Red de acceso de servicios para usuarios finales. Para servicio de telefonía fija e Internet se utiliza la tecnología WiFi y para el de telefonía móvil, femtoceldas.

En el caso de la telefonía fija inalámbrica, es suficiente con un equipo omnidireccional que tiene un radio de cobertura de caso 2,000 metros, por lo tanto será suficiente un solo equipo para la telefonía fija y para la atención de Internet se llevará directamente hacia el ISP principal mediante el *backhaul* (en la mayoría de los casos serán radio IP, por su bajo costo).

En el caso de los servicios de telefonía móvil, una *femtocelda* cubre aproximadamente en *outdoor* 500 metros de radio, por lo tanto para generar cobertura se ubicarán dos *femtoceldas*;

- **Repetidores (RP)**

Repetidores de señal microondas en la red de *backhaul* 1, su uso se limita a cuando sea necesario por las condiciones orográficas del emplazamiento.

4.3 Planteamiento técnico de la alternativa 1

4.3.1 Diseño de red

La alternativa 1 plantea la topología mostrada en la figura 4.1.

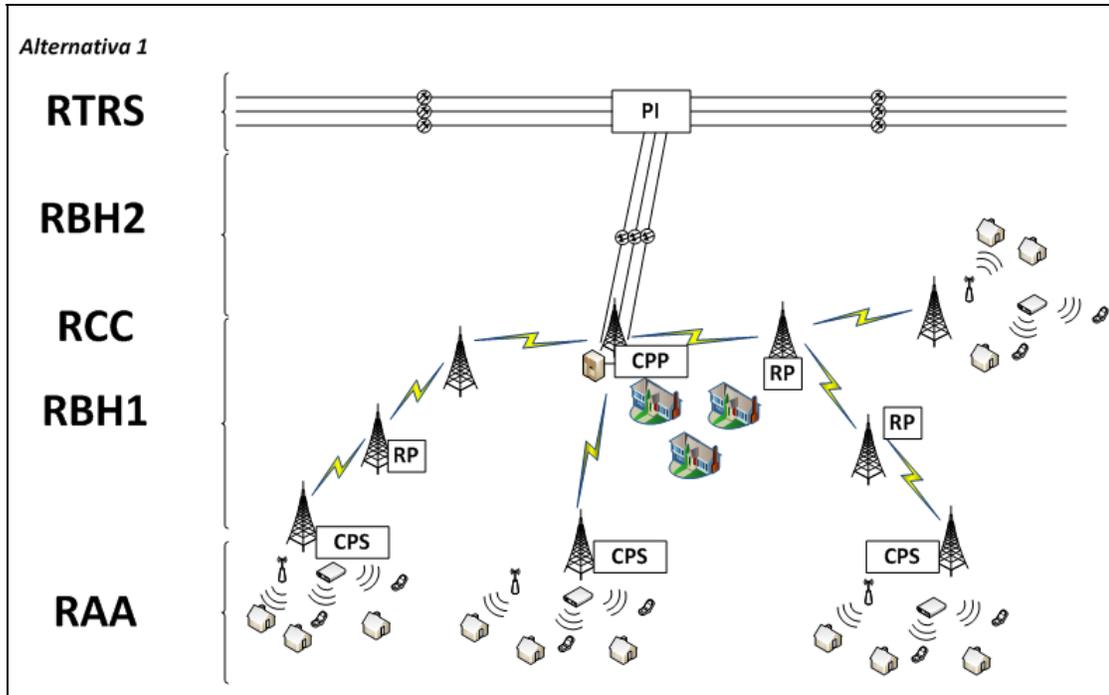


Figura 4.1. Alternativa 1 de red por poblado rural
Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Componentes

Los principales componentes son:

- a) Red *backhaul* 1 cuyos principales componentes se muestran en la tabla 4.2.

Ítem	Componente
1	Radio <i>Backhaul</i> Smartbridges SB3012 c/antenna integrada 15/17dBi
2	Antena banda 5.8GHz 27dBi T/grilla Hyperlink Mod. HG5827G
3	Radome p/antenna HG5833D Hyperlink banda 5.8GHz, Mod. HGR-09
4	Lighting arrestor
5	Grounding kit
6	Torres ventadas, rep 18mts.

Tabla 4.2: Principales Componentes de la red de backhaul 1
Fuente: Elaboración propia

b) Red *backhaul* 2. cuyos principales componentes para la interconexión con la red dorsal se muestran en la tabla 4.3.

Ítem	Componente
1	Multiplexores ópticos/eléctricos

Tabla 4.3: Principales Componentes de la red de backhaul 2
Fuente: Elaboración propia

c) Red de conmutación y control, cuyos principales componentes se listan en la tabla 4.4.

Ítem	Componente
1	Central privada para 100 anexos (1PRI+15FXO)
2	1 Switch PoE de 8 a 12 puertos 300
3	Routers
4	Switch de 8 puertos

Tabla 4.4: Principales componentes de la red de conmutación y control

Fuente: Elaboración propia

d) Red de acceso o abonados: cuyos principales componentes se muestran en la tabla 4.5 para telefonía fija e Internet y en la tabla 4.6 para telefonía móvil.

