



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD
DE UNA RED PLC EN EL SECTOR
RURAL**

**Tesis para optar el Título de Ingeniero de las Telecomunicaciones, que
presenta el Bachiller:**

Renato Jesús León Bustíos

ASESOR: Ingeniero Marco Mayorga Montoya

Lima, abril del 2009

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
INTRODUCCIÓN	3
GLOSARIO DE TÉRMINOS	5
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA PLC.....	9
1.1 DEFINICIONES Y CONSIDERACIONES:.....	9
1.1.1. <i>Tecnología PLC:</i>	9
1.1.2. <i>Redes eléctricas:</i>	9
1.1.3. <i>Relación de la tecnología PLC con una red eléctrica:</i>	10
1.2. ANTECEDENTES:.....	12
1.3. FUNCIONAMIENTO:.....	13
1.3.1. <i>Tipo de modulación:</i>	13
1.3.2. <i>Red de acceso:</i>	14
1.3.3. <i>Red de distribución:</i>	18
1.4. APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA PLC:	20
1.5. ESTÁNDARES QUE REGULAN EL USO DE LA TECNOLOGÍA PLC:.....	21
1.6. VENTAJAS CON RESPECTO A OTRAS TECNOLOGÍAS:	22
1.7. LIMITACIONES DE LA TECNOLOGÍA PLC Y POSIBLES SOLUCIONES:	23
1.8. TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS:	26
1.8.1. <i>Tecnología ADSL:</i>	27
CAPÍTULO 2: EL PROBLEMA DE ACCESO Y SU VÍNCULO CON LA POBREZA.	30
2.1. IMPORTANCIA DEL ACCESO A LAS TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES PARA LA REDUCCIÓN DE LA POBREZA:	30
2.2. GENERALIDADES DEL PROBLEMA DE ACCESO:	32
2.2.1 <i>La brecha digital:</i>	32
2.2.2 <i>Brechas de acceso:</i>	33
2.2.3. <i>Indicadores de acceso:</i>	34
2.3. SOLUCIONES PLANTEADAS PARA SUPERAR EL PROBLEMA DE ACCESO:	36
2.3.1. <i>En el ámbito tecnológico:</i>	36
2.3.2. <i>En el ámbito regulatorio:</i>	37
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN Y DE INTERNET RURAL EN EL PERÚ.....	39
3.1. REDES DE ELECTRIFICACIÓN RURAL EXISTENTES:.....	39
3.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ACCESO A INTERNET EN ZONAS RURALES:	40
3.3. COMPARACIÓN ENTRE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA REDES DE ELECTRIFICACIÓN Y DEL ACCESO A INTERNET EN ZONAS RURALES:	43
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DE UNA RED DE BANDA ANCHA PLC EN EL SECTOR URBANO.	45
4.1. SITUACIÓN ACTUAL:	45
4.1.1. <i>Problemática:</i>	46
4.1.2. <i>Identificación del objetivo principal:</i>	47
4.1.3. <i>Alternativas de solución:</i>	48
4.2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO:	49
4.2.1. <i>Utilizando la tecnología PLC:</i>	51
4.2.2. <i>Utilizando la tecnología ADSL:</i>	59
4.3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS:	66
4.3.1. <i>Utilizando la tecnología PLC:</i>	66
4.3.2. <i>Utilizando la tecnología ADSL:</i>	68
4.3.3. <i>Comparación de resultados y conclusiones:</i>	70

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DE UNA RED DE BANDA ANCHA PLC EN EL SECTOR RURAL: PROVINCIA DE CANTA.....	72
5.1. SITUACIÓN ACTUAL:	72
5.1.1. <i>Problemática:</i>	73
5.1.2. <i>Identificación del objetivo principal:</i>	74
5.1.3. <i>Alternativas de solución:</i>	75
5.2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO:	77
DEFINICIÓN DEL HORIZONTE DE EVALUACIÓN:.....	77
5.2.1. <i>Utilizando la tecnología PLC:</i>	78
5.2.2. <i>Utilizando la tecnología ADSL:</i>	86
5.3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS:.....	94
5.3.1. <i>Utilizando la tecnología PLC:</i>	94
5.3.2. <i>Utilizando la tecnología ADSL:</i>	97
5.3.3. <i>Comparación de resultados y conclusiones:</i>	99
CONCLUSIONES FINALES.....	101
ANEXOS	103
A1) ANEXO 1: PROPUESTA DE REGLAMENTO PLC EN BRASIL.	103
A2) ANEXO 2: SÍNTESIS DE LOCALIDADES SIN INTERNET A NIVEL NACIONAL.	103
A3) ANEXO 3: EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA LOS PROYECTOS ALTERNATIVOS. .	103
A4) ANEXO 4: ESPECIFICACIONES Y PRECIOS DE LOS EQUIPOS ELEGIDOS.	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1:

FIGURA 1.1: Red eléctrica y PLC.....	11
FIGURA 1.2: Red de media y baja tensión.....	11
FIGURA 1.3: Rango de frecuencias de la redes eléctricas y de banda ancha.	13
FIGURA 1.4: Red de acceso PLC.....	14
FIGURA 1.5: Acoplador eléctrico	15
FIGURA 1.6: Módem PLC.....	16
FIGURA 1.7: Conexión del repetidor (<i>home gateway</i>).....	16
FIGURA 1.8: Apariencia física del repetidor.....	17
FIGURA 1.9: Apariencia física del <i>head end</i>	18
FIGURA 1.10: Red de distribución PLC.....	19
FIGURA 1.11: Red PLC con fibra óptica.....	20
FIGURA 1.12: PLC aplicada en el hogar.....	21
FIGURA 1.13: Tecnologías de acceso a internet de banda ancha	26
FIGURA 1.14: Enlace ADSL	28
FIGURA 1.15: Enlace ADSL con DSLAM	29

CAPÍTULO 2:

FIGURA2.1: Tendencia del crecimiento del ingreso de los pobres ante cambios en el ingreso por Telecomunicaciones.....	32
FIGURA2.2: Crecimiento de la penetración del servicio de telefonía respecto al aumento del PBI.....	33
FIGURA2.3: Diagrama conceptual de la brecha de acceso en dos dimensiones	34
FIGURA2.4: Penetración residencial respecto al ingreso per capita.....	35
FIGURA2.5: Asequibilidad económica en los hogares del Perú.....	36

CAPÍTULO 4:

FIGURA 4.1: Zona piloto para análisis del proyecto (Jesús María).....	49
---	----

CAPÍTULO 5:

FIGURA5.1: Distrito de Santa Rosa de Quieves	77
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 3:

TABLA3.1: Coeficiente de electrificación por departamento.....	40
TABLA3.2: Porcentaje de conexiones a internet por departamento	41
TABLA3.3: Porcentaje de distritos por departamento con acceso a Internet de banda ancha. ..	43

CAPÍTULO 4:

TABLA4.1: Número de hogares con Internet y número de hogares total en Jesús María	51
TABLA4.2: Número de hogares en Jesús María que cuentan con Internet junto con otros servicios de Telecomunicaciones.....	52
TABLA4.3: Tareas definidas para cada una de las fases del proyecto con PLC en el distrito de Jesús María.....	54
TABLA4.4: Costo de equipos necesarios para implementar PLC en el distrito de Jesús María. 56	
TABLA4.5: Costo necesarios de asumir para implementar PLC en el distrito de Jesús María. 56	
TABLA4.6: Síntesis de costos de inversión para implementar PLC en el distrito de Jesús María	57
TABLA4.7: Costos de operación y mantenimiento para el proyecto utilizando PLC en el distrito de Jesús María.....	57
TABLA4.8: Síntesis de costos de operación y mantenimiento para implementar PLC en el distrito de Jesús María	58
TABLA4.9: Flujo de costos a precio de mercado para el proyecto con PLC en Jesús María.	58
TABLA4.10: Número de hogares en Jesús María que no cuentan con internet pero que si cuentan con una línea telefónica	59
TABLA4.11: Tarifas establecidas por Telefónica del Perú para los diversos servicios de Speedy	60
TABLA4.12: Tareas definidas para cada una de las fases del proyecto con ADSL en el distrito de Jesús María.....	61
TABLA4.13: Costo de equipos necesarios para implementar ADSL en el distrito de Jesús María	63
TABLA4.14: Costo necesarios de asumir para implementar ADSL en el distrito de Jesús María	63
TABLA4.15: Síntesis de costos de inversión para implementar ADSL en el distrito de Jesús María	64
TABLA4.16: Costos de operación y mantenimiento para el proyecto utilizando ADSL en el distrito de Jesús María	64
TABLA4.17: Síntesis de costos de operación y mantenimiento para implementar ADSL en el distrito de Jesús María.	65
TABLA4.18: Flujo de costos a precio de mercado para el proyecto con ADSL en Jesús María. 65	
TABLA4.19: Flujo de ingresos para el proyecto tanto con PLC como con ADSL en Jesús María	66
TABLA4.20: Flujo total para el proyecto con PLC en Jesús María	67
TABLA4.21: Indicadores de rentabilidad para el proyecto con PLC en Jesús María.	68
TABLA4.22: Flujo total para el proyecto con ADSL en Jesús María.	69
TABLA4.23: Indicadores de rentabilidad para el proyecto con ADSL en Jesús María	70
TABLA4.24: Comparación de indicadores de rentabilidad de ambos proyectos alternativos en zonas urbanas.....	71

CAPÍTULO 5:

TABLA5.1: Hogares con servicios de Telecomunicaciones y electricidad en el distrito de Santa Rosa de Quieves.....	79
---	----

TABLA5.2: Tareas definidas para cada una de las fases del proyecto con PLC en el distrito de Santa Rosa de Quieves	81
TABLA5.3: Costo de equipos necesarios para implementar PLC en el distrito de Santa Rosa de Quieves	83
TABLA5.4: Costo necesarios de asumir para implementar PLC en el distrito de Santa Rosa de Quieves	83
TABLA5.5: Síntesis de costos de inversión para implementar PLC en el distrito de Santa Rosa de Quieves	84
TABLA5.6: Costos de operación y mantenimiento para el proyecto utilizando PLC en el distrito de Santa Rosa de Quieves	85
TABLA5.7: Síntesis de costos de operación y mantenimiento para implementar PLC en el distrito de Santa Rosa de Quieves.....	85
TABLA5.8: Flujo de costos a precio de mercado para el proyecto con PLC en Santa Rosa de Quieves.	86
TABLA5.9: Tareas definidas para cada una de las fases del proyecto con ADSL en el distrito de Santa Rosa de Quieves	88
TABLA5.10: Costo de equipos necesarios para implementar el proyecto con ADSL en el distrito de Santa Rosa de Quieves	90
TABLA5.11: Costos necesarios de asumir para implementar el proyecto con ADSL en el distrito de Santa Rosa de Quieves	91
TABLA5.12: Síntesis de costos de inversión para implementar el proyecto con ADSL en el distrito de Santa Rosa de Quieves.....	92
TABLA5.13: Costos de operación y mantenimiento para el proyecto utilizando ADSL en el distrito de Santa Rosa de Quieves.....	92
TABLA5.14: Síntesis de costos de operación y mantenimiento para implementar el proyecto con ADSL en el distrito de Santa Rosa de Quieves	93
TABLA5.15: Flujo de costos a precio de mercado para el proyecto con ADSL en el distrito de Santa Rosa de Quieves.	93
TABLA5.16: Flujo de ingresos para el proyecto tanto con PLC como con ADSL en el distrito de Santa Rosa de Quieves.	95
TABLA5.17: Flujo total para el proyecto con PLC en el distrito de Santa Rosa de Quieves	96
TABLA5.18: Indicadores de rentabilidad para el proyecto con PLC en el distrito de Santa Rosa de Quieves	96
TABLA5.19: Flujo total para el proyecto con ADSL en el distrito de Santa Rosa de Quieves	98
TABLA5.20: Indicadores de rentabilidad para el proyecto con ADSL en el distrito de Santa Rosa de Quieves	99
TABLA5.21: Comparación de indicadores de rentabilidad de ambos proyectos alternativos en zonas rurales.....	100

INTRODUCCIÓN

Las Telecomunicaciones van ganando día a día una mayor importancia en el mundo. Conforme pasan los años, surgen diversas tecnologías, las mismas que hacen más sencillas las comunicaciones para la sociedad, y al mismo tiempo va favoreciendo a que el número de personas que puede acceder a los servicios de Telecomunicaciones aumente.

Es común observar que las nuevas tecnologías sean aprovechadas al máximo en el sector urbano, que es donde por lo general pueden ser aplicadas con mayor facilidad. Dicha situación no se aprecia en el sector rural, donde el acceso de las comunicaciones es mucho más limitado. Esto contribuye a que la información que circula a diario por medio de las Telecomunicaciones se encuentre alejada de este sector, impidiendo un constante desarrollo del mismo. Actualmente, gracias a las diferentes tecnologías que han ido apareciendo, se vienen elaborando muchos proyectos a nivel rural cuya finalidad es compensar esta limitación. Asimismo, actualmente existen diversos programas cuyo fin es apoyar el desarrollo de las Telecomunicaciones rurales en el Perú subvencionando a diferentes proyectos que sean elaborados con el mismo fin, como es el caso del Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL) promovido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

En el caso particular del presente trabajo de tesis, se analizará la factibilidad de utilizar la tecnología PLC (Power Line Communication – Comunicaciones utilizando las redes eléctricas) como medio de reducción de la brecha de acceso a las tecnologías de Telecomunicaciones existente entre zonas urbanas y rurales, comparando si la utilización de la misma es más o menos beneficiosa que la utilización de otras tecnologías alternativas. Se piensa en la tecnología PLC como una buena alternativa para esto debido a que las redes eléctricas se encuentran más desarrolladas en el sector rural, por lo que estas podrían ser bien aprovechadas para brindar acceso de manera sencilla y sin la necesidad de desplegar infraestructura.

Para lograr dicho objetivo, el presente documento comienza haciendo un

análisis general de lo que es la tecnología PLC, donde se detalla la estructura de una red PLC así como su funcionamiento, sus aplicaciones, sus ventajas, así como su evolución a lo largo del tiempo. Luego de esto, analizaremos el caso de una red con tecnología PLC en el sector urbano, que es donde dicha tecnología ha sido más utilizada en diversas aplicaciones ajenas a la transmisión de datos. El resultado de dicho análisis será tomado como referencia para elaborar una propuesta para el caso deseado.

Como se explicó anteriormente, la tecnología PLC utiliza como infraestructura las líneas eléctricas ya instaladas. Por tanto, un paso indispensable para diseñar una red PLC en un sector es conocer las redes de electrificación existentes en el mismo. En nuestro caso, debemos conocer las redes de electrificación ya existentes en el sector rural o las que aún forman parte de un proyecto; asimismo, debemos conocer el nivel de acceso a diferentes servicios de telecomunicaciones tales como internet y telefonía en dichos sectores. El resultado de dicho análisis nos permitirá determinar la factibilidad de la implementación de una red PLC en el sector rural. Luego de esto, podemos afirmar que contamos con las herramientas suficientes para elaborar una propuesta de diseño de una red PLC para el sector rural, cuya meta será convertirse en una solución para los pueblos que no cuentan con los servicios de Telecomunicaciones antes mencionados, que les permita acceder a éstos de manera eficiente.

En líneas generales, el presente proyecto busca apoyar en la solución de uno de los problemas más grandes que existe en nuestro país que es el relacionado al acceso a la información en zonas rurales. Por tal motivo, la solución planteada también debe significar una herramienta muy importante para mejorar la educación y salud en dichos sectores, contribuyendo a su desarrollo, que en su conjunto, significará el desarrollo de nuestro país.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 1) Acceso Universal: Es un objetivo planteado para solucionar el problema de acceso que consiste en que todos los habitantes de una comunidad puedan conseguir acceso a los servicios de Telecomunicaciones así sea de forma comunitaria y compartida. Actualmente, dicho objetivo se plantea más en sociedades rurales, o en desarrollo, donde la penetración de los servicios de Telecomunicaciones no es muy alta, e incluso en algunos casos, no cuentan con acceso a servicio alguno. [4]
- 2) Acometida: Es una componente de toda instalación eléctrica encargada de unir la red de distribución con el centro general de protección (CGP) en un edificio. [33]
- 3) Centro General de Protección (CGP): Es el lugar donde se alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación. [33]
- 4) Cuarto de Contadores: Es un lugar determinado en un edificio donde se mide el consumo de electricidad de cada inquilino por medio de dispositivos llamados contadores. [33]
- 5) Coeficiente de Electrificación: Es un indicador, consistente en un valor porcentual, que representa la proporción de una población dada que cuenta con acceso a la red eléctrica. [25]
- 6) Domótica: “...Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda...”. [15]
- 7) FDMA: Es la técnica de multiplexación que divide el espectro de frecuencias en múltiples canales, cada uno de los cuales operando a diferentes frecuencias. A cada canal un uso en particular, que puede ser relacionado a un usuario determinado o a un tipo de información determinada. [14]
- 8) Filtro Pasa Alto: Es aquel filtro que hace pasar las frecuencias superiores a una frecuencia definida llamada frecuencia de corte.

9) Filtro Pasa Bajo: Es aquel filtro que hace pasar las frecuencias inferiores a una frecuencia definida llamada frecuencia de corte.

10) Flujo de ingresos y egresos actualizado: Es aquel flujo que cuenta con valores actualizados de acuerdo a una tasa de descuento definida. La fórmula para hallar dicho valor es la siguiente. [3]

$$\text{Ingresos / egresos(año)} = \frac{\text{Ingresos / Egresos(comunes)}}{(1 + \text{tasa})^{\text{año}}}$$

11) Interfaz Ethernet: Conocida también como tarjeta de red. Es aquella que permite la construcción de una red de computadoras. Inicialmente permitía la transmisión de datos a una velocidad de 10 Mbps; sin embargo, las últimas actualizaciones permiten alcanzar velocidades hasta del orden de los Gbps.

12) Interfaz USB (Bus Serie Universal): Es una interfaz útil para conectar dispositivos a una red de banda ancha sin la necesidad de desconectar el sistema. Es común observar en la actualidad que conectamos algunos dispositivos de uso diario, como impresoras o escáneres, utilizando una interfaz USB. [5]

13) Interfaz Wireless 802.11b: Interfaz inalámbricas que permite la transmisión de datos a altas velocidades. Puede funcionar en cuatro versiones: 1, 2, 5.5 y 11 Mbps. [33]

14) Internet de Banda Ancha: Según la recomendación I.113 de la ITU-T, se denomina Internet de Banda Ancha a aquel que cuenta con velocidades mayores a un acceso primario RDSI, que oscila entre 2 y 6 Mbps. Asimismo, se acostumbra reconocer velocidades cercanas a esta, como por ejemplo de 1 a 1.5 Mbps, como velocidades de Banda Ancha. Esta mejora permite, a diferencia del Internet convencional, ejecutar varias aplicaciones simultáneamente utilizando una conexión. [20]

15) Jerarquía Digital Síncrona (SDH): Es un sistema de transmisión basado en fibra óptica que soporta grandes anchos de banda. Cuenta con una trama básica denominada STM-1 (155 Mbps) que al multiplexarse entre sí puede llegar a niveles mucho más altos, donde la velocidad va creciendo cada vez más incluso llegando al orden de las decenas de Gbps: STM-4, STM-16, STM-64 y STM-256. [5]

16) Multiplexación por división de frecuencia ortogonales (OFDM): Técnica que consiste en el envío de información modulando portadoras de diferentes frecuencias utilizando para cada una modulación PSK (Modulación de desplazamiento de fase) o QAM (Modulación de amplitud en cuadratura). [13]

17) Multiplexación por división de longitud de onda (DWDM): Es una técnica de transmisión de señales a través de fibra óptica donde varias señales portadoras con diferentes longitudes de onda son multiplexadas para transmitir las a través de una sola fibra óptica. [13]

18) Periodo de recuperación: Indicador que representa el número de años que deben transcurrir para recuperar la inversión inicial realizada en un proyecto y comenzar a obtener ganancias del mismo. Para el cálculo del mismo se utiliza el flujo total actualizado acumulado, y se toma como resultado el año en el cual dicho flujo cambia de negativo a positivo. Dicho periodo debe ser menor al horizonte de evaluación considerado. [3]

19) Protocolo X-10: Protocolo encargado de la gestión y control del uso de la red eléctrica por parte de los dispositivos eléctricos con los que se dispone en el hogar. [15]

20) Producto Bruto Interno (PBI): Equivale al valor monetario de todos los bienes y servicios propios de un país en un periodo de tiempo definido. Dicho periodo de tiempo puede ser de un trimestre o un año. [34]

21) Red Backbone de datos (Redes Troncales): Es una red que se encarga de interconectar un número determinado de redes pequeñas de datos. [13]

22) Relación Beneficio-Costo: Indicador que representa en que proporción es mayor el ingreso generado por el proyecto, con sus valores actualizados, en relación al costo que este demanda. Un valor aceptable para dicho indicador es que sea mayor que uno. [3]

23) Servicio Universal: Es el objetivo final planteado para solucionar el problema de

acceso, que consiste en que todos los hogares de una comunidad puedan contar con los diferentes servicios básicos de Telecomunicaciones. Actualmente, dicho objetivo se plantea para las sociedades desarrolladas, donde la penetración de los servicios de Telecomunicaciones es cercana al 100%. [4]

24) SNIP: Sistema Nacional de Inversión Pública. Sistema perteneciente a la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público del Ministerio de Economía y Finanzas, encargado de orientar a los inversionistas a una óptima utilización de los recursos públicos a ser utilizados en un proyecto de inversión. Dicha orientación se basa en un conjunto de principios, normas técnicas y procedimientos a seguir para la elaboración de proyectos de inversión. Dicho sistema cuenta con un manual llamado “Guía General de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública a nivel de Perfil”, el mismo que sirve como guía para el planteamiento de proyectos. [24]

25) Tasa de descuento: Es la tasa a la cual el precio del dinero actual disminuye conforme pasan los años. Es tomada como referencia para la evaluación de proyecto con una proyección de años determinada. [3]

26) Tasa interna de retorno (TIR): Representa la tasa de descuento²⁷ mínima con la cual se consigue un VAN negativo. Dicho valor debe ser mayor que dicha tasa de descuento para considerar factible el proyecto. [3]

27) TDMA: Es una técnica de multiplexación que transmite la información en diversos slots de tiempo, con la finalidad de brindar la posibilidad a varios usuarios de utilizar un canal común sin interferirse entre sí, correspondiéndole a cada uno de ellos un slot de tiempo. [14]

28) Valor actual neto (VAN): Indicador de rentabilidad que evalúa el flujo total de ingresos y gastos considerando sus valores actuales. Si dicho valor es positivo, se determina la factibilidad de llevar a cabo el proyecto evaluado bajo las condiciones dadas. [3]



CAPÍTULO 1 Descripción de la tecnología PLC.

1.1 Definiciones y consideraciones:

1.1.1. Tecnología PLC:

Se denomina PLC (Por sus siglas en inglés: Power Line Communications - Comunicación mediante líneas eléctricas) a la tecnología encargada de transmitir servicios de comunicaciones de voz y datos a través de las líneas de electricidad.

1.1.2. Redes eléctricas:

Como su nombre lo indica, son aquellas encargadas de transportar la energía

eléctrica desde un generador hasta los lugares donde es utilizada. Este proceso se divide en tres etapas: Generación, transporte y distribución. Asimismo, las redes eléctricas constan de cinco tramos, definidos con respecto al voltaje que es aplicado. Los tramos de las redes eléctricas son [31]:

- Primer Tramo: Comprendido desde el generador hasta el primer transformador elevador. Se denomina *tramo de media tensión* dado que esta va desde 15 a 50 kV.
- Segundo Tramo: Comprendido desde el primer transformador elevador hasta la subestación de transporte. Se denomina *tramo de alta tensión o de transporte*. La tensión va desde 220 a 400 kV.
- Tercer Tramo: Comprendido desde la subestación de transporte hasta la subestación de distribución. Se denomina *tramo de media tensión* dado que la misma va desde 66 a 132 kV.
- Cuarto Tramo: Comprendido desde la subestación de distribución hasta el centro de distribución. Es el último *tramo de media tensión* dado que la misma va desde 10 a 50 kV.
- Quinto Tramo: Es aquel donde se lleva a cabo la distribución de la energía a los destinatarios finales para su uso. Es el *tramo de baja tensión*, ya que la misma va desde 220 hasta 380 V.

Los tramos de la red eléctrica están directamente relacionados con las etapas por las que atraviesa la energía eléctrica en dicha red. Dicha relación se puede observar claramente en la figura 1.1.

1.1.3. Relación de la tecnología PLC con una red eléctrica:

La tecnología PLC se relaciona con una red eléctrica como la explicada anteriormente en sus últimos dos tramos. El tramo de media tensión actúa como la red de distribución PLC, mientras que el tramo de baja tensión actúa como la red de acceso PLC.

