

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**SOLUCIÓN PARA ACCESO A INTERNET DE BANDA  
ANCHA PARA LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO –  
REGIÓN CAJAMARCA**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADA POR**

**Bach. SÁENZ PICHILINGUE, MARTÍN  
Bach. NAVARRO ASENCIOS, FRANKLIN NELSON**

**Asesor: Ing. RODRÍGUEZ ALCÁZAR, JOSÉ LUIS**

**LIMA-PERÚ  
2022**

## DEDICATORIA

A mi madre, que junto a mis otros 2 ángeles, desde el cielo me dan esa seguridad para continuar por el camino de conseguir mis objetivos sin claudicar. A mi familia por haber sido el soporte perfecto para nunca decaer y siempre mantenerme firme en cada etapa de mi carrera y por el apoyo en los momentos más difíciles, y a mis amigos y compañeros quienes me brindaron consejos, apoyo y conocimientos a lo largo de mi vida universitaria.

Martín Sáenz Pichilingue

Este trabajo va dedicado a la persona que siempre me alentó a seguir adelante y nunca rendirme en los momentos difíciles: mi Madre. También a mi familia por el apoyo incondicional y por creer en mí siempre.

Franklin Navarro Asencios

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero agradecimiento, en primer lugar, a nuestras familias porque gracias a ellas hemos podido lograr satisfactoriamente una meta más en nuestras vidas.

A nuestros asesores, Ing. José Luis Rodríguez Alcázar, Mg. Pedro José Díaz Bustos, Dr. Wilson William Torres Díaz e Ing. Jorge Menacho Ramos; quienes nos asesoraron con consejos llenos de experiencia y sabiduría.

A nuestros docentes, por promover en nosotros la responsabilidad académica y el interés por la investigación en el campo de la tecnología.

Y finalmente, a nuestra alma mater, por habernos brindado los conocimientos de esta maravillosa carrera y a todas las personas que de alguna manera nos brindaron apoyo en el desarrollo de nuestra formación académica universitaria.

## INDICE GENERAL

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XIV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
1.1. Marco Situacional .....	3
1.2. Planteamiento del Problema .....	4
1.2.1. Descripción del Problema.....	4
1.2.2. Formulación del Problema.....	4
1.2.2.1. Problema General .....	4
1.2.2.2. Problemas Específicos .....	5
1.3. Objetivos .....	5
1.3.1. Objetivo General .....	5
1.3.2. Objetivos Específicos: .....	5
1.4. Justificación .....	5
1.5. Delimitación.....	6
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>9</b>
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	9
2.1.1. Antecedente Nacional.....	9
2.1.2. Antecedente Internacional .....	10
2.2. Selección de Variables .....	11
2.2.1. Variable Independiente.....	11
2.2.2. Variables Dependientes .....	11
2.2.3. Operacionalización de las Variables.....	12
2.3. Bases Teóricas.....	13
2.3.1. Banda Ancha .....	13
2.3.2. Tecnologías de Transporte.....	16
2.3.3. Tecnologías de Acceso .....	17
2.3.4. Radioenlace .....	21
2.3.4.1. Configuraciones de Radioenlace.....	21
2.3.4.1.1. Enlace Punto a Punto (PTP).....	21
2.3.4.1.2. Enlace Punto a Multipunto (PMTP).....	22
2.3.4.2. Tipos de Radioenlace.....	22

2.3.4.2.1. Línea de Vista (LoS) .....	22
2.3.4.2.2. No Línea de Vista (NLoS) .....	23
2.3.5. Modos de Transmisión .....	23
2.3.5.1. Dúplex por División de Frecuencia (FDD) .....	23
2.3.5.2. Dúplex por División de Tiempo (TDD).....	24
2.3.6. Técnicas de Acceso .....	25
2.3.6.1. Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA).....	25
2.3.6.2. Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal (OFDMA) .....	26
2.3.7. Técnicas de Modulación.....	27
2.3.7.1. Modulación por Desplazamiento de Fase (M-PSK).....	27
2.3.7.2. Modulación en Amplitud/Fase (M-QAM).....	28
2.3.8. Banda Ancha en Entornos Rurales .....	29
2.3.8.1. Contexto Rural.....	29
2.3.8.2. Importancia del Desarrollo de Accesos en Banda Ancha para Zonas Rurales .....	30
<b>CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEMOGRÁFICO, SOCIOECONÓMICO Y DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES PARA LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO .....</b>	<b>33</b>
3.1. Aspectos Generales .....	33
3.1.1. Situación Económica .....	33
3.1.2. Situación Comercial .....	33
3.1.3. Entidades Involucradas.....	34
3.2. Diagnóstico de la Situación Actual .....	36
3.2.1. Características de la Zona Afectada y Estimación de su Población .....	37
3.2.2. Servicios Prioritarios de Telecomunicaciones .....	41
3.2.3. Acceso a las Tecnologías de Información y Comunicación.....	41
3.3. Requerimientos Técnicos Planteados por FIDEL .....	42
3.3.1. Acceso a Servicios de Telecomunicaciones.....	43
<b>CAPÍTULO IV: PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE SERVICIOS PRIORITARIOS DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA BANDA ANCHA RESPECTIVA EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO .....</b>	<b>44</b>
4.1. Estado Actual de los Servicios de Telecomunicaciones .....	44
4.2. Situación Actual de los Servicios Prioritarios .....	47
4.2.1 Verificación del Uso de los Servicios de Telecomunicaciones Existentes.....	50
4.2.2 Medición del Nivel de Calificación de los Servicios de Telecomunicaciones Existentes .....	55

4.2.3 Planteamiento de los Principales Problemas en los Servicios de Telecomunicaciones Existentes .....	57
4.2.4 Planteamientos de las Posibles Soluciones en los Servicios de Telecomunicaciones Existentes .....	61
4.3. Proyección a una Alta Demanda de Usuarios.....	66
4.3.1 Aspectos Requeridos para el Desarrollo del Proyecto .....	66
<b>CAPÍTULO V: ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE INGENIERÍA PROPUESTO PARA LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO .....</b>	<b>67</b>
5.1. Dimensionamiento .....	67
5.1.1 Determinación del ancho de banda requerido .....	67
5.1.2 Determinación de Nodos Principales .....	70
5.1.3 Proyección de los Enlaces entre los Nodos Principales .....	72
5.2. Equipamiento .....	79
5.2.1 Selección de la Tecnología .....	79
5.2.2 Selección del Proveedor .....	80
5.2.3 Equipos de Transporte .....	81
5.2.4 Equipos de Acceso .....	83
5.2.5 Interconexión de Equipos .....	86
<b>CAPÍTULO VI: ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO.....</b>	<b>89</b>
6.1. Costos de inversión (CAPEX).....	89
6.2. Costos de Operación y Mantenimiento (OPEX).....	92
6.3. Flujo de Caja .....	93
6.4. Análisis de Sensibilidad .....	96
6.5. Estructura de Financiamiento .....	96
6.5.1 Gobierno Regional .....	96
6.5.2 FITEL.....	97
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>98</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>99</b>
<b>Lista de Referencias.....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO III .....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO IV.....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO V .....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXO VI.....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO VII.....</b>	<b>137</b>

**ANEXO VIII ..... 138**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Geográfica de San Ignacio .....	6
Figura 2: Ubicación de San Ignacio con sus límites y sus distritos .....	8
Figura 3: El Círculo Virtuoso del Sistema de Banda Ancha .....	15
Figura 4: Clasificación de Tecnologías Inalámbricas .....	17
Figura 5: Arquitectura General de una Red WiMAX .....	19
Figura 6: Esquema de un Radioenlace .....	21
Figura 7: Esquema de un Enlace Punto a Punto (PTP) .....	22
Figura 8: Esquema de un Enlace Punto Multipunto (PMTP) .....	22
Figura 9: Esquema LOS y NLOS .....	23
Figura 10: Diagrama FDD .....	24
Figura 11: Diagrama TDD .....	25
Figura 12: Espectro TDMA .....	26
Figura 13: Espectro OFDMA .....	27
Figura 14: Diagrama Vectorial de M-PSK.....	28
Figura 15: Diagrama 64 QAM .....	28
Figura 16: Situación de Pobreza en Cajamarca.....	38
Figura 17: Cobertura móvil de Claro en San Ignacio .....	45
Figura 18: Cobertura móvil de Movistar en San Ignacio .....	45
Figura 19: Cobertura móvil de Entel en San Ignacio .....	46
Figura 20: Cobertura móvil de Bitel en San Ignacio.....	46
Figura 21: Distribución de la Población según su Edad .....	48
<i>Figura 22: Distribución de la Población según su Género .....</i>	<i>48</i>
Figura 23: Distribución de la Población según su Edad y sus Actividades Realizadas.....	50
Figura 24: Distribución de la Población según su Uso de Internet .....	51
Figura 25: Distribución de la Población según su Edad y el Lugar más Frecuente del Uso de Internet .....	52
Figura 26: Distribución de la Población según Uso de Telefonía Móvil .....	52
Figura 27: Distribución de la Población según Operador de Telefonía Móvil ..	53
Figura 28: Distribución de la Población según su Plan de Servicio Móvil .....	54
Figura 29: Distribución de la Población según la Plataforma de su Equipo Móvil.....	54
Figura 30: Distribución de la Población según Calificación del Servicio de Internet .....	55

Figura 31: Distribución de la Población según Edad y Calificación del Servicio de Internet .....	56
Figura 32: Distribución de la Población según Calificación del Servicio del Operador Móvil.....	57
Figura 33: Distribución de la Población según Edad y Calificación del Servicio del Operador Móvil .....	57
Figura 34: Distribución de la Población según Edad y Deficiencias en el Servicio de Internet .....	58
Figura 35: Distribución de la Población según Deficiencias en el Servicio de Internet .....	59
Figura 36: Distribución de la Población según Edad y Deficiencias en el Servicio de Telefonía Móvil .....	60
Figura 37: Distribución de la Población según Deficiencias en el Servicio de Telefonía Móvil .....	60
Figura 38: Distribución de la Población según Edad y Mejoras Propuestas para el Servicio de Internet .....	62
Figura 39: Distribución de la Población según Mejoras Propuestas en el Servicio de Internet .....	62
Figura 40: Distribución de la Población según Edad y Mejoras Propuestas para el Servicio de Telefonía .....	65
Figura 41: Distribución de la Población según Mejoras Propuestas en el Servicio de Telefonía Móvil .....	65
Figura 42: Ubicación de los Distritos de la Provincia de San Ignacio .....	71
Figura 43: Ubicación de los Nodos Principales .....	72
Figura 44: Enlace entre Torre A y Torre B .....	73
Figura 45: Enlace entre Torre B y Torre C .....	74
Figura 46: Enlace entre Torre C y Torre D .....	74
Figura 47: Enlace entre Torre D y Torre La Coipa.....	75
Figura 48: Enlace entre Torre La Coipa y Torre Chirinos .....	75
Figura 49: Enlace entre Torre Chirinos y Torre Huarango .....	76
Figura 50: Enlace entre Torre Chirinos y Torre E .....	76
Figura 51: Enlace entre Torre E y Torre San Ignacio .....	77
Figura 52: Enlace entre Torre San Ignacio y Torre San José de Lourdes .....	77
Figura 53: Enlace entre Torre San Ignacio y Torre F .....	78
Figura 54: Enlace entre Torre F y Torre Namballe .....	78
Figura 55: Enlace Microondas .....	79
Figura 56: Rendimiento de la RADWIN 2000 D+.....	82