Ítem	Componente
1	Grandstream ATA 2FXS 2RJ45
2	NanoStation 2 CPE, 802.11b/g con antena integrada de 10 dBi + Conector externo RP-SMA + PoE pasivo
3	Black telephone Panasonic
4	WBS 2400 2.4GHz Spatially adaptive, multiradio WiFi base station with an array of 6 oM in antennas
5	WPI-AC-55W Power Over Ethernet Injector Kit, input 90-264 VAC, output 55 VDC, máx 55Watts, indoor enviroment only, 0° -40° C

Tabla 4.5 Principales componentes de la red de abonados

Fuente: Elaboración Propia

Ítem	Componente
1	Equipo de radio
2	Controlador de estaciones base

Tabla 4.6 Principales Componentes de la red celular

Fuente: Elaboración Propia

4.4 Planteamiento técnico de la alternativa 2

4.4.1 Diseño de la red

Para la alternativa 2 se considera que la interconexión RBH2 (entre los PIs con los CPPs) sea a través de enlaces satelitales. El resto de componentes del diseño es similar a la alternativa 1, la topología se muestra en la figura 4.2.

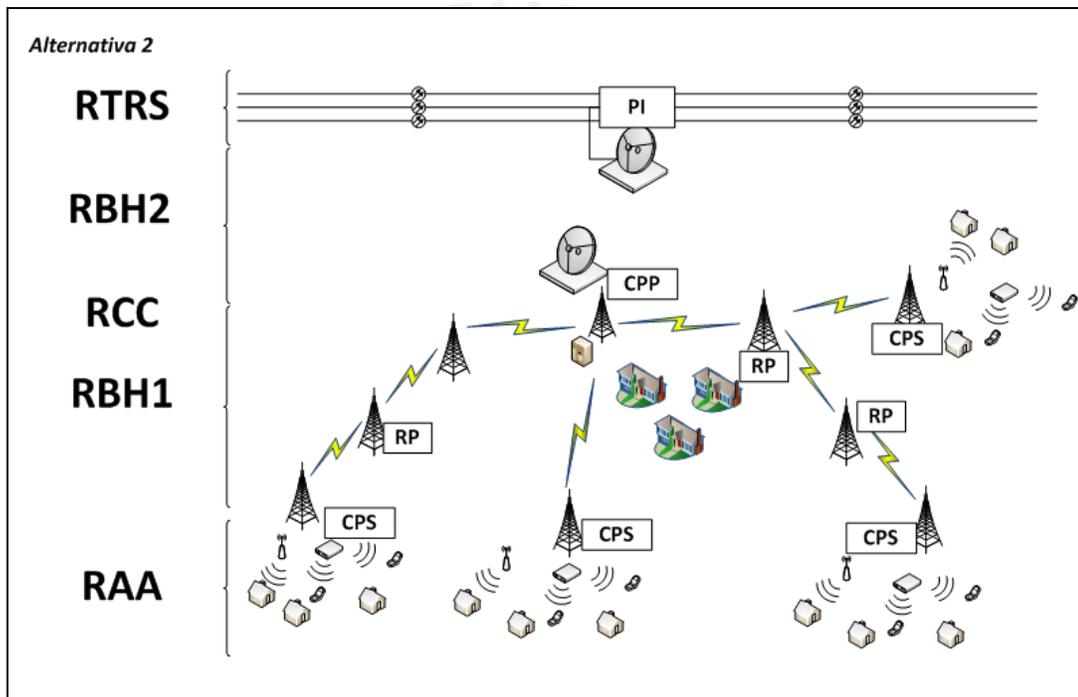


Figura 4.2. Alternativa 2 de red por poblado rural
Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Componentes

Ya que la alternativa 2 plantea una interconexión de la RBH2 con satélites se tiene que la red de control y conmutación es diferente e incluye a la de *backhaul 2*.

- Red de control, conmutación y *backhaul 2*. Cuyos principales componentes se muestran en la tabla 4.7.

Ítem	Componente
1	Equipo de transmisión y compresión para voz
2	<i>Clearchannel</i> para datos
3	Antenas parabólicas

Tabla 4.7: Principales Componentes de la red de transporte RBH1
Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de las redes RAA y RBH1 los componentes son los mismos en la alternativa 2 y en la 1.

4.5 Selección de la alternativa

La alternativa elegida, en cuanto a criterios técnicos, es la número 1 referida a la interconexión del *backhaul* 2 (conexión entre los puntos de interconexión de de la red dorsal de banda ancha con los centros poblados principales seleccionados) con enlace de fibra óptica. Se consideraron los siguientes aspectos:

1. Que la red de fibra óptica garantiza calidad en las comunicaciones.
2. Que la seguridad ofrecida por esta red es mayor en cuanto a robos y vandalismo.

CAPÍTULO 5

INVERSIONES Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

En el capítulo 5, se evaluará cual será la alternativa que mejor VAN presente.