En la siguiente figura se puede observar un modelo donde se especifica cada uno de los tramos de una red eléctrica mencionados anteriormente. Dentro de dicho diagrama, se especifican también los tramos donde la tecnología PLC actúa:

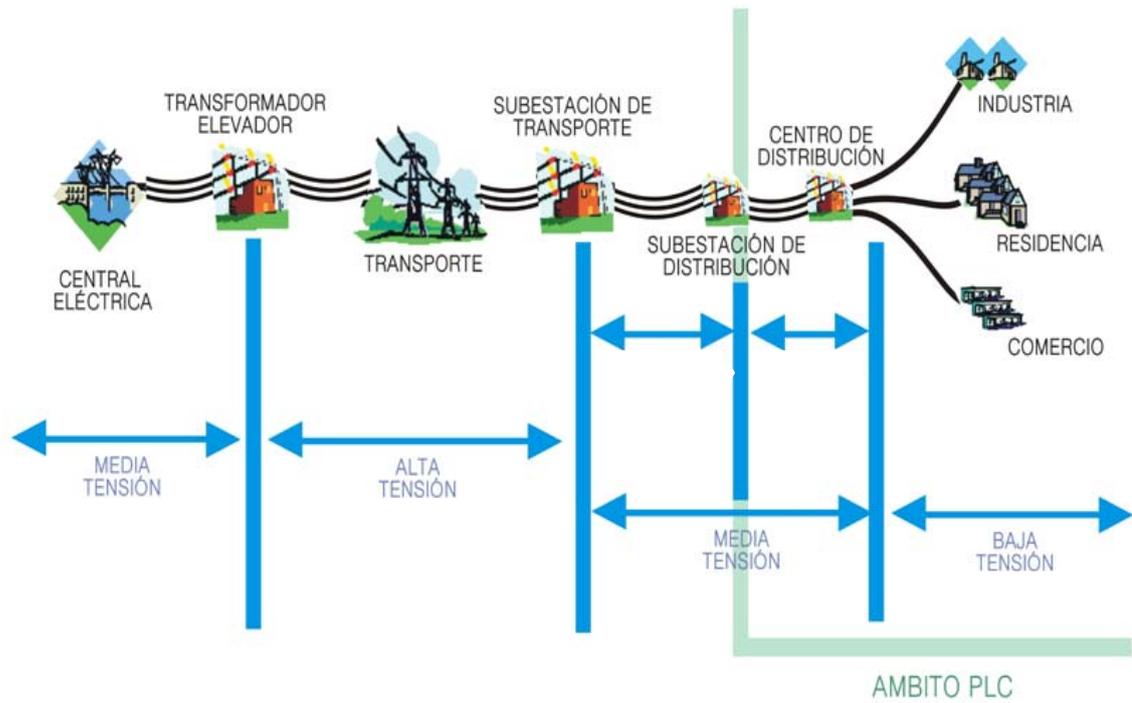


FIGURA 1.1: RED ELÉCTRICA Y PLC. [31]

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de cómo se implementa más específicamente la tecnología PLC dentro de los tramos de media y baja tensión:

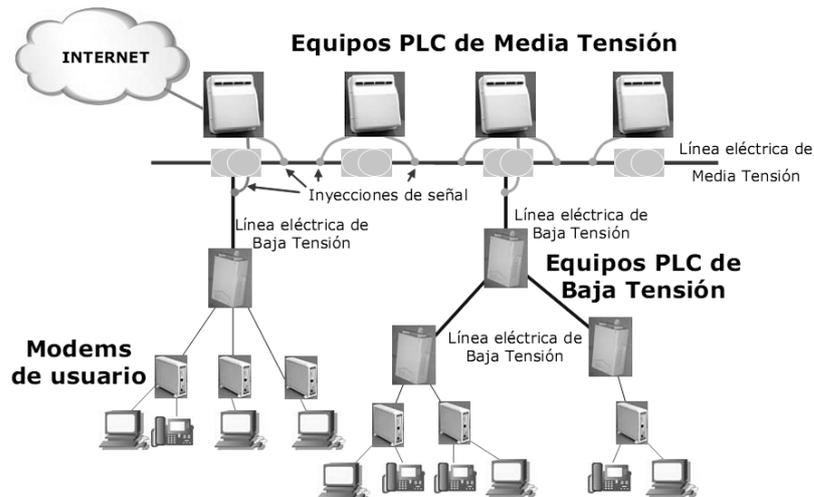


FIGURA 1.2: RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN. [31]

Como se puede observar, es necesario contar con equipamiento especial (el mismo que será detallado en la sección 1.3.2.1) para poder transmitir la información

utilizando las líneas eléctricas.

1.2. Antecedentes:

Sin remontarnos a mucho tiempo atrás, se sabe que la tecnología PLC comúnmente servía para monitorear el estado de las redes eléctricas y conseguir a través de dicho monitoreo una labor de mantenimiento y control más eficiente. También era utilizada para llevar a cabo la gestión y control informático de viviendas, el mismo que ha sido llevado a cabo gracias a la domótica y las funcionalidades del protocolo X-10 [15]. Dichas aplicaciones no requerían un gran ancho de banda, pero conforme transcurrían los años la velocidad a la que podían operar fue incrementándose. A finales de la década de 1990 se comenzó a alcanzar velocidades del orden de los Mbps (Mega bits por segundo), lo cual ocasionó el incremento del interés en utilizar a la tecnología PLC en aplicaciones de banda ancha y a la red eléctrica de baja tensión como una red de acceso.

A continuación se mencionan algunos factores que contribuyeron a la evolución de la tecnología PLC como una tecnología de acceso a servicios de Telecomunicaciones [31]:

- Incremento de la capacidad de integrar funciones en silicio, gracias a la tecnología VLSI (Integración en escala muy grande). Todo esto permitía integrar a un solo chip una gran variedad de funciones.
- Se comenzaron a utilizar técnicas de modulación de banda ancha. Para llevar a cabo dicha modulación se requiere cálculos matemáticos sumamente complicados, lo cual puede realizarse, sin mayores problemas, integrando en el silicio funciones complejas.
- Estandarización de protocolos de comunicación como TCP/IP y Ethernet.
- Gran crecimiento del internet y la creación de nuevos servicios basados en la utilización del protocolo IP: Voz sobre IP (VoIP), video bajo demanda (VoD) y televisión por medio de IP.
- Ya existen la mayor cantidad de zonas civilizadas una red eléctrica instalada, por lo que los costes de instalación se reducirían considerablemente, ya que se utilizará la infraestructura existente para implementar las redes de distribución y acceso.

1.3. Funcionamiento:

Las redes eléctricas llegan a los usuarios finales a bajas frecuencias, las mismas que oscilan entre 50 y 60 Hz (en el Perú dicha frecuencia es de 60 Hz). La tecnología PLC utiliza portadoras dependiendo en qué aplicación en particular será utilizada. En el caso del presente proyecto, se trata de una aplicación de banda ancha, por lo cual se utiliza una portadora que puede llegar hasta los 34 MHz [31]. En la siguiente figura se muestra el rango de frecuencias que se utiliza tanto para las redes eléctricas como para las redes de banda ancha:

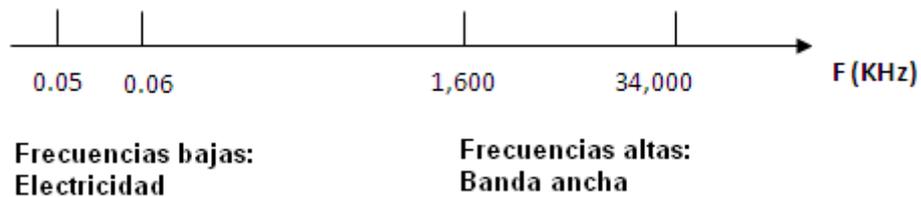


FIGURA 1.3: RANGO DE FRECUENCIAS DE LA REDES ELÉCTRICAS Y DE BANDA ANCHA. [37]

1.3.1. Tipo de modulación:

La técnica de modulación utilizada por la tecnología PLC es OFDM1 (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales). Dicha técnica de modulación es preferida frente a otras debido a su robustez frente a interferencias provenientes de fuentes externas que puedan dañar la señal que queremos transmitir. En nuestro caso, las fuentes externas que pueden ocasionar interferencia en la comunicación son, por lo general, los artefactos electrodomésticos o cualquier otro dispositivo que se encuentre utilizando la misma red eléctrica de la que nos estamos sirviendo para transportar las señales de alta frecuencia [14].

1.3.2. Red de acceso:

Es conocida como red de acceso de Telecomunicaciones a aquella que comprende la infraestructura que conecta a diversos proveedores con sus respectivos usuarios con el fin de brindarles algún servicio de Telecomunicaciones. Asimismo, la red de acceso es conocida también, dentro del ámbito de las redes de Telecomunicaciones, como la última milla.

Dentro de la tecnología PLC, es considerada como la red de acceso a aquella comprendida desde el transformador del centro de distribución hasta el enchufe de corriente del destinatario final. La red de acceso está comprendida en el tramo de baja tensión, tal como fue explicado en la sección 1.1.3. Esta es la parte de la red eléctrica indispensable para la transmisión de datos [14].

La siguiente figura muestra un ejemplo de una red de acceso PLC. Se observa claramente el trayecto que sigue dicha red a través del tramo de baja tensión de la red eléctrica; asimismo, se pueden observar los diferentes equipos utilizados, los mismos que serán detallados en la siguiente sección.

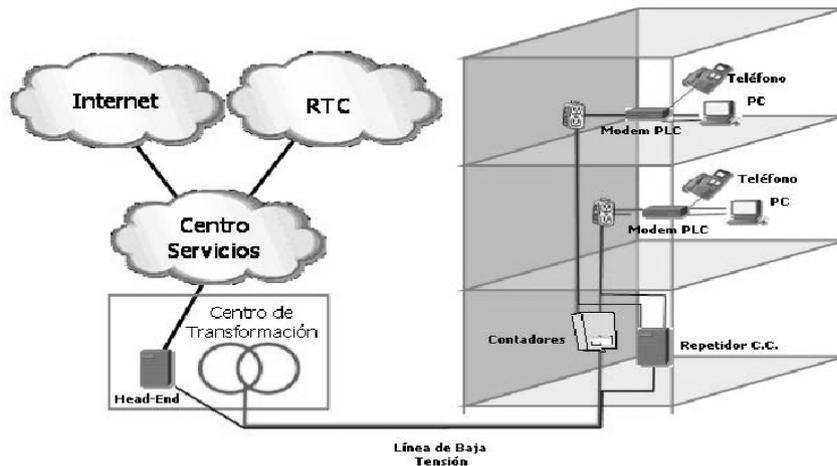


FIGURA 1.4: RED DE ACCESO PLC. [31]

Asimismo, se requiere contar con equipos específicos, para el correcto funcionamiento de una red de acceso PLC, cada uno de los cuales cumplen con una función determinada. Entre los equipos utilizados podemos encontrar los siguientes

[31]:

- Equipo de abonado (CPE): Es aquel que consta de un módem PLC, en cuyo interior se implementa un acoplador eléctrico encargado de separar la corriente eléctrica de la señal de alta frecuencia que se desea transmitir. A su vez, el acoplador se encarga de inyectar la señal en la red eléctrica cuando deseamos transmitirla. El acoplador cumple con dicha labor utilizando dos filtros: Un filtro pasa alto para extraer los datos y un filtro pasa bajo para extraer la corriente eléctrica.

En la siguiente figura se muestra un modelo de un acoplador. En dicho modelo se pueden distinguir las partes antes mencionadas, así como el mecanismo descrito anteriormente:

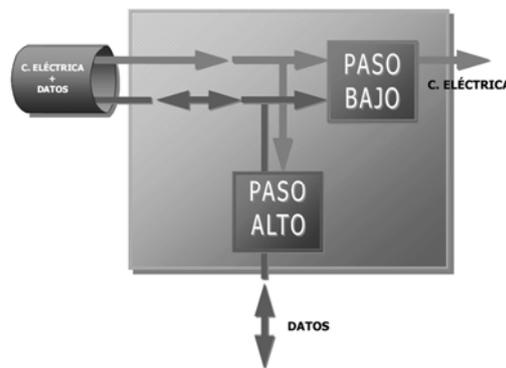


FIGURA 1.5: ACOPLADOR ELÉCTRICO. [31]

En líneas generales, cuando el módem recibe la señal, la demodula y la entrega al usuario final por medio de la interfaz con la que este cuenta. Entre los diferentes tipos de interfaces que podemos encontrar están: *Ethernet*, *USB* y *Wireless 802.11b*. En la siguiente figura se puede observar un ejemplo de un módem PLC utilizado para las aplicaciones de banda ancha:



FIGURA 1.6: MÓDEM PLC. [31]

- **Repetidor:** Toda red eléctrica de baja tensión, cuenta con una acometida de entrada que lleva la señal eléctrica dentro de un edificio. Dicha señal llega al cuarto de contadores o al centro general de protección (CGP) del mismo. Dentro de este, la acometida de entrada es dividida en múltiples acometidas dependiendo la cantidad de usuarios a los que se debe proveer de los servicios.

El repetidor es el dispositivo encargado de repartir las señales de alta frecuencia provenientes de la acometida de entrada a cada una de las acometidas formadas que van destinadas a los usuarios finales. El repetidor se conecta a la red eléctrica por medio de acopladores eléctricos. La forma de conexión de un repetidor, así como su apariencia física se muestran en las siguientes figuras:

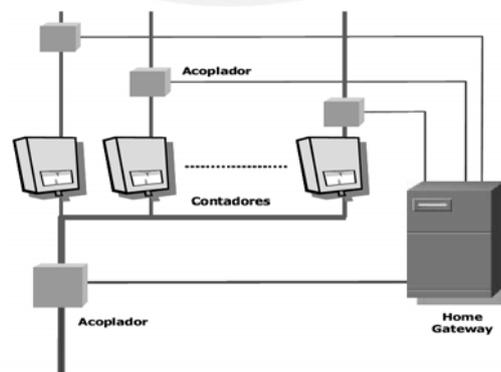
FIGURA 1.7: CONEXIÓN DEL REPETIDOR (*HOME GATEWAY*). [31]



FIGURA 1.8: APARIENCIA FÍSICA DEL REPETIDOR. [31]

- **Head End:** Es el dispositivo encargado de inyectar la señal de datos a la red *backbone* de datos, que es la encargada de transportarla hacia otras redes. La configuración del *Head End* depende de cuál es la naturaleza de la red *backbone* de datos a la que se encuentra unido:
 - 1) Si se trata de una red de media tensión, el *Head End* deberá contar con una tarjeta PLC que se pueda conectar a algún equipo PLC de media tensión.
 - 2) Si se trata de una red común de datos, el *Head End* contará con una interfaz *ethernet* para conectarse a un *switch* o *router* ubicado en dicha red.

Para proveer un buen ancho de banda a los usuarios a los que va a servir, un *Head End* debe soportar como máximo 254 nodos [11], con lo cual cada uno de ellos obtendría en promedio velocidades de hasta 1Mbps. En la siguiente figura se muestra la apariencia física de un dispositivo *Head End*:



FIGURA 1.9: APARIENCIA FÍSICA DEL *HEAD END*. [31]

1.3.3. Red de distribución:

Es conocida como red de distribución de Telecomunicaciones a aquella que tiene como fin interconectar a diversas redes de acceso.

Dentro de la tecnología PLC, se considerada como la red de distribución a aquella red de media tensión encargada de interconectar las diferentes redes de baja tensión por medio de su respectivo *Head End*. En la siguiente figura se muestra el esquema de la red de distribución de media tensión:

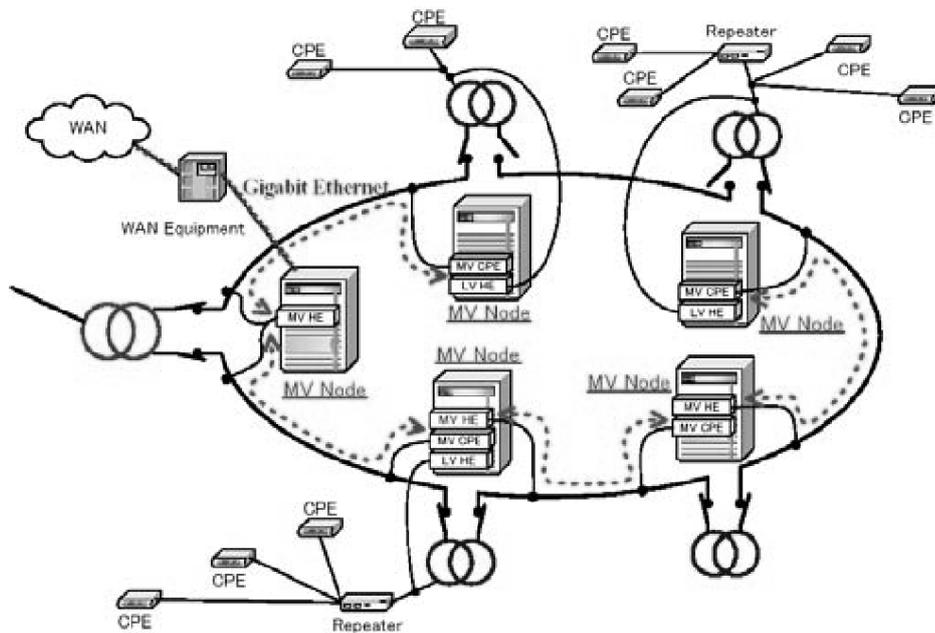


FIGURA 1.10: RED DE DISTRIBUCIÓN PLC. [31]

Donde: CPE: Equipo de abonado.

Repeater: Repetidor.

MV Node: Nodo de media tensión.

Por lo general, al diseñar una red de distribución es posible combinar la tecnología PLC con otras tecnologías utilizadas en otras redes de distribución convencionales, tales como SDH (Jerarquía Digital Síncrona) y DWDM (Multiplexación por división de longitud de onda densa) que suelen utilizar la fibra óptica como medio de transmisión.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo se relaciona una red de distribución PLC de media tensión con una red de distribución basada en fibra óptica:

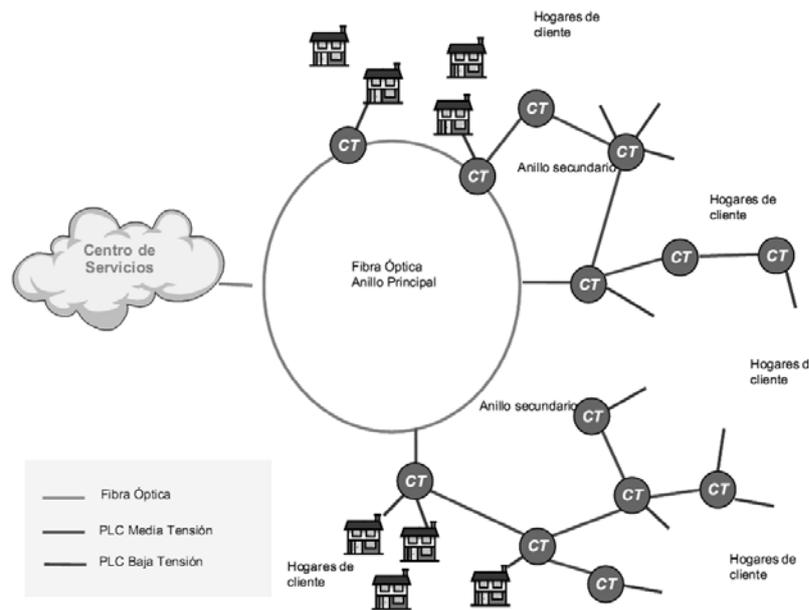


FIGURA 1.11: RED PLC CON FIBRA ÓPTICA. [31]
Donde: CT: Centro de Transformación

1.4. Aplicaciones de la tecnología PLC:

La labor principal de la tecnología PLC es la de transportar señales de alta frecuencia a través de la red de baja tensión. Teniendo en cuenta esto, podemos identificar tres áreas principales de aplicación de dicha tecnología [15].

- Transmisión punto a punto sobre líneas de distribución de media y baja tensión:
Esto se lleva a cabo principalmente para proveer de los servicios de transmisión de voz y datos a un usuario determinado.
- Aplicación dentro del hogar: Se da luego de interconectar diversos dispositivos del hogar utilizando la red eléctrica. Es útil para gestionar las operaciones que deben realizar dichos dispositivos.

En la siguiente figura se muestra un esquema de cómo los diferentes dispositivos del hogar pueden ser interconectados por medio de la red eléctrica de baja tensión:

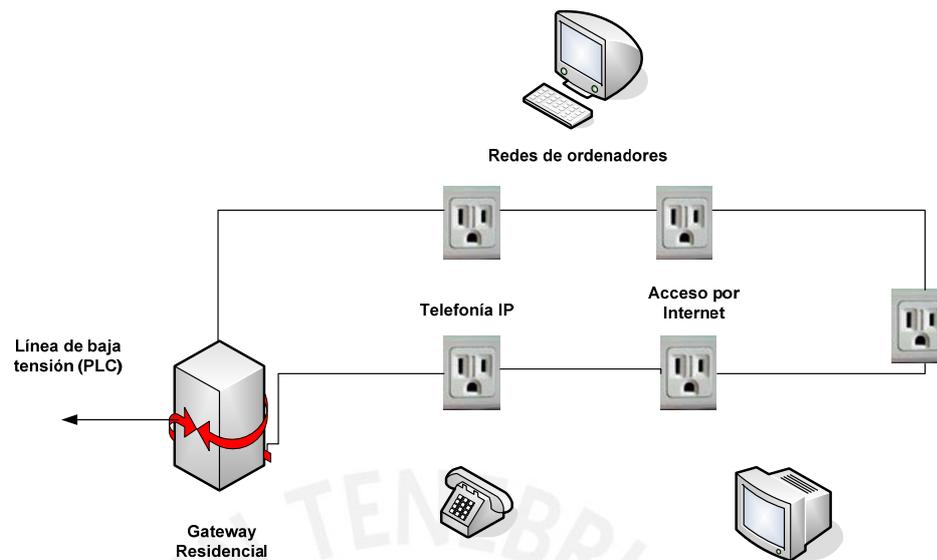


FIGURA 1.12: PLC APLICADA EN EL HOGAR. [15]

- Tecnología de acceso a otras redes y servicios de telecomunicaciones: La tecnología PLC permite acceder a diferentes redes por medio del uso del equipamiento especial explicado anteriormente. Asimismo, se encuentra en la posibilidad de brindar a dichas redes otros servicios distintos a la distribución de energía eléctrica, tales como telefonía e internet.

1.5. Estándares que regulan el uso de la tecnología PLC:

Uno de las principales limitaciones que tiene actualmente la tecnología PLC, que le impide progresar a una mayor velocidad, es la falta de estandarización.

Hasta el momento sólo se ha podido regular el uso del espectro de frecuencia para la transmisión de datos y las consideraciones de calidad de servicio (QoS) que debe tener todo equipo de abonado.

Los estándares existentes actualmente que se relacionan con la tecnología PLC son:

- CENLEC EN50065: Establecida a mediados de los años 80 en Europa. Regula la transmisión de datos en la red de baja tensión (Red de acceso) en la banda de 3 a 148,5 kHz, que a su vez es dividida en sub bandas de

anchura máxima de 86 kHz. Determina el grado de inmunidad a interferencias que debe tener el equipamiento utilizado en aplicaciones de diferentes tipos: industriales, comerciales, residenciales. [6]

- ETSI TS 101 867: Regula el uso de la red eléctrica para transmisiones a altas velocidades. Define un mecanismo para la coexistencia de los diferentes actores que hace posible dicha transmisión: compatibilidad entre la interfaz del *Head End* y la terminación de la red de baja tensión, y compatibilidad entre los diferentes sistemas existentes en el hogar. [36]
- ETSI TR 102 049: Regula las especificaciones de calidad de servicio (QoS) que debe tener la red PLC en el hogar. Dicha norma se centra en definir la calidad de servicio que deben tener las aplicaciones de los equipos electrónicos de uso doméstico, tales como las aplicaciones de voz, datos y video. [36]

Durante los últimos meses, la agencia nacional de Telecomunicaciones de Brasil, Anatel, ha trabajado en una propuesta sometida a consulta que regula muchos detalles en relación al uso de los sistemas de acceso en banda ancha a través de las líneas eléctricas. Dicha propuesta (Anexo 1) fue sometida a consulta desde el 26 de agosto del 2008 con la finalidad de recibir aportes en beneficio del fortalecimiento de la misma. Entre los puntos que se regulan que más se pueden destacar están los siguientes [2]:

- Solo se podrá utilizar el rango de frecuencias comprendido entre 1705KHz y 50MHz para cualquier comunicación establecida por el sistema de acceso en banda ancha por medio de las líneas eléctricas.
- Intensidad de campo limitada dependiendo de la frecuencia a la que se opere con la finalidad de evitar interferencias.
- Definición de zonas de exclusión dentro de las cuales se limite el uso del sistema. Dicha restricción se puede limitar tanto solo a frecuencias definidas como a todo el espectro.