Figura 57: Ancho de Banda Requerido en Cada Nodo .....	83
Figura 58: Distribución PMTP en los nodos principales .....	86
Figura 59: Topología de los Enlaces en los Nodos Principales .....	87
Figura 60: Topología Total de la Red .....	87
Figura 61: Cálculo del Enlace Total de la Red .....	88

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Principales Características de las Tecnologías Inalámbricas .....	16
Tabla 2: Estándares de WiMAX .....	19
Tabla 3: Cooperativas más Importantes de San Ignacio .....	35
Tabla 4: Asociaciones más Importantes de San Ignacio .....	36
Tabla 5: Sedes Turísticas más Importantes de San Ignacio .....	36
Tabla 6: Cifras de Pobreza e Indicadores de San Ignacio .....	39
Tabla 7: Indicadores del Servicio Móvil en San Ignacio .....	44
Tabla 8: Distribución del Rango de Edades de los Encuestados.....	47
Tabla 9: Distribución del Género de los Encuestados .....	48
Tabla 10: Distribución de las Actividades Realizadas.....	49
Tabla 11: Indicador del Uso del Servicio de Internet .....	50
Tabla 12: Lugares más Frecuentes de Uso del Servicio de Internet .....	51
Tabla 13: Indicador del Uso del Servicio de Telefonía Móvil .....	52
Tabla 14: Indicador del Uso del Operador de Servicio Móvil .....	53
Tabla 15: Indicador del Plan de Servicio Móvil Utilizado .....	53
Tabla 16: Indicador de la Plataforma del Equipo Móvil Utilizado .....	54
Tabla 17: Indicador de la Calificación del Servicio de Internet.....	55
Tabla 18: Indicador de la Calificación del Servicio de Telefonía Móvil .....	56
Tabla 19: Indicador de los Factores Incidentes en el Servicio de Internet .....	58
Tabla 20: Indicador de los Factores Incidentes en el Servicio de Telefonía Móvil.....	59
Tabla 21: Indicador de las Mejoras Propuestas para el Servicio de Internet.....	61
Tabla 22: Indicador de las Mejoras Propuestas para el Servicio de Telefonía Móvil .....	64
Tabla 23: Tarifas Tope de Acceso a Internet para las Instituciones Abonadas Obligatorias.....	68
Tabla 24: Indicadores del Sector Educación .....	69
Tabla 25: Indicadores del Sector Gobierno .....	69
Tabla 26: Indicadores del Sector Salud .....	69
Tabla 27: Indicadores del Sector Comercio.....	70
Tabla 28: Total de Indicadores en la Provincia de San Ignacio .....	70
Tabla 29: Latitud y Longitud de los Distritos.....	71
Tabla 30: Comparación entre RADWIN y Cambium Networks .....	80
Tabla 31: Ancho de Banda Requerido por Distrito .....	83
Tabla 32: Presupuesto para Implementación de Torre y Compra de Terreno .....	90
Tabla 33: Presupuesto de Instalación e Implementación de Sistema en Banda Ancha .....	90
Tabla 34: Presupuesto Insumos Técnicos para Implementación del Sistema .....	91
Tabla 35: CAPEX – Costo de Inversión.....	92

Tabla 36: OPEX – Costos de Operación y Mantenimiento .....	93
Tabla 37: Proyección de la Demanda Poblacional .....	93
Tabla 38: Proyección de la Oferta del Servicio .....	94
Tabla 39: Flujo de Caja del Proyecto .....	95
Tabla 40: VAN y TIR del Proyecto .....	95
Tabla 41: Análisis de Sensibilidad del Proyecto .....	96

## **RESUMEN**

El desarrollo de la presente tesis tiene como finalidad aplicar una alternativa de solución para servicios en Banda Ancha, que solucione los problemas actuales existentes en cuanto a la calidad del servicio en la Provincia de San Ignacio en la Región Cajamarca; proponiendo una solución técnico económica para dotar de servicios de banda ancha y poner en valor ante el país y el mundo la biodiversidad y el esfuerzo agrícola ganadero existente de la localidad; pretendiendo mostrar la posibilidad de generar interés para la formación de empresas operadoras locales, de modo que inviertan en infraestructura tecnológica en los diferentes lugares remotos del país; planteando un sistema que nos permita generar tráfico de modo tal que los operadores locales inviertan en la mejora de la calidad de sus servicios en localidades remotas; y para finalmente, contribuir con el objetivo del Gobierno Central, el cual es la inclusión social, y que apuesta por el desarrollo de la Educación y el Sector Salud.

**PALABRAS CLAVES:** Banda Ancha, FITEL, OSIPTEL, IEEE, Wimax, Internet, Servicios de Telecomunicaciones, Zonas Rurales, Cobertura, Calidad de Servicio.

## **ABSTRACT**

The purpose of this thesis is to apply an alternative solution for broadband services, which will solve current problems regarding the quality of services in the Province of San Ignacio in the Cajamarca region, proposing a technical economic solution to provide of broadband services and put in value before the country and the world the biodiversity and the existing agricultural effort of the locality, pretending to show the possibility of generating interest for the formation of local operating companies, so that they invest in the technological infrastructure in the different remote places of the country; proposing a system that allows us to generate traffic in such a way that local operators invest in improving the quality of their services in remote locations; and finally, contribute to the objective of the Central Government, which is social inclusion, and which is committed to the development of Education and the Health Sector.

**KEY WORDS:** Broadband, FITEL, OSIPTEL, IEEE, Wimax, Internet, Communications Services, Rural Areas, Coverage, Quality of Service

## INTRODUCCIÓN

El Perú es un país que cuenta con diversos y variables espacios geográficos y cada uno con características particulares y diferentes entre sí. Geográficamente, se puede observar que se cuenta con lugares extremos como; por ejemplo: los amplios desiertos a lo largo de la costa, las punas más altas y frías de los andes y los espesos bosques de la selva tropical. Bajo este contexto, la posibilidad de ofrecer servicios de calidad de telecomunicaciones a estos lugares remotos se vuelve un reto mayor. Por lo tanto, el despliegue de tecnologías de comunicaciones en estos lugares se convierte en un verdadero desafío.

Por ejemplo, el Departamento de Cajamarca, que cuenta con 13 Provincias contenidas entre las regiones de sierra y ceja de selva, carece de servicios de comunicaciones adecuados en ciertas localidades. La falta de infraestructura y soluciones de telecomunicaciones sumado al poco interés de las autoridades regionales ocasiona el retraso en el desarrollo de sus localidades. Ante esta situación, el presente documento muestra una alternativa de servicio de comunicaciones para ser implementada en dichas localidades.

Tomamos como punto de inicio para este trabajo a la Provincia de San Ignacio, que es una de las 13 provincias del Departamento de Cajamarca y que se ubica al norte del mismo; es decir, al norte del Perú y limita con el Ecuador.

El trabajo muestra el desarrollo de una red de comunicaciones para la Provincia de San Ignacio, la cual consiste en una solución de enlaces microondas, del tipo punto a punto (PTP) y enlaces punto a multipunto (PMTP) en la última milla. Se escogen estas tecnologías fundamental y principalmente debido a la situación geográfica de la localidad ya que se encuentra en una zona de difícil acceso. Se propone esta alternativa de manera que pueda ser replicada en más localidades remotas que se asemejen a nuestra localidad. Se demostrará que esta solución es la más eficiente en cuanto a despliegue, costos y disponibilidad.

De esta manera, se empieza exponiendo el marco situacional, la problematización, los objetivos y la justificación para a continuación establecer los antecedentes, seleccionar las variables y realizar el estudio de las bases teóricas que sostendrán el desarrollo del trabajo. Luego de ello, desarrollamos un estudio de la situación actual de la localidad en: aspectos sociales, económicos, geográficos a fin de determinar la demanda de los servicios y sustentar porque se escogen estas tecnologías y poder continuar con el diseño de ingeniería de la solución. Finalmente se presenta un análisis de costos de la implementación, operación y mantenimiento, incluyendo formas de financiamiento del proyecto.

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1.Marco Situacional

El desarrollo tecnológico mundial en telecomunicaciones, motivado por la gran demanda de mayor ancho de banda (banda ancha) para comunicaciones cada vez más veloces, obliga a utilizar redes de gran capacidad de tráfico.

El Perú actualmente ocupa los últimos lugares a nivel mundial y latinoamericano en Banda Ancha, razón por la cual para reducir la Brecha Tecnológica el gobierno peruano promulgó la *Ley N° 29904, Ley de Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica [Ver Anexo I]*, con el fin de impulsar el desarrollo, utilización y masificación del acceso a Internet de forma permanente y a alta velocidad. La norma declara de necesidad pública e interés nacional la construcción de una Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica que integre a todas las capitales de provincias del país y el despliegue de redes de alta capacidad que integren a todos los distritos. Todo esto con el propósito de hacer posible la conectividad permanente y a alta velocidad a través de computadoras y equipos móviles.

Ante la necesidad de lograr un mayor acercamiento a las localidades remotas y de difícil acceso que conlleva la inclusión social en un corto plazo, se requiere establecer empresas operadoras locales para crear o incrementar el tráfico que conllevará a un crecimiento a nivel económico y social en dichas zonas y posibilitar la interconexión de dichas localidades a los servicios de los operadores en competencia (Movistar, Entel, Claro y Bitel, que sólo están orientados a localidades de alto tráfico).

Esta situación motiva al desarrollo de un proyecto piloto para brindar soluciones, mediante una alternativa técnico económico local en banda ancha, conseguir una mayor cobertura y brindar un mejor servicio, tanto en infraestructura y calidad; permitiendo así, la

inclusión social de todos nuestros hermanos peruanos de los distintos sectores sociales.

## 1.2.Planteamiento del Problema

### 1.2.1. Descripción del Problema

Debido a un estudio realizado en cuestiones de acceso a servicios en Banda Ancha a las distintas Regiones Políticas del Perú, se optó por tomar como base la Provincia de San Ignacio (Región Cajamarca) por ser un punto estratégico para el desarrollo de las localidades que requieren poner en valor el potencial de biodiversidad y recursos naturales para contribuir al desarrollo social y económico del país que es el objetivo que debe lograr la red dorsal ideal proyectada y teniendo en cuenta que la fibra ya se encuentra en su ciudad capital (Cajamarca).