5.1 Alternativa 1

5.1.1 Inversión por poblado básico

Las inversiones para este proyecto se han tomado fijando como meta un desarrollo de red al 2015. Por lo tanto, la inversión a realizarse por poblado básico se detalla a continuación:

- a) Red *backhaul* 1. La tabla 5.1 (Para todas las tablas en este capítulo se trabajan en Nuevos Soles) muestra la inversión detallada de esta red.

EQUIPOS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Radio Backhaul Smartbridges SB3012 c/antenna Integrada 15/17dBi	1640.45	4	6,561.80
Antena Banda 5.8Ghz 27dBi T/grilla Hyperlink Mod. HG5827G	113.49	1	113.49
Antena Banda 5.8Ghz 33dBi T/Parabolica Hyperlink Mod. HG5833D	745.42	1	745.42
Radome p/antenna HG5833D Hyperlink Banda 5.8Ghz, Mod. HGR-09	123.81	1	123.81
Rollos de cable STP	401.63	1	401.63
Conectores RJ45/Blindado,	1.34	12	16.07
Jumper, antena 5.8Ghz	337.89	2	675.78
Lighting Arrestor	611.30	2	1,222.60
Grounding Kit	165.08	2	330.15
Torres Ventadas 15 mts.	13387.50	1	13,387.50
Torres Ventadas, Rep 18 mts.	15138.75	1	15,138.75
Construccion de Repetidor	29062.50	1	29,062.50
Gabinete 12 RU	892.50	1	892.50
Mano de Obra	107.10	3	321.30
TOTAL RED BACKHAUL 1			68,993.30

Tabla 5.1. Inversión en la red de transporte backhaul 2

Fuente: Proforma 10 – 229, Empresa Avantec

b) Interconexión *backhaul* 2. La tabla 5.2 muestra la inversión detallada de la interconexión con la red dorsal.

EQUIPOS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
E1	4392	1	4,392.00
Instalación	2130.1	1	2,130.10
Estudio	1960	1	1,960.00
TOTAL RED BACKHAUL 2			8,482.10

Tabla 5.2. Inversión en la red de transporte *backhaul* 2

Fuente: Elaboración propia

c) Red de conmutación y control. La tabla 5.3 detallan los precios de la red de conmutación y control esta red para la alternativa 1.

EQUIPOS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Central privada para 1000 anexos (1PRI + 8FXO)	10932.48	1	10,932.48
*Servidor para facturación con MySQL (Uno por cada 10 poblados)	2880	0.1	288.00
1 Switch PoE de 8 a 12 puertos 300	1920	1	1,920.00
Routers	2880	1	2,880.00
Switches de 8 puertos	864	1	864.00
TOTAL RED DE CONMUTACIÓN Y CONTROL			16,884.48

Tabla 5.3. Inversión en la red de conmutación y control, alternativa 1

Fuente: Cotización 2640-2010- VILLACO & CONTONGA

d) Red de acceso o abonados. La tabla 5.4. muestra la inversión detallada en la red de abonados y la 5.5 en la red celular (femtoceldas).

EQUIPOS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Grandstream ATA 2FXS 2RJ45	111.58	25	2,789.50
NanoStation 2 CPE, 802.11b/g con antena integrada de 10dBi + conector externo RP-SMA + PoE pasivo	229.62	25	5,740.45
Black telephone Panasonic	30.74	25	768.60
CABLE TELEFONICO PLANO 4 HILOS (para 3 abonados)	0.35	15	5.25
CONECTORES RJ-11	0.11	50	5.60
SOPORTE MASTIL 3m (suscriber unit)	87.11	25	2,177.70
GUARDACABO PARA CABLE 3/16	1.74	125	217.88
ALAMBRE GALVANIZADO N° 10	1.61	125	201.25
TIRAFÓN DE 3/8" X 2"	0.39	75	28.88
TARUGO NARANJA de 3/8"	0.22	75	16.80
ARMELLA TIRAFÓN de 3/8"	0.51	75	38.33
CABLE STP CAT.5 (suscriber unit)	1.62	750	1,218.00
TUBO CORRUGADO DE 1" (suscriber unit)	2.26	200	452.20
GRAPA PARA TUBO CORRUGADO 1"	0.70	250	175.00
ESTABILIZADOR 1KVA (suscriber unit)	104.34	25	2,608.49
ROSETA SIMPLE (JACK TELEFÓNICO)	1.12	25	28.00
UPS, 1000VA	351.53	1	351.53
WBS 2400 2.4GHz Spatially adaptive, multiradio Wi-Fi base station, with an array of 6 Omni antennas	7411.43	1	7,411.43
Wavion, WBS-2400, Base Sector Station	5504.21	0	0.00
WPI-AC-55W Power Over Ethernet Injector Kit, input 90-264 VAC, output 55VDC, máx 55Watts, indoor environment only, 0° - 40°C	123.69	1	123.69
TOTAL EQUIPO DE ABONADO			24,358.56

Tabla 5.4. Inversión en la red de abonados

- Fuentes: 1. Cotización 1648-10, suministro de estación base inalámbrica WAVION, Empresa IPNET S.A.C.
 2. Cotización de equipos inalámbricos, Empresa COMTEL
 3. Cotización 0003 – 2010, Empresa Red Líder

EQUIPOS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Equipo de radio	1458	2	2,916.00
Controlador de estaciones base	2787.21	2	5,574.42
Obra civil	1215	2	2,430.00
TOTAL RED CELULAR			10,920.42

Tabla 5.5. Inversión en red celular (femtoceldas)

Fuente: Operador Movistar red Selva, FITEL, 2010

e) Otros componentes. Las tablas 5.6, 5.7 y 5.8 detallan los costos del cableado, de los fletes y del pago a asesores y consultores, ésta última sección incluye además los gastos de capacitación y desarrollo de contenidos para la parte de Internet.

CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Kit de instalación	9.5	100	950.00
Mano de obra	714.4	8	5,715.20
TOTAL CABLEADOS E INSTALACIÓN			6,665.20

Tabla 5.6. Inversión en cableado e instalación

Fuente: Contrato ELL-02, TdP y Villaco&Contonga

CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Fletes	1500	1	1,500.00
TOTAL FLETE			1,500.00

Tabla 5.7. Inversión en flete

Fuente: Contrato ELL-02, TdP y Villaco&Contonga

CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Asesoría y consultoría	12,500	1	12,500.00
TOTAL ASESORÍA Y CONSULTORÍA			12,500.00

Tabla 5.8. Inversión en asesoría y consultoría

Fuente: Contrato ELL-02, TdP y Villaco&Contonga

f) Resumen de inversión total. Se muestra el resumen de la inversión total por poblado para esta alternativa en la tabla 5.9. El anexo 1 contiene las cotizaciones y *datasheets* de los equipos probados.

CONCEPTO	MONTO
a. RED DE BACKHAUL 1	68,993.30
b. RED DE BACKHAUL 2	8,482.10
c. RED DE CONMUTACIÓN Y CONTROL (ALTERNATIVA 1)	16,884.48
d. RED DE ACCESO O ABONADOS	24,358.56
RED CELULAR	10,920.42
e. CABLEADOS E INSTALACIÓN RED DE ABONADOS	6,665.20
FLETES	1,500.00
ASESORÍA Y CONSULTORÍA	25,000.00
TOTAL INVERSIÓN	150,304.06

Tabla 5.9. Resumen de la inversión por poblado de la alternativa 1
Elaboración propia

5.1.2 Costos

Para calcular los gastos, se han tomado como referencia los costos del operador mayoritario por cliente mensualmente, esta información se puede observar en la tabla 5.10.

GASTOS	MENSUAL POR CLIENTE	TOTAL MENSUAL	TOTAL ANUAL
- O&M (celular)			
. Equipo de radio	1.13	108.00	1,296.00
. Controlador de EE.BB.	1.74	167.40	2,008.80
. Ethernet, cableados	0.42	40.50	486.00
- O&M (fija)			-
. Equipos inalámbricos	2.67	61.42	737.04
. Otros	0.22	5.00	60.00
- Espectro			-
. Satélite			-
. Celulares	1.50	144.00	1,728.00
. Inalámbricos	1.50	34.50	414.00
- Energía		75.00	900.00
- Interconexión (Un E1/mes)	6.02	795.00	9,540.00
- Administración	7.57	999.24	11,990.88
- Facturación	0.50	33.00	396.00
TOTAL GASTOS		2,080.74	29,556.72

Tabla 5.10. Gastos para operar y administrar un poblado rural, alternativa 1
Fuente: Movistar

5.1.3 Ingresos

De acuerdo con los tráficos cursados en Erlangs vistos en el capítulo 3, se estiman los ingresos promedio (ver tabla 5.11) por poblado rural a octubre del 2011, de acuerdo con las tarifas vigentes por minuto.

INGRESOS	% CLIENTES	CLIENTES	FACTURACIÓN MENSUAL (SOLES) POR CLIENTE	TOTAL FACTURACIÓN MENSUAL	TOTAL FACTURACIÓN ANUAL
CELULAR PREPAGO	95%	91	20	1,820	21,840
CELULAR POSTPAGO	5%	5	30	150	1,800
FIJA INALÁMBRICO PREPAGO	90%	20	15	300	3,600
FIJA INALÁMBRICO POSTPAGO	10%	3	30	90	1,080
INTERNET	100%	13	40	520	6,240
TOTAL INGRESOS POR POBLADO				2,880	34,560

Tabla: 5.11. Ingresos por servicio y por cliente mensual y anual

Fuente: Tarifas de Movistar

5.1.1 Flujo de caja

A una tasa de 20%, el proyecto no es rentable, ni sostenible aplicando las actuales tarifas, sin ningún tipo de subsidio se muestra esta evaluación en la tabla 5.12.

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN	150,304										
GASTOS		29,557	29,557	29,557	29,557	29,557	29,557	29,557	29,557	29,557	29,557
INGRESOS		34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560
FCF	-150,304	5,003									
VAN	-129,328										

Tabla 5.12. Evaluación sin subsidios

Fuente: Elaboración propia

Los operadores requieren un retorno de la inversión, para que esto suceda deben tener siempre flujos de caja positivos, por tanto, FITEL debería garantizar este proyecto y tener desembolsos anuales a fin de garantizar FCF positivos, la tabla 5.10 muestra el ensayo tomando como ente financiador al FITEL a una tasa del 20% anual. Con estas premisas, se deberá hacer un seguimiento anual del flujo económico-financiero y del cumplimiento de metas por poblado rural. Véase la tabla 5.13.