1.6. Ventajas con respecto a otras tecnologías:

Entre las ventajas que más hace destacar a la tecnología PLC sobre el resto de

tecnologías de acceso se encuentran las siguientes [15]:

- 1) Infraestructura existente: Dicha infraestructura consiste en las líneas eléctricas de baja y media tensión. Es suficiente con instalar el equipamiento adecuado en los centros de transformación y en los Cuartos de Contadores.
- 2) Facilidad de acceso: Se necesita únicamente un enchufe para que exista conexión. Esto hace posible el acceso de más usuarios a los servicios brindados utilizando la tecnología PLC.
- 3) Alta velocidad: La velocidad disponible en la tecnología PLC va creciendo día a día. Se estima que pronto alcanzará los 200Mbps.
- 4) Multiplicidad de servicios: Una sola plataforma IP es suficiente para dar múltiples servicios como, por ejemplo, internet o servicios de voz.
- 5) Costo reducido: Al no requerir infraestructura adicional los costos se reducen considerablemente. El costo se centra principalmente en los equipos que se adquieran.
- 6) Elevada escalabilidad: Las redes PLC son capaces de crecer y adaptarse a cambios sin perder la calidad de los servicios que brinda. [13]

1.7. Limitaciones de la Tecnología PLC y posibles soluciones:

Así como hemos hablado de varias ventajas que tiene la tecnología PLC sobre otras tecnologías de acceso, también podemos encontrar algunas limitaciones, que han complicado el posicionamiento de dicha tecnología. Sin embargo, se ha venido trabajando sobre dichas limitaciones para encontrar la mejor forma de contrarrestarlas. Entre las principales limitaciones y sus posibles soluciones podemos encontrar las siguientes [14]:

- Características del canal de transmisión PLC: Las redes de suministro eléctrico de bajo voltaje no han sido diseñadas inicialmente para funcionar como una red de transporte de datos, por lo que en primera instancia su uso para tal fin puede no resultar muy favorable.

Las redes eléctricas están diseñadas de forma asimétrica, debido a que los lugares donde llega el suministro eléctrico pueden tener diversas ubicaciones. Por otro lado, los cables por donde se transportan los datos atraviesan por varias transiciones, dado que la señal se transporta entre diversos cables que cuentan con diferentes impedancias. Esto trae como consecuencia una serie de reflexiones que producen una propagación multitrayecto. Todo esto ocasiona, a su vez, una fuerte atenuación de la señal a una distancia no muy larga (una distancia mayor a 300m por lo general).

Una alternativa de solución para dicho problema, es la utilización de repetidores cuya finalidad será la de ir fortaleciendo la señal atenuada por esta limitación.

- Compatibilidad electromagnética: Muchas veces se puede utilizar para la transmisión de banda ancha frecuencias superiores a los 30MHz. Dichas frecuencias no se encuentran dentro del rango aprobado por la CENLEC (Sección 1.5 del presente capítulo), pero sin embargo cuentan con un límite de radiación electromagnética que puede emitir. Esto se da debido a que en estas circunstancias, la red PLC puede interferir con algunos servicios de radio de onda corta (tales como radio amateur, por ejemplo), así como con diversos servicios públicos, militares e incluso de control de vuelos, los mismos que pueden verse afectados negativamente. Esto trae como problema que la transmisión de datos por medio de la red PLC deba darse a una potencia menor, lo cual la hace más sensible al ruido que haya alrededor.

Para resolver este problema se vienen estudiando algunas alternativas que buscan que no se vea perjudicada la transmisión por la limitación antes mencionada. Dichas alternativas de solución se basan principalmente en propuestas a los diversos sistemas regulatorios relacionados con la tecnología PLC que se vayan aprobando. Entre dichas alternativas de solución puedo mencionar dos que han tomado mayor fuerza: La primera consiste en conceder un espectro total de 7.5MHz en la banda de frecuencias de 1 a 30MHz para uso exclusivo de la tecnología PLC, esto debido a que en las frecuencias permitidas se debe cuidar que las transmisiones generen una radiación por

debajo de la permitida. La segunda alternativa consiste en reservar el espectro menor a 30MHz para el uso de las tecnologías de acceso a telecomunicaciones como PLC, DSL, CATV, por citar unos ejemplos. Dichas tecnologías estaría en la libertad de utilizar el máximo campo de radiación.

- Impacto de los disturbios y efecto en la tasa de transmisión: Dentro de una red PLC pueden haber disturbios causados por diversas fuentes. Entre dichas fuentes pueden encontrarse servicios que operan por debajo de la frecuencia de 30MHz, así como artefactos conectados a la misma red PLC. Una solución a la distorsión a la señal que pueden causar dichas señales no deseadas, es la utilización de los códigos de corrección de error, como el FEC (*Forward Error Correction*) y el ARQ (*Automatic Repeat reQuest*). Por otro lado, la utilización de dichos códigos puede limitar en cierta forma la capacidad de transmisión, y junto con las limitaciones causadas por los requerimientos de la compatibilidad electromagnética hacen que las tasas de transmisión disponibles alcancen un valor máximo de 2 a 4Mbps. Además de esto, la tasa disponible por usuario puede ir disminuyendo conforme aumenta el número de usuarios que van a utilizar la red PLC.

Otra forma de superar el problema de los disturbios, es optimizando la labor de la capa MAC de la arquitectura PLC. Esto tiene como objetivo que la transmisión por la red PLC pueda competir con otras tecnologías que ofrecen los mismos servicios, para lo cual debe tener una buena calidad de servicio (QoS) y un costo accesible. Esta mejora en la capa MAC consiste en la utilización de técnicas de acceso múltiple como lo son TDMA (*Time Division Multiple Access*) y FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) para la transmisión. La técnica TDMA es considerada beneficiosa porque los datos transmitidos pueden ser fraccionados a un tamaño que dependa del tamaño time slot en el que se transmite, lo cual trae como consecuencia, que cuando ocurra algún error en la transmisión, solo se retransmita el fragmento errado. En el caso de la técnica FDMA, su beneficio radica en que al dividir la transmisión por frecuencias, se puede identificar las frecuencias que contienen la información no deseada y eliminarla. Una solución más óptima aún es combinando ambas técnicas y al utilizarla con la técnica de modulación OFDM, característica de la tecnología PLC, pueden construirse finalmente el sistema OFDMA/TDMA, el mismo que

significará una solución para la transmisión por medio de una red PLC que traerá consigo una buena calidad de servicio (QoS).

1.8. Tecnologías alternativas:

Además de la tecnología PLC, existe una gama de tecnologías que han ido en constante desarrollo durante los últimos tiempos, las mismas que se caracterizan por el aumento de la velocidad de transmisión de datos en gran medida. Dicho aumento en la velocidad de transmisión trae como consecuencia la posibilidad de ofrecer un conjunto amplio de nuevos servicios, mayormente relacionados con aplicaciones IP, con una buena calidad de servicio superior a los servicios de banda estrecha.

Dichas tecnologías pueden clasificarse, según el medio de transporte que utilizan para llegar a los abonados finales, en los siguientes grupos: par trenzado, fibra/coaxial, inalámbrico, todo fibra. La figura 1.13 muestra las diferentes tecnologías alternativas que permiten el acceso al servicio de Internet a altas velocidades:

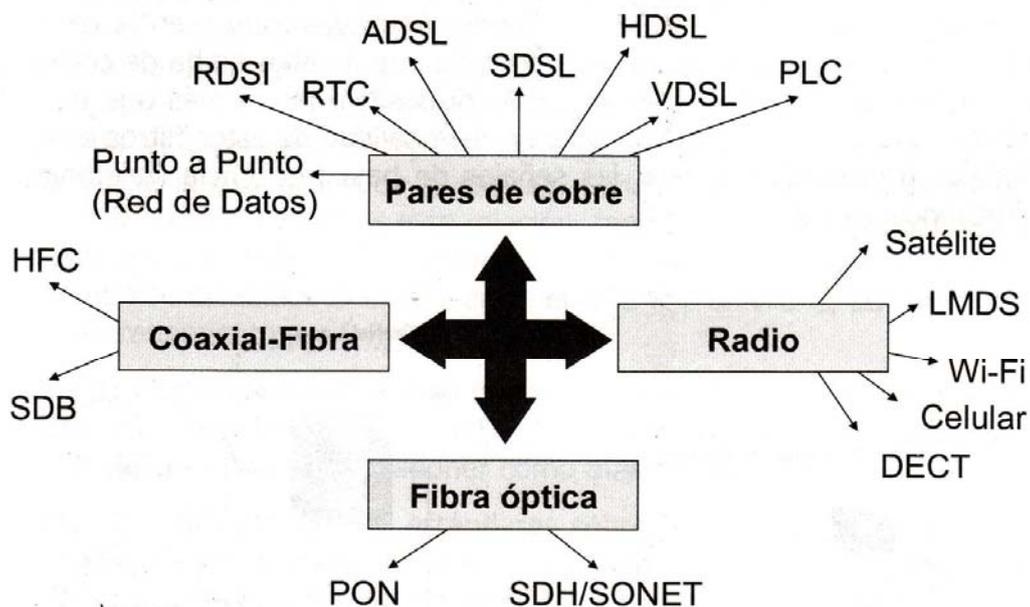


FIGURA 1.13: TECNOLOGÍAS DE ACCESO A INTERNET DE BANDA ANCHA. [16]

De las tecnologías mostradas voy a centrarme solamente en la tecnología

ADSL, que es aquella con la que será comparada la tecnología PLC en el presente trabajo, tanto para su implementación en el sector urbano como en el sector rural. En la sección 1.8.1 del presente trabajo haré una breve descripción de dicha tecnología.

1.8.1. Tecnología ADSL:

La línea de abonado digital asimétrica (ADSL) es una tecnología de acceso utilizada para proveer a un número determinado de abonados del servicio de Internet de banda ancha utilizando el par de cobre como medio de distribución. Esto nos hace notar que se puede aprovechar en gran medida las líneas telefónicas existentes, en donde no se cuente simultáneamente con Internet, y proveer dicho servicio utilizando la tecnología ADSL. Se denomina asimétrica debido a que cuenta con mayores velocidades de bajada (que son las que van desde el Internet hasta el abonado) que de subida. A continuación detallaré algunas de las características más importantes de la tecnología ADSL [16]:

- Frecuencia de operación: El hecho que sea posible que la señal de voz, derivada del servicio de telefonía, pueda viajar por el mismo medio que la señal de datos, obedece a que ambas señales cuentan con diferentes frecuencias lo suficientemente alejadas como para poder ser distinguidas sin mayores problemas por medio de filtros. En el caso de la señal de voz, dicha frecuencia va desde los 300Hz hasta los 3400Hz, mientras que en el caso de la señal de datos, la frecuencia va desde los 24kHz hasta los 1104kHz.
- Velocidades de transmisión: 1,5 a 6,1 Mbps de bajada y 16 a 640 kbps de subida.
- Diseñado para clientes residenciales: Debido a la asimetría, no es recomendable el uso de la tecnología ADSL para clientes de negocios, los mismos que requieren de un mayor ancho de banda para trabajar.
- Medio de transmisión seguro: Debido a que el acceso se da por un medio no compartido; es decir, cada abonado cuenta con su propia línea dedicada. Esta es una clara ventaja sobre la transmisión utilizando la tecnología PLC, cuyo acceso se da por un mismo medio para todos los usuarios.

- Arquitectura de red: Existen dos sectores que son unidos mediante un enlace ADSL. Dichos sectores son el domicilio del usuario y la central local que provee al domicilio del servicio telefónico. El domicilio del usuario cuenta con un módem llamado ATU-R (*ADSL Terminal Unit-Remote*) y un divisor denominado *splitter* que consta internamente de un filtro paso alto (para filtrar la frecuencia de datos) y otro paso bajo (para filtrar la frecuencia de voz). Por otro lado, la central local cuenta con su propio módem, denominado ATU-C (*ADSL Terminal Unit-Central*), de características diferentes que el ATU-R debido a la diferencia de velocidades de bajada y de subida, y un *splitter* que cumple con las mismas funcionalidades que en el caso del domicilio del usuario. En la siguiente figura se puede observar el escenario descrito anteriormente:

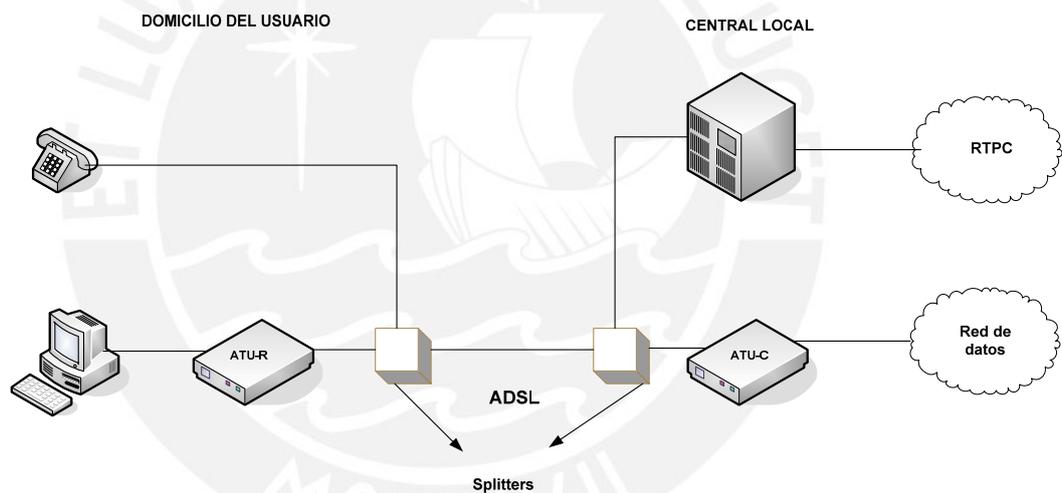


FIGURA 1.14: ENLACE ADSL. [16]

- Modulación: ADSL utiliza la modulación DTM (*Discrete Multi Tone*), la misma que consiste en emplear múltiples portadoras para la transmisión. A su vez, las portadoras obtenidas luego de la modulación DTM son moduladas nuevamente en cuadratura, por medio de la modulación QAM. Esto da como resultado una serie de subportadoras de 4kHz de ancho de banda cada uno, y que se encuentran separadas 4,3125kHz entre sí. Dentro de la estructura de un enlace ADSL, se dispone de un máximo de 256 subportadoras para el módem ATU-C, mientras que solo se dispone de un máximo de 32 subportadoras para el módem ATU-R.

- Multiplexor ADSL: Es un dispositivo denominado DSLAM (*DSL Acces Multiplexer*), cuya finalidad es permitir a una sola central local conectarse a varios usuarios finales por medio del enlace ADSL. Dicho dispositivo cuenta con un gran número de tarjetas que a su vez cuentan con un gran número de módems ATU-C. En la siguiente figura se muestra es esquema ADSL utilizando el DSLAM.

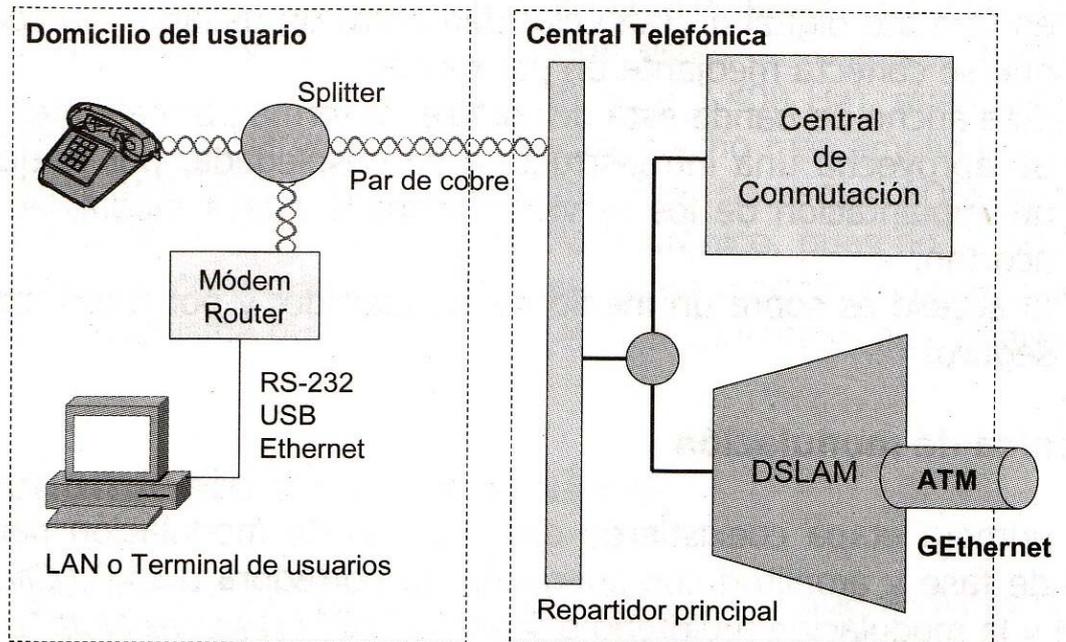


FIGURA 1.15: ENLACE ADSL CON DSLAM. [16]



CAPÍTULO 2

El problema de acceso y su vínculo con la pobreza.

2.1. Importancia del acceso a las tecnologías de Telecomunicaciones para la reducción de la pobreza:

El acceso a las diferentes tecnologías de Telecomunicaciones viene tomando cada vez una mayor importancia en el desarrollo de cualquier sociedad, dado que por medio de dichas tecnologías es que viene circulando una gran cantidad de información de origen variado a nivel mundial, así como también son el medio por el cual se da la comunicación entre lugares apartados.

Como puede resultar evidente, el acceso a las tecnologías de Telecomunicaciones es una característica fundamental a la que toda sociedad debe apuntar, con la finalidad de erradicar la pobreza o irla disminuyendo paulatinamente.

Las razones por las que las tecnologías de Telecomunicaciones son de vital importancia para solucionar el problema de acceso, y a su vez, el problema de la pobreza son las siguientes [4]:

- Se presenta el medio por el cual las comunidades aisladas pueden integrarse a la economía global. Empresas pequeñas pueden acceder a información de empresas grandes y tomar algunos ejemplos de las mismas como referencia, con la finalidad de mejorar su nivel.
- Aumenta la productividad, eficiencia y crecimiento en las localidades pobres. Al invertir una mayor cantidad de recursos en la mejora de las tecnologías de Telecomunicaciones tendrá como resultado que los ingresos de los pobres se incrementen de forma significativa. Dicha situación se puede observar claramente en la figura 2.1, donde se demuestra que en un país donde se invierte un mayor porcentaje del PBI en Telecomunicaciones, crecen en mayor grado los ingresos de los pobres.
- Se mejora la provisión de diversos servicios básicos, como lo son por ejemplo, la educación y la salud. El acceso a las tecnologías de telecomunicaciones cobra mayor importancia porque permite que las personas que brindan dichos servicios se encuentren más capacitados (hallar información acerca de la forma cómo se brindan los servicios en localidades desarrolladas y que estas puedan servir como ejemplo), que existan medios más eficientes para brindarlos (el acceso a Internet para estudiantes para la realización de diferentes tareas), y por último, que dichos servicios puedan acceder a zonas alejadas, donde normalmente era difícil encontrar algún acceso en cualquier nivel a dichos servicios.

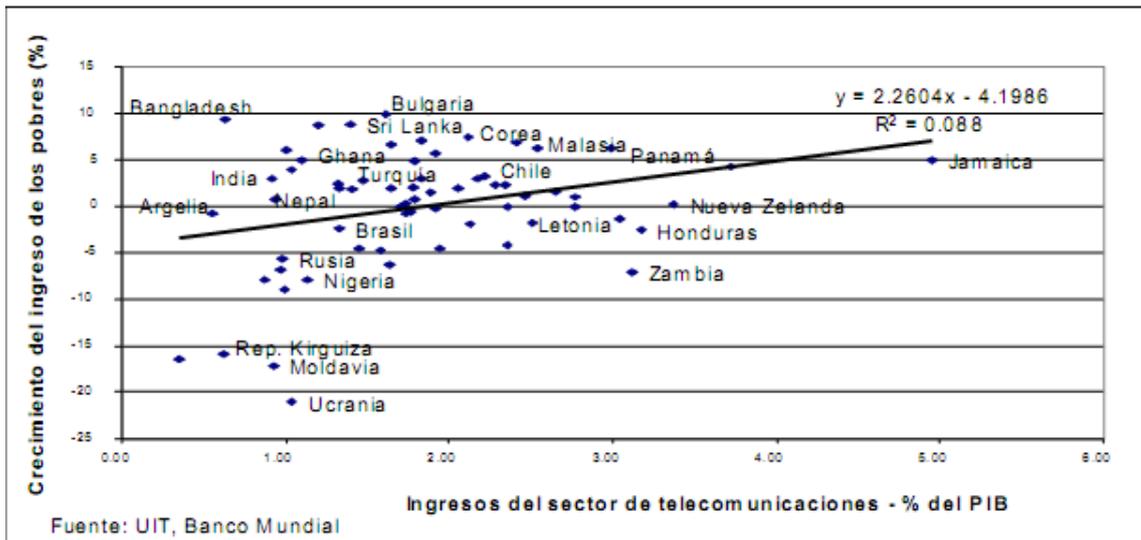


FIGURA 2.1: TENDENCIA DEL CRECIMIENTO DEL INGRESO DE LOS POBRES ANTE CAMBIOS EN EL INGRESO POR TELECOMUNICACIONES. [4]

2.2. Generalidades del problema de acceso:

2.2.1 La brecha digital:

Se denomina brecha digital, a la diferencia en el nivel de acceso a las tecnologías de Telecomunicaciones que existe entre diversas zonas. Dicha brecha digital es medida en dos dimensiones: A nivel internacional, es decir, entre países pobres y países ricos; y a nivel nacional, es decir, entre zonas urbanas y zonas rurales o alejadas.

En el caso de la brecha internacional, el nivel de la misma se puede determinar haciendo un análisis comparativo de la penetración de los diferentes servicios de Telecomunicaciones para un país con un determinado PBI. De acuerdo a diversos análisis, se ha comprobado que a mayor PBI con el que cuente un país determinado, este tendrá mayor penetración de un servicio de Telecomunicaciones determinado, y en consecuencia, hará la brecha más grande en relación de un país que cuenta con un bajo PBI. Conforme hablemos de penetración de servicios de Telecomunicaciones más avanzados, nos daremos cuenta que la brecha entre países ricos y pobres será aún mayor. Un ejemplo de la situación descrita se muestra en la figura 2.2, donde se realiza un análisis econométrico del aumento de la penetración del servicio de telefonía respecto al aumento del PBI entre países:

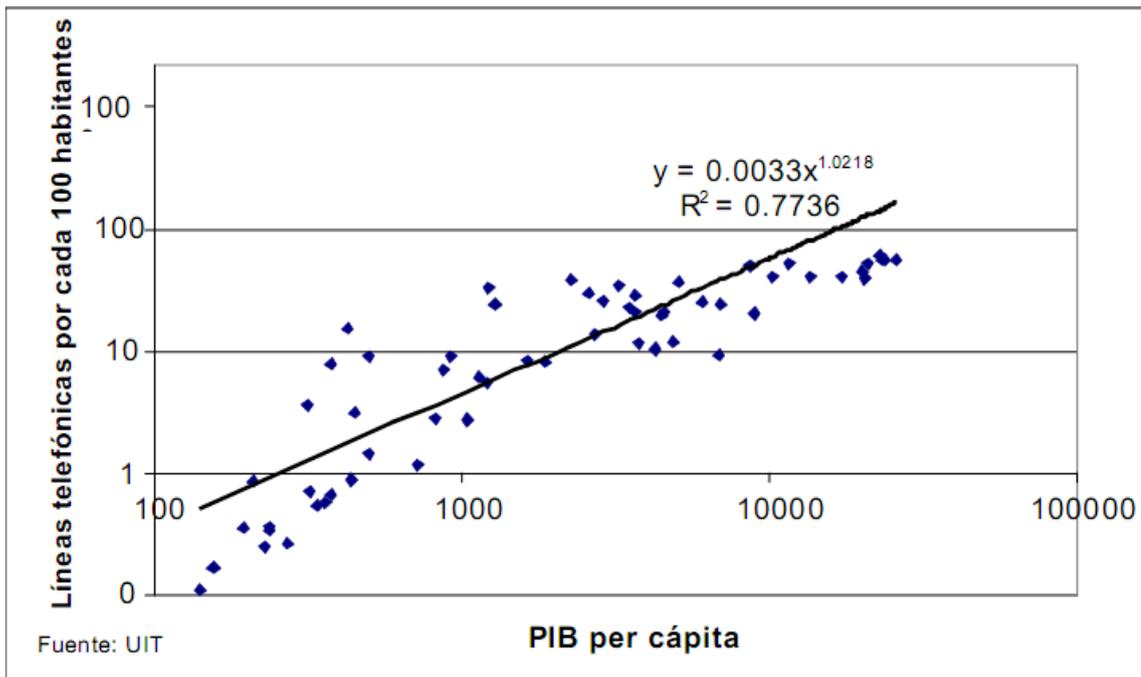


FIGURA 2.2: CRECIMIENTO DE LA PENETRACIÓN DEL SERVICIO DE TELEFONÍA RESPECTO AL AUMENTO DEL PBI. [4]

2.2.2 Brechas de acceso:

Se denominan brechas de acceso a dos brechas que existen de forma independiente que deben ser superadas con la finalidad de disminuir la brecha digital en sus dos dimensiones[4]: la brecha de eficiencia de mercado, y la brecha de acceso, propiamente dicha.