Para definir la focalización del proyecto en San Ignacio en la Región Cajamarca, se realizó una evaluación del servicio de telecomunicaciones existente (“servicio móvil en cada una de las localidades que las empresas operadoras declaran al OSIPTEL” (OSIPTEL, 2017).), tanto por parte de Movistar, Claro, Entel y Bitel en las distintas provincias (13 provincias en total), llegando a la conclusión de que la provincia de San Ignacio cuenta con menor cobertura (fija y móvil) razón por la cual se eligió trabajar en dicha provincia.

Tomando en cuenta el estudio de cobertura que brindan los operadores locales en dicha provincia se pudo analizar que el servicio brindado es insuficiente para la demanda que existe, generando congestión y baja calidad de servicio debido a la poca cobertura.

### 1.2.2. Formulación del Problema

#### 1.2.2.1. Problema General

- ¿Un sistema basado en solución inalámbrica terrestre resolvería los problemas de acceso a

## Internet de Banda Ancha en la provincia de San Ignacio – Región Cajamarca?

### 1.2.2.2. Problemas Específicos

- ¿En qué tecnologías se puede basar este sistema basado en solución inalámbrica terrestre a implementar para conseguir brindar servicios de acceso en Banda Ancha a la Provincia de San Ignacio?
- ¿Qué tan factible y rentable puede resultar implementar este sistema basado en solución inalámbrica terrestre para brindar servicios de acceso en Banda Ancha para la Provincia de San Ignacio?

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo General

- Aplicar una solución inalámbrica terrestre que permita brindar servicios de acceso en Banda Ancha para la Provincia de San Ignacio.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos:

- Dimensionar y diseñar un sistema de solución inalámbrica terrestre que cumpla y satisfaga los requerimientos de demanda básica de los servicios en Banda Ancha.
- Plantear un sistema de solución inalámbrica terrestre económica con poca inversión en sus costos de implementación.

### 1.4. Justificación

Con el desarrollo de este proyecto se llevará a cabo la formación de una empresa que solucione los problemas actuales de acceso y calidad a los servicios brindados.

Así mismo pretende demostrar que los proyectos nacionales deberían tener un nuevo enfoque de políticas con visión integral flexible y de largo plazo, en torno al cual se articulen los objetivos de productividad, innovación, competitividad, inclusión social y sostenibilidad, y en el cual el estado tenga un papel activo mediante la construcción de capacidades que le permitan formular proyectos y tomar acciones para afrontar los desafíos estructurales que tiene nuestro país.

### 1.5. Delimitación

“La Provincia de San Ignacio se encuentra ubicada desde los 4°18' a los 5°28' de latitud Sur y desde los 78°57' a los 79°23' de longitud oeste” (MPSI, s.f.).

Como se muestra en la Figura 01, se encuentra al norte de Perú y limita con el Ecuador; además, destacan en su geografía los andes septentrionales o páramos, como los de Santa Ana y Tabaconas que ocupan una área pequeña de la cordillera occidental, al norte de los andes peruanos entre los ríos Blanco, Tabaconas (aguas arriba) y Canchis y la yunga tropical (selva alta), que se caracteriza por ser una zona de bosques montañosos casi permanentemente lluviosos y nublados, comprendiendo en la misma, algunos valles del bosque seco.



Figura 1: Ubicación Geográfica de San Ignacio

Fuente: MPSI

San Ignacio presenta las siguientes características:

Extensión: 4990.30 Km<sup>2</sup>

Población: 161,156 Habitantes (proyección al 2021).

Altitud: Se extiende de los 450 m.s.n.m. en el Chinchipe hasta los 3700 m.s.n.m. en la Cordillera de Pan y Azúcar y de la Viuda.

Clima: Cálidos en los valles bajos del Chinchipe y Tabaconas (30° C) templado o frío en las zonas altas. Las épocas de lluvias son de enero a abril. El clima es benigno y primaveral.

Capital: La ciudad de San Ignacio, se localiza a 1324 m.s.n.m. entre los 78° 59' 15" longitud oeste y los 05° 07' 35" latitud sur.

Producción: Café, Arroz, Frutales, Ganadería, Minería.

Acceso: Por vías terrestres se vincula con el resto del país a través de la carretera San Ignacio - Jaén, Chamaya que empalma el gran eje vial o Río Marañón y la carretera Marginal de la selva. Del mismo modo estamos unidos al Dpto. de Piura, a través de la carretera San Ignacio - Huancabamba.

División Política: Cuenta con 07 distritos, los cuales son:

- San Ignacio
- Chirinos
- Tabaconas
- Namballe
- Huarango
- La Coipa
- San José de Lourdes

Sus límites, como se muestra en la Figura 02, son:

- Por el Norte: La República del Ecuador.
- Por el Sur : La provincia de Jaén.
- Por el Este : La Región Amazonas.
- Por el Oeste: La Región Piura.



Figura 2: Ubicación de San Ignacio con sus límites y sus distritos  
Fuente: MPSI

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1. Antecedente Nacional

Tenemos que, en abril del 2013 fue presentado en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú el trabajo especial de grado *“Diseño de una solución de comunicaciones para la localidad de Nuevo Loreto usando arquitectura punto-multipunto mediante transporte satelital y acceso inalámbrico”* por Diego José Cisneros Lora, como requisito para optar el Título de Ingeniero de las Telecomunicaciones.

“La presente tesis tiene por objetivo evaluar la alternativa de comunicaciones más eficiente para la localidad de Nuevo Loreto. En ese sentido, se propondrá una solución de tecnologías VSAT y enlaces inalámbricos con una arquitectura punto a multi-punto” (Cisneros, 2013, p. 1).

En el desarrollo de este trabajo, se presentó un análisis de la situación actual de la localidad; donde se incluyó aspectos demográficos, económicos y geográficos, con la finalidad de determinar la demanda de los servicios brindados y, en base a eso, se sustentó la elección de las tecnologías que se escogieron. También, se realizó un estudio teórico de las tecnologías y luego se planteó el diseño de ingeniería de la solución. Por último, se presentó un análisis económico de costos de la implementación, incluyendo formas de financiamiento del proyecto.

Esta investigación ayudó a fomentar la base del proceso de investigación de la localidad a trabajar, el estudio de las tecnologías a desarrollar y el planteamiento de nuestro diseño de ingeniería; así como, el desarrollo de un análisis económico.

### 2.1.2. Antecedente Internacional

Tenemos que, en septiembre del 2015 fue publicado en la web de ITU News el artículo *“La banda ancha en las zonas rurales transformará la atención médica en Estados Unidos”* por Deborah Taylor Tate, enviada Especial de la UIT para la Protección de la Infancia en Línea, quien además formó parte de la Comisión Confederal de Comunicaciones y dos veces candidata a la presidencia de USA.

El acceso a la banda ancha es absolutamente indispensable para la atención médica del siglo XXI. No se trata únicamente de mejorar la calidad de la atención y reducir los costos; el resultado es mejorar y salvar vidas... Las ventajas de una conexión de banda ancha rápida son evidentes. Piense en la importancia vital de programar a tiempo una cirugía para un paciente en una zona remota, en la necesidad de diagnosticar y atender inmediatamente a las víctimas de un derrame cerebral, o en la conveniencia de prestar servicios de telepsiquiatría a quienes viven en zonas remotas y necesitan el apoyo de sus familias y allegados. Imagine las ventajas de poder prever y prevenir los nacimientos prematuros, o de obtener la adecuada información médica o sobre alergias a medicamentos en caso de un accidente lejos de casa. (Taylor, 2015)

Esta publicación, que está basado en los estudios realizados para la determinación del tráfico en mercados similares en varias partes del mundo publicados por la UIT en países desarrollados como USA, motivó al desarrollo del proyecto con la consigna de brindar servicios de telecomunicaciones con mejor calidad y cobertura para que sirva de apoyo a los diferentes sectores sociales y gubernamentales en función de atención a localidades que se encuentran en zonas remotas.

## 2.2. Selección de Variables

Para la realización del estudio cuantitativo, nos hemos basado en estadísticas (ya sea de fuentes consultadas como de las realizadas en campo), llegando a tener como principales variables, Banda Ancha, Calidad y Cobertura de Servicio; así como sus respectivos indicadores que intervienen en el análisis de demanda.

### 2.2.1. Variable Independiente

- Sistema de Banda Ancha

### 2.2.2. Variables Dependientes

- Acceso a Internet

### 2.2.3. Operacionalización de las Variables

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>ITEM</b>
Sistema de Banda Ancha	Conexión de transmisión de datos a una alta velocidad	Evaluación de conocimiento y uso de servicios de internet y telefonía móvil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de Servicio</li> <li>• Velocidad de Transmisión</li> <li>• Ancho de Banda</li> <li>• Retardo</li> </ul>	Formulario de Encuesta Informativa sobre la Situación de los Servicios Brindados en la Localidad	De la 04 hasta la 07
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>ITEM</b>
Acceso a Internet	Conexión que permite acceder a Internet y sus servicios	Evaluación de los niveles de calificación, niveles de deficiencias y planteamiento de propuestas a los servicios de internet y telefonía móvil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura</li> <li>• Usuarios</li> </ul>	Formulario de Encuesta Informativa sobre la Situación de los Servicios Brindados en la Localidad	De la 10 hasta la 15

## 2.3. Bases Teóricas

### 2.3.1. Banda Ancha

La Banda Ancha puede considerarse, desde un punto de vista técnico, como un conjunto de tecnologías de red avanzadas o como el motor de una radical y gran transformación que revitaliza la entrega de los servicios existentes y da pie a la aparición de nuevos e innovadores servicios. En el mundo moderno, la banda ancha se ha convertido en una infraestructura fundamental que determina la competitividad nacional de los países en la economía digital mundial. La banda ancha es también una herramienta para alcanzar nuestra meta común, las sociedades del conocimiento, donde el acceso a la información y la creatividad humana son vitales.

En términos técnicos, la “banda ancha” puede definirse por lo siguiente:

- Velocidades de transmisión mínimas (aunque existen diversas definiciones).
  - Tipo de tecnología (por ejemplo, IMT-Avanzadas móviles o las llamadas tecnologías “4G”).
  - Una serie de conceptos funcionales, entre los que se cuentan:
    - **Conexión permanente:** donde el servicio Internet está sujeto a actualizaciones instantáneas en tiempo real.
    - **Alta capacidad:** conexiones de baja latencia y alta capacidad que pueden transportar grandes cantidades de bits (información) por segundo (en lugar de la velocidad a la que viajan esos bits).
- (ITU, 2013, p. 1)

La Banda Ancha también puede ser entendida como una conexión a Internet en forma permanente, permitiendo al usuario estar siempre "en línea", a velocidades que le permite

obtener y proporcionar información multimedia interactivamente y acceder a diversas aplicaciones y servicios.