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN	150,304										
CONTRIBUCIÓN FITEL		30,848	30,848	30,848	30,848	30,848	30,848	30,848	30,848	30,848	30,848
GASTOS		29,557	29,557	29,557	29,557	29,557	29,557	29,557	29,557	29,557	29,557
INGRESOS		34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560
FCF	-150,304	35,851	35,851	35,851	35,851	35,851	35,851	35,851	35,851	35,851	35,851
VAN	0										
TIR	20%										
SUBSIDIO TOTAL	279,632										

Tabla 5.13. Evaluación con subsidio de FITEL

Fuente: Elaboración propia

Luego, cabe resaltar que el mínimo valor de subsidio anual que vuelve cero el valor actual neto (VAN) de la alternativa 1 es S/. 279,632 a una tasa interna de retorno de 20%. El subsidio total para este caso es de S/. 279,632.

5.2 Alternativa 2

5.2.1 Inversión

Las inversiones por poblado básico para esta alternativa, al igual que en la anterior, se han tomado fijando como meta un desarrollo de red al 2015.

Como se sabe, la diferencia de la alternativa 1 con la 2 radica en la **red de conmutación y control**. La tabla 5.14 se muestra el resumen de la inversión en ésta para la alternativa 2, en este caso esta red incluye la interconexión con la red dorsal y por tanto, no se considera inversión adicional en el *backhaul 2*.

EQUIPOS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Conmutación en Hub	2,242.63	1	2,242.63
Parabólica y equipos	8,922.38	1	8,922.38
Acondicionamientos	3,195.50	1	3,195.50
Obra Civil	5,678.75	1	5,678.75
TOTAL			20,039.25

Tabla 5.14. Inversión en la red de conmutación y control, alternativa 2
Fuente: Cotización 2640-2010- VILLACO & CONTONGA

Por la mayor cantidad de equipamiento a trasladar es necesario incrementar el costo de flete, véase la tabla 5.15.

CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Fletes	2,500	1	2,500.00
TOTAL FLETE			2,500.00

Tabla 5.15. Inversión en flete
Elaboración propia

El resumen de los distintos conceptos por inversión de la alternativa 2 se muestran en la tabla 5.16.

CONCEPTO	MONTO
• RED DE BACKHAUL 1	68,993.30
• INTERCONEXIÓN BACKHAUL 2	-
• RED DE CONMUTACIÓN Y CONTROL	20,039.25
• RED DE ACCESO O ABONADOS	24,358.56
RED CELULAR	10,920.42
• CABLEADOS E INSTALACIÓN RED DE ABONADOS	6,665.20
FLETES	2,500.00
ASESORÍA Y CONSULTORÍA	12,500.00
TOTAL INVERSIÓN	145,976.73

Tabla 5.16. Resumen de la inversión por poblado de la alternativa 1
Elaboración propia

5.2.2 Costos

Para calcular los gastos, se han tomado como referencia los costos del operador mayoritario por cliente mensualmente, en la tabla 5.17 se muestran dichos valores similares a los de la alternativa 1 salvo en los costos de interconexión entre la red dorsal con los distritos cabeceras (red de *backhaul* 2).

GASTOS	MENSUAL POR CLIENTE	TOTAL MENSUAL	TOTAL ANUAL
- O&M (celular)			
. Equipo de radio	1.13	108.00	1,296.00
. Controlador de EE.BB.	1.74	167.40	2,008.80
. Ethernet, cableados	0.42	40.50	486.00
- O&M (fija)			-
. Equipos inalámbricos	2.67	61.42	737.04
. Otros	0.22	5.00	60.00
- Espectro			-
. Satélite		2,837.12	34,045.44
. Celulares	1.50	144.00	1,728.00
. Inalámbricos	1.50	34.50	414.00
- Energía	75.00	75.00	900.00
- Interconexión (Un E1/mes)	6.02	795.00	9,540.00
- Administración	7.57	999.24	11,990.88
- Facturación	0.50	33.00	396.00
TOTAL GASTOS		5,300.18	63,602.16

Tabla 5.17. Gastos para operar y Administrar un poblado rural, alternativa 2

Fuente: Movistar

5.2.3 Ingresos

En la alternativa 2, los ingresos son iguales a los de la alternativa 1 cuyos detalles se muestran en la tabla 5.11.

5.2.4 Flujo de caja

Como en la alternativa 1, el proyecto no es rentable, ni sostenible con las actuales tarifas y sin ningún tipo de subsidio. Esta evaluación se muestra en la tabla 5.18.

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN	145,977										
GASTOS		63,602	63,602	63,602	63,602	63,602	63,602	63,602	63,602	63,602	63,602
INGRESOS		34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560
FCF	-145,977	-29,042									
VAN	-267,735										

Tabla 5.18. Evaluación sin subsidios

Fuente: Elaboración propia

Al igual que para la alternativa 1, se ensaya un subsidio por parte de FTEL a una tasa de 20% anual. Con estas premisas, el proyecto se vuelve rentable y debería hacerse un seguimiento anual del flujo económico-financiero y del cumplimiento de metas por poblado rural, El subsidio actualizado para esta alternativa es de S/. 413,712. Véase la tabla 5.19.