La brecha de eficiencia de mercado consiste en la diferencia entre el nivel de penetración de un servicio determinado en un lugar definido con las condiciones de mercado actuales, y el nivel de penetración que podría alcanzar dicho servicio en condiciones óptimas de mercado. Para cerrar dicha brecha se debe buscar principalmente fijar un marco regulatorio definitivo que contenga diversos aspectos dentro de sí: establecimiento de competencia dentro del mercado, privatización de los servicios, marco regulatorio no discriminatorio, organismos reguladores autónomos y fiscalización del cumplimiento de los servicios por parte de las empresas operadoras. Con esta brecha abierta, es común observar en algunos países que existen servicios determinados que son ofrecidos en monopolio por una sola empresa, lo cual ocasiona que dicha empresa trabaje con tarifas generalmente altas, que trae como consecuencia que los habitantes de las zonas más pobres no pueda acceder al servicio en cuestión.

La brecha de acceso, propiamente dicha, se manifiesta debido a las limitaciones que puede tener un mercado determinado, lo cual trae como consecuencia que luego de atravesado un umbral, denominado umbral de asequibilidad económica, pueden existir zonas dentro de una localidad que no cuenten con los diferentes servicios de Telecomunicaciones. Existen varias formas de cerrar dicha brecha, pero entre las que más se destaca está la disminución paulatina de los precios de los equipos de Telecomunicaciones, así como la participación del gobierno por medio de subsidios dirigidos a superar este problema de acceso y a apoyar proyectos cuyo fin sea brindar servicios de Telecomunicaciones a comunidades alejadas. En el Perú, podemos observar un claro ejemplo de esto con la creación del Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL), que es un organismo creado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para evaluar diversos proyectos de inversión en el desarrollo de las Telecomunicaciones en el sector rural y subvencionar aquellos que cuenten con la aprobación. En la figura 2.3 se puede observar un diagrama conceptual donde se explica el problema de la brecha de acceso en dos dimensiones (pobreza y ubicación geográfica), en el mismo que se puede identificar el umbral de asequibilidad económica en ambas dimensiones:

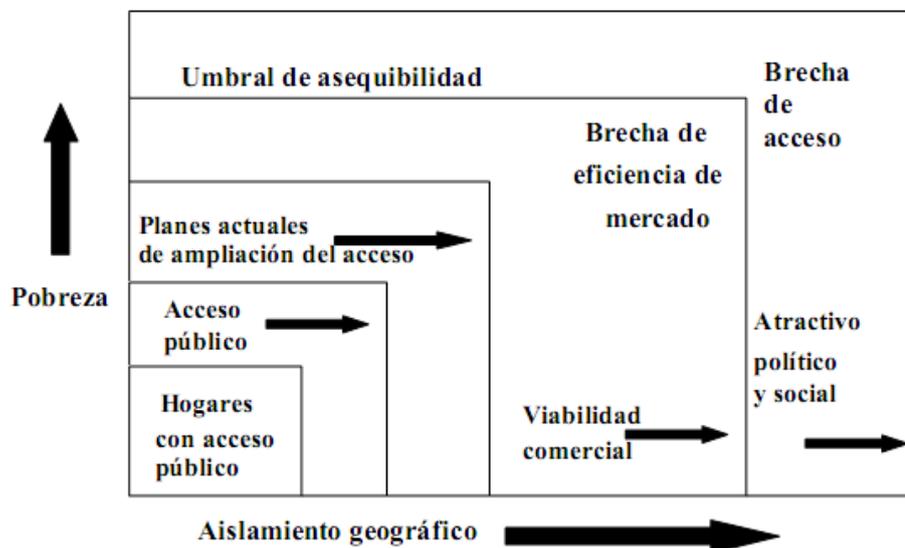


FIGURA 2.3: DIAGRAMA CONCEPTUAL DE LA BRECHA DE ACCESO EN DOS DIMENSIONES. [4]

2.2.3. Indicadores de acceso:

Para hacer posible la definición de la brecha de acceso, se han definido algunos indicadores, los mismos que pueden ser aplicados en diversos ámbitos.

Estos indicadores son los siguientes. [4]

- Teledensidad: Es medida en función del número de líneas telefónicas presentes en una localidad dada para cada 100 habitantes.
- Penetración residencial: En este caso en particular, se consideran únicamente las líneas residenciales, dejando de lado las líneas comerciales. Dicho indicador es calculado obteniendo la penetración del servicio para cada 100 hogares. En el presente trabajo, se va a utilizar este indicador de acceso para definir la situación actual y la meta al utilizar una u otra tecnología alternativa para cada uno de los casos definidos (situación urbana y rural). La figura 2.4 muestra la tendencia de la penetración residencial tanto para países ricos como para países pobres. En los primeros, la penetración se acerca más al 100% por lo que la meta será de servicio universal, es decir, que todos los hogares puedan contar con los servicios de Telecomunicaciones. Sin embargo, en los países pobres, donde la penetración es menor, se busca principalmente conseguir el acceso universal, es decir, que todos los habitantes puedan conseguir acceso a los servicios así sea de forma comunitaria.

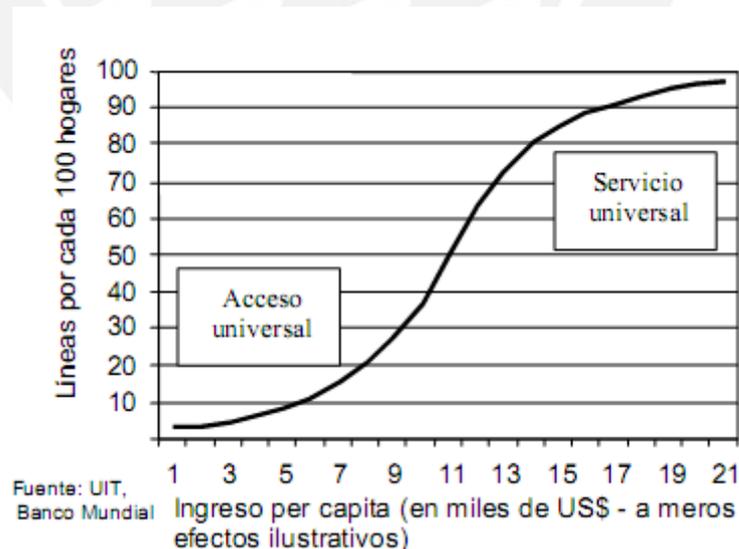


FIGURA2.4: PENETRACIÓN RESIDENCIAL RESPECTO AL INGRESO PER CAPITA. [4]

- Asequibilidad económica: Consiste en un indicador que determina la cantidad de los ingresos de un país, región u hogar que son destinados a los servicios

de Telecomunicaciones. Generalmente dicha cantidad corresponde a aproximadamente el 2% de los ingresos. Por lo general, existe una tarifa referencial, llamada “canasta de tarifas” que corresponde a la mínima cantidad de la que se debe disponer para poder contar con el acceso a un servicio de Telecomunicaciones. De esto se puede deducir que si el 2% de ingresos destinados a Telecomunicaciones mencionados anteriormente es menor que dicha canasta de tarifas, no podrán contar con el servicio. El siguiente gráfico (Figura 2.5) muestra el grado de asequibilidad económica en los hogares del Perú, donde solo el 40% supera el valor de la canasta de tarifas en la inversión en Telecomunicaciones:

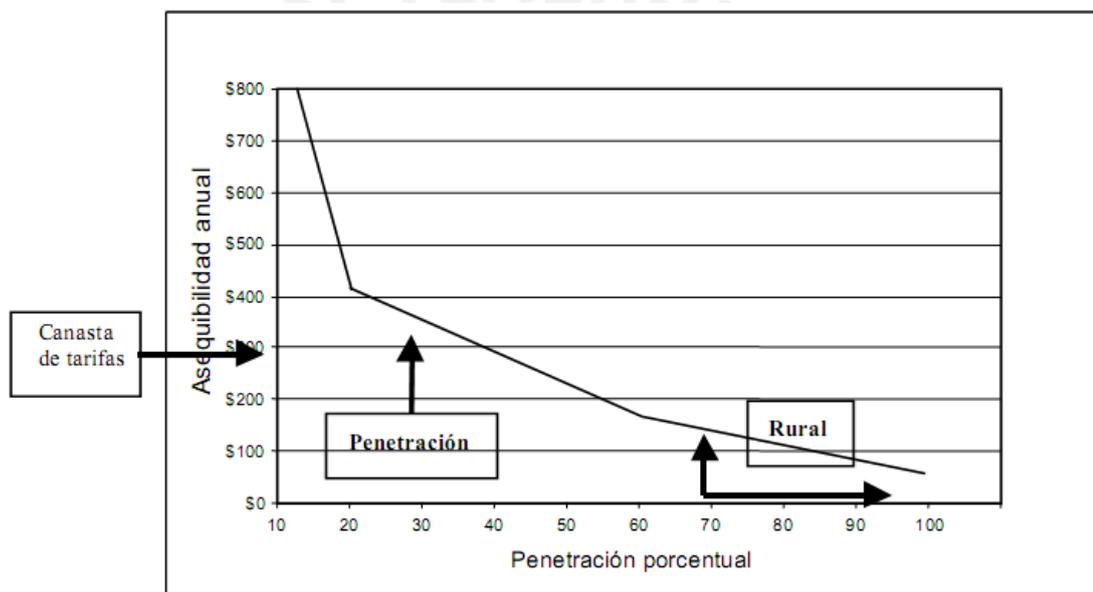


FIGURA 2.5: ASEQUIBILIDAD ECONÓMICA EN LOS HOGARES DEL PERÚ. [4]

2.3. Soluciones planteadas para superar el problema de acceso:

2.3.1. En el ámbito tecnológico:

La aparición de nuevas tecnologías que brindan una mayor facilidad para el acceso a zonas alejadas, así como la progresiva disminución de los precios de los equipos de Telecomunicaciones ha permitido poder ir solucionando en cierta forma el problema de acceso de diversos lugares.

Entre las tecnologías que han facilitado en mayor grado este crecimiento, podemos mencionar las tecnologías inalámbricas, como lo son los sistemas celulares,

y satelitales por ejemplo, siendo los primeros los que alcanzan un mayor crecimiento y cuya penetración va creciendo rápidamente tanto en zonas urbanas como rurales. Los sistemas satelitales, como por ejemplo los sistemas VSATs, son utilizados mayormente para zonas de más difícil acceso para los sistemas de Telecomunicaciones existentes, lo cual significa una gran ventaja en la búsqueda de la reducción de la brecha de acceso. Sin embargo, por el costo que se requiere para la instalación de un servicio basado en tecnología satelital, es necesaria la realización de una inversión fuerte, que bien puede ser llevada a cabo por el estado o una empresa privada que se vea motivada en la zona a la que se desee proveer de los servicios.

Actualmente vienen surgiendo nuevas tecnologías cuya aplicación puede ser muy beneficiosa para contrarrestar la brecha existente. Un ejemplo de estas nuevas tecnologías es la tecnología PLC, descrita en el capítulo 1. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, la factibilidad de dicha tecnología aún se encuentra en estudio y el presente trabajo buscará determinar si es posible utilizar la tecnología PLC como medio de reducción de la brecha de acceso existente entre zonas urbanas y rurales, comparando si la utilización de la misma es más o menos beneficiosa que la utilización de otras tecnologías alternativas.

Otra opción, pero que se trata de una opción para buscar una disminución paulatina de la brecha, es utilizar servicios comunitarios, es decir, que un servicio determinado pueda ser utilizado por un grupo grande de personas por medio de solo un punto de acceso. Un ejemplo de la implementación de dichos servicios es la construcción de telecentros, que pueden brindar los servicios de Internet y de telefonía pública.

2.3.2. En el ámbito regulatorio:

Los planes en el ámbito regulatorio que buscan beneficiar al cierre de la brecha de acceso existente se basa en las siguientes directrices [4]. Alentar la privatización de servicios y la liberación del mercado, establecer un marco regulatorio eficiente para este fin, y crear, en los casos que sea necesario, organismos reguladores autónomos que se encarguen de supervisar que dicho marco regulatorio sea cumplido a cabalidad.

Una mejor regulación permitirá, como ya fue mencionado anteriormente, el cierre de la brecha de eficiencia de mercado, principalmente. Mejorar la regulación también puede favorecer el cierre de la brecha de acceso. La forma de conseguir esto último es por medio de la labor que cumple normalmente los organismos reguladores, los mismos que se encargan de brindar licencias a operadores privados para brindar servicios de telecomunicaciones a zonas rurales. Dichos organismos reguladores, deben buscar incentivar la inversión de dichos operadores en zonas prioritarias, lo mismo que será de vital importancia para una conseguir una clara reducción de la brecha de acceso.

Retomando el caso de la utilización de la tecnología PLC para la reducción de la brecha de acceso a los servicios de Telecomunicaciones, cabe resaltar que no se cuenta con un marco regulatorio definido que regule el uso de dicha tecnología para proveer servicios de banda ancha. Sin embargo, ya se viene trabajando también en definir un marco regulatorio bajo el cual se pueda trabajar. Como ejemplo de esto cito nuevamente el proyecto planteado en Brasil por la empresa Anatel (Anexo 1).



CAPÍTULO 3

Análisis de la situación actual de los proyectos de electrificación y de Internet rural en el Perú.

3.1. Redes de electrificación rural existentes:

El estado peruano, buscando mejorar la calidad de vida de la sociedad, ha promovido la realización de proyectos de electrificación, especialmente en zonas rurales. Dichos proyectos han provocado el incremento significativo del porcentaje de población que accede al servicio de electricidad en las diferentes localidades.

A finales del 2007, la Dirección General de Electrificación Rural (DGER) del Ministerio de Energía y Minas estimó los coeficientes de electrificación por departamentos, los mismos que se muestran en la siguiente tabla:

TABLA3.1: COEFICIENTE DE ELECTRIFICACIÓN POR DEPARTAMENTO. [25]

Departamento	Porcentaje
Amazonas	61.40%
Ancash	79.70%
Apurímac	69.20%
Arequipa	96.60%
Ayacucho	75.20%
Cajamarca	39.40%
Cusco	68.20%
Huancavelica	70.50%
Huánuco	47.30%
Ica	88.90%
Junín	86.80%
La Libertad	77.30%
Lambayeque	86.90%
Lima	99.20%
Loreto	49.50%
Madre de Dios	63.50%
Moquegua	86.90%
Pasco	71.80%
Piura	72.40%
Puno	72.00%
San Martín	52.30%
Tacna	97.60%
Tumbes	86.00%
Ucayali	68.70%
TOTAL	79.50%

Como se puede observar en la tabla anterior, la mayoría de departamentos del Perú cuenta con un alto coeficiente de electrificación. Sin embargo, existen algunos departamentos como Cajamarca, Huánuco y Loreto, cuyo coeficiente de electrificación se encuentra por debajo del 50%. En general, el objetivo de la DGER es incrementar cada año los coeficientes para cada departamento, y llegar así a dar acceso a la red eléctrica a las poblaciones más alejadas.

3.2. Situación actual del acceso a Internet en zonas rurales:

El Domingo 21 de Octubre del 2007, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) ejecutó los Censos Nacionales: XI de Población y VI de Vivienda, en todo el territorio nacional. Dicho censo trajo como resultado un diagnóstico detallado de las características y la situación de todos los sectores de la población nacional en

diversos ámbitos: Cantidad, educación, costumbres, acceso a servicios, situación laboral, etc. Dentro de los resultados obtenidos se puede deducir sin muchos problemas el porcentaje de acceso al servicio de Internet por departamentos, el mismo que es obtenido en base al número de hogares dentro de cada departamento que cuenta con una conexión a Internet y el número total de hogares que existe. A continuación se muestra el resultado del análisis antes mencionado:

TABLA3.2: PORCENTAJE DE CONEXIONES A INTERNET POR DEPARTAMENTO. [17]

	Número total de hogares	Hogares con conexión a Internet	Coefficiente de penetración
Amazonas	90,645	611	0.67%
Ancash	260,087	8,813	3.39%
Apurímac	106,445	969	0.91%
Arequipa	309,892	21,133	6.82%
Ayacucho	163,147	2,398	1.47%
Cajamarca	333,311	5,470	1.64%
Callao	216,252	22,853	10.57%
Cusco	303,974	6,795	2.24%
Huancavelica	112,817	415	0.37%
Huánuco	180,731	2,687	1.49%
Ica	180,828	7,657	4.23%
Junín	303,218	6,601	2.18%
La Libertad	384,842	21,913	5.69%
Lambayeque	254,488	13,228	5.20%
Lima	2,075,091	301,028	14.51%
Loreto	176,046	3,304	1.88%
Madre de Dios	27,494	252	0.92%
Moquegua	49,099	2,514	5.12%
Pasco	66,889	833	1.25%
Piura	389,685	12,676	3.25%
Puno	363,432	3,548	0.98%
San Martín	173,646	3,565	2.05%
Tacna	84,819	5,021	5.92%
Tumbes	50,005	1,270	2.54%
Ucayali	97,191	2,604	2.68%
TOTAL	6,754,074	458,158	6.78%

Siendo conscientes de la situación presentada, el estado peruano ha venido trabajando en diversos proyectos para conseguir que el acceso a Internet vaya creciendo en la población y que dicho servicio sea de mayor calidad al brindado de forma convencional. El organismo estatal encargado de esta difícil tarea es el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL) perteneciente al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

El Fondo de inversión en Telecomunicaciones (FITEL) tiene como objetivo disminuir la brecha existente en el acceso a las tecnologías de Telecomunicaciones entre el sector rural y urbano. Por tal motivo, FITEL viene implementando y apoyando diversos proyectos que buscan favorecer a las localidades rurales, brindándoles acceso a los diferentes servicios de Telecomunicaciones.

Entre los servicios que se busca brindar a las localidades rurales está el de Internet de banda ancha. Para esto, el FITEL ha realizado un estudio donde especifica qué localidades en todo el Perú no cuentan con acceso a Internet de Banda Ancha [12]. En base a dicho estudio, fue posible realizar un análisis más específico hallando el porcentaje de distritos por provincia que cuenta con acceso a Internet de banda ancha. Los resultados de dicho análisis se muestran en el Anexo 2.

En la siguiente tabla se muestra un resumen por departamento del estudio realizado por FITEL. En el mismo se puede observar que el porcentaje de distritos por departamento que cuentan con un acceso a Internet de banda ancha es muy bajo e incluso nulo en muchos casos:

TABLA3.3: PORCENTAJE DE DISTRITOS POR DEPARTAMENTO CON ACCESO A INTERNET DE BANDA ANCHA. [12]

Departamento	Porcentaje
Amazonas	0.00%
Ancash	0.60%
Apurímac	0.00%
Arequipa	9.25%
Ayacucho	0.00%
Cajamarca	0.00%
Cusco	0.92%
Huancavelica	3.22%
Huánuco	0.00%
Ica	4.65%
Junín	4.88%
La Libertad	4.88%
Lambayeque	0.00%
Lima	19.30%
Loreto	2.00%
Madre de Dios	0.00%
Moquegua	0.00%
Pasco	0.00%
Piura	4.69%
Puno	11.86%
San Martín	0.00%
Tacna	3.85%
Tumbes	0.00%
Ucayali	0.00%
TOTAL	4.32%

3.3. Comparación entre la situación actual de la redes de electrificación y del acceso a Internet en zonas rurales:

Según los resultados observados en las tablas 3.1 y 3.2, se puede observar que la brecha entre acceso a una red eléctrica y a una conexión a Internet es bastante grande en todo el país. Esto nos lleva a reflexionar que se debe poner mayor fuerza en poner en práctica una solución que nos permita disminuir esta brecha aprovechando recursos existentes.

Es por tal motivo, y adicionalmente siguiendo la línea que plantea el estado al respecto, que el presente trabajo realiza el estudio de la factibilidad de implementar

una red de banda ancha con tecnología PLC en la zona rural, llevado a cabo en el capítulo 5. Esto permitirá utilizar la infraestructura eléctrica existente para brindar servicios de Internet de banda ancha y así nivelar la brecha existente entre el acceso a la red de eléctrica y el acceso a una red de banda ancha.





CAPÍTULO 4

Análisis de la factibilidad de una red de banda ancha PLC en el sector urbano.

4.1. Situación actual:

Analizar la situación actual nos va a llevar a tener claro cuáles son las verdaderas y más urgentes necesidades de la población. Ante esto, podremos determinar si realmente significará, la elaboración del proyecto, un beneficio social difícilmente comparable a algún otro proyecto alternativo que pueda plantearse para solucionar el problema de contar con un servicio óptimo de Internet en zonas urbanas.

En el presente caso, se pretende solucionar el problema que surge al buscar, conforme va pasando el tiempo, una comunicación más completa y eficiente por medio del servicio de Internet, en zonas urbanas. Por tal motivo, el objetivo de cualquier

proyecto orientado a esto debe ser buscar un medio alternativo, a los ya utilizados convencionalmente, para proveer de Internet de banda ancha a la zona urbana. Para que dicho medio alternativo sea válido, debe tener un costo y un beneficio tal que hagan de dicho proyecto más rentable que el proyecto vigente. Al mencionar medios vigentes de suministro de Internet de banda ancha en zonas urbanas, me centraré en el uso de la tecnología ADSL, la misma que es utilizada regularmente como una alternativa para brindar el servicio de Internet de banda ancha.

4.1.1. **Problemática:**

El problema principal observado en una zona urbana, en la cual puede aplicarse una red PLC como medio alternativo, es el alto costo que tiene la implementación de las redes actuales que brindan Internet de banda ancha, así como la dificultad de hallar un medio alternativo que brinde mayores ventajas a sus usuarios a más bajos costos.

El problema antes mencionado puede ser sintetizado de la siguiente manera: “Limitada evolución de los sistemas de provisión de Internet de banda ancha”. Dicho problema, a su vez, es provocado por diversas causas entre las que puedo resaltar:

- Acceso limitado en el Perú a las tecnologías emergentes a nivel mundial.
- Ausencia de infraestructura para expandir las redes de Telecomunicaciones.
- Falta de mayor apoyo por parte del Estado.
- Recursos existentes utilizados ineficientemente.

El problema antes mencionado también lleva a diversas consecuencias, las mismas que deben ser claramente identificadas, para que luego se busquen las soluciones más pertinentes en base a estas:

- Limitación en el desarrollo tecnológico del país.

- Limitación en el acceso a información por parte de la sociedad.

4.1.2. Identificación del objetivo principal:

Tomando como punto de partida el problema definido en el punto anterior: “Limitada evolución de los sistemas de provisión de Internet de banda ancha”; es posible definir el objetivo que debe buscar un proyecto orientado a solucionar dicha problemática. En este caso en particular dicho objetivo puede definirse de la siguiente forma: “Evolución de los sistemas de provisión de Internet de banda ancha acorde al avance de las tecnologías emergentes de Telecomunicaciones a nivel mundial.”

Para lograr dicho objetivo, se debe contar con los medios necesarios, los cuales deben contrarrestar las causas del problema presentado anteriormente. Entre dichos medios pueden ser considerados los siguientes:

- Mejora en la capacidad de investigación de tecnologías emergentes a nivel mundial, con la finalidad de implementarlas en nuestro país.
- Construir la infraestructura necesaria para implementar las tecnologías que permiten brindar el servicio de Internet de banda ancha.
- Aprovechamiento del Fondo de Inversión en las Telecomunicaciones (FITEL) u otra forma de subvención por parte del estado peruano.
- Aprovechamiento de los recursos existentes que pueden ser útiles para la implementación de alguna tecnología útil para brindar el servicio de Internet de banda ancha.

El cumplimiento del objetivo mencionado, utilizando cada uno de los medios establecidos, será útil para alcanzar el fin para el cual este fue planteado: Promover el desarrollo tecnológico del país, facilitando el acceso a la información y comunicación a todos los sectores de la sociedad, mejorando la calidad de vida de todos los peruanos.

4.1.3. Alternativas de solución:

Buscando aprovechar al máximo los medios definidos en el punto 4.1.2 para conseguir el objetivo planteado, se está considerando la utilización de las siguientes dos tecnologías como posibles soluciones: PLC (Comunicaciones por medio de líneas eléctricas) y ADSL (Línea analógica-digital asimétrica).

Se opta por la tecnología PLC (Capítulo 1) como una posible alternativa de solución, dado que es una tecnología emergente a nivel mundial en lo que a Telecomunicaciones se refiere, que ha venido siendo utilizada en diversas aplicaciones de menor rango, como por ejemplo el control de artefactos electrónicos dentro del hogar. Como ha sido mencionado anteriormente, es clara la tendencia de utilizar la tecnología PLC como un medio de transmitir datos a tasas que puedan ser consideradas de banda ancha. El considerar la tecnología PLC como una alternativa de solución, implica ir a la par con diversos países desarrollados en la búsqueda de corroborar cuáles son los beneficios concretos que traerá la utilización de dicha tecnología. Por último, la tecnología PLC aprovecha recursos ya existentes, como lo es la infraestructura eléctrica, lo que podría facilitar en gran medida el alcance del objetivo definido en 4.1.2.