En el Perú si bien no se ha adoptado expresamente una definición de Banda Ancha, para fines estadísticos, se ha venido considerando como accesos de Banda Ancha, aquellas conexiones cuyas velocidades de transmisión de datos son superiores a las que alcanzan las comunicaciones vía dial-up, tanto de forma alámbrica como inalámbrica. (MTC, 2011, p. 13)

En términos más sencillos podemos decir que el término, Banda Ancha, puede definirse simplemente como la conexión rápida a Internet que siempre está activa. Permitir a un usuario enviar correos electrónicos, navegar en la web, bajar imágenes y música, ver videos, unirse a una conferencia vía web y mucho más. (Broadband for America, 2016)

Desde un punto de vista social también podemos decir que, la Banda Ancha, no es un servicio más de telecomunicaciones o un acceso más rápido a Internet: es el elemento central de un nuevo sistema caracterizado por complementariedades estructurales claves para el desarrollo económico y social. Es el eje de una dinámica que impacta al conjunto de la sociedad y a sectores productivos en un círculo virtuoso de desarrollo basado en principios de eficiencia, innovación, colaboración e inclusión, propios de las redes. (Jordán, Galperin & Peres, 2010. p. 17)

En la Figura 03 podemos ver el círculo virtuoso del que nos hablan Jordán, Galperin y Peres:



Figura 3: El Círculo Virtuoso del Sistema de Banda Ancha  
 Fuente: CEPAL

Sea cual sea el punto de vista y la definición, la banda ancha es capaz de entregar de manera fiable servicios convergentes y de ofrecer simultánea y conjuntamente voz, datos y vídeo, posiblemente a través de redes diferentes. La conectividad en banda ancha sustenta una serie de diversos servicios, informaciones y aplicaciones – desde la realidad aumentada para particulares a las pruebas médicas y el diagnóstico a distancia, la computación distribuida en la investigación académica y la interactividad en línea a distancia en la educación – y muchas más cosas que aún ni siquiera imaginamos. En el futuro, la entrega de servicios sanitarios, educativos, bancarios, empresariales, comerciales y estatales dependerá enteramente de las plataformas de banda ancha, por lo que todos y cada uno de los países ha de planificar el “futuro basado en la banda ancha”. (ITU, 2013, p. 2)

### 2.3.2. Tecnologías de Transporte

La estandarización de las comunicaciones inalámbricas ha provocado una gran expansión en la utilización de dichas redes, ya que ha permitido que equipamiento de distintos fabricantes sean interoperables entre sí. Esto ha permitido que se hayan desarrollado muy rápidamente los productos, se hayan reducido los precios gracias al volumen, y en definitiva se haya generado un mercado muy dinámico. Existen diferentes grupos de trabajo y familias de estándares, que se suelen diferenciar unos de otros principalmente en el radio de acción de las redes inalámbricas y que se enumeran a continuación, en la *Tabla 01*: (Ferrero & De la Cuesta, 2007, p. 19)

	WWAN	WMAN	WLAN	WPAN
<b>Distancia Típica</b>	Hasta 100 Km	Hasta 10 Km	Hasta 100 m	Hasta 10 m
<b>Familia Estándares</b>	IEEE 802.20	IEEE 802.16, destacando WiMAX (802.16-2004)	IEEE 802.11, destacando WIFI (802.11 a/b/g)	IEEE 802.15, destacando Bluetooth (802.15.1)

Tabla 1: Principales Características de las Tecnologías Inalámbricas  
Fuente: Junta de Andalucía

- **Redes inalámbricas de área extensa (WWAN, *Wireless Wide Area Network*):** Son el tipo de redes que tienen una cobertura más amplia. La familia de estándares IEEE 802.20 o UMTS son los más representativos de este tipo de redes.
- **Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN, *Wireless Metropolitan Area Network*):** Tienen un rango de acción promedio de unos 20 Km, y el estándar más destacado en este campo es el 802.16 (WiMAX).
- **Redes inalámbricas de área local (WLAN, *Wireless Local Area Network*):** Pensadas para cubrir áreas de unos pocos centenares de metros, son las que mayor

impulso han tenido gracias al estándar IEEE 802.11 (WiFi) y sus numerosas variantes.

- **Redes inalámbricas de área personal (WPAN, *Wireless Personal Area Network*):** Son las que tienen un rango de acción limitado, estando este restringido a unas decenas de metros. El estándar más representativo es el IEEE 802.15.1 (Bluetooth).
- **Redes inalámbricas de área corporal (WBAN, *Wireless Body Area Network*):** Tienen rango de acción muy limitado, y está constituida por sensores que se implantan o que son acoplados de alguna manera al cuerpo humano, y que monitorizan parámetros vitales. Estos parámetros son enviados de forma inalámbrica a una estación base, desde la cual se toman estos datos para analizarlos. Unos de los estándares utilizados es el IEEE 802.15.4 (Zigbee). (Castillo, 2008, pp. 3-4)

En la Figura 04 podemos observar las tecnologías inalámbricas que se han mencionado y sus usos respectivos:

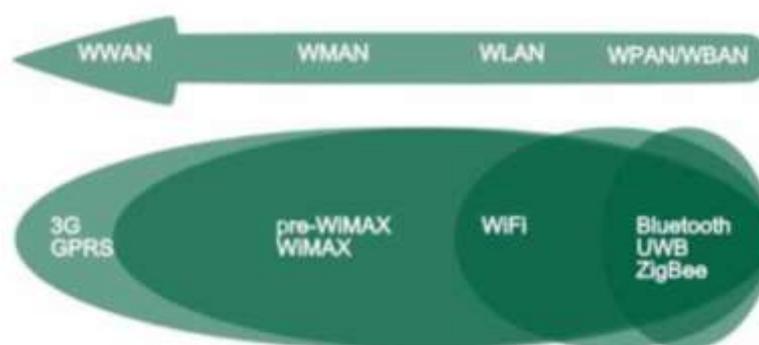


Figura 4: Clasificación de Tecnologías Inalámbricas

Fuente: Universidad de Málaga

### 2.3.3. Tecnologías de Acceso

WiMAX son las siglas del término en inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access, y es la marca que certifica que un producto está conforme con los estándares de acceso inalámbrico IEEE 802.16... La

tecnología WiMAX será la base de las redes metropolitanas de acceso a Internet, servirá de apoyo para facilitar las conexiones en zonas rurales, y se utilizará en el mundo empresarial para implementar las comunicaciones internas... Las características principales de esta tecnología se resumen a continuación:

- Distancias de hasta 80 kilómetros, con antenas muy direccionales y de alta ganancia.
- Velocidades de hasta 75 Mbps, 35+35 Mbps, siempre que el espectro esté completamente limpio.
- Facilidades para añadir más canales, dependiendo de la regulación de cada país.
- Anchos de banda configurables y no cerrados, sujetos a la relación de espectro.
- Permite dividir el canal de comunicación en pequeñas subportadoras (dos tipos: guardias y datos). (Ecured, s.f.)

“El estándar WiMAX tiene la ventaja de permitir conexiones inalámbricas entre un transceptor de la estación base (BTS) y miles de abonados sin que éstos tengan que estar en línea de visibilidad (LOS) directa con esa estación” (CCM, s.f.).

Es así que la Figura 05 nos muestra cómo está compuesta la Arquitectura de una Red Wimax y la Tabla 02 sus respectivos estándares:

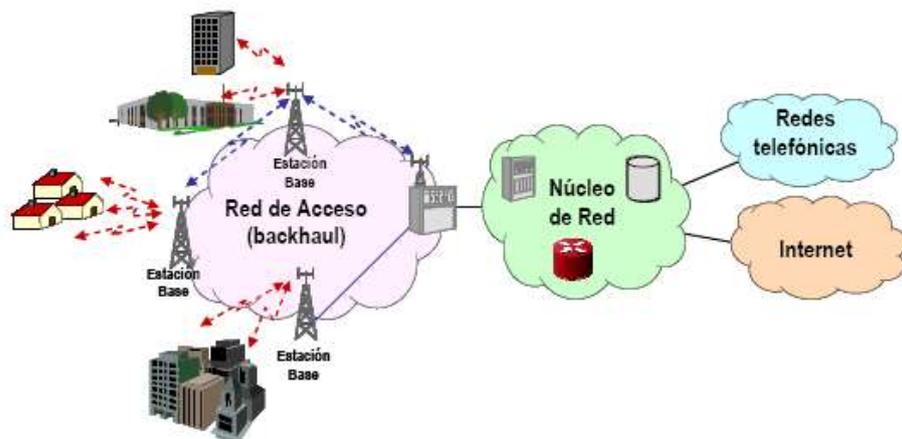


Figura 5: Arquitectura General de una Red WiMAX

Fuente: PUCP

Estándar	Frecuencia	Estado	Rango
IEEE std 802.16	Delimita redes de área metropolitana inalámbricas (WMAN) en bandas de frecuencia superiores a 10 GHz.	Octubre de 2002	Obsoleto
IEEE std 802.16a	Delimita redes de área metropolitana inalámbricas en bandas de frecuencia desde 2 a 11 GHz inclusive.	9 de octubre de 2003	Obsoleto
IEEE 802.16b	Delimita redes de área metropolitana inalámbricas en bandas de frecuencia desde 10 a 60 GHz inclusive.		Anexado a 802.16a (obsoleto)
IEEE std 802.16c	Delimita opciones (perfiles) para redes de área metropolitana inalámbricas en bandas de frecuencia sin licencia.		Julio de 2003
IEEE 802.16d (IEEE std 802.16-2004)	Revisión que incorporó los estándares 802.16, 802.16a y 802.16c.	1 de octubre de 2004	Activo
IEEE std 802.16e	Permite que los clientes de tecnología móvil utilicen redes de área metropolitana inalámbricas.		Sin ratificar
IEEE std 802.16f	Permite que se usen las redes en malla.		Sin ratificar

Tabla 2: Estándares de WiMAX

Fuente: CCM

Las revisiones del estándar IEEE 802.16 se dividen en dos categorías:

- **WiMAX fijo**, también denominado IEEE 802.16-2004, determina las conexiones de línea fija a través de una antena en el techo, similar a una antena de televisión. WiMAX fijo funciona en las bandas de frecuencia 2.5

GHz y 3.5 GHz, para las que se necesita una licencia, y en la banda 5.8 GHz para la que no se necesita tenerla.

- **WiMAX móvil**, que también se denomina IEEE 802.16e, permite que los equipos móviles de los clientes se conecten a Internet. La tecnología WiMAX móvil abre las puertas para el uso de teléfonos móviles por IP e incluso para servicios móviles de alta velocidad. (CCM, s.f.)

IEEE 802.16-2004 es una tecnología reciente de acceso inalámbrico fijo, lo que significa que está diseñada para servir como una tecnología de reemplazo del DSL inalámbrico, para competir con los proveedores de cable de banda ancha o DSL, o para proveer un acceso básico de voz y banda ancha en áreas donde no existe ninguna otra tecnología de acceso. El 802.16-2004 también es una solución viable para el backhaul inalámbrico para puntos de acceso Wi-Fi o potencialmente para redes celulares, en particular si se usa el espectro que requiere licencia. En general, el CPE (Equipo de Usuario) consiste de una unidad exterior antena, y un módem interior, lo que significa que se requiere que un técnico logre que un abonado residencial o comercial esté conectado a la red. En ciertos casos, puede usarse una unidad interior autoinstalable, en particular cuando el abonado está relativamente cerca de la estación base transmisora. Además, los CPE autoinstalables debería hacer que el 802.16-2004 fuera económicamente más viable ya que una gran parte del costo de adquisición del cliente (instalación CPE) se reduce en forma drástica. (Ecured, s.f.)