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN	145,977										
CONTRIBUCIÓN FTEL		63,861									
GASTOS		63,602	63,602	63,602	63,602	63,602	63,602	63,602	63,602	63,602	63,602
INGRESOS		34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560
FCF	-145,977	34,819									
VAN	0										
TIR	20%										
SUBSIDIO TOTAL	413,712										

Tabla 5.19. Evaluación con subsidio de FTEL alternativa 2

Fuente: Elaboración propia

5.3 Selección de la alternativa

La tabla 5.20 muestra una comparativa de las variables económicas de las distintas alternativas. Como se advierte también en evaluaciones previas, la alternativa 1 es la que tiene mejor VAN y la que requiere menor subsidio anual por parte de FITEL. Por lo tanto, ésta última es la opción seleccionada para implementar el proyecto.

POR POBLADO	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
INVERSIÓN	S/.	150,304.06	S/.	145,976.73
COSTOS ANUALES	S/.	29,556.72	S/.	63,602.16
INGRESOS ANUALES	S/.	34,560.00	S/.	34,560.00
VAN	S/.	-129,327.95	S/.	-267,735.17
SUBSIDIO DE FITEL	S/.	279,632.00	S/.	413,711.90

Tabla 5.20. Comparativa de indicadores económicos de ambas alternativas

Fuente: Elaboración propia

Luego, y con la cantidad (24,969) de centros poblados rurales sin cobertura de servicio móvil, obtenido en la sección 3.3, se puede proyectar los valores para dar servicio a éstos (tabla 5.21), véase que el subsidio por parte del Estado en la alternativa 1 es significativamente menor al de la 2.

POR ZONAS SIN COB. MÓVIL	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
INVERSIÓN	S/.	3,752,942,010.47	S/.	3,644,892,907.70
COSTOS ANUALES	S/.	738,001,741.68	S/.	1,588,082,333.04
INGRESOS ANUALES	S/.	862,928,640.00	S/.	862,928,640.00
VAN	S/.	-3,229,189,476.53	S/.	-6,685,079,523.50
SUBSIDIO DE FITEL	S/.	6,982,131,487.00	S/.	10,329,972,431.20

Tabla 5.21. Comparativa de indicadores económicos de ambas alternativas para zonas sin cob. móvil

Fuente: Elaboración propia

En estos proyectos el VAN pasa a un segundo plano, pues lo que mejor se evalúa es el beneficio social y éste se transforma en el menor subsidio, la alternativa 1 requiere un casi un 32% menos de subsidio que la segunda alternativa y si se planifica una atención de más de 21,000 poblados rurales, se infiere un ahorro para el Estado de algo más de 3,300 millones de nuevos soles.



CONCLUSIONES

1. Desarrollar un proyecto de red de acceso en zonas rurales, no solo se debe mirar desde el punto de vista de la tecnología, sino también desde el punto de vista de la sostenibilidad
2. Hoy la atención de cada poblado rural alcanza una inversión de casi 40,000 soles para un solo tipo de servicio y una sola línea de atención (un cliente), este proyecto tiene como inversión por cliente promedio aproximadamente 1,125 soles.
3. En general este es un proyecto convergente en cuanto a red.
4. Con este proyecto de inversión por poblado, se podría atender hasta el 2015 a aproximadamente 24,969 poblados rurales, esto es, podrían tener telefonía fija, telefonía móvil e internet esta cantidad de poblados rurales, que son poblados que actualmente no son cubiertos por ningún operador de telecomunicaciones.
5. Llevar a ejecución este proyecto de tesis, es muy sencillo, pues, ya se han realizado pilotos específicos en zonas rurales del Perú (Proyecto de Villaco Contonga en San Marcos - Huaraz)
6. Con este proyecto de tesis se puede lograr cumplir el reto impuesto por el Gobierno central, que es tener un desarrollo rural, ambiental, económico y socialmente sustentable
7. Este proyecto de tesis en su directa aplicación, reducirá el aislamiento y la marginación de las comunidades rurales
8. También este proyecto de tesis, facilitará el dialogo entre las comunidades rurales y los que ejercen influencia sobre estas comunidades (llámese PCM, Universidades, ONGs, etc.), es decir los entes planificadores del

gobierno, los organismos de desarrollo, los investigadores, expertos, educadores y otros.

9. Con este proyecto de tesis se podrá tener una instrumentación de coordinación de los esfuerzos de desarrollo, tanto local, regional y nacional, de tal manera de lograr una mayor eficacia y eficiencia.