Otra alternativa de solución, sin embargo, es la utilización de la tecnología ADSL para llevar el servicio de Internet de banda ancha. En este caso, cabe resaltar que dicha tecnología ya se encuentra siendo utilizada para este fin, siendo el proveedor del servicio de Internet la empresa Telefónica del Perú por medio de su conexión llamada “Speedy” la misma que cuenta con múltiples opciones de servicio. Esto ha llevado que la oferta del servicio de Internet de banda ancha, con la tecnología ADSL como tecnología de acceso, alcance cierto nivel; sin embargo, existe una gran diferencia aún entre la cantidad de líneas telefónicas existentes y la cantidad de usuarios de Internet de banda ancha, y como bien sabemos la tecnología ADSL utiliza las redes de telefonía para transportar datos. Esto último nos lleva a pensar que es posible aún aprovechar bastante las líneas telefónicas existentes que aún no cuentan con el servicio, y de este modo contribuir con la tendencia creciente del número de conexiones a Internet utilizando ADSL.

En la sección siguiente, se analizará el planteamiento del proyecto para cada

una de las dos alternativas planteadas; Acceso a Internet en zonas urbanas utilizando la tecnología ADSL y utilizando la tecnología PLC. Por tratarse de un proyecto a escala, se va a tomar una zona piloto como referencia. La zona elegida para el análisis es el distrito de Jesús María, mostrado en el siguiente cuadro:

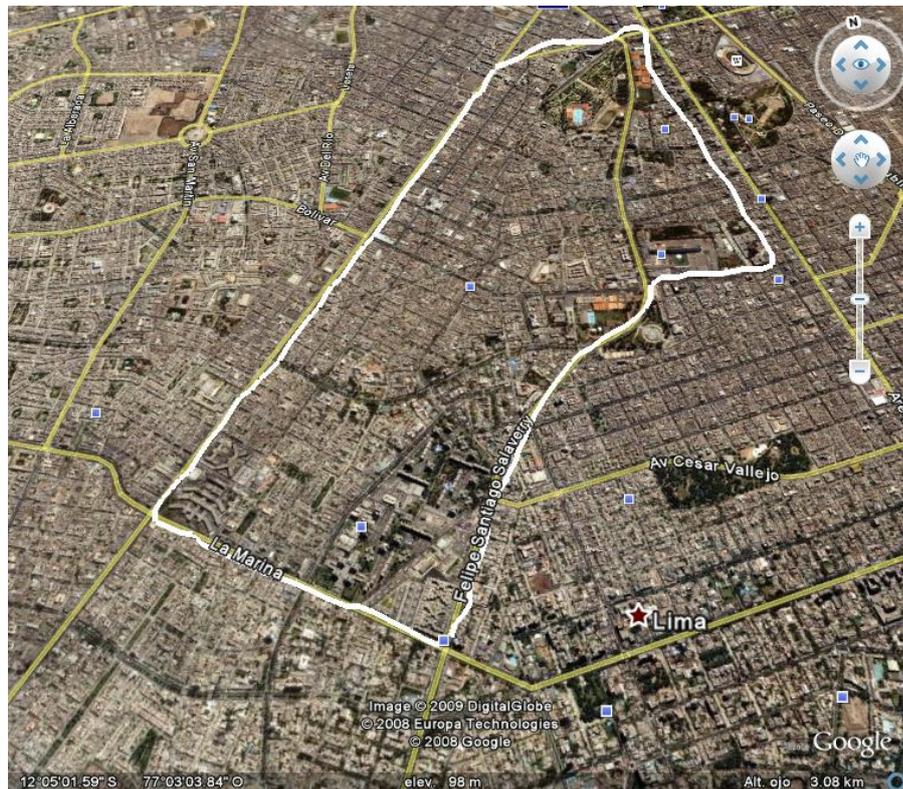


FIGURA 4.1: ZONA PILOTO PARA ANÁLISIS DEL PROYECTO (JESÚS MARÍA).

4.2. Formulación del proyecto:

Definición del horizonte de evaluación:

Lo primero que es necesario definir son las etapas y la duración que va a tener nuestro proyecto en cualquiera de las alternativas que estamos evaluando. Definir las etapas del proyecto y su respectiva duración va a ser importante para definir el horizonte de evaluación, que es el periodo en el cual el proyecto será sometido a una evaluación tal que nos permitirá definir claramente la oferta, la demanda y las inversiones que va a requerir para llevar a cabo el mismo, así como nos permitirá determinar la rentabilidad y beneficios que se obtendría al llevar a cabo cada alternativa y compararlas entre sí de tal forma que nos permita elegir la más

conveniente.

En el caso del proyecto planteado y de cada una de las alternativas de solución se tomará como referencia las fases para proyectos de inversión pública predefinidas en el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)[24]: Pre-Inversión, Inversión y Post-Inversión; así como el horizonte de evaluación definido por el SNIP como tope, que es de 10 años, el mismo que comprende las fases de inversión y post-inversión.

La finalidad y duración de cada una de las fases definidas para cada alternativa son las siguientes:

- Pre-Inversión: Estudio acerca de la idea que engloba al proyecto y elaboración en función de dicha idea de un perfil que describe dicho proyecto. Su duración será de 3 meses.
- Inversión: Estudios definitivos para la implementación, compra de activos físicos (equipos, mobiliarios o infraestructura necesaria) e intangibles (licencias o permisos) necesarios. Su duración se extiende hasta que el proyecto esté listo para ponerse en marcha. Su duración será de 1 año. Dicha fase consta de dos etapas: La primera consiste en la implementación en si del proyecto, mientras que la segunda consiste en la difusión del nuevo servicio que brindará el mismo sobre los usuarios a los que está destinado.
- Post-Inversión: Etapa vinculada con la operación y mantenimiento del proyecto. El análisis de dicha etapa es fundamental para determinar la rentabilidad de un proyecto dado. Su duración es de 9 años.

Cada una de estas fases cuenta con una serie de tareas que cumplir para cada una de las alternativas consideradas. Dichas tareas se encuentran definidas para cada uno de los dos proyectos alternativos en el punto b de las secciones 4.2.1 y 4.2.2 respectivamente.

4.2.1. Utilizando la tecnología PLC:

a) Análisis de la oferta y la demanda:

Para poder llevar a cabo el análisis de cuántos hogares cuentan con el servicio de Internet de banda ancha, así como, cuántos hogares podrían contar con dicho servicio, utilizando la tecnología PLC como tecnología de acceso, y no cuentan con el mismo, es necesario conocer el número y porcentaje de hogares en el distrito de Jesús María, que cuentan con electricidad, así como, el número de hogares que cuentan con una conexión a Internet.

Según los resultados de los Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda, llevados a cabo el día 21 de Octubre del 2007, el 100% de hogares del distrito de Jesús María cuenta con energía eléctrica, provista por la subestación eléctrica de la empresa Edelnor, ubicada en la cuadra 3 de la avenida Pershing.

Ante esta situación, solo queda analizar la penetración del servicio de Internet en los hogares del distrito. Tomando como referencia los resultados del Censo Nacional 2007, se ha podido identificar la cantidad de hogares del distrito de Jesús María que cuenta con servicio de Internet, y a su vez, que cuentan con otros servicios de Telecomunicaciones junto con Internet. Dicha información se encuentra sintetizada en los siguientes cuadros:

TABLA4.1: NÚMERO DE HOGARES CON INTERNET Y NÚMERO DE HOGARES TOTAL EN JESÚS MARÍA. [17]

Hogares con Internet	Hogares sin Internet	Total Hogares en Jesús María
7473	10987	18460

TABLA 4.2: NÚMERO DE HOGARES EN JESÚS MARÍA QUE CUENTAN CON INTERNET JUNTO CON OTROS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES. [17]

Servicios	Número de Hogares
Conexión a Internet	3
Teléfono Fijo y Conexión a Internet	113
Teléfono Celular y Conexión a Internet	71
Conexión a Internet y a TV por Cable	9
Teléf. Fijo, Teléf. Celular y Conex. a Internet	1276
Teléf. Fijo, Conex. a Internet y a TV por Cable	237
Teléf. Celular, Conex. a Internet y a TV por Cable	159
Teléf. Fijo, Teléf. Celular, Conex. Internet y conex. TV por Cable	5605
Total Hogares con Internet	7473

De la tabla 4.1 se puede desprender que el 41.48% de hogares del distrito de Jesús María cuenta con el servicio de Internet. El 75% de dichos hogares cuentan, según la tabla 4.2, con todos los servicios comunes de Telecomunicaciones con los que cuentan los hogares hoy en día, como lo son el Internet, Telefonía Fija, Telefonía Móvil y Televisión por Cable. El 58.52% de hogares que no cuenta con Internet, puede contar con algunos servicios de Telecomunicaciones básicos como Telefonía, tanto fija como móvil, y TV por cable, o puede no contar con ninguno de estos. El contar o no con un determinado servicio de Telecomunicaciones puede depender de varios factores, como por ejemplo, que dicho servicio no sea utilizado por los miembros del hogar (lo cual puede darse en el caso del Internet con un hogar donde el promedio de edad es alto), o que la capacidad económica con la que cuenta el hogar haga necesario priorizar otros servicios.

Tomando como referencia la tendencia mundial de conseguir el llamado servicio universal en las zonas urbanas y desarrolladas, el presente proyecto debería apuntar a conseguir que el 100% de hogares cuente con el servicio de Internet. En este caso en particular hay que apuntar que el 58.52% de hogares que no cuentan con el servicio de Internet puedan tener el mismo disponible. Cabe resaltar, como se mencionó al inicio de la sección, que el 100% de hogares del distrito de Jesús María cuenta con el servicio de electricidad. Esto abre la posibilidad de utilizar la tecnología PLC, la misma que puede aprovechar esta penetración ideal de la red eléctrica para transmitir Internet y llegar al 58.52% de hogares que no cuentan con el servicio.

Sin embargo, hay que considerar dentro del planteamiento del proyecto que es utópico pensar que la totalidad de hogares que no cuentan con el servicio de Internet, van a adquirir van a adquirir el mismo, por voluntad propia, luego de la implementación del proyecto. Por tal motivo, se considerará como alcance del presente proyecto conseguir una penetración de 84.33%, al igual como será considerado en el caso del segundo proyecto alternativo, para poder llevar a cabo un mejor análisis comparativo.

Cabe resaltar, que a la par de implementar el proyecto utilizando la tecnología PLC hay que realizar una inversión considerable en lo que a publicidad se refiere, debido a que existe una fuerte competencia de alternativas que ofrecen Internet de banda ancha en zonas urbanas, como por ejemplo lo es la tecnología ADSL, y es necesario difundir los beneficios que traerá a cada usuario adquirir el servicio en cuestión, y las ventajas que les traerá adquirir el servicio por medio de la tecnología PLC con respecto a si lo adquiere por medio de la tecnología ADSL.

b) Tareas definidas para el proyecto:

Al inicio de la sección 4.2 se definieron las tres fases que tendrá cada uno de los proyectos alternativos que estamos considerando, es decir, las fases de pre-inversión, inversión y post-inversión.

Cada una de estas fases, está constituida por un conjunto actividades, cuyo fin es aportar conjuntamente en el cumplimiento de los objetivos para los cuales está cada una de las fases mencionadas. A su vez, se debe contar con un cronograma donde se detalle la secuencia con la que dichas actividades se llevarán a cabo,

estableciendo una duración específica para cada una de ellas.

En el caso del proyecto alternativo que busca proveer del servicio de Internet a zonas urbanas por medio de la utilización de la tecnología PLC como medio de acceso se considera el cronograma de actividades detallado en la tabla 4.3:

TABLA 4.3: TAREAS DEFINIDAS PARA CADA UNA DE LAS FASES DEL PROYECTO CON PLC EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

ACTIVIDADES	DURACIÓN
FASE I: PRE INVERSIÓN	3 meses
Expediente Técnico.	3 meses
FASE II: INVERSIÓN	1 Año
Etapa 1: Implementación del proyecto	12 meses
Obtención de licencias por parte del organismo regulador y contratación del personal necesario para los trabajos de instalación.	2 meses
Adquisición de los equipos necesarios.	3 meses
Instalación de equipos en el centro de distribución.	1 mes
Instalación de equipos necesarios en la red de distribución, así como para los usuarios finales.	6 meses
Etapa 2: Difusión de los servicios que brindará el proyecto	8 meses
Contratación de avisos en periódicos, radio y televisión.	8 meses
FASE III: POST INVERSIÓN	9 años
Operación y mantenimiento de la red implementada.	9 años

Como se puede observar, el proyecto cuenta con una fase de pre-inversión, la misma que dura tres meses, y consiste básicamente en la elaboración final del expediente técnico del proyecto, el cual consistirá de estudios más profundos acerca del mismo.

Luego continúa con la fase de inversión, cuya duración es de un año, la misma que consta de dos etapas: La primera etapa consiste en la implementación del proyecto, que implica obtener todas las autorizaciones necesarias para poner en marcha el proyecto, así como ir contratando el personal encargado de las diferentes tareas que este involucre, la adquisición de los equipos necesarios para las instalaciones, la instalación de los equipos en los centros de distribución (es decir, la conexión de la red de Telecomunicaciones con la red eléctrica), y la instalación de los

equipos necesarios en la red de distribución eléctrica y en los hogares de los usuarios que deseen contar con el servicio (esta última actividad de la primera etapa de la fase de inversión se llevará a cabo los segundos seis meses de dicha fase. La segunda etapa, que será descrita a continuación, se iniciará dos meses antes que la instalación de los equipos, dado que se necesita hacer la publicidad necesaria para atraer a los potenciales usuarios a adquirir dicho servicio.); la segunda etapa consiste en la difusión del proyecto, es decir, en la publicidad que se le haga al mismo dentro del distrito al cual se le va a ofrecer esta nueva alternativa del servicio de Internet (es decir, al distrito de Jesús María). En este caso, la etapa durará 8 meses debido a que se considera que por lo mismo que es una nueva alternativa, las personas no la conocen, y considerando que se trata de un mercado bastante competitivo, la inversión de tiempo y dinero en este rubro debe ser considerable.

c) Elaboración del flujo de costos a precio de mercado:

El paso que corresponde a continuación, es el de analizar económicamente el presente proyecto alternativo. Para esto, ha sido necesario indagar, en primer lugar, acerca de los equipos que son necesarios para la implementación del mismo. Los criterios para la elección de los equipos y la cantidad de los mismos de los que se dispondrá se encuentran especificados en el Anexo 3. Por otro lado, las especificaciones de dichos equipos, así como sus respectivos costos a precio de mercado, se encuentran en el Anexo 4.

Como resultado de dicho análisis, se presenta en la siguiente tabla la estructura de costos en equipos en el que se incurriría:

TABLA4.4: COSTO DE EQUIPOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR PLC EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

Equipos	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Head End	50	4,074.2	203,710
Módem PLC	8,011	423.09	3'389,373.99
Gateway	300	4,074.2	1'222,260
Cable Ethernet cat5e	7,911 x 5 metros c/u	25.07	198,328.77
Infraestructura Base	1	400	400
SUBTOTAL EQUIPOS		5'014,072.76	

Asimismo, se deben considerar los costos requeridos para la implementación del proyecto, que son los costos necesarios de asumir previo a la puesta en marcha del proyecto:

TABLA4.5: COSTO NECESARIOS DE ASUMIR PARA IMPLEMENTAR PLC EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

Gastos de instalación	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Estudio de mercado	1	400	400
Instalación de equipos en centro de distribución	1	1,000	1,000
Instalación de repetidores	1	1,200	1,200
Instalación de equipos del hogar	7,911	100	791,100
Construcción base	1	800	800
SUBTOTAL INSTALACIÓN		794,500	

Los últimos dos cuadros detallan los llamados costos de inversión, pertenecientes a la fase que tiene el mismo nombre. Adicionalmente, debe considerarse dos tipos de gastos: Gastos generales y gastos por imprevistos. En este caso se están considerando un valor de 6% y 1% del gasto total para cada uno de ellos respectivamente. La síntesis de los gastos de inversión se pueden observar en

la siguiente tabla:

TABLA4.6: SÍNTESIS DE COSTOS DE INVERSIÓN PARA IMPLEMENTAR PLC EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

Concepto	Monto (S/.)
Equipos	5'014,072.76
Instalación	794,500
Subtotal	5'808,572.76
Gastos generales (6%)	348,514.3656
Gastos imprevistos (1%)	58,085.7276
Total inversión	6'215,172.853

Los costos de inversión antes señalados, son aquellos que serán asumidos en el año previo de la puesta en funcionamiento del proyecto (en el año cero). Sin embargo, también existen los costos que se deben asumir de forma periódica, cuando el proyecto está en marcha. Dichos costos son detallados en la siguiente tabla:

TABLA4.7: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL PROYECTO UTILIZANDO PLC EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

Gastos de Operación y mantenimiento	Cantidad	Precio Unitario (S/. por mes)	Costo Total (S/. por mes)
Concesión del servicio	1	450	450
Mantenimiento de red	1	1,200	1,200
Mantenimiento centro de distribución	1	200	200
Publicidad	1	2,500	2,500
Supervisor	2	1,500	3,000
SUBTOTAL GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		7,350	

Tomando en consideración los gastos generales y por imprevistos mencionados anteriormente y sintetizando el gasto presentado en la tabla anterior en su correspondiente valor anual tenemos como resultado lo siguiente:

TABLA4.8: SÍNTESIS DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA IMPLEMENTAR PLC EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

Concepto	Monto mensual (S/.)	Monto anual (S/.)
Gastos de operación y mantenimiento	7,350	88,200
Gastos generales (6%)		5,292
Gastos imprevistos (1%)		882
Total operación y mantenimiento		94,374

Con los valores obtenidos en las tablas 4.6 y 4.8 podemos elaborar el flujo de costos final del presente proyecto alternativo, el cual es mostrado en la tabla 4.9:

TABLA4.9: FLUJO DE COSTOS A PRECIO DE MERCADO PARA EL PROYECTO CON PLC EN JESÚS MARÍA. [37]

	Gastos de inversión	Gastos de operación y mantenimiento	Flujo de costos
Año 0	6'215,172.85		6'215,173
Año 1		94,374	94,374
Año 2		94,374	94,374
Año 3		94,374	94,374
Año 4		94,374	94,374
Año 5		94,374	94,374
Año 6		94,374	94,374
Año 7		94,374	94,374
Año 8		94,374	94,374
Año 9		94,374	94,374

4.2.2. Utilizando la tecnología ADSL:

a) Análisis de la oferta y la demanda:

Para poder llevar a cabo el análisis de cuántos hogares cuentan con el servicio de Internet de banda ancha, así como, cuántos hogares podrían contar con dicho servicio, utilizando la tecnología ADSL como tecnología de acceso, y no cuentan con el mismo, es necesario conocer el número y porcentaje de hogares en el distrito de Jesús María, que cuentan con una línea telefónica pero no cuentan con una conexión a Internet.

Según los resultados de los Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda, llevados a cabo el día 21 de Octubre del 2007, existen 7,911 hogares (42.85% de hogares del distrito de Jesús María) que no cuentan con Internet, pero que sin embargo, si cuentan con una línea telefónica. En dichos hogares se podría aprovechar la tecnología ADSL como una solución para poder llevar el servicio de Internet. La siguiente tabla muestra la situación de los hogares mencionados en lo que al acceso de servicios de Telecomunicaciones se refiere, en conjunto con el acceso a una línea telefónica:

TABLA4.10: NÚMERO DE HOGARES EN JESÚS MARÍA QUE NO CUENTAN CON INTERNET PERO QUE SI CUENTAN CON UNA LÍNEA TELEFÓNICA. [17]

Servicios	Número de Hogares	
Teléfono Fijo	1595	
Teléfono Fijo y Teléfono Celular	2425	
Teléfono Fijo y conexión a TV por Cable	863	
Tienen - Teléf. Fijo, Teléf. Celular y conex. a TV por Cable	3028	
Total de hogares con línea telefónica pero sin Internet	7911	42.85%

Tomando como referencia la tabla 4.1, el 58.52% de hogares del distrito de Jesús María no cuentan con el servicio de Internet. Tomando como referencia el valor de 42.85% mostrado en la tabla 4.10, se puede afirmar que es posible brindar dicho servicio a este porcentaje de hogares utilizando la tecnología ADSL, es decir, aprovechando la presencia de una línea telefónica en los hogares. Con esto se aspira a alcanzar una penetración del servicio de Internet de 84.33%, lo mismo que aproximaría de gran forma a la tendencia mundial de conseguir el acceso universal.

Como ya se mencionó en la sección 4.1.3., la empresa que brinda el servicio de Internet de banda ancha por medio del programa “speedy”, es Telefónica del Perú. Dicha empresa utiliza la tecnología ADSL como medio de acceso, y asimismo, cuenta con tarifas establecidas para cada tipo de servicio que brinda, las mismas que son detalladas en la siguiente tabla:

TABLA4.11: TARIFAS ESTABLECIDAS POR TELEFÓNICA DEL PERÚ PARA LOS DIVERSOS SERVICIOS DE SPEEDY. [27]

Modalidades	ISP	Velocidad Down	Velocidad Upload	Renta mensual (Precio Regular Inc IGV)
Speedy 200	<i>TdP</i>	200 kbps	128 kbps	S/. 103,70
Speedy 500	<i>TdP</i>	500 Kbps	128 kbps	S/. 153,35
Speedy 1000	<i>TdP</i>	1000 Kbps	128 kbps	S/. 386,75
Speedy 1500	<i>TdP</i>	1500 Kbps	256 kbps	S/. 791,78
Speedy 2000	<i>TdP</i>	2000 Kbps	256 kbps	S/. 999,99
Speedy 2500	<i>TdP</i>	2500 Kbps	256 kbps	S/. 1 153,34
Speedy 4000*	<i>TdP</i>	4000 Kbps	512 kbps	S/. 1575,00
Speedy 500	<i>Provider</i>	500 Kbps	128 kbps	S/. 136,10
Speedy 1000	<i>Provider</i>	1000 Kbps	128 kbps	S/. 368,75
Speedy 1500	<i>Provider</i>	1500 Kbps	256 kbps	S/. 770,78
Speedy 2000	<i>Provider</i>	2000 Kbps	256 kbps	S/. 973,99
Speedy 2500	<i>Provider</i>	2500 Kbps	256 kbps	S/. 1 126,34
Speedy 4000*	<i>Provide</i>	4000 Kbps	512 kbps	S/.1547,00

b) Tareas definidas para el proyecto:

Al inicio de la sección 4.2 se definieron las tres fases que tendrá cada uno de los proyectos alternativos que estamos considerando, es decir, las fases de pre-inversión, inversión y post-inversión.

Cada una de estas fases, está constituida por un conjunto actividades, cuyo fin es aportar conjuntamente en el cumplimiento de los objetivos para los cuales está cada una de las fases mencionadas. A su vez, se debe contar con un cronograma donde se detalle la secuencia con la que dichas actividades se llevarán a cabo, estableciendo una duración específica para cada una de ellas.

En el caso del proyecto alternativo que busca proveer del servicio de Internet a zonas urbanas por medio de la utilización de la tecnología ADSL como medio de acceso se considera el cronograma de actividades detallado en la tabla 4.12:

TABLA 4.12: TAREAS DEFINIDAS PARA CADA UNA DE LAS FASES DEL PROYECTO CON ADSL EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

ACTIVIDADES	DURACIÓN
FASE I: PRE INVERSIÓN	3 Meses
Expediente Técnico	3 meses
FASE II: INVERSIÓN	1 Año
Etap 1: Implementación del proyecto	12 meses
Obtención de licencias por parte del organismo regulador y contratación del personal necesario para los trabajos de instalación.	2 meses
Adquisición de los equipos necesarios.	3 meses
Instalación de equipos en la central local.	1 mes
Instalación de equipos en los hogares de los usuarios finales.	6 meses
Etap 2: Difusión de los servicios que brindará el proyecto	6 meses
Contratación de avisos en periódicos, radio y televisión	6 meses
FASE III: POST INVERSIÓN	9 Años
Operación y mantenimiento de la red implementada	9 años

Como se puede observar, el proyecto cuenta con una fase de pre-inversión, la misma que dura tres meses, y consiste básicamente en la elaboración final del expediente técnico del proyecto, el cual consistirá de estudios más profundos acerca del mismo.