### 2.3.4. Radioenlace

Se denomina radioenlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas... Los radioenlaces, establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la transmisión y otra para la recepción... Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía. (Radio Comunicaciones, 2016)

Gráficamente observamos en la Figura 06 el esquema general de un Radioenlace:

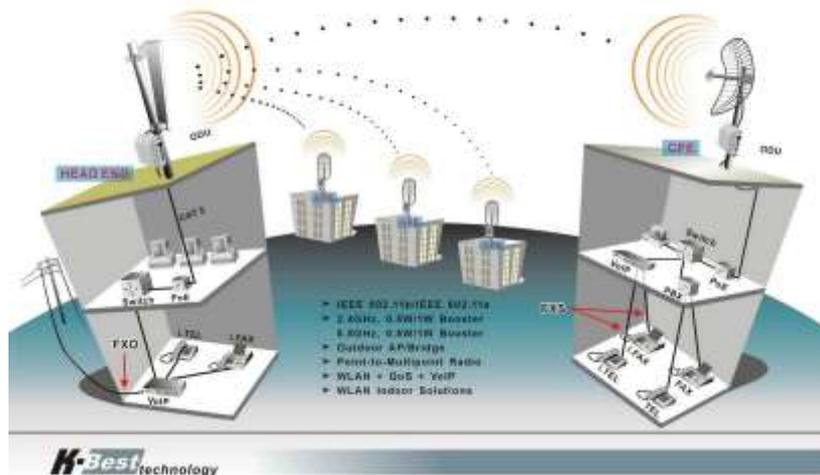


Figura 6: Esquema de un Radioenlace

Fuente: K-Best Technology

#### 2.3.4.1. Configuraciones de Radioenlace

##### - Enlace Punto a Punto (PTP)

“Los enlaces punto a punto se aplican para un tipo de arquitectura de enlace específico, en la que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos” (MTM Telecom, s.f.). La Figura 07 nos muestra gráficamente este tipo de enlace:



Figura 7: Esquema de un Enlace Punto a Punto (PTP)

Fuente: CABLE AML

#### - Enlace Punto a Multipunto (PMTMP)

“El enlace punto a multipunto es comúnmente usado para compartir una conexión a varios nodos desde un punto central” (UCP, S.f.). A continuación, en la Figura 08, tenemos el esquema de un enlace Punto Multipunto:



Figura 8: Esquema de un Enlace Punto Multipunto (PMTMP)

Fuente: CABLE AML

#### 2.3.4.2. Tipos de Radioenlace

##### - Línea de Vista (LoS)

Línea de vista (Line of Sight) se refiere a un camino limpio, sin obstrucciones, entre las antenas transmisoras y receptoras. Para que exista la mejor propagación de las señales RF de

alta frecuencia, es necesaria una línea de vista sólida (limpia - sin obstrucciones). (WNI, s.f.)

#### - No Línea de Vista (NLoS)

No Línea de vista (Non Line of Sight) se refiere a la trayectoria de propagación de una frecuencia de radio (RF) que está obstruida (parcial o totalmente) por obstáculos; por lo que, es difícil para la transmisión de la señal de radio. Los obstáculos más comunes entre los transmisores y receptores de radio son: altos edificios, árboles, paisaje físico y conductores de alta tensión. Mientras que algunos obstáculos absorben y otros reflejan la señal de radio; todos ellos limitan la capacidad de transmisión de señales. (Technopedia, s.f.)

Para una mejor visión de éstos términos (LoS y NLoS), se muestra la Figura 09:



Figura 9: Esquema LOS y NLOS

Fuente: Radioenlaces

### 2.3.5. Modos de Transmisión

#### 2.3.5.1. Dúplex por División de Frecuencia (FDD)

La técnica FDD (Frequency Division Duplex), o transmisión bidireccional por división en frecuencia, se basa en la utilización de dos bandas diferentes de frecuencia para la transmisión, una para el envío y otra para la recepción. Esta técnica es la utilizada en telefonía móvil de segunda generación (GSM) y

tercera generación. Ésta técnica es la que mejor se adapta al tráfico de voz; ya que, permite tener un retardo mínimo.

Significa que el transmisor y el receptor operan a diferentes frecuencias portadoras. La estación debe ser capaz de enviar y recibir al mismo tiempo, y hace esto alterando ligeramente la frecuencia a la que envía y recibe. Este modo de operación es referido como modo dúplex o modo complemento. (UDABOL, 2015, p. 4)

Además, presenta la ventaja de no tener que recurrir a bandas de guarda temporales como en el caso TDD, tal como se muestra en su diagrama en la Figura 10:

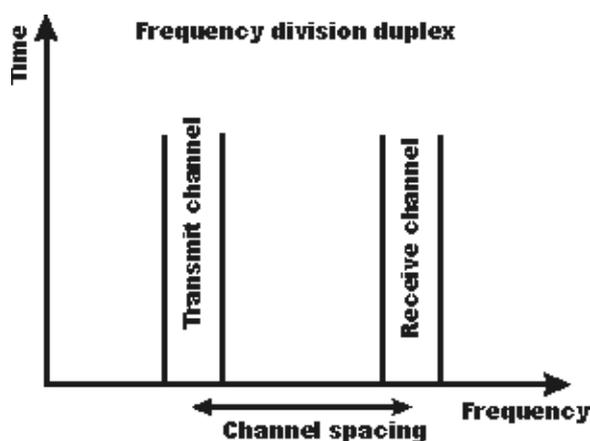


Figura 10: Diagrama FDD

Fuente: Radio-Electronics

#### 2.3.5.2. Dúplex por División de Tiempo (TDD)

La técnica TDD (Time Division Duplex), o transmisión bidireccional por división en tiempo utiliza una única banda de frecuencia para envío y recepción de la información, compartiendo los periodos de transmisión; así como mostramos, luego, en la Figura 11.

“Es una técnica muy eficiente para tráfico asimétrico, ya que se adapta al perfil del tráfico, por lo que se

considera más adecuado para perfiles con descargas masivas de internet, por ejemplo” (Redes Wimax, s.f.).

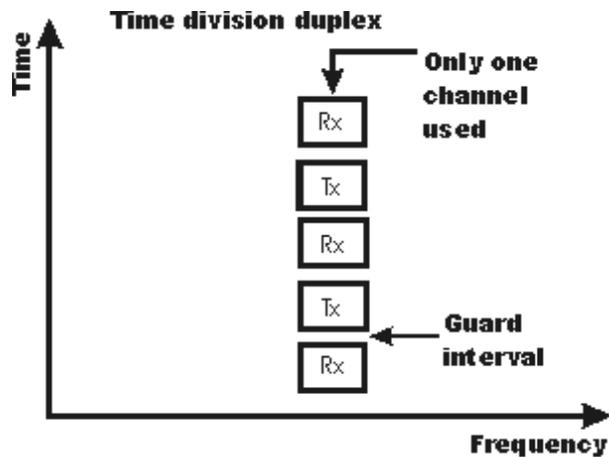


Figura 11: Diagrama TDD

Fuente: Radio-Electronics

### 2.3.6. Técnicas de Acceso

#### 2.3.6.1. Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA)

La estructura temporal del TDMA (Time Division Multiple Access) separa las señales utilizando intervalos, ranuras o ventanas de tiempo (time slots) para cada señal... El usuario tiene entonces un tiempo preciso dentro de la “red temporal” para transmitir sus señales, información o datos, de forma que llegue al receptor dentro de la ventana de tiempo asignada.

En estos sistemas, debe existir coherencia co-canal dado que las señales adyacentes en el tiempo pueden entrar simultáneamente en el receptor, si aparece un retardo inesperado que no se pueda neutralizar. No obstante, la interferencia de usuario es potencialmente pequeña dado que puede enviarse un gran paquete de datos dentro de cada ventana de tiempo así la interferencia entre usuarios ocurrirá solamente durante los finales o inicios; es decir, en los bordes de las ventanas de tiempo...

Unas ventanas de tiempo llevarán conversaciones desde la estación base al dispositivo terminal, mientras que otras lo realizarán en sentido contrario. Este sistema divide el ancho de banda en canales y luego divide cada canal en time slots. (Tola, Vera & Cárdenas, 2001, pp. 17-21)

En la Figura 12 encontramos el espectro de un TDMA:

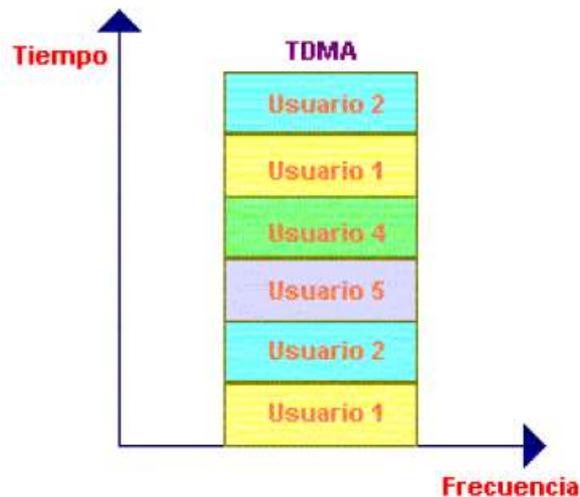


Figura 12: Espectro TDMA

Fuente: Wireless and Personal Communications Systems

#### 2.3.6.2. Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal (OFDMA)

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access), es un mecanismo de modulación ideado para combatir la interferencia entre símbolos por consecuencia de la propagación multirrayecto, característica de los medios de transmisión inalámbricos... OFDM es una técnica de multiplexado multiportadora; es decir, que múltiples subportadoras de poca capacidad se combinan en el transmisor para formar un compuesto de alta capacidad... Por eso mismo, es el método de modulación más empleado en la actualidad en sistemas inalámbricos. (Albentia, s.f.)