RECOMENDACIONES

1. Implementar este modelo en el Perú, significa sostenibilidad en el tiempo, por supuesto que cada localidad puede ser distinta entre sí, pero en términos generales, la adaptación es muy simple.
2. Hoy en el Perú las redes de acceso deben ser inalámbricas, pues el costo de inversión y de gastos es menor al de una red alámbrica.
3. La cantidad de poblados rurales a atender se debe realizar en lapso de cinco años, pues anualmente se pueden implementar casi 5,000 poblados (es el promedio anual en los últimos 8 años de inversión en el Fondo de Inversiones de Telecomunicaciones del Perú)
4. Para que este modelo funcione, es probable que se tenga que modificar algunos aspectos no solo de la Ley de telecomunicaciones, sino también la propia Ley de funcionamiento del FITEC.
5. Al introducir servicios de Internet (los operadores), en este tipo de operación, los ingresos brutos deben contribuir al FITEC, actualmente todo servicio desarrollado alrededor de internet, contribuye al FITEC de acuerdo con la Ley 29,904.

BIBLIOGRAFÍA

- [BAR06] BARRANTES, ROXANA. Análisis de la Demanda por TICs: ¿Qué es y cómo medir la pobreza digital? 2006. DIRSI.
http://www.dirsi.net/espanol/files/02-Barrantes_esp_web_18set.pdf
- [BAR07] BARRANTES, ROXANA. Convergencia y universalización de los servicios de telecomunicaciones: agenda pendiente.2007, CEPAL y DIRSI.
http://www.idrc.ca/uploads/user-/12018119101Barrantes_Panel1.pdf
Ultimo acceso: 17 de noviembre 2012.
- [CCP96] VICEPRESIDENCIA EJECUTIVA LEGAL TELEFÓNICA DEL PERÚ. Los Contratos de Concesión de Telefónica del Perú, Edición limitada. Año 1996,
- [CMT01] COMISIÓN MULTISECTORIAL TEMPORAL. “Plan Nacional para el Desarrollo de la Banda Ancha en el Perú”. Informe N° 01: Diagnóstico sobre el desarrollo de la Banda Ancha en el Perú.
Enlace:
http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/INFORME%201%20BANDA%20ANCHA.pdf
Último acceso: 18 de noviembre de 2012.
- [CMT02] COMISIÓN MULTISECTORIAL TEMPORAL. “Plan Nacional para el Desarrollo de la Banda Ancha en el Perú”. Informe N° 02: Barreras que limitan el desarrollo de la Banda Ancha en el Perú.

Enlace:

http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/INFORME_02_BANDA_ANCHA_16_08_2010pm_correc27082010.pdf

Último acceso: 19 de noviembre de 2012

- [CMT03] COMISIÓN MULTISECTORIAL TEMPORAL. “Plan Nacional para el Desarrollo de la Banda Ancha en el Perú”. Informe N° 03: Visión, metas y propuestas de política para el desarrollo de la Banda Ancha en el Perú.

Enlace:

http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/INFORME_03_BANDA_ANCHA_.pdf

Último acceso: 20 de noviembre de 2012.

- [CPP11] CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ

<http://www.tc.gob.pe/legconperu/constitucion.html>

Ultimo acceso: 11 de diciembre del 2012

- [DESU94] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES PERU. Decreto Supremo 11-94-TCC. 13 de Mayo de 1994: Aprueba contrato de concesión a celebrarse entre el estado y la empresa nacional de

Telecomunicaciones: http://www.mtc.gob.pe/portal/contratos_telefonic_a/Contrato%20TdP%20parte%201.pdf

- [EPM08] PINEDA MÉNDEZ, EVELYN. Convergencia de Servicios de Telecomunicaciones: La experiencia en México. Octubre 2008

<http://www.bnamericas.com/cgi-bin/getresearch?report=79129.pdf&documento=697437&idioma=E&login=>

Último acceso 03 de enero 2013.

- [FIT08] FITEL FONDO DE INVERSIÓN EN TELECOMUNICACIONES.
Proyecto “Servicio de Banda Ancha Rural Juliaca – Puerto Maldonado”.
http://www.fitel.gob.pe/contenidos/ProyN/SanGaban/Resumen_SanGaban.html
Último Acceso: 25 de octubre del 2012.
- [FIT09] FITEL FONDO DE INVERSIÓN EN TELECOMUNICACIONES.
Adjudicación de los Proyectos “Servicio de Banda Ancha Rural San Gabán – Puerto Maldonado” y “Servicio de Banda Ancha Rural Juliaca - San Gabán”.
http://fitel.gob.pe/contenido.php?ID=7&tipo=H&pagina=contenidos/ProyN/SanGaban/Adjudicacion_SanGaban.html
Último Acceso: 28 de octubre del 2012.
- [FIT10] FITEL FONDO DE INVERSIÓN EN TELECOMUNICACIONES.
Contrato de Financiamiento de los Proyectos “Servicio de Banda Ancha Rural San Gabán – Puerto Maldonado” y “Servicio de Banda Ancha Rural Juliaca - San Gabán”.
Enlace:
http://fitel.gob.pe/documentos.php?ID=7&tipo=H&pagina=contenidos/ProyN/SanGaban/documentos_SanGaban/Contrato_Juliaca_PtoMaldonado.pdf

Último Acceso: 04 de noviembre del 2012.