Luego continúa con la fase de inversión, cuya duración es de un año, la misma que consta de dos etapas: La primera etapa consiste en la implementación del proyecto, que implica obtener todas las autorizaciones necesarias para poner en

marcha el proyecto, así como ir contratando el personal encargado de las diferentes tareas que este involucre, la adquisición de los equipos necesarios para las instalaciones, la instalación de los equipos en las centrales locales de los operadores de telefonía (para inyectar las señales de datos junto con la de telefonía), y la instalación de los equipos necesarios en los hogares de los usuarios que deseen contar con el servicio (esta última actividad de la primera etapa de la fase de inversión se llevará a cabo los últimos seis meses de dicha fase); La segunda etapa consiste en la difusión del proyecto, es decir, en la publicidad que se le haga al mismo dentro del distrito al cual se le va a ofrecer esta nueva alternativa del servicio de Internet (es decir, al distrito de Jesús María). En este caso, la etapa durará seis meses, y consistirá en una etapa de publicidad continua tomando como referencia las campañas de difusión hechas anteriormente acerca de la provisión del servicio de Internet de banda ancha utilizando la tecnología ADSL. Por ser la tecnología ADSL conocida en el medio para el cual se está planteando, no requiere un fuerte gasto para difundir y dar a conocer la misma, a diferencia de la tecnología PLC.

c) Elaboración del flujo de costos a precio de mercado:

El paso que corresponde a continuación, es el de analizar económicamente el presente proyecto alternativo. Para esto, ha sido necesario indagar, en primer lugar, acerca de los equipos que son necesarios para la implementación del mismo. Los criterios para la elección de los equipos y la cantidad de los mismos de los que se dispondrá se encuentran especificados en el Anexo 3. Por otro lado, las especificaciones de dichos equipos, así como sus respectivos costos a precio de mercado, se encuentran en el Anexo 4.

Como resultado de dicho análisis, se presenta en la siguiente tabla la estructura de costos en equipos en el que se incurriría:

TABLA4.13: COSTO DE EQUIPOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR ADSL EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

Equipos	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Módem ADSL	8,011	249	1'994,739
Multiplexor DSLAM	60	7,700.469	462,028.14
Splitter	8,061	49	394,989
Cable Ethernet cat5e	7,911 x 5 metros c/u	25.07	198,328.77
SUBTOTAL EQUIPOS			3'050,084.91

Asimismo, se deben considerar los costos requeridos para la implementación del proyecto, que son los costos necesarios de asumir previo a la puesta en marcha del proyecto:

TABLA4.14: COSTO NECESARIOS DE ASUMIR PARA IMPLEMENTAR ADSL EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

Gastos de instalación	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Estudio de mercado	1	400	400
Instalación de equipos en la central local	1	1,000	1,000
Instalación de repetidores	1	1,200	1,200
Instalación de equipos del hogar	7,911	100	791,100
Construcción base	1	800	800
SUBTOTAL INSTALACIÓN			794,500

Los últimos dos cuadros detallan los llamados costos de inversión, pertenecientes a la fase que tiene el mismo nombre. Adicionalmente, debe considerarse dos tipos de gastos: Gastos generales y gastos por imprevistos. En este caso se están considerando un valor de 6% y 1% del gasto total para cada uno de ellos respectivamente. La síntesis de los gastos de inversión se pueden observar en la siguiente tabla:

TABLA4.15: SÍNTESIS DE COSTOS DE INVERSIÓN PARA IMPLEMENTAR ADSL EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

Concepto	Monto (S/.)
Equipos	3'050,084.91
Instalación	794,500
Subtotal	3'844,584.91
Gastos generales (6%)	230,675.0946
Gastos imprevistos (1%)	38,445.8491
Total inversión	4'113,705.854

Los costos de inversión antes señalados, son aquellos que serán asumidos en el año previo de la puesta en funcionamiento del proyecto (en el año cero). Sin embargo, también existen los costos que se deben asumir de forma periódica, cuando el proyecto está en marcha. Dichos costos son detallados en la siguiente tabla:

TABLA4.16: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL PROYECTO UTILIZANDO ADSL EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

Gastos de Operación y mantenimiento	Cantidad	Precio Unitario (S/. por mes)	Costo Total (S/. por mes)
Concesión del servicio	1	450	450
Mantenimiento central local	1	200	200
Publicidad	1	1,000	1,000
Supervisor	2	1,500	3,000
SUBTOTAL GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		4,650	

Tomando en consideración los gastos generales y por imprevistos mencionados anteriormente y sintetizando el gasto presentado en la tabla anterior en su correspondiente valor anual tenemos como resultado lo siguiente:

TABLA 4.17: SÍNTESIS DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA IMPLEMENTAR ADSL EN EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA. [37]

Concepto	Monto mensual (S/.)	Monto anual (S/.)
Gastos de operación y mantenimiento	4,650	55,800
Gastos generales (6%)		3,348
Gastos imprevistos (1%)		558
Total operación y mantenimiento		59,706

Con los valores obtenidos en las tablas 4.15 y 4.17 podemos elaborar el flujo de costos final del presente proyecto alternativo, el cual es mostrado en la tabla 4.18:

TABLA 4.18: FLUJO DE COSTOS A PRECIO DE MERCADO PARA EL PROYECTO CON ADSL EN JESÚS MARÍA. [37]

	Gastos de inversión	Gastos de operación y mantenimiento	Flujo de costos
Año 0	4'113,705.85		4'113,706
Año 1		59,706	59,706
Año 2		59,706	59,706
Año 3		59,706	59,706
Año 4		59,706	59,706
Año 5		59,706	59,706
Año 6		59,706	59,706
Año 7		59,706	59,706
Año 8		59,706	59,706
Año 9		59,706	59,706

4.3. Evaluación de alternativas:

4.3.1. Utilizando la tecnología PLC:

a) Flujo de ingresos:

En el caso del proyecto de brindar acceso a Internet de banda ancha en el sector urbano, se ha considerado valores similares de ingresos para ambos proyectos alternativos. En este caso (al igual como se verá en el segundo proyecto alternativo) no se ha considerado el acceso a algún subsidio para invertir en el proyecto, dado que los diversos programas sociales más tienen dentro de sus planes apoyar a proyectos que busquen generar un impacto positivo en el sector rural. Por otro lado, se considera tener un capital inicial fijo para invertir, basado en el gran número de usuarios a los que se les desea brindar el servicio en el distrito de Jesús María. Otro ingreso considerado es el del pago de la renta por los servicios brindados a los usuarios. Para esto se está considerando una tarifa mensual de S/.150, que es lo que en promedio de paga por el servicio a nivel urbano. Dentro de los ingresos por renta, se está considerando una cantidad inicial de usuarios, propios del presente proyecto, de 500, los mismos que se irán incrementando en un 20% anual. La síntesis de la situación explicada en el presente párrafo se encuentra en la tabla 4.19:

TABLA 4.19: FLUJO DE INGRESOS PARA EL PROYECTO TANTO CON PLC COMO CON ADSL EN JESÚS MARÍA. [37]

	Subsidios	Capital Inicial para invertir	Ingreso por servicios brindados	Flujo de Ingresos
Año 0	0	1'500,000		1'500,000
Año 1			900,000	900,000
Año 2			1'080,000	1'080,000
Año 3			1'296,000	1'296,000
Año 4			1'555,200	1'555,200
Año 5			1'866,240	1'866,240
Año 6			2'239,488	2'239,488
Año 7			2'687,385.6	2'687,385.6
Año 8			3'224,862.72	3'224,862.7
Año 9			3'869,835.26	3'869,835.3

b) Flujo total y obtención de indicadores de rentabilidad:

En base a las tablas 4.9 y 4.19, es posible elaborar el flujo total del presente proyecto. Dicho flujo, sin embargo, no cuenta con valores reales a partir del año 1, dado que conforme pasan los años el dinero con el que se cuenta actualmente vale menos. Es por tal motivo que el flujo total obtenido, tanto en su componente de ingresos, como en su componente de egresos debe ser actualizado (obteniéndose el flujo de ingresos y egresos actualizado). Asimismo, debe obtenerse el flujo actualizado acumulado, el cual será de utilidad para conocer el periodo luego del cual el proyecto comenzará a dar utilidades. Todo el proceso descrito se encuentra detallado en la tabla 4.20, donde se encuentran los resultados del mismo:

TABLA 4.20: FLUJO TOTAL PARA EL PROYECTO CON PLC EN JESÚS MARÍA. [37]

	Flujo de Ingresos	Flujo de costos	Flujo Total	Ingreso Actualizado	Costo Actualizado	Flujo Actualizado	Flujo Acumulado
Año 0	1500000	6215172.853	-4715172.85	1500000	6215172.853	-4715172.85	-4715172.9
Año 1	900000	94374	805626.00	803571.4286	84262.5	719308.9286	-3995863.9
Año 2	1080000	94374	985626.00	860969.3878	75234.375	785735.0128	-3210128.9
Año 3	1296000	94374	1201626.00	922467.2012	67173.54911	855293.6521	-2354835.3
Año 4	1555200	94374	1460826.00	988357.7155	59976.38313	928381.3324	-1426453.9
Año 5	1866240	94374	1771866.00	1058954.695	53550.34208	1005404.353	-421049.57
Año 6	2239488	94374	2145114.00	1134594.316	47812.80543	1086781.511	665731.937
Año 7	2687385.6	94374	2593011.60	1215636.767	42690.00485	1172946.763	1838678.7
Año 8	3224862.7	94374	3130488.72	1302467.965	38116.07576	1264351.889	3103030.59
Año 9	3869835.3	94374	3775461.26	1395501.391	34032.2105	1361469.181	4464499.77
			Total	11182520.87	6718021.099		

En base a la información contenida en la tabla 4.20, se pueden calcular los diferentes indicadores de rentabilidad, los mismos que nos permitirán obtener una conclusión acerca de la factibilidad del presente proyecto, y a su vez, compararlo con otro proyecto alternativo. Los indicadores calculados en este caso son los siguientes: Valor actual neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), periodo de recuperación y relación beneficio-costos. Para la obtención de dichos valores, así como para la actualización de los flujos, se está considerando una tasa de descuento de 12%.

Para el presente proyecto, los indicadores obtenidos son los siguientes:

TABLA 4.21: INDICADORES DE RENTABILIDAD PARA EL PROYECTO CON PLC EN JESÚS MARÍA. [37]

VAN	S/. 4,464,499.77
TIR	27.65%
Periodo de recuperación	6 años
Relación Beneficio - Costo	1.664555783

c) Conclusiones acerca la factibilidad del proyecto:

Analizando los valores mostrados en la tabla 4.21 podemos obtener las siguientes conclusiones:

- El VAN es mayor que cero, lo cual quiere decir que la inversión para este proyecto rinde la tasa mínima deseada (la de 12%) y a su vez proporciona ganancias adicionales.
- El TIR es mayor a la tasa de descuento (12%). El proyecto podría soportar hasta una tasa de 27.65%, lo que hace recomendable realizar la inversión bajo estas condiciones.
- El periodo de recuperación es de 6 años, lo cual significa que a partir del octavo año el proyecto habrá recuperado toda su inversión y comenzará a dar ganancias que pueden ser utilizadas para una mayor expansión del proyecto.
- La relación beneficio-costos es mayor que uno, lo cual quiere decir que es mayor el flujo de beneficios actuales en relación al flujo de costos actuales.
- Dados los valores de cada uno de los indicadores, podemos concluir que la realización de un proyecto en zonas urbanas con tecnología PLC es factible.

4.3.2. Utilizando la tecnología ADSL:

a) Flujo de ingresos:

El flujo de ingresos para el proyecto alternativo utilizando la tecnología ADSL es el mismo que el considerado para el proyecto alternativo con la tecnología PLC, detallado en la tabla 4.19, dado que las condiciones de ingresos son similares,

además que permitiría un mejor análisis comparativo acerca el beneficio de utilizar una alternativa por encima de otra.

b) Flujo total y obtención de indicadores de rentabilidad:

En base a las tablas 4.18 y 4.19, es posible elaborar el flujo total del presente proyecto. Dicho flujo, sin embargo, no cuenta con valores reales a partir del año 1, dado que conforme pasan los años el dinero con el que se cuenta actualmente vale menos. Es por tal motivo que el flujo total obtenido, tanto en su componente de ingresos, como en su componente de egresos debe ser actualizado (obteniéndose el flujo de ingresos y egresos actualizado). Asimismo, debe obtenerse el flujo actualizado acumulado, el cual será de utilidad para conocer el periodo luego del cual el proyecto comenzará a dar utilidades. Todo el proceso descrito se encuentra detallado en la tabla 4.22, donde se encuentran los resultados de dicho proceso:

TABLA 4.22: FLUJO TOTAL PARA EL PROYECTO CON ADSL EN JESÚS MARÍA. [37]

	Flujo de Ingresos	Flujo de costos	Flujo Total	Ingreso Actualizado	Costo Actualizado	Flujo Actualizado	Flujo Acumulado
Año 0	1500000	4113705.854	-2613705.854	1500000	4113705.854	-2613705.85	-2613705.9
Año 1	900000	59706	840294	803571.4286	53308.92857	750262.5	-1863443.4
Año 2	1080000	59706	1020294	860969.3878	47597.25765	813372.1301	-1050071.2
Año 3	1296000	59706	1236294	922467.2012	42497.55148	879969.6497	-170101.57
Año 4	1555200	59706	1495494	988357.7155	37944.24239	950413.4731	780311.899
Año 5	1866240	59706	1806534	1058954.695	33878.78785	1025075.907	1805387.81
Año 6	2239488	59706	2179782	1134594.316	30248.91772	1104345.399	2909733.21
Año 7	2687385.6	59706	2627679.6	1215636.767	27007.96225	1188628.805	4098362.01
Año 8	3224862.7	59706	3165156.72	1302467.965	24114.25201	1278353.713	5376715.72
Año 9	3869835.3	59706	3810129.264	1395501.391	21530.58215	1373970.809	6750686.53
			Total	11182520.87	4431834.336		

En base a la información contenida en la tabla 4.22, se pueden calcular los diferentes indicadores de rentabilidad, los mismos que nos permitirán obtener una conclusión acerca de la factibilidad del presente proyecto, y a su vez, compararlo con otro proyecto alternativo. Los indicadores calculados en este caso son los siguientes: Valor actual neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), periodo de recuperación y relación beneficio-costos. Para la obtención de dichos valores, así como para la actualización de los flujos, se está considerando una tasa de descuento de 12%.

Para el presente proyecto, los indicadores obtenidos son los siguientes:

TABLA 4.23: INDICADORES DE RENTABILIDAD PARA EL PROYECTO CON ADSL EN JESÚS MARÍA. [37]

VAN	S/. 6,750,686.53
TIR	48%
Periodo de recuperación	4 años
Relación Beneficio - Costo	2.523226281

c) Conclusiones acerca la factibilidad del proyecto:

Analizando los valores mostrados en la tabla 4.23 podemos obtener las siguientes conclusiones:

- El VAN es mayor que cero, lo cual quiere decir que la inversión para este proyecto rinde la tasa mínima deseada (la de 12%) y a su vez proporciona ganancias adicionales.
- El TIR es mayor a la tasa de descuento (12%). El proyecto podría soportar hasta una tasa de 48%, lo que bastante hace recomendable realizar la inversión bajo estas condiciones.
- El periodo de recuperación es de 4 años, lo cual significa que a partir del octavo año el proyecto habrá recuperado toda su inversión y comenzará a dar ganancias que pueden ser utilizadas para una mayor expansión del proyecto.
- La relación beneficio-costos es mayor que uno, lo cual quiere decir que es mayor el flujo de beneficios actuales en relación al flujo de costos actuales. En este caso dicha relación da como resultado que los ingresos son más del doble que los costos.
- Dados los valores de cada uno de los indicadores, podemos concluir que la realización de un proyecto en zonas urbanas con tecnología ADSL es factible.

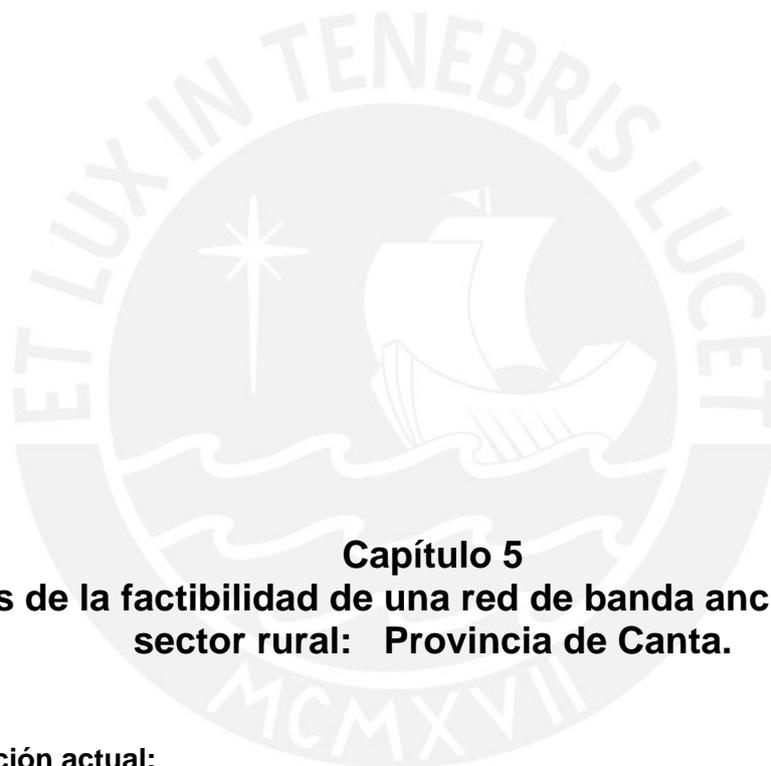
4.3.3. Comparación de resultados y conclusiones:

En la tabla 4.24 se puede observar una síntesis de los valores de los indicadores de rentabilidad mostrados en las tablas 4.21 y 4.23, donde se puede comparar ambas alternativas y facilitarnos el tomar una decisión acerca de cuál de los dos proyectos alternativos es más recomendable para implementar:

TABLA 4.24: COMPARACIÓN DE INDICADORES DE RENTABILIDAD DE AMBOS PROYECTOS ALTERNATIVOS EN ZONAS URBANAS. [37]

	ADSL	PLC
VAN	S/. 6,750,686.53	S/. 4,464,499.77
TIR	48%	27.65%
Periodo de recuperación	4 años	6 años
Relación Beneficio - Costo	2.523226281	1.664555783

Por lo observado en la tabla 4.24, es evidente que el utilizar la tecnología ADSL como proyecto alternativo es lejanamente más beneficioso que utilizar la tecnología PLC. Esto puede deberse a múltiples factores, entre los que destacan que la tecnología ADSL es una tecnología ya posicionada dentro del mercado urbano, y ya cuenta con una infraestructura desplegada, mientras que a la tecnología PLC le costaría cierto trabajo insertarse en el mercado como una alternativa de solución para el problema de acceso al servicio de banda ancha. Asimismo, el precio de los equipos PLC aún es alto, en comparación de los equipos ADSL, lo cual significa otra ventaja para los segundos.



Capítulo 5

Análisis de la factibilidad de una red de banda ancha PLC en el sector rural: Provincia de Canta.

5.1. Situación actual:

Como se ha observado en el análisis del caso de las zonas urbanas, estudiar la situación actual nos va a llevar a tener claro cuáles son las verdaderas y más urgentes necesidades de la población, respecto a las fortalezas y debilidades que pueda tener esta para su desarrollo. Dentro de los resultados obtenidos del presente análisis, podremos conocer cuál es la magnitud del problema de acceso en zonas rurales, un problema típico descrito en detalle en el capítulo 2.

En el presente caso, se pretende solucionar, en la medida de lo posible, dicho problema, dada la baja o casi nula penetración del servicio de Internet en las diferentes comunidades rurales, lo cual significa un gran limitante en su desarrollo y

permite el aumento de la brecha digital, la misma que crece cada día más. Por tal motivo, el objetivo de cualquier proyecto orientado a solucionar el problema de acceso en zonas rurales debe ser buscar un medio que pueda brindar acceso a los servicios de Telecomunicaciones a las comunidades rurales de forma eficiente, con calidad de servicio (QoS) y de forma económica. Actualmente casi no se cuenta con una tecnología vigente utilizada en gran escala para la provisión del servicio de Internet en zonas rurales, por lo que el análisis lo centraré en la utilización de la tecnología PLC como medio que busca solucionar el problema y será comparada, como tecnología alternativa, con la tecnología satelital, que es bastante recomendada comúnmente para aplicaciones rurales.

5.1.1. **Problemática:**

El problema principal observado en una zona rural, como ha sido mencionado anteriormente, es el bajo y casi nulo acceso a los servicios de Telecomunicaciones, siendo más marcado el problema en el caso del servicio de Internet, así como la dificultad de hallar organismos o empresas privadas que asuman el reto de invertir en dichas zonas, lo cual constituye un gran desafío dada la dificultad de acceder a las mismas y el alto costo inicial que esto puede traer consigo.

El problema antes mencionado puede ser sintetizado de la siguiente manera: “Acceso limitado a los servicios de Telecomunicaciones y, en especial, al servicio de Internet de banda ancha en zonas rurales”. Dicho problema, a su vez, es provocado por diversas causas entre las que puedo resaltar:

- Acceso limitado en el Perú a las tecnologías emergentes a nivel mundial.
- Ausencia de infraestructura adecuada para expandir las redes de Telecomunicaciones de las zonas urbanas a las zonas rurales.
- Falta de mayor apoyo por parte del Estado u organismos gubernamentales.
- Falta de interés por parte de inversionistas para elaborar proyectos de interés social en zonas rurales.
- El desarrollo tecnológico se concentra solo en áreas determinadas,

favoreciendo solo a sectores definidos, lo cual mayormente se da solo en zonas urbanas, aumentando la llamada brecha digital.

El problema antes mencionado también lleva a diversas consecuencias, las mismas que deben ser claramente identificadas, para que luego se busquen las soluciones más pertinentes en base a estas:

- Limitación en el desarrollo tecnológico en todo el país.
- Limitación en el acceso a información por parte de la sociedad rural, lo cual a su vez limita el acceso a servicios básicos como lo son la salud y educación.
- Menos posibilidades de empleo para los pobladores, y por tanto, bajos ingresos económico con un bajo status económico para ellos.
- Alta migración de familias campesinas a la urbe, que a su vez produce un incremento de la densidad poblacional en las ciudades, con la finalidad de buscar soluciones a estos problemas por ellos mismos.

5.1.2. Identificación del objetivo principal:

Tomando como punto de partida el problema definido en el punto anterior: “Acceso limitado a los servicios de Telecomunicaciones y, en especial, al servicio de Internet de banda ancha en zonas rurales”; puedo definir el objetivo que debe buscar un proyecto orientado a solucionar dicho problema central, basándose en solucionar las causas que lo ocasionan, así como buscar solucionar los problemas derivados que afectan directamente a la sociedad, consiguiendo finalmente una mejor calidad de vida para la misma. En este caso en particular, dicho objetivo puede definirse de la siguiente forma: “Brindar el acceso universal¹⁸ a los diferentes servicios de Telecomunicaciones, y en especial, al servicio de Internet de banda ancha a zonas rurales.”

Para lograr dicho objetivo, se deben tener los medios necesarios, los cuales deben contrarrestar las causas del problema presentado anteriormente. Entre dichos medios pueden ser considerados los siguientes:

- Mejora en la capacidad de investigación de tecnologías emergentes a nivel mundial, con la finalidad de implementarlas en nuestro país.
- Construir la infraestructura necesaria para implementar las tecnologías que permiten brindar el servicio de Internet de Banda Ancha.
- Aprovechamiento del Fondo de Inversión en las Telecomunicaciones (FITEL) u otra forma de subvención por parte del estado peruano, que apoyan principalmente a mejorar el acceso a los servicios de Telecomunicaciones en zonas rurales.
- Fomentar el interés de inversionistas en asumir el reto de brindar acceso a los servicios de Telecomunicaciones a zonas alejadas, fomentando en ellos un interés político y social en trabajar en dichas zonas. Asimismo, asegurar cierta rentabilidad a mediano o largo plazo de los ingresos que se puedan obtener a raíz del proyecto.
- El estado debe elaborar planes de expansión paulatina de los nuevos servicios de Telecomunicaciones que llegan a las áreas de mayor desarrollo, en las zonas más alejadas, utilizando la tecnología que se considere más idónea para esto. Esto contribuirá a la disminución de la brecha digital.

El cumplimiento del objetivo mencionado, utilizando cada uno de los medios establecidos, será útil para conseguir el fin para el cual este fue planteado: Promover el desarrollo tecnológico del país, facilitando el acceso a la información y comunicación a todos los sectores de la sociedad, mejorando la calidad de vida de todos los peruanos.

5.1.3. Alternativas de solución:

Buscando aprovechar al máximo los medios definidos en el punto 5.1.2 para conseguir el objetivo planteado, se está considerando la utilización de las siguientes dos tecnologías como posibles soluciones: PLC (Comunicaciones por medio de líneas eléctricas) y ADSL (utilizando las líneas telefónicas como medio de transmisión).