En la Figura 13 encontramos el espectro de un OFDMA:

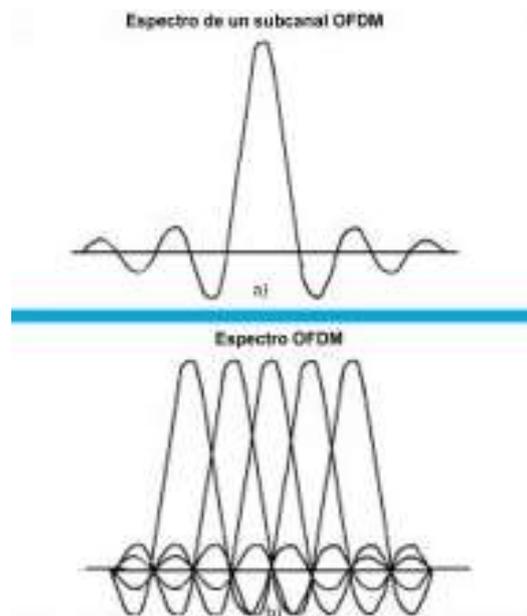


Figura 13: Espectro OFDMA

- a) Una sola portadora
- b) Multiportadora

Fuente: Universidad Distrital Francisco José de Caldas

### 2.3.7. Técnicas de Modulación

#### 2.3.7.1. Modulación por Desplazamiento de Fase (M-PSK)

M-PSK (M-ary Phase Shift Keying) no es más que una extensión de la técnica de modulación digital PSK (Phase Shift keying, modulación de fase donde la señal moduladora (datos) es digital). Si la señal PSK tenía dos posibles fases de salida (fases absolutas), en M-PSK la señal modulada tiene M fases posibles para una misma frecuencia portadora. Además, igual que ocurría con la modulación PSK, las señales analógicas M-PSK tiene una amplitud constante. (Luque y Clavijo, 1995, p. 45)

En la Figura 14 se muestra el diagrama vectorial de M-PSK:

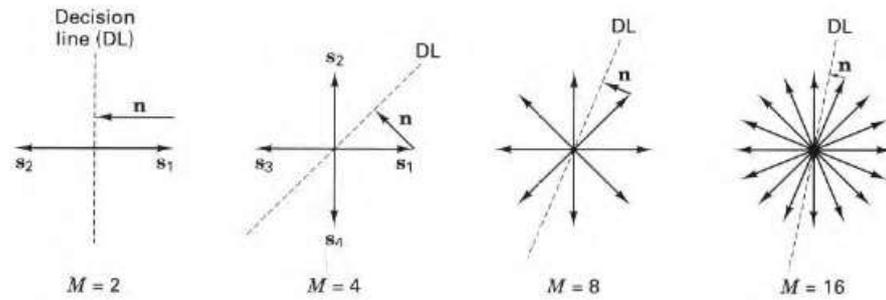


Figura 14: Diagrama Vectorial de M-PSK

Fuente: Textos Científicos

### 2.3.7.2. Modulación en Amplitud/Fase (M-QAM)

M-QAM es una técnica de modulación digital en la que la información va a ser modulada tanto en la amplitud (la cual no es constante) como en fase. Es decir, la señal portadora va ser modificada en amplitud y fase, conjuntamente, para dar lugar a la salida analógica QAM. M-QAM va a ser otro tipo de modulación M-aria en la que para grupos de  $k$  bits, podemos obtener  $M=2^k$  salidas diferentes. (Luque y Clavijo, 1995, p. 60)

En la Figura 15 se observa el diagrama de 64 QAM:

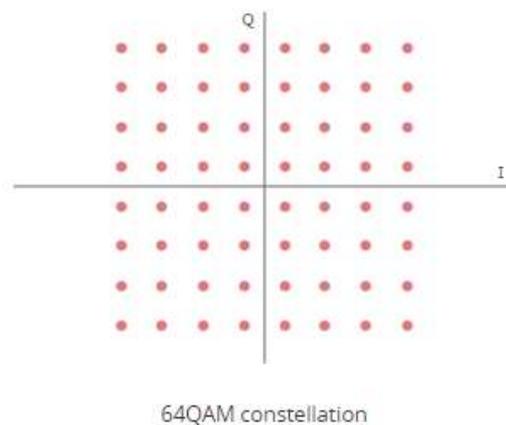


Figura 15: Diagrama 64 QAM

Fuente: EcuRed

### 2.3.8. Banda Ancha en Entornos Rurales

Las zonas rurales representan un desafío económico significativo para el despliegue de redes de acceso de banda ancha. Mientras que la banda ancha fija representa la solución más eficiente en zonas urbanas y suburbanas, este no es el caso en zonas rurales.

#### 2.3.8.1. Contexto Rural

Las zonas rurales aisladas son el contexto vital de más de la mitad de la población mundial, pese a lo cual es generalizada su casi total carencia de infraestructuras de comunicación y acceso a la información. La pretensión de dotar a estas zonas de conectividad a redes de voz y datos ha sido en los últimos años una preocupación del mayor orden de los agentes internacionales multilaterales de desarrollo, ya que en algunos casos se puede considerar un servicio básico, y en todos es un sustrato de gran importancia para el desarrollo y la promoción humana. No obstante, todos los esfuerzos por generalizar el acceso a redes de comunicación en zonas aisladas suelen topar desde los primeros pasos con la ausencia de soluciones tecnológicas realmente apropiadas, realistas y sostenibles, debido en gran parte a las siguientes características específicas de estos contextos:

- No sólo se carece de infraestructuras de telecomunicaciones; también suele ser prácticamente inexistente o de mala calidad la infraestructura de electrificación y, en muchos casos las vías de acceso. La necesidad de dotar a los sistemas de telecomunicaciones de alimentación eléctrica autónoma para garantizar su funcionamiento continuo y su durabilidad los encarece y dificulta su mantenimiento, y la ausencia

de vías de acceso también encarece y dificulta tanto el despliegue de redes como su mantenimiento.

- El personal técnico calificado necesario para el mantenimiento y operación de estas tecnologías suele encontrarse en las ciudades, y resulta caro y difícil contar con él en estas zonas.
- La población es pobre y dispersa, por lo que no puede soportar los costos de infraestructuras caras de instalar, mantener y operar. Tampoco los estados de los países en vías de desarrollo están en condiciones de poder subvencionar la instalación de redes de comunicaciones rurales en pro de la cobertura total, tanto por su falta de recursos como por la enorme proporción que las poblaciones rurales no contributivas representan en el total. (Araujo, et al., 2008, p. 13)

#### 2.3.8.2. Importancia del Desarrollo de Accesos en Banda Ancha para Zonas Rurales

Existen zonas rurales en las que la población está repartida de forma dispersa y cuyo nivel de ingresos per cápita es reducido. Las redes de comunicación de banda ancha no suelen llegar a estas zonas, ya que las condiciones antes citadas se traducen en costos elevados y en ganancias reducidas por cliente, convirtiendo dichos despliegues en inversiones poco atractivas desde el punto de vista económico. Esta situación conlleva a la desigualdad de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) entre los habitantes de dichas zonas y los habitantes de núcleos en los que sí existen accesos de banda ancha, dando lugar a la denominada "brecha" digital.

El proporcionar accesos de alta capacidad es algo muy importante, ya que Internet constituye una de las innovaciones más importantes de nuestra época, por los sustanciales beneficios que aporta a las economías y a las sociedades. La posibilidad de comunicar información a alta velocidad y a través de distintas plataformas es algo esencial para el desarrollo de nuevos bienes y servicios. La disponibilidad de servicios de banda ancha constituye un elemento que permite a las colectividades locales dar soporte a una importante gama de servicios:

- **Telemedicina:** Las aplicaciones en telemedicina y salud en línea permiten acercarse a las personas en su propio entorno. Los hospitales rurales pueden aprovechar la banda ancha para ofrecer las mismas competencias médicas disponibles en los centros urbanos. También resultan posibles la adquisición de suministros médicos y la prescripción de recetas en línea, así como el mantenimiento en formato electrónico de historiales clínicos. Cabe asimismo efectuar un seguimiento electrónico capaz de aportar importantes beneficios a quienes necesitan asistencia permanente.
- **Administración electrónica:** La banda ancha mejora las posibilidades de prestación de servicios de administración electrónica y permite una mejor interacción entre administraciones, facilitando el acceso a las mismas de ciudadanos y empresas. Se puede mejorar el rendimiento de las organizaciones, contribuyendo a una mayor eficiencia de las administraciones públicas. Por ejemplo, en zonas rurales dispersas es posible mantener comunicados los diferentes edificios municipales, e incluso con los edificios municipales de pedanías distantes.

- Educación: La banda ancha refuerza el proceso de aprendizaje y permite a los estudiantes formarse en tiempo real con profesores calificados en áreas en las que no se cuenta con otra opción. Los estudiantes pueden acceder a recursos educativos alternativos y conocer nuevas formas de contenidos. También se abre las puertas a la videoconferencia y se facilita la colaboración entre instituciones.
- Desarrollo rural: En las zonas rurales, la banda ancha desempeña la importante función de conectar las explotaciones agrarias y las empresas con los mercados nacionales e internacionales, contribuyendo al desarrollo de la economía rural ya que facilita los negocios electrónicos. Puede fomentar la diversificación proporcionando un mayor atractivo a las zonas rurales y mejorando las oportunidades de comercialización de productos y servicios tales como el turismo y las actividades recreativas.
- Ocio: Sobre la red también es posible implementar servicios que contribuyan al ocio de los usuarios, aspecto también importante y a tener en cuenta (Castillo 2008, pp. 1-2).

# **CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEMOGRÁFICO, SOCIOECONÓMICO Y DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES PARA LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO**

## **3.1. Aspectos Generales**

### **3.1.1. Situación Económica**

San Ignacio es un territorio eminentemente agrícola, donde el café fue y es el cultivo principal (monocultivo), pero debido a que los precios de mercados son irregulares, es que se ha venido impulsando la existencia de cadenas productivas complementarias al café, como son la granadilla, piña, apicultura etc. En estas actividades se encontraban trabajando hombres y mujeres con experiencia y reconocimiento laboral. Además, el fomento a las Microempresas aquí en San Ignacio ha sido un rol que venía promoviendo el gobierno local desde hace tiempo a través de la Oficina de Desarrollo Económico y la Oficina de Recursos Naturales de la Municipalidad. (MPSI, s.f., p. 3)

### **3.1.2. Situación Comercial**

La actividad agrícola (café y cacao) y pecuaria (crianza de ganado vacuno), es la principal alternativa de desarrollo en el corto plazo, mientras las actividades de turismo y silvicultura (manejo de bosques), se convierten en importantes para el largo plazo.

También es importante el desarrollo de la apicultura dadas las ventajas comparativas en cuanto a la calidad de miel y polen que se obtiene en la zona.

El comercio en la actualidad ha adquirido gran importancia, las actividades comerciales de mayor dinamismo son la venta al por mayor de productos agropecuarios, venta de combustibles, medicamentos, comidas y bebidas.

La dinámica económica está marcada por la producción agraria, específicamente el café, pero además se realizan actividades complementarias como la producción de granadilla, miel de abejas, piña, y también inicios de la actividad turística, además en la capital distrital se concentra una dinámica económica importante basada en servicios y el comercio: Tiendas de Abarrotes al por mayor y menor, Ferreterías, Grifos, Tiendas de Ropa y Calzado, Hostales, Restaurantes, Cabinas de Servicios de Internet y Telefonía Celular, Casas Comerciales de Artefactos y Muebles, Farmacias, Agroveterinarias, etc.

Existe una dinámica comercial importante, que gira en torno al café pues, actualmente, existen 6 Cooperativas Cafetaleras y 9 Asociaciones de Productores Cafetaleros que exportan café e incluso tienen acceso al mercado justo. La apertura de carreteras a la zona de frontera con el Ecuador y la apertura de una carretera San Ignacio - Huancabamba (Región Piura) ha venido generando una nueva dinámica socioeconómica ascendente al aperturarse nuevas empresas de transporte, nuevos grifos, etc.