- [FIT11] FITEL FONDO DE INVERSIÓN EN TELECOMUNICACIONES.
Proyecto: "Implementación de Servicios de Telecomunicaciones Buenos Aires - Canchaque, Región Piura".
- [FIT12] FITEL, enlace: www.fitel.gob.pe
Ultimo acceso: 06 de julio 2013.
- [FIT13] FITEL FONDO DE INVERSIÓN EN TELECOMUNICACIONES.
Proyecto: "Tecnologías de la Información y Comunicaciones para el Desarrollo Integral de las Comunidades de Candarave".
- [GAH07] GALPERÍN, HERNÁN y MARISCAL, JUDITH. Pobreza y Telefonía Móvil en América Latina y el Caribe. 2007. DIRSI.
- [GPB09] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT).
Contribución de los Servicios Móviles a la Conectividad y a la Universalización de las Telecomunicaciones en los Países Andinos año 2009.
- [IEE09] IEEE. Normas y standares del protocolo 802.11
<http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.11n-2009.html>
Último acceso: 18 diciembre 2012.
- [INE09] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA – INEI.
Sistema Estadístico Nacional. Compendio Estadístico 2009.
<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0912/libro.pdf>
Último Acceso: 15 de Noviembre de 2012.

- [INE11] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA – INEI.
Información económica departamental.
<http://www.inei.gob.pe/web/aplicaciones/siemweb/index.asp?id=003>
Último Acceso: 20 de diciembre de 2012.
- [INE11A] INEI. 2011. Las tecnologías de información y comunicación en los hogares Trimestre enero-febrero-marzo 2011.
<http://www.inei.gob.pe/web/BoletinFlotante.asp?file=12677.pdf>
Última consulta: 25 de noviembre del 2012.
- [INE12] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA – INEI.
<http://www.inei.gob.pe>
Último Acceso: 08 de julio de 2013
- [INS06] INSTITUTO DE ESTUDIOS PERUANOS (IEP). 2006. Pobreza Digital: Las Perspectivas de América Latina y el Caribe. Primer volumen. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, Fondo de Desarrollo Editorial
- [MEF03] MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS - PERÚ. Pautas para la Identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil. Documento del Sistema de Inversión Pública (SNIP). Lima: 2010
Ultimo acceso: 23 de octubre 2012.
- [MEF08] MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PERÚ - DIRECCIÓN NACIONAL DEL PRESUPUESTO PÚBLICO. Diseño del Programa

Estratégico “Acceso a servicios públicos esenciales de telecomunicaciones en localidades rurales”. Agosto 2008

http://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/ppr/prog_estrategicos_acceso_telecomunicaciones_rurales.pdf

Último acceso 02 de enero 2013.

- [OSIP02] OSIPTEL. Criterios de Agrupación y Selección de Centros Poblados FITEL. Manual de Procedimiento. Lima. 2002
- [PBG07] PÉREZ BENÍTEZ, GERMÁN. Guía de Tecnologías de Conectividad para acceso en áreas rurales. 2007, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).:
<http://207.42.179.84/Docs UIT/Guia%20de%20Tecnologias%20de%20Conectividad%20para%20Areas%20Rurales.pdf>
Ultimo Acceso: 19 de noviembre 2012
- [PLST11] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES PERÚ. Principales Logros del sector Transportes y Comunicaciones. Agosto 2006 – Julio 2012.
<http://www.mtc.gob.pe/portal/1%20Logros%20agosto%202006%20-%20julio%202011%20v27mayo2011.pdf>
- [POC10] FRANCKE PEDRO. Políticas para un crecimiento con equidad. Fondo Editorial PUCP. 2010.
<http://departamento.pucp.edu.pe/economia/images/documentos/LDE-2010-04-06.pdf>

- [PVD10] MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES – COLOMBIA. Plan Vive Digital Colombia. Octubre 2010.
- [REY06] REY, NATALY. Acceso Universal en Latinoamérica. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/material/Acceso_universal_2006.pdf
Último acceso: 15 de diciembre del 2012
- [STA10] STAKHOLDERS. 2010. Más de 1000 paneles solares fueron vandalizados en el 2009. Noticia publicada el 05 de febrero de 2010. Última consulta: 12 de agosto de 2012.
<http://www.stakeholders.com.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=2890&catid=44:electricidad&Itemid=126
- [TER12] TERRA. Calculadora Erlang B.
<http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/erlangb.htm>
Último Acceso: 12 de enero de 2013
- [UIT06] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT). Acceso universal y servicio universal.
<http://www.citel.oas.org/sp/ccp1/I%20Foro/doc521.PDF>
Último acceso: 16 de diciembre del 2012
- [UIT07] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT). Acceso Universal en Latinoamérica: Situación y desafíos.2007.
http://www.itu.int/ITUD/ict/statistics/material/Acceso_universal_2006.pdf

Último acceso: 12 de diciembre del 2012

- [POM03] TELEFÓNICA DEL PERÚ. Plan de Operación y Mantenimiento de Telefónica del Perú
- [YAM09] YARLEQUE, MANUEL Y MONTES LUIS. Informe final del Estudio tarifario para el pago del canon de las redes de telecomunicaciones basadas en VSATs (PTE - N° 2009-018) Abril 2009 INNOVA PUCP.