Se opta por la tecnología PLC (Capítulo 1) como una posible alternativa de solución, dado que es una tecnología emergente a nivel mundial en lo que a Telecomunicaciones se refiere, que ha venido siendo utilizada en diversas aplicaciones de menor rango, como por ejemplo el control de artefactos electrónicos dentro del hogar. Como ha sido mencionado anteriormente, es clara la tendencia de utilizar la tecnología PLC como un medio de transmitir datos a tasas que puedan ser consideradas de banda ancha. El considerar la tecnología PLC como una alternativa de solución, implica ir a la par con diversos países desarrollados en la búsqueda de corroborar cuáles son los beneficios concretos que traerá la utilización de dicha tecnología. Por último, la tecnología PLC aprovecha recursos ya existentes, como lo es la infraestructura eléctrica, lo que podría facilitar en gran medida el alcance del objetivo definido en 5.1.2. Como bien se sabe, y se demostró en el capítulo 3, el coeficiente de electrificación en zonas rurales es mucho mayor a la penetración del servicio de Internet, por lo que esta diferencia puede ser bien aprovechada por la tecnología PLC para transportar datos a zonas alejadas utilizando las redes de baja tensión como red de acceso.

Otra alternativa de solución, sin embargo, es la utilización de la tecnología ADSL para llevar el servicio de Internet de banda ancha a zonas rurales. En este caso, cabe resaltar que dicha tecnología aún no se encuentra siendo utilizada para este fin, dado que se utiliza principalmente para brindar Internet de banda ancha a zonas urbanas, por lo que también es una incógnita la factibilidad de tal proyecto. Esto se da, principalmente, por la limitación en el acceso al servicio de telefonía con el que cuentan las zonas rurales, por lo que puede ser necesario construir primero la infraestructura telefónica.

En la sección siguiente, se analizará el planteamiento del proyecto para cada una de las dos alternativas planteadas; Acceso a Internet en zonas urbanas utilizando la tecnología PLC y utilizando la tecnología ADSL. Por tratarse de un proyecto a escala, al igual que en el caso urbano, se va a tomar una zona piloto como referencia. La zona elegida para el análisis es el distrito de Santa Rosa de Quieves, ubicado en la provincia de Canta. A continuación se muestra una imagen perteneciente a dicho distrito:



FIGURA5.1: DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [28]

5.2. Formulación del proyecto:

Definición del horizonte de evaluación:

Lo primero que es necesario definir son las etapas y la duración que va a tener nuestro proyecto en cualquiera de las alternativas que vamos a evaluar. Definir las etapas del proyecto y su respectiva duración va a ser importante para definir el horizonte de evaluación, que es el periodo en el cual el proyecto será sometido a una evaluación tal que nos permitirá definir claramente la oferta, la demanda y las inversiones que va a requerir para llevar a cabo el mismo, así como nos permitirá determinar la rentabilidad y beneficios que se obtendría al llevar a cabo cada alternativa y compararlas entre sí de tal forma que nos permita elegir la más conveniente.

En el caso del proyecto planteado y de cada una de las alternativas de solución se tomará como referencia las fases para proyectos de inversión pública predefinidas en el SNIP [24]: Pre-Inversión, Inversión y Post-Inversión; así como el horizonte de evaluación definido por el SNIP como tope, que es de 10 años, el mismo que comprende las fases de inversión y post-inversión.

La finalidad y duración de cada una de las fases definidas para cada alternativa son las siguientes:

- Pre-Inversión: Estudio acerca de la idea que engloba al proyecto y elaboración en función de dicha idea de un perfil que describe dicho proyecto. Su duración será de 3 meses.
- Inversión: Estudios definitivos para la implementación, compra de activos físicos (equipos, mobiliarios o infraestructura necesaria) e intangibles (licencias o permisos) necesarios. Su duración se extiende hasta que el proyecto esté listo para ponerse en marcha. Su duración será de 1 año. Dicha fase consta de dos etapas: La primera consiste en la implementación en si del proyecto, mientras que la segunda consiste en la difusión del nuevo servicio que brindará el mismo sobre los usuarios a los que está destinado.
- Post-Inversión: Etapa vinculada con la operación y mantenimiento del proyecto. El análisis de dicha etapa es fundamental para determinar la rentabilidad de un proyecto dado. Su duración es de 9 años.

Cada una de estas fases cuenta con una serie de tareas que cumplir para cada una de las alternativas consideradas. Dichas tareas se encuentran definidas para cada uno de los dos proyectos alternativos en el punto b de las secciones 5.2.1 y 5.2.2 respectivamente.

5.2.1. Utilizando la tecnología PLC:

a) Análisis de la oferta y la demanda:

Para poder llevar a cabo el análisis de cuántos hogares cuentan con el servicio de Internet, así como, cuántos hogares podrían contar con dicho servicio, utilizando la tecnología PLC como tecnología de acceso, y no cuentan con el mismo, es necesario conocer el número y porcentaje de hogares en el distrito de Santa Rosa de Quieves,

que cuentan con electricidad, y de estos, el número de hogares que cuentan con una conexión a Internet.

Según los resultados de los Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda, llevados a cabo el día 21 de Octubre del 2007, se han podido obtener los resultados sintetizados en la siguiente tabla, donde se especifica los servicios con los que cuentan los hogares del distrito de Canta:

TABLA5.1: HOGARES CON SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y ELECTRICIDAD EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [19]

Tipos de servicios con que cuenta el Hogar en el distrito de Santa Rosa de Quieves	Cuenta con alumbrado eléctrico		Total
	Si	No	
Hogares Sin Ningún tipo se servicio	249	1041	1290
Solo tienen - Teléfono Fijo	42	16	58
Solo tienen - Teléfono Celular	141	147	288
Solo tienen - conexión a TV por Cable	3	1	4
Tienen - Teléfono Fijo y Teléfono Celular	31	0	31
Tienen - Teléfono Fijo y conexión a TV por Cable	5	1	6
Tienen - Teléfono Celular y conexión a TV por Cable	9	0	9
Tienen - Teléf. Fijo, Teléf. Celular y Conex. a Internet	1	0	1
Tienen - Teléf. Fijo, Teléf. Celular y conex. a TV por Cable	3	0	3
Total	484	1206	1690

Según los resultados mostrados, se puede deducir que el 28.64% de hogares del distrito de Santa Rosa de Quieves cuenta con energía eléctrica, generada por la Central Hidroeléctrica de Canta y distribuida por las empresas Edelnor, la empresa de distribución eléctrica Chancay S.A y la empresa Adinelsa (dedicada a implementar proyectos de electrificación en zonas rurales).

Asimismo, analizando la penetración del servicio de Internet en los hogares del distrito, se ha podido identificar la cantidad de hogares del distrito de Santa Rosa de Quieves que cuenta con servicio de Internet, y a su vez, que cuentan con otros servicios de Telecomunicaciones junto con Internet, es de 1 hogar, que representa aproximadamente el 0.05% del total de hogares. Estos resultados nos muestran claramente que el acceso al servicio de Internet dentro del distrito de Santa Rosa de

Quieves es casi nulo, situación que se repite en diferentes zonas rurales.

En el análisis del caso urbano se mencionó que el contar o no con un determinado servicio de Telecomunicaciones puede depender de varios factores, como por ejemplo, que dicho servicio no sea utilizado por los miembros del hogar (lo cual puede darse en el caso del Internet con un hogar donde el promedio de edad es alto), o que la capacidad económica con la que cuenta el hogar haga necesario priorizar otros servicios. Sin embargo, en el caso rural, además de las razones antes mencionadas, el no utilizar un servicio determinado puede depender del acceso que se tenga en la comunidad dada a dicho servicio, que puede ser necesario para diversos hogares y bien podrían invertir en ellos.

Tomando como referencia la tendencia mundial de cerrar paulatinamente la brecha de acceso entre zonas rurales y urbanas, así como entre países desarrollados y países en desarrollo, el presente proyecto debe apuntar a conseguir que el mayor porcentaje posible de hogares, dentro del distrito de Santa Rosa de Quieves, cuente con el servicio de Internet. En este caso en particular hay que apuntar que el 28,64% de hogares, los mismos que no cuentan con el servicio de Internet, pero si cuentan con el servicio de electricidad, puedan tener el mismo disponible, aprovechando precisamente, la infraestructura eléctrica desplegada para proveer el servicio de electricidad. Asimismo, aprovechar la posibilidad de construir telecentros que puedan brindar acceso al sector de la población que aún no cuenta con el servicio de electricidad. Esta situación, abre la posibilidad de utilizar la tecnología PLC, la misma que puede aprovechar la infraestructura eléctrica para transmitir datos para ir cerrando la enorme brecha de acceso existente, al menos en el porcentaje que se encuentra disponible el servicio de electricidad.

b) Tareas definidas para el proyecto:

Al inicio de la sección 5.2 se definieron las tres fases que tendrá cada uno de los proyectos alternativos que estamos considerando, es decir, las fases de pre-inversión, inversión y post-inversión.

Cada una de estas fases, está constituida por un conjunto actividades, cuyo fin es aportar conjuntamente en el cumplimiento de los objetivos para los cuales está

cada una de las fases mencionadas. A su vez, se debe contar con un cronograma donde se detalle la secuencia con la que dichas actividades se llevarán a cabo, estableciendo una duración específica para cada una de ellas.

En el caso del proyecto alternativo que busca proveer del servicio de Internet a zonas rurales por medio de la utilización de la tecnología PLC como medio de acceso se considera el cronograma de actividades detallado en la tabla 5.2:

TABLA 5.2: TAREAS DEFINIDAS PARA CADA UNA DE LAS FASES DEL PROYECTO CON PLC EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

ACTIVIDADES	DURACIÓN
FASE I: PRE INVERSIÓN	3 Meses
Expediente Técnico	3 meses
FASE II: INVERSIÓN	1 Año
Etapa 1: Implementación del proyecto	12 meses
Obtención de licencias y autorizaciones por parte del organismo regulador y estatal, y contratación del personal necesario para los trabajos de instalación.	2 meses
Adquisición de los equipos necesarios	3 meses
Instalación de equipos en el centro de distribución	1 mes
Instalación de equipos necesarios en la red de distribución, así como para los usuarios finales	6 meses
Etapa 2: Difusión de los servicios que brindará el proyecto	8 meses
Capacitación de los usuarios pertenecientes a la comunidad en la utilización del servicio.	8 meses
FASE III: POST INVERSIÓN	9 Años
Operación y mantenimiento de la red implementada	9 años

Como se puede observar, el proyecto cuenta con una fase de pre-inversión, la misma que dura tres meses, y consiste básicamente en la elaboración final del expediente técnico del proyecto, el cual consistirá de estudios más profundos acerca del mismo, y en especial, de la comunidad en donde va a ser implementado (es decir, el distrito de Santa Rosa de Quieves).

Luego continúa con la fase de inversión, cuya duración es de un año, la misma que consta de dos etapas: La primera etapa consiste en la implementación del

proyecto, que implica obtener todas las autorizaciones necesarias para poner en marcha el proyecto, así como ir contratando el personal encargado de las diferentes tareas que este involucre, la adquisición de los equipos necesarios para las instalaciones, la instalación de los equipos en los centros de distribución (es decir, la conexión de la red de Telecomunicaciones con la red eléctrica), y la instalación de los equipos necesarios en la red de distribución eléctrica y en los hogares de los usuarios que deseen contar con el servicio (esta última actividad de la primera etapa de la fase de inversión se llevará a cabo los segundos seis meses de dicha fase); La segunda etapa consiste en la difusión del proyecto, es decir, en la publicidad que se le haga al mismo dentro del distrito al cual se le va a ofrecer esta nueva alternativa del servicio de Internet (es decir, al distrito de Santa Rosa de Quieves). En este caso, la etapa durará 8 meses, y consistirá básicamente en la capacitación de los usuarios en el beneficio que se puede obtener teniendo acceso al servicio de Internet. Cabe resaltar, que dichos beneficios pueden ser totalmente desconocidos para muchas personas en el sector rural, dado que en muchos lugares casi no llega el servicio de Internet. Asimismo, en zonas rurales, al no contar con muchos medios tecnológicos para difundir el proyecto, la mejor forma de hacerlo es llegando directamente a los pobladores.

c) Elaboración del flujo de costos a precio de mercado:

El paso que corresponde a continuación, es el de analizar económicamente el presente proyecto alternativo. Para esto, ha sido necesario indagar, en primer lugar, acerca de los equipos que son necesarios para la implementación del mismo. Los criterios para la elección de los equipos y la cantidad de los mismos de los que se dispondrá se encuentran especificados en el Anexo 3. Por otro lado, las especificaciones de dichos equipos, así como sus respectivos costos a precio de mercado, se encuentran en el Anexo 4.

Como resultado de dicho análisis, se presenta en la siguiente tabla la estructura de costos en equipos en el que se incurriría:

TABLA5.3: COSTO DE EQUIPOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR PLC EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

Equipos	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Head End	4	4,074.2	16,296.8
Módem PLC	533	423.09	225,506.97
Gateway	15	4,074.2	61,113
Computadoras hogares	483	1,700	821,100
Computadoras Telecentros	20	1,700	34,000
Teléfono IP	2	172.37	344.74
Switch 12 puertos	2	908.01	1,816.02
Cable Ethernet cat5e	550 x 5 metros c/u	25.07	13,788.5
Infraestructura Telecentros	2	400	800
Infraestructura Base	1	400	400
SUBTOTAL EQUIPOS			1'175,166.03

Asimismo, se deben considerar los costos requeridos para la implementación del proyecto, que son los costos necesarios de asumir previo a la puesta en marcha del proyecto:

TABLA5.4: COSTO NECESARIOS DE ASUMIR PARA IMPLEMENTAR PLC EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

Gastos de instalación	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Estudio de campo	1	700	700
Instalación de equipos en centro de distribución	1	1,000	1,000
Instalación de repetidores	1	400	400
Capacitación	483	50	24,150
Instalación de equipos del hogar	483	200	96,600
Construcción Telecentros	2	800	1,600
Construcción base	1	800	800
SUBTOTAL INSTALACIÓN			125,250

Los últimos dos cuadros detallan los llamados costos de inversión, pertenecientes a la fase que tiene el mismo nombre. Adicionalmente, debe considerarse dos tipos de gastos: Gastos generales y gastos por imprevistos. En este caso se están considerando un valor de 6% y 1% del gasto total para cada uno de ellos respectivamente. La síntesis de los gastos de inversión se pueden observar en la siguiente tabla:

TABLA5.5: SÍNTESIS DE COSTOS DE INVERSIÓN PARA IMPLEMENTAR PLC EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

Concepto	Monto (S/.)
Equipos	1'175,166.03
Instalación	125,250
Subtotal	1'300,416.03
Gastos generales (6%)	78,024.9618
Gastos imprevistos (1%)	13,004.1603
Total inversión	1'391,445.152

Los costos de inversión antes señalados, son aquellos que serán asumidos en el año previo de la puesta en funcionamiento del proyecto (en el año cero). Sin embargo, también existen los costos que se deben asumir de forma periódica, cuando el proyecto está en marcha. Dichos costos son detallados en la siguiente tabla:

TABLA5.6: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL PROYECTO UTILIZANDO PLC EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

Gastos de Operación y mantenimiento	Cantidad	Precio Unitario (S/. por mes)	Costo Total (S/. por mes)
Concesión del servicio	1	450	450
Mantenimiento Telecentros	2	100	200
Mantenimiento de red	1	200	200
Mantenimiento centro de distribución	1	100	100
Publicidad del servicio	1	1,000	1,000
Supervisor	2	1,500	3,000
SUBTOTAL GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		4,950	

Tomando en consideración los gastos generales y por imprevistos mencionados anteriormente y sintetizando el gasto presentado en la tabla anterior en su correspondiente valor anual tenemos como resultado lo siguiente:

TABLA5.7: SÍNTESIS DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA IMPLEMENTAR PLC EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

Concepto	Monto mensual (S/.)	Monto anual (S/.)
Gastos de operación y mantenimiento	4,950	59,400
Gastos generales (6%)		3,564
Gastos imprevistos (1%)		594
Total operación y mantenimiento		63,558

Con los valores obtenidos en las tablas 5.5 y 5.7 podemos elaborar el flujo de costos final del presente proyecto alternativo, el cual es mostrado en la tabla 5.8:

TABLA5.8: FLUJO DE COSTOS A PRECIO DE MERCADO PARA EL PROYECTO CON PLC EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

	Gastos de inversión	Gastos de operación y mantenimiento	Flujo de costos
Año 0	1'391,445.15		1'391,445
Año 1		63,558	63,558
Año 2		63,558	63,558
Año 3		63,558	63,558
Año 4		63,558	63,558
Año 5		63,558	63,558
Año 6		63,558	63,558
Año 7		63,558	63,558
Año 8		63,558	63,558
Año 9		63,558	63,558

5.2.2. Utilizando la tecnología ADSL:

a) Análisis de la oferta y la demanda:

Como ya se ha observado en la sección 5.2.1., la oferta del servicio de Internet en el distrito de Santa Rosa de Quieves es casi nula, por lo que cualquier proyecto orientado a proveer Internet en dicho lugar debe partir casi desde cero, simplemente buscando los medios existentes que puedan favorecer a la implementación del mismo.

En el caso de la tecnología ADSL, al no contar con mayores referencias de su uso en el distrito de Canta, ni poder aprovechar en gran forma algún otro servicio existente para desplegar la información por este medio, debe plantearse un proyecto

que implique también desplegar la infraestructura necesaria para su funcionamiento, lo mismo que será un gasto adicional que se evitaba en el caso de la tecnología PLC.

En cuanto al nivel de penetración que debe buscar, cabe resaltar, que de contar con los medios económicos, se podría acceder al 100% de la población del distrito de Canta. Sin embargo, dadas las posibles trabas económicas que pueden presentarse para la implementación del proyecto con esta alternativa, se optará por definir como meta un porcentaje de penetración de 28.64%, aspirando que sea posible el acceso al servicio de más pobladores de la zona con la construcción de dos telecentros. Para poder seleccionar la tecnología ADSL como la tecnología más eficiente para conseguir el objetivo planteado, esta debe ser más rentable que la tecnología PLC para un nivel de penetración del servicio de Internet de al menos 28.64%, por lo cual se tomará como punto de partida en el análisis este valor.

b) Tareas definidas para el proyecto:

Al inicio de la sección 5.2 se definieron las tres fases que tendrá cada uno de los proyectos alternativos que estamos considerando, es decir, las fases de pre-inversión, inversión y post-inversión.

Cada una de estas fases, está constituida por un conjunto actividades, cuyo fin es aportar conjuntamente en el cumplimiento de los objetivos para los cuales está cada una de las fases mencionadas. A su vez, se debe contar con un cronograma donde se detalle la secuencia con la que dichas actividades se llevarán a cabo, estableciendo una duración específica para cada una de ellas.

En el caso del proyecto alternativo que busca proveer del servicio de Internet a zonas rurales por medio de la utilización de la tecnología ADSL como medio de acceso se considera el cronograma de actividades detallado en la tabla 5.9:

TABLA5.9: TAREAS DEFINIDAS PARA CADA UNA DE LAS FASES DEL PROYECTO CON ADSL EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

ACTIVIDADES	DURACIÓN
FASE I: PRE INVERSIÓN	3 Meses
Expediente Técnico	3 meses
FASE II: INVERSIÓN	1 Año
Etapa 1: Implementación del proyecto	12 meses
Obtención de licencias y autorizaciones por parte del organismo regulador y estatal, y contratación del personal necesario para los trabajos de instalación.	2 meses
Adquisición de los equipos necesarios .	3 meses
Instalación de equipos en la central local y despliegue de la infraestructura telefónica (Fase 1).	2 meses
Instalación de equipos necesarios en la red de distribución, así como para los usuarios finales y despliegue de la infraestructura telefónica (Fase 2).	5 meses
Etapa 2: Difusión de los servicios que brindará el proyecto	8 meses
Capacitación de los usuarios pertenecientes a la comunidad en la utilización del servicio.	8 meses
FASE III: POST INVERSIÓN	9 Años
Operación y mantenimiento de la red implementada	9 años

Como se puede observar, el proyecto cuenta con una fase de pre-inversión, la misma que dura tres meses, y consiste básicamente en la elaboración final del expediente técnico del proyecto, el cual consistirá de estudios más profundos acerca del mismo, y en especial, de la comunidad en donde va a ser implementado (es decir, el distrito de Santa Rosa de Quieves).

Luego continúa con la fase de inversión, con duración de un año, la misma que consta de dos etapas: La primera etapa consiste en la implementación del proyecto propiamente dicha, que implica obtener todas las autorizaciones necesarias para poner en marcha el proyecto, así como ir contratando el personal encargado de las diferentes tareas que este involucre, la adquisición de los equipos necesarios para las instalaciones, la instalación de los equipos ADSL en las centrales locales, así como en los hogares de los usuarios que deseen contar con el servicio (esta última actividad de la primera etapa de la fase de inversión se llevará a cabo los últimos cinco meses de dicha fase). La segunda etapa consiste en la difusión del proyecto, es decir, en la publicidad que se le haga al mismo dentro del distrito al cual se le va a ofrecer esta

nueva alternativa del servicio de Internet (es decir, al distrito de Santa Rosa de Quieves). En este caso, la etapa durará 8 meses, y consistirá básicamente en la capacitación de los usuarios en el beneficio que se puede obtener teniendo acceso al servicio de Internet. Cabe resaltar, que dichos beneficios pueden ser totalmente desconocidos para muchas personas en el sector rural, dado que en muchos lugares casi no llega el servicio de Internet. Asimismo, en zonas rurales, al no contar con muchos medios tecnológicos para difundir el proyecto, la mejor forma de hacerlo es llegando directamente a los pobladores.

c) Elaboración del flujo de costos a precio de mercado:

El paso que corresponde a continuación, es el de analizar económicamente el presente proyecto alternativo. Para esto, ha sido necesario indagar, en primer lugar, acerca de los equipos que son necesarios para la implementación del mismo. Los criterios para la elección de los equipos y la cantidad de los mismos de los que se dispondrá se encuentran especificados en el Anexo 3. Por otro lado, las especificaciones de dichos equipos, así como sus respectivos costos a precio de mercado, se encuentran en el Anexo 4.