### 3.1.3. Entidades Involucradas

Las Entidades más involucradas al Desarrollo de la Provincia de San Ignacio son las dedicadas al cultivo de Café, tanto Cooperativas como Asociaciones, y del mismo modo las encargadas al desarrollo del Turismo.

En las siguientes tablas, Tabla 03, Tabla 04 y Tabla 05, se muestran las entidades más sobresalientes en la localidad:

---

## COOPERATIVAS CAFETALERAS

---

Cooperativa Agraria Cafetalera “CASIL”	06 de Enero de 1966
--	---------------------



Cooperativa Agraria Frontera San Ignacio “COOPAFSI”	24 de Abril de 1993
--	---------------------



Cooperativa Agraria Cafetalera “El Milagro”	24 de Enero del 2006	
Cooperativa Agraria Cafetalera “CEBICAFEN”	01 de Agosto del 2009	
Cooperativa Agraria Santuario de la Frontera “CASFRO”	01 de Abril del 2009	
Cooperativa Agraria Cafetalera “La Prosperidad” de Chirinos	28 de Febrero de 1968	

Tabla 3: Cooperativas más Importantes de San Ignacio

Fuente: Propia

## ASOCIACIONES DE CAFETALEROS

Central de Asociaciones de Productores Agropecuarios La Coipa – “COICAFE”	17 de Marzo del 2004	 
Asociación Unión de Cafetaleros Ecológicos “UNICAFEC”	21 de Abril del 2001	
Asociación Provincial de Cafetaleros Solidarios San Ignacio – “APROCASSI”	14 de Marzo del 2000	
Asociación Distrital de Productores Agropecuarios “Frontera del Chinchipe”	01 de Enero del 2010	
Asociación de Productores Orgánicos del Valle de Tabaconas – “APROVAT”	01 de Mayo del 2008	
Asociación de Productores Cafetaleros del Nor Oriente San Ignacio – “APROCANORSI”	01 de Marzo del 2005	

Asociación de Productores Agropecuarios “Bosques Verdes” Cuenca del Chinchipe	25 de Mayo del 2005	
Asociación Provincial de Productores Ecológicos de San Ignacio – “APESI”	01 de Febrero del 2003	
Centro Empresarial Sostenible de Cafetaleros de La Coipa Cruz – “CESCAFECO CRUZ”	01 de Agosto del 2009	

Tabla 4: Asociaciones más Importantes de San Ignacio

Fuente: Propia

<b>Sedes Dedicadas al Turismo</b>		
AGROTURSI	Ubicada en la Finca Los Pinos donde se puede realizar Agroturismo bajo un Turismo Vivencial	
Dirección Zonal de Comercio Exterior y Turismo San Ignacio – Jaén – “DIRCETUR”	Oficina donde se informa sobre los distintos lugares turísticos de los distritos y su diversa flora y fauna	
Santuario Nacional Tabaconas - Namballe	El Santuario es la única Área Natural Protegida del Perú que conserva una muestra representativa de los ecosistemas de páramo y bosques montanos de los Andes del Norte	

Tabla 5: Sedes Turísticas más Importantes de San Ignacio

Fuente: Propia

### 3.2. Diagnóstico de la Situación Actual

Cajamarca es el departamento andino más poblado del Perú. Se mantiene rural, con altos niveles de pobreza, saldo migratorio negativo y urbanización lenta. Comparado con departamentos aledaños, tiene el menor Índice de Desarrollo Humano, menor escolaridad media y alta tasa de analfabetismo. También presenta fuerte desnutrición infantil en menores de 5 años y menor número de profesionales de salud para atender a la población.

En actividad económica, el sector primario predomina sobre el sector secundario y de servicios. Ello exige que las inversiones públicas y privadas se orienten a desarrollar el sector secundario manufacturero y a convertir en competitivos los servicios.

En especial en el comercio agropecuario, en San Ignacio, es fundamental mejorar la capacidad de negociación de los pequeños productores, organizándolos de tal manera que su participación en las redes de comercialización sea más equitativa en las ganancias y que sea eficiente y bien conservada la infraestructura vial que utilizan los productores para conectarse con los mercados internos y externos.

### 3.2.1. Características de la Zona Afectada y Estimación de su Población

Cajamarca es el cuarto departamento más poblado del Perú, después de Lima, Piura y La Libertad. Su población rural comprende el elevado porcentaje de 67% de su población total. Es uno de los departamentos que presenta una situación crítica en cuanto a sus indicadores sociales; y pese a los recursos que dispone, más de la mitad de su población vive en situación de pobreza. (MPSI, s.f.)

Como observamos en la Figura 16, San Ignacio presenta un 54.7% de su población en situación de pobreza y eso se ve reflejado por sus indicadores sociales, tal como muestra la Tabla 06:

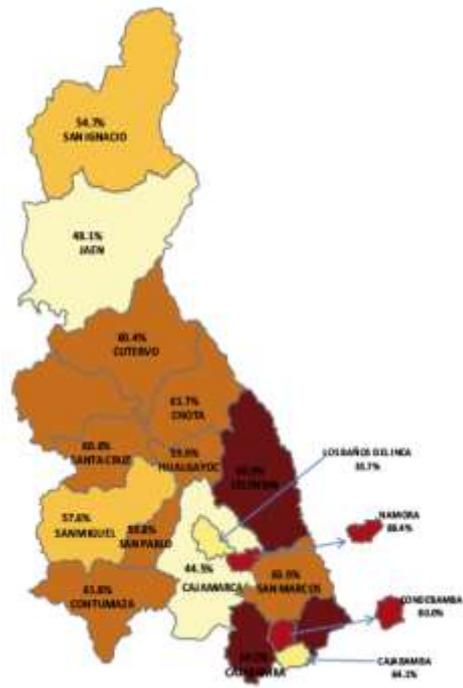


Figura 16: Situación de Pobreza en Cajamarca  
Fuente: INEI

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	POBLACIÓN PROYECTADA	INCIDENCIA POBREZA	POBREZA EXTREMA	MORTALIDAD INFANTIL	DESNUTRICIÓN CRONICA	HOGARES CON NIÑOS QUE NO ASISTEN A LA ESCUELA	ANALFABETISMO
UNIDAD DE MEDIDA			N°	%	%	Tasa x 1000	%	%	%
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	SAN IGNACIO	35,988	56.1	20.2	21.3	44.5	4.2	13.4
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	CHIRINOS	14,419	50.2	18.7	21.2	43.9	3.6	13.3
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	HUARANGO	21,355	48.6	15.2	21.2	47.0	4.5	15.8
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	LA COIPA	20,498	56.9	18.0	21.7	45.8	3.4	16.5
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	NAMBALLE	11,260	57.1	20.8	21.9	47.8	4.6	11.4
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	SAN JOSE DE	20,605	53.6		21.7	47.3	5.0	13.9
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	LOURDES			21.7				
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	TABACONAS	20,273	60.1	22.3	21.8	49.5	5.4	17.4

Tabla 6: Cifras de Pobreza e Indicadores de San Ignacio

Fuente: INEI

En la actualidad, San Ignacio cuenta aproximadamente con 150 mil habitantes y con una tasa de crecimiento de población total del 1.1%. Además, cuenta con un Índice de Desarrollo Humano (IDH) de 0.5636; ya que, presenta los siguientes indicadores:

- Edad promedio de vida: 72.2 años
- Tasa de alfabetización: 85.4%
- Tasa de escolaridad: 80.5%
- Tasa de logro educativo: 83.7%
- Ingreso familiar per cápita: S/.174.3 mensual

Su Índice de Densidad del Estado (IDE) es de 0.4812 perteneciendo al quintil medio bajo y presentando los siguientes indicadores:

- Tasa de población con partida de nacimiento o DNI: 94.80%, perteneciendo al quintil bajo.
- Promedio de médicos por cada 10 mil habitantes: 3.4, perteneciendo al quintil bajo.
- Tasa de asistencia secundaria de 12 a 16 años: 59.77%, perteneciendo al quintil medio bajo.
- Tasa de viviendas con agua y desagüe: 49.99%, perteneciendo al quintil medio alto.
- Tasa de viviendas con electricidad: 29.19%, perteneciendo al quintil bajo.

Los Indicadores Educativos del Capital Humano, tomado de la población mayor de 14 años, se tiene lo siguiente:

- Tasa de analfabetismo: 14.60%
- Tasa de población sin nivel de estudios: 13.10%
- Tasa de población con educación inicial: 0.10%
- Tasa de población con nivel primaria: 51.10%
- Tasa de población con nivel secundaria: 28.50%
- Tasa de población con nivel superior no universitario incompleto: 2.10%

- Tasa de población con nivel superior no universitario completo: 2.30%
- Tasa de población con nivel superior universitario incompleto: 1.00%
- Tasa de población con nivel superior universitario completo: 1.90%. (GRCAJ, 2010, pp. 21-28)

### 3.2.2. Servicios Prioritarios de Telecomunicaciones

De acuerdo al Censo del año 2007, el servicio de Telecomunicaciones llega a los hogares cajamarquinos con grandes brechas: el 7.1% cuentan con Telefonía Fija, el 20.3% tiene acceso a Telefonía Celular, el 2.5% usa Televisión con Cable y un exiguo de 1.6% está conectado a Internet.

Según INEI para este año (2007, último censo realizado hasta la fecha) en San Ignacio se contaba con un total de 29542 hogares, donde se verificó con que Servicios Prioritarios de Telecomunicaciones se contaba en el hogar y se obtuvo lo siguiente:

- Cuentan con Teléfono Fijo: 3.3%
- Cuentan con Teléfono Celular: 11.8%
- Cuentan con Conexión a Internet: 0.2%
- Cuentan con Conexión a TV por Cable: 0.8%
- No cuentan con Ningún Servicio: 86%

### 3.2.3. Acceso a las Tecnologías de Información y Comunicación

El acceso a la tecnología en esta localidad presenta una serie de problemas, debido a muchos aspectos, afectando así el desarrollo social y económico de los grupos sociales.

Parte de estos problemas frecuentes, que crean deficiencias en la prestación de servicios, son los siguientes:

En Internet:

- *Velocidad de Navegación*, el servicio es deficiente y tarda minutos en cargar las páginas webs y en algunos casos no llegan a cargar.
- *Cobertura*, hay zonas en las que el servicio no es brindado.
- *Calidad de Servicio*, el sistema es inestable y hay horas en las que no se brinda servicio.
- *Costo Elevado*, tanto para contar con el servicio como para su uso en una cabina.

En Telefonía Móvil:

- *Conectividad*, la plataforma de servicio es inestable.
- *Cobertura*, hay zonas donde la señal del operador móvil se pierde o no llega a cubrir.
- *Costo Elevado*, no se ejecutan los mismos planes de servicio como en otras localidades y el precio de llamadas tiene un costo rural.

### 3.3.Requerimientos Técnicos Planteados por FITEL

Tomamos como referencia el Proyecto FITEL 8, denominado: ***“Provisión de Servicio de Datos y Voz en Banda Ancha para Localidades Rurales del Perú” [Ver Anexo II]***, el cual consiste en la provisión del servicio de banda ancha para dar los servicios de telefonía de abonados, telefonía pública e Internet.