Como resultado de dicho análisis, se presenta en la siguiente tabla la estructura de costos en equipos en el que se incurriría:

TABLA5.10: COSTO DE EQUIPOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO CON ADSL EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

Equipos	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Módem ADSL	533	249	132,717
Multiplexor DSLAM	6	7,700.469	46,202.814
Splitter	536	49	26,264
Conector RJ-45	850	15 por cada 50 RJ-45	255
Cable de cobre UTP cat 5e de 300m	25	185	4,625
Cable de cobre UTP cat 5e de 30m	400	30	12,000
Cable Ethernet cat5e de 5m	550	25.07	13,788.5
Switch 12 puertos	2	908.01	1,816.02
Switches 24 puertos	25	2,072.28	51,807
Teléfonos	400	56.412	22,564.8
Computadoras hogares	483	1,700	821,100
Computadoras Telecentros	20	1,700	34,000
Infraestructura de puntos de dispersión	18	400	7,200
Infraestructura Telecentros	2	400	800
SUBTOTAL EQUIPOS			1'175,140.134

Asimismo, se deben considerar los costos requeridos para la implementación del proyecto, que son los costos necesarios de asumir previo a la puesta en marcha del proyecto:

TABLA5.11: COSTO NECESARIOS DE ASUMIR PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO CON ADSL EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

Gastos de instalación	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Estudio de campo	1	700	700
Licencias	1	1,000	1,000
Adecuar central local existente al nuevo proyecto	1	2,500	2,500
Instalación de la red para usuarios sin línea telefónica.	1	5,000	5,000
Supervisor de obras	2	3,000	6,000
Construcción de puntos de dispersión	18	800	14,400
Contrucción Telecentros	2	800	1,600
Capacitación	483	50	24,150
Instalación infraestructura del hogar necesaria	483	100	48,300
Instalación de equipos del hogar	483	200	96,600
SUBTOTAL INSTALACIÓN		200,250	

Los últimos dos cuadros detallan los llamados costos de inversión, pertenecientes a la fase que tiene el mismo nombre. Adicionalmente, debe considerarse dos tipos de gastos: Gastos generales y gastos por imprevistos. En este caso se están considerando un valor de 6% y 1% del gasto total para cada uno de ellos respectivamente. La síntesis de los gastos de inversión se pueden observar en la siguiente tabla:

TABLA5.12: SÍNTESIS DE COSTOS DE INVERSIÓN PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO CON ADSL EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

Concepto	Monto (S/.)
Equipos	1'175,140.134
Instalación	200,250
Subtotal	1'375,390.134
Gastos generales (6%)	82,523.40804
Gastos imprevistos (1%)	13,753.90134
Total inversión	1'471,667.443

Los costos de inversión antes señalados, son aquellos que serán asumidos en el año previo de la puesta en funcionamiento del proyecto (en el año cero). Sin embargo, también existen los costos que se deben asumir de forma periódica, cuando el proyecto está en marcha. Dichos costos son detallados en la siguiente tabla:

TABLA5.13: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL PROYECTO UTILIZANDO ADSL EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

Gastos de Operación y mantenimiento	Cantidad	Precio Unitario (S/. por mes)	Costo Total (S/. por mes)
Concesión del servicio	1	450	450
Mantenimiento central local	1	300	300
Mantenimiento de la red	1	600	600
Publicidad	1	2,000	2,000
Supervisor	2	1,500	3,000
SUBTOTAL GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		6,350	

Tomando en consideración los gastos generales y por imprevistos mencionados anteriormente y sintetizando el gasto presentado en la tabla anterior en

su correspondiente valor anual tenemos como resultado lo siguiente:

TABLA5.14: SÍNTESIS DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO CON ADSL EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

Concepto	Monto mensual (S/.)	Monto anual (S/.)
Gastos de operación y mantenimiento	6,350	76,200
Gastos generales (6%)	4,572	
Gastos imprevistos (1%)	762	
Total operación y mantenimiento	81,534	

Con los valores obtenidos en las tablas 5.12 y 5.14 podemos elaborar el flujo de costos final del presente proyecto alternativo, el cual es mostrado en la tabla 5.15:

TABLA5.15: FLUJO DE COSTOS A PRECIO DE MERCADO PARA EL PROYECTO CON ADSL EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

	Gastos de inversión	Gastos de operación y mantenimiento	Flujo de costos
Año 0	1'471,667.44		1'471,667
Año 1		81,534	81,534
Año 2		81,534	81,534
Año 3		81,534	81,534
Año 4		81,534	81,534
Año 5		81,534	81,534
Año 6		81,534	81,534
Año 7		81,534	81,534
Año 8		81,534	81,534
Año 9		81,534	81,534

5.3. Evaluación de alternativas:

5.3.1. Utilizando la tecnología PLC:

a) Flujo de ingresos:

En el caso del proyecto de brindar acceso a Internet de banda ancha en el sector rural, se ha considerado valores similares de ingresos para ambas alternativas de solución, al igual como se hizo en el caso urbano. En el caso del proyecto alternativo con tecnología PLC (al igual como se verá en el segundo proyecto alternativo, con la tecnología ADSL) se están considerando diversos aportes como subsidios, que pueden ser brindados por el FITEC, así como otras organizaciones interesadas en apoyar proyectos que busquen generar un impacto positivo en el sector rural. Por otro lado, se considera tener un capital inicial fijo para invertir, basado en la dificultad que implica acceder a una zona rural para brindarle un servicio de Telecomunicaciones. Otro ingreso considerado es el del pago de la renta por los servicios brindados a los usuarios. Para esto se está considerando una tarifa mensual de S/.50, considerando que los usuarios potenciales no cuentan con muchos recursos económicos para solventar una tarifa convencional. Dentro de los ingresos por renta, se está considerando una cantidad inicial de usuarios, propios del presente proyecto, de 100, los mismos que se irán incrementando en un 20% anual. La síntesis de la situación explicada en el presente párrafo se encuentra en la tabla 5.16:

TABLA 5.16: FLUJO DE INGRESOS PARA EL PROYECTO TANTO CON PLC COMO CON ADSL EN SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

	Subsidios	Capital Inicial para invertir	Ingreso por servicios brindados a hogares	Ingresos por servicios brindados en Telecentros	Flujo de Ingresos
Año 0	700,000	200,000			900,000
Año 1			60,000.000	75,920.000	135,920
Año 2			72,000.000	75,920.000	147,920
Año 3			86,400.000	75,920.000	162,320
Año 4			103,680.000	75,920.000	179,600
Año 5			124,416.000	75,920.000	200,336
Año 6			149,299.200	75,920.000	225,219.2
Año 7			179,159.040	75,920.000	255,079.04
Año 8			214,990.848	75,920.000	290,910.85
Año 9			257,989.018	75,920.000	333,909.02

b) Flujo total y obtención de indicadores de rentabilidad:

En base a las tablas 5.8 y 5.16, es posible elaborar el flujo total del presente proyecto. Dicho flujo, sin embargo, no cuenta con valores reales a partir del año 1, dado que conforme pasan los años el dinero con el que se cuenta actualmente vale menos. Es por tal motivo que el flujo total obtenido, tanto en su componente de ingresos, como en su componente de egresos debe ser actualizado (obteniéndose el flujo de ingresos y egresos actualizado). Asimismo, debe obtenerse el flujo actualizado acumulado, el cual será de utilidad para conocer el periodo luego del cual el proyecto comenzará a dar utilidades. Todo el proceso descrito se encuentra detallado en la tabla 5.17, donde se encuentran los resultados de dicho proceso:

TABLA5.17: FLUJO TOTAL PARA EL PROYECTO CON PLC EN SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

	Flujo de Ingresos	Flujo de costos	Flujo Total	Ingreso Actualizado	Costo Actualizado	Flujo Actualizado	Flujo Acumulado
Año 0	900000	1391445.152	-491445.15	900000	1391445.15	-491445.152	-491445.15
Año 1	135920	63558	72362.00	121357.1429	56748.2143	64608.9286	-426836.22
Año 2	147920	63558	84362.00	117920.9184	50668.0485	67252.8699	-359583.35
Año 3	162320	63558	98762.00	115536.1698	45239.329	70296.8408	-289286.51
Año 4	179600	63558	116042.00	114139.0469	40392.258	73746.7889	-215539.72
Año 5	200336	63558	136778.00	113676.0266	36064.5161	77611.5105	-137928.21
Año 6	225219.2	63558	161661.20	114103.0558	32200.4608	81902.595	-56025.618
Año 7	255079	63558	191521.04	115384.8036	28750.4114	86634.3922	30608.774
Año 8	290910.8	63558	227352.85	117494.0123	25670.0102	91824.0021	122432.78
Año 9	333909	63558	270351.02	120410.9392	22919.652	97491.2872	219924.06
			Total	1950022.115	1730098.05		

En base a la información contenida en la tabla 5.17, se pueden calcular los diferentes indicadores de rentabilidad, los mismos que nos permitirán obtener una conclusión acerca de la factibilidad del presente proyecto, y a su vez, compararlo con otro proyecto alternativo. Los indicadores calculados en este caso son los siguientes: Valor actual neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), periodo de recuperación y relación beneficio-costos. Para la obtención de dichos valores, así como para la actualización de los flujos, se está considerando una tasa de descuento de 12%.

Para el presente proyecto, los indicadores obtenidos son los siguientes:

TABLA5.18: INDICADORES DE RENTABILIDAD PARA EL PROYECTO CON PLC EN SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

VAN	S/. 219,924.06
TIR	20%
Periodo de recuperación	7 años
Relación Beneficio - Costo	1.127116531

d) Conclusiones acerca la factibilidad del proyecto:

Analizando los valores mostrados en la tabla 5.18 podemos obtener las siguientes conclusiones:

- El VAN es mayor que cero, lo cual quiere decir que la inversión para este proyecto rinde la tasa mínima deseada (la de 12%) y a su vez proporciona ganancias adicionales. **Cabe resaltar, que la inversión mínima requerida (entre subsidios e inversiones personales) para que el VAN será positivo es de S/. 680,075.94.**
- El TIR es mayor a la tasa de descuento (12%). El proyecto podría soportar hasta una tasa de 20%, lo que hace recomendable realizar la inversión bajo estas condiciones.
- El periodo de recuperación es de 7 años, lo cual significa que a partir del octavo año el proyecto habrá recuperado toda su inversión y comenzará a dar ganancias que pueden ser destinadas como monto de inversión para futuros proyectos que beneficien a muchas otras localidades que cuentan con el problema de acceso a servicios de Telecomunicaciones.
- La relación beneficio-costos es mayor que uno, lo cual quiere decir que es mayor el flujo de beneficios actuales en relación al flujo de costos actuales.
- Dados los valores de cada uno de los indicadores, podemos concluir que la realización de un proyecto en zonas rurales con tecnología PLC es factible.

5.3.2. Utilizando la tecnología ADSL:

a) Flujo de ingresos:

El flujo de ingresos para el proyecto alternativo utilizando la tecnología ADSL es el mismo que el considerado para el proyecto alternativo con la tecnología PLC, detallado en la tabla 5.16, dado que las condiciones de ingresos son similares, además que permitiría un mejor análisis comparativo acerca el beneficio de utilizar una alternativa por encima de otra.

b) Flujo total y obtención de indicadores de rentabilidad:

En base a las tablas 5.15 y 5.16, es posible elaborar el flujo total del presente proyecto. Dicho flujo, sin embargo, no cuenta con valores reales a partir del año 1, dado que conforme pasan los años el dinero con el que se cuenta actualmente vale

menos. Es por tal motivo que el flujo total obtenido, tanto en su componente de ingresos, como en su componente de egresos debe ser actualizado (obteniéndose el flujo de ingresos y egresos actualizado). Asimismo, debe obtenerse el flujo actualizado acumulado, el cual será de utilidad para conocer el periodo luego del cual el proyecto comenzará a dar utilidades. Todo el proceso descrito se encuentra detallado en la tabla 5.19, donde se encuentran los resultados de dicho proceso:

TABLA 5.19: FLUJO TOTAL PARA EL PROYECTO CON ADSL EN SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

	Flujo de Ingresos	Flujo de costos	Flujo Total	Ingreso Actualizado	Costo Actualizado	Flujo Actualizado	Flujo Acumulado
Año 0	900000	1471667	-571667	900000	1471667.443	-571667.4434	-571667.4434
Año 1	135920	81534	54386	121357.1429	72798.21429	48558.92857	-523108.5148
Año 2	147920	81534	66386	117920.9184	64998.40561	52922.51276	-470186.0021
Año 3	162320	81534	80786	115536.1698	58034.29073	57501.8791	-412684.123
Año 4	179600	81534	98066	114139.0469	51816.331	62322.71588	-350361.4071
Año 5	200336	81534	118802	113676.0266	46264.58125	67411.44531	-282949.9618
Año 6	225219.2	81534	143685	114103.0558	41307.66183	72795.39397	-210154.5678
Año 7	255079.04	81534	173545	115384.8036	36881.84092	78502.96267	-131651.6051
Año 8	290910.85	81534	209377	117494.0123	32930.21511	84563.79723	-47087.80789
Año 9	333909.02	81534	252375	120410.9392	29401.97778	91008.9614	43921.15351
			Total	1950022.115	1906100.962		

En base a la información contenida en la tabla 5.19, se pueden calcular los diferentes indicadores de rentabilidad, los mismos que nos permitirán obtener una conclusión acerca de la factibilidad del presente proyecto, y a su vez, compararlo con otro proyecto alternativo. Los indicadores calculados en este caso son los siguientes: Valor actual neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), periodo de recuperación y relación beneficio-costos. Para la obtención de dichos valores, así como para la actualización de los flujos, se está considerando una tasa de descuento de 12%.

Para el presente proyecto, los indicadores obtenidos son los siguientes:

TABLA 5.20: INDICADORES DE RENTABILIDAD PARA EL PROYECTO CON ADSL EN SANTA ROSA DE QUIEVES. [37]

VAN	S/. 43,921.15
TIR	13.526%
Periodo de recuperación	9 años
Relación Beneficio - Costo	1.023042407

c) Conclusiones acerca la factibilidad del proyecto:

Analizando los valores mostrados en la tabla 5.20 podemos obtener las siguientes conclusiones:

- El VAN es positivo, lo cual quiere decir que la inversión para este proyecto rinde la tasa mínima deseada (la de 12%) y a su vez proporciona ganancias adicionales. **Cabe resaltar, que la inversión mínima requerida (entre subsidios e inversiones personales) para que el VAN será positivo es de S/. 856,078.85.**
- El TIR es mayor a la tasa de descuento (12%). El proyecto podría soportar hasta una tasa de 13.526%, lo que hace recomendable realizar la inversión bajo estas condiciones.
- El periodo de recuperación es de 9 años, lo cual significa que a partir del octavo año el proyecto habrá recuperado toda su inversión y comenzará a dar ganancias que pueden ser destinadas como monto de inversión para futuros proyectos que beneficien a muchas otras localidades que cuentan con el problema de acceso a servicios de Telecomunicaciones.
- La relación beneficio-costos es mayor que uno, lo cual quiere decir que es mayor el flujo de beneficios actuales en relación al flujo de costos actuales.
- Dados los valores de cada uno de los indicadores, podemos concluir que la realización de un proyecto en zonas rurales con tecnología ADSL es factible bajo las condiciones dadas.

5.3.3. Comparación de resultados y conclusiones:

En la tabla 5.21 se puede observar una síntesis de los valores de los

indicadores rentabilidad mostrados en las tablas 5.18 y 5.20, donde se pueden comparar y facilitarnos el tomar una decisión acerca de cual de los dos proyectos alternativos es más recomendable implementar:

TABLA5.21: COMPARACIÓN DE INDICADORES DE RENTABILIDAD DE AMBOS PROYECTOS ALTERNATIVOS EN ZONAS RURALES. [37]

	ADSL	PLC
VAN	S/. 43,921.15	S/. 219,924.06
TIR	13.526%	20.42%
Periodo de recuperación	9 años	7 años
Relación Beneficio - Costo	1.023042407	1.127116531

Por lo observado en la tabla 5.21, implementar la tecnología PLC es más rentable que utilizar la tecnología ADSL en zonas rurales. Caso contrario a lo que sucede en las zonas urbanas, las zonas rurales no cuentan con una infraestructura telefónica desplegada, por lo que implementar ADSL en zonas rurales implica gastar lo que corresponde a la instalación de la red telefónica. Asimismo, las zonas rurales cuentan con un porcentaje de penetración del servicio de electricidad considerablemente mayor al del servicio de telefonía, lo cual significa una gran ventaja para la tecnología PLC sobre la tecnología ADSL lo mismo que se ve reflejado en los resultados mostrados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) La resolución de los problemas de acceso a servicios de Telecomunicaciones, tanto a nivel mundial como nacional, significará un gran impulso a favor de la lucha contra la pobreza. Por tal motivo, cualquier gobierno en el mundo, especialmente en los países en desarrollo, debe tomar esto como una de sus principales prioridades.
- 2) Conforme hablemos de servicios más avanzados, encontraremos una brecha más grande entre países desarrollados y en desarrollo, así como entre zonas urbanas y zonas alejadas o rurales. Un claro ejemplo de esto es la gran brecha en el acceso al servicio de Internet que existe entre zonas urbanas y rurales en el Perú, vista en detalle en el capítulo 3 del presente trabajo.
- 3) En el sector urbano no es conveniente realizar grandes inversiones en implementar una nueva tecnología de Telecomunicaciones, a menos que dicha tecnología signifique una mejora notoria a las alternativas vigentes. Esto se observa claramente en el capítulo 4, donde se concluyó que resulta más factible la expansión de la red de Internet en el distrito de Jesús María utilizando la tecnología de banda ancha vigente, ADSL, a diferencia de utilizar la tecnología PLC, una tecnología emergente cuyos beneficios no son mayormente conocidos, y a la vez, no son muy diferentes a los que brinda la tecnología ADSL.
- 4) La tecnología PLC a pesar de ser una tecnología que implica fuertes gastos en equipamiento, es una tecnología cuyos costos de instalación, de operación y mantenimiento está muy por debajo de otras opciones utilizadas actualmente como alternativas de solución al problema de acceso a Internet de banda ancha en zonas rurales. Esto se debe al aprovechamiento de la penetración del servicio de electricidad existente y su enorme diferencia con la penetración del servicio de Internet, lo cual permite a la tecnología PLC aprovechar en gran medida esta brecha, dado que en la misma se puede aprovechar la infraestructura eléctrica ya desplegada.
- 5) Una inversión no muy grande (de al menos S/. 680,075.94, según lo obtenido en el capítulo 5) entre subsidios e inversiones personales, será suficiente para

poder implementar un red de banda ancha con PLC en un distrito de las mismas condiciones que Santa Rosa de Quieves.

- 6) Para implementar el proyecto con PLC en Santa Rosa de Quieves, se sugiere formar un equipo multidisciplinario en el cual participen personas especialistas en las siguientes áreas: Economía, Derecho, Comunicación para el desarrollo, Psicología Social e Ingeniería de las Telecomunicaciones. Dicho grupo de trabajo deberá realizar las tareas especificadas en la tabla 5.2 del presente trabajo.



ANEXOS

A1) ANEXO 1: PROPUESTA DE REGLAMENTO PLC EN BRASIL. [2]

El anexo 1 consiste en una propuesta de reglamento para el uso de la tecnología PLC en Brasil presentada por la empresa operadora Anatel, la misma que ha sido sometida a consulta pública y se encuentra en evaluación.

Entre los puntos más resaltantes de dicha propuesta, puedo citar el establecimiento de una banda de frecuencias fija a la cual puede operar la tecnología PLC para la transmisión de datos de banda ancha. Asimismo, define límites de radiación de los cuales los sistemas de media y baja tensión no pueden exceder a determinadas frecuencias. Por último, define rangos de frecuencias, dentro de la banda ya definida para la tecnología PLC, las cuales están excluidas de dicha banda, dado que son utilizadas por radioaficionados, estaciones costeras, o las mismas fuerzas armadas.

Dicho proyecto puede ser tomado como referencia para definir pronto una reglamentación definitiva para la tecnología PLC.

A2) ANEXO 2: SÍNTESIS DE LOCALIDADES SIN INTERNET A NIVEL NACIONAL. [12]

Muestra una síntesis del porcentaje de penetración del servicio de Internet de banda ancha en todas las provincias a nivel nacional. Dicho porcentaje de penetración de obtuvo relacionando el número de distritos de la provincia que cuentan con dicho servicio con el número de distritos totales de la misma.

A3) ANEXO 3: EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA LOS PROYECTOS ALTERNATIVOS.

En este anexo se detalla la forma cómo se eligieron los equipos a considerarse para cada uno de los cuatro proyectos alternativos analizados en el presente trabajo, así como la cantidad de los mismos que han sido considerados.

A4) ANEXO 4: ESPECIFICACIONES Y PRECIOS DE LOS EQUIPOS ELEGIDOS.

En este anexo se detallan las especificaciones de los equipos elegidos, así como sus respectivos precios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALCOCER, Carlos (2008). Curso Comunicaciones Móviles y Satelitales - VSAT parte 1. Perú.
- [2] ANATEL (2008). Consulta pública No 38. Brasil.
<http://sistemas.anatel.gov.br/SACP/Contribuicoes/TextoConsulta.asp?CodProcesso=C1199&Tipo=1&Opcao=andamento>
Último acceso: 15 de Noviembre del 2008.
- [3] ANDÍA VALENCIA, Walter (2007). Proyectos de inversión - Guía para su formulación y evaluación estratégica. Segunda Edición. Perú, El Saber Librería Editorial.
- [4] BANCO MUNDIAL (2003). Servicios de Telecomunicación e información para los pobres - Una estrategia de acceso universal. Estados Unidos.
- [5] BIGELOW STEPHEN, J. (2002). Localización de averías, reparación, mantenimiento y optimización de Redes. España, McGraw-Hill.
- [6] CENELEC (2007).
<http://www.cenelec.org/Cenelec/Code/Frameset.aspx>
Último acceso: 11 de Enero del 2008.
- [7] CIBERALL (2008). Ciberall Internet Satelital.
<http://www.ciberall.net/cube/index.php?act=viewProd&productId=154>.
Último acceso: 5 de Enero del 2009.
- [8] DE REMATE.COM (2008). Router Inalámbrico para Internet TP Link ofertasa.
http://articulo.deremate.com.pe/MPE-5951068-router-inalambrico-para-internet-tp-link-ofertasa-_JM.
Último acceso: 5 de Enero del 2009.
- [9] DRAYTEK (2008). Comprar DRAYTEK Vigor Access IP DSLAM Master en Tienda Draytek OnLine.
<http://www.draytekonline.com/cgi-bin/draytekonline/index.pl?seccion=producto&pid=62>.
Último acceso: 4 de Enero del 2009.
- [10] ENERSEARCH. Powerline Communications.
<http://www.enersearch.com/knowledgebase/publications/theses/pow-line.html>
Último acceso: 14 de Enero del 2008.
- [11] ESPINOZA CHÁVEZ, Raul (2008). PLC Power Line Communication - Conatel 2008. Perú.
- [12] FONDO DE INVERSIÓN PARA LAS TELECOMUNICACIONES (FITEL)
<http://www.fitel.gob.pe/contenido.php?ID=9>
Último acceso: 15 de Septiembre del 2008.
- [13] FOROUZAN, Behrouz A. (2006). Transmisión de datos y redes de comunicaciones. Cuarta Edición. España, McGraw-Hill.

- [14] HRASNICA, Halid. HAIDINE, Abdelfatteh. LEHNERT, Ralf (2004). Broadband Powerline Communication - Network Design. Inglaterra. John Wiley & Sons.
- [15] HUIDOBRO, José Manuel (2003). Tecnologías Avanzadas de Telecomunicaciones. España, Thomson Editores Spain. Págs. 233 a 248.
- [16] HUIDOBRO MOYA, José Manuel. MILLÁN TEJEDOR, Ramón. ROLDÁN MARTÍNEZ, David (2006). Tecnologías de Telecomunicaciones. México, Alfaomega.
- [17] INEI (2008). Sistema de Consulta de Datos - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. Perú.
- [18] INFORDATA (2008). Computadora Vastec VoIP.
<http://www.infordata.com.pe/producto.php?idp=1100001016>.
Último acceso: 4 de Enero del 2009.
- [19] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. Perfil Sociodemográfico del Perú. Censo Nacional 2007.
- [20] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (2001). Approval of ITU-T Recommendations I.113, I.351, I.431, G.803, G.962 (Clause 7) I.371.1, I.432.5.
<http://www.itu.int/itudoc/itu-t/com13/circ/055.html>
Último acceso: 18 de Septiembre del 2008.
- [21] INTERNET Y TELEFONÍA SATELITAL (2007). Internet Satelital.
<http://www.internetytelefoniasat.com/index.htm>.
Último acceso: 1 de Enero del 2009.
- [22] MARKETWIRE (2008). HD-PLC Alliance to Showcase Power Line Communication World for More Than 30 Companies at 2008 International CES.
<http://www.marketwire.com/mw/release.do?id=805347>
Último acceso: 14 de Enero del 2008.
- [23] MERCADO LIBRE (2008). Mercado Libre: Tarjeta de red inalámbrica D-Link.
http://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-5973706-tarjeta-de-red-inalambrica-d-link-dwa-520-108mbps-5500--_JM.
Último acceso: 6 de Enero del 2009.
- [24] MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (2003). Guía General de Identificación, Formulación y Evaluación social de Proyectos de Inversión Pública a nivel de Perfil. Perú.
- [25] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Dirección General de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas.
<http://dger.minem.gob.pe/index.php?pagid=cont&id=137>
Último acceso: 10 de Septiembre del 2008.
- [26] MOTOROLA (2009). Motorola USA.
http://www.motorola.com/business/US-EN/Powerline+MU+Modem_US-EN.do?vgnextoid=c6939ffbede46110VgnVCM1000008406b00aRCRD.
http://www.motorola.com/business/US-EN/Powerline+MU+Gateway_US-EN.do?vgnextoid=b8439ffbede46110VgnVCM1000008406b00aRCRD.

Último acceso: 4 de Enero del 2009.

[27] OSIPTEL (2008). Tarifas establecidas - OSIPTEL (consulta). Perú.
<http://sistemas.osiptel.gob.pe/Tarifas/WebPublico/frmConEstIntView.aspx?fam=00&ser=01&codtar=111&Emp=214>.

Último acceso: 2 de Enero del 2009.

[28] PERÚ TOP TOURS

<http://www.perutoptours.com/index.html>

Último acceso: 28 de Septiembre del 2008.

[29] POWERLINECOMMUNICATIONS.NET (2007). Powerline Communications Glossary

<http://www.powerlinecommunications.net/powerlineglossary.htm>

Último acceso; 10 de Enero del 2008.

[30] PRECIOMANÍA.COM (2008). Ziotek Computadoras - Cat 5e Flat Cable.

http://www.preciomania.com/search_getprod.php/masterid=94810693/search=ethernet%20cat5e%20cable/st=product/sv=title.

http://www.preciomania.com/search_getprod.php/masterid=336149/search=ethernet%20cat5e%20cable/st=product/sv=title.

Último acceso: 5 de Enero del 2009.

[31] TECNOCOM (2008).

<http://www.tecnocom.biz/docs/plctecnocom.pdf>

Último acceso: 12 de Enero del 2008.

[32] TELEFONICA DEL PERÚ (2008). Venta Equipos ADSL.

http://www.speedy.com.pe/hogar_tarcom_ve.shtml.

Último acceso: 4 de Enero del 2009.

[33] TRASHORRAS MONTECELOS, Jesús (2005). Desarrollo de instalaciones electrotécnicas en los edificios.

<http://books.google.com/books?id=6OMfiFxde6kC&printsec=frontcover&hl=es>

Último acceso: 10 de Enero del 2008.

[34] UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO. GARCIA, José Alberto (2008). Macroeconomía.

www.uct.edu.pe/Docente/Modulo1/Macroeconomia.pdf

Último acceso: 10 de Abril del 2009.

[35] UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN, Ciencias Sociales y Turismo (2008). Provincia de Canta. Huacho-Perú.

<http://www.scribd.com/doc/3007270/provinciacanta>.

Último acceso: 2 de Enero del 2009.

[36] WEBAPP (2007).

http://webapp.etsi.org/exchangefolder/ts_101867v010101p.pdf

http://webapp.etsi.org/exchangefolder/tr_102049v010101p.pdf

Último acceso: 12 de Enero del 2008.

[37] Fuente propia