El Proyecto FITEL 8 se enmarca dentro de la política del sector definida por el MTC y a su vez responde a los requerimientos de otros sectores que requieren de infraestructura y servicios de comunicaciones para cubrir y/o extender su área de influencia a las localidades rurales y de preferente interés social. (...) y ha sido diseñado con un enfoque de convergencia tecnológica para dar múltiples servicios sobre una plataforma de Banda Ancha Satelital. (FITEL, s.f.)

### 3.3.1. Acceso a Servicios de Telecomunicaciones

La intención de brindar un mejor servicio es conseguir acuerdos como hizo FITEL cuando buscó “suscribir con los gobiernos regionales acuerdos interinstitucionales que permitan garantizar la sostenibilidad de proyectos de telecomunicaciones, como el que se firmó con la Región Loreto, que ayudó a romper la brecha digital en zonas rurales y alejadas del país” (FITEL, s.f.).

## CAPÍTULO IV: PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE SERVICIOS PRIORITARIOS DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA BANDA ANCHA RESPECTIVA EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO

### 4.1. Estado Actual de los Servicios de Telecomunicaciones

En este presente capítulo, observaremos la realidad de los servicios brindados por parte de los operadores locales en la localidad.

Como se observa en la **Tabla 07**, según OSIPTEL, las 4 empresas (**América Móvil, Telefónica del Perú, Entel Perú y Viettel Telecom**), por intermedio de sus operadores, están prestando servicio en los distritos de la Provincia de San Ignacio. Sin embargo, esto no hace referencia a que se brinde el servicio en todos los centros poblados de los distritos en mención.

Departamento	Provincia	Distrito	Localidades con Cobertura Móvil			
			CLARO	MOVISTAR	ENTEL	BITEL
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	CHIRINOS	15	18	3	66
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	HUARANGO	3	22	0	35
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	LA COIPA	3	25	0	51
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	NAMBALLE	4	8	0	8
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	SAN IGNACIO	30	44	13	82
CAJAMARCA	SAN IGNACIO	SAN JOSE DE LOURDES	5	27	0	32

Tabla 7: Indicadores del Servicio Móvil en San Ignacio

Fuente: OSIPTEL

De este modo, daremos una vista de la cobertura móvil de cada operador a la localidad y de sus tecnologías en servicio:

Claro (América Móvil):

Como se puede observar en la Figura 17, Claro cubre casi 5 distritos de la Provincia, como son: San Ignacio, San José de Lourdes, Chirinos, Huarango y La Coipa, así como algunas zonas de Namballe.

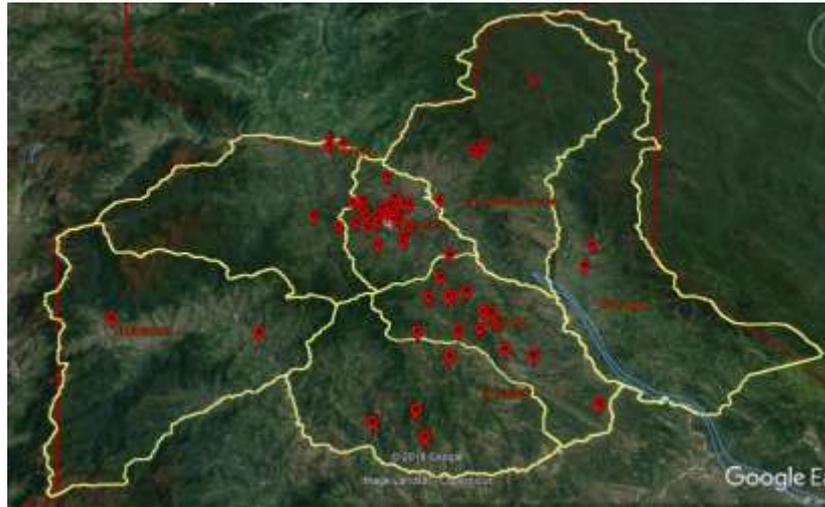


Figura 17: Cobertura móvil de Claro en San Ignacio

Fuente: OSIPTEL

Movistar (Telefónica del Perú):

Como se puede observar en la Figura 18, Movistar cubre casi todos los distritos de la Provincia, como son: San Ignacio, San José de Lourdes, Chirinos, La Coipa y Namballe, pero cubriendo, casi, en su máxima totalidad a todos los centros poblados a excepción de Namballe, Chirinos y Huarango.

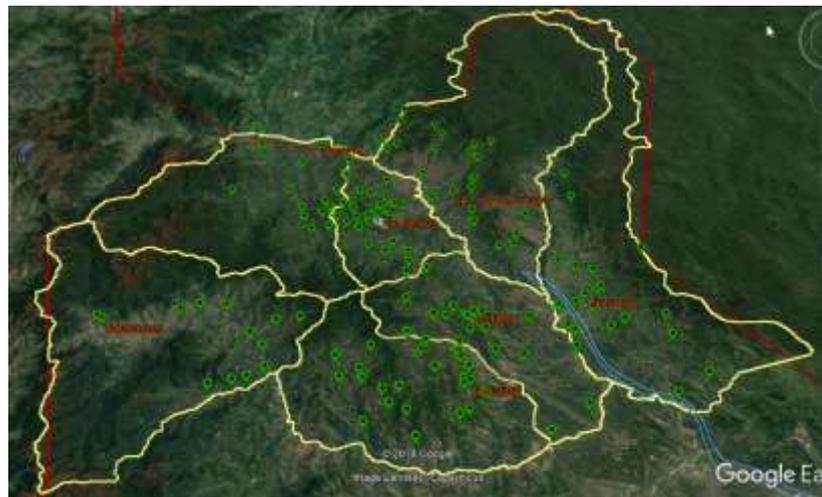


Figura 18: Cobertura móvil de Movistar en San Ignacio

Fuente: OSIPTEL

Entel (Entel Perú):

Como se puede observar en la Figura 19, Entel solo se encuentra presente en el distrito de San Ignacio y en algunas escasas zonas de

La Coipa, mientras que en los demás distritos aún no se cuenta con su cobertura.



Figura 19: Cobertura móvil de Entel en San Ignacio

Fuente: OSIPTEL

Bitel (Viettel Telecom):

Como se puede observar en la Figura 20, Bitel cuenta con cobertura en casi todos los distritos de la Provincia, cubriendo casi en su máxima totalidad a todos los centros poblados.



Figura 20: Cobertura móvil de Bitel en San Ignacio

Fuente: OSIPTEL

Como hemos podido observar en la cobertura de los 4 grandes operadores del mercado en la Provincia de San Ignacio, sólo Claro, Movistar y Bitel son los que están prestando servicio en sus distritos y que según el ente regulador OSIPTEL, sólo llegan con tecnología 2.5G (EDGE).

#### 4.2.Situación Actual de los Servicios Prioritarios

Para poder realizar la verificación de la situación actual en la que se encuentran los servicios de telecomunicaciones existentes, se realizó un estudio de campo basado en una encuesta informativa a la población de la localidad. *[Ver Anexo III]*

Tras realizar la encuesta y haber tomado los datos recolectados, a una muestra de 200 pobladores, se ordenó en tablas para revisar los diferentes indicadores de la muestra.

Se dividirá las tablas entre información poblacional y referencial de los servicios de telecomunicaciones existentes. Dentro de la información poblacional se tomaron datos de los encuestados según sus edades, género y actividades dedicadas.

En la Tabla 08, vemos el tamaño total de la muestra; así como, la distribución de los pobladores encuestados según su edad; y del mismo modo, podemos observar en la Figura 21, que la mayoría de encuestados posee una edad entre los 17 y 25 años, observando que la menor cantidad de encuestados son las personas dentro del rango mayores a los 25 años.

<b>RANGO DE EDAD</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
12 - 16 años	30	15.00
17 - 25 años	93	46.50
26 - 35 años	25	12.50
36 - 45 años	26	13.00
45 a más	26	13.00
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>	<b>100</b>

Tabla 8: Distribución del Rango de Edades de los Encuestados

Fuente: Propia

**Distribución de la Población Según Edad**

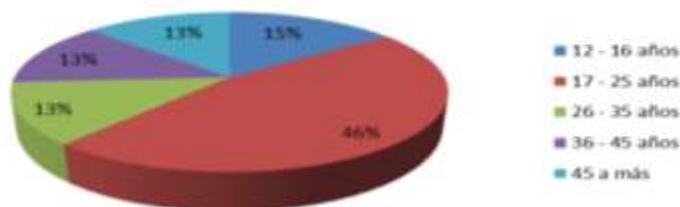


Figura 21: Distribución de la Población según su Edad

Fuente: Propia

De esta manera, concluimos que la mayoría de encuestados son entre adolescentes y jóvenes, quienes según información general, son más entendidos y allegados a la tecnología y sus cambios y evoluciones que presentan.

En la Tabla 09, observamos la distribución de los encuestados según su género y en la Figura 22 podemos verificar que la mayoría de encuestados, y por poca diferencia, son pobladores hombres que pobladores mujeres. Lo que nos puede hacer entender que la población se distribuye y despliega de manera uniforme en las distintas actividades que pueden realizar.

<b>GÉNERO</b>			
<b>MASCULINO</b>	<b>%</b>	<b>FEMENINO</b>	<b>%</b>
<b>106</b>	<b>53.00</b>	<b>94</b>	<b>47.00</b>

Tabla 9: Distribución del Género de los Encuestados

Fuente: Propia

**Distribución de la Población Según Género**

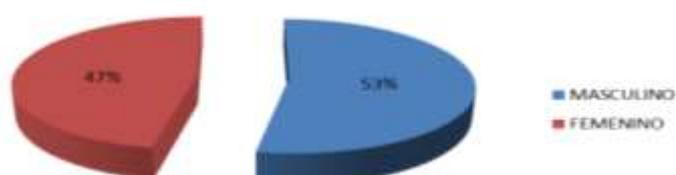


Figura 22: Distribución de la Población según su Género

Fuente: Propia

En la Tabla 10, mostramos las actividades a las que se dedican los pobladores encuestados según el rango de edades ya evaluados y en la Figura 23, podemos observar lo siguiente:

- Los encuestados que pertenecen al primer nivel de edad (12 – 16 años), que en su totalidad son estudiantes del sector escolar se dedican también en su mayoría al comercio y a la agricultura.
- Los encuestados que pertenecen al siguiente nivel (17 – 25 años), en su mayoría se dedica al estudio y otra parte más baja se dedica más a la agricultura que al comercio.
- Los encuestados que pertenecen al siguiente nivel de edad (26 – 35 años), en su mayoría se dedica al comercio, la agricultura y la administración y otra parte más baja a la ganadería.
- Los encuestados que pertenecen al siguiente nivel (36 – 45 años), en su mayoría se dedica a la ganadería y a la agricultura y otra parte más baja al comercio y la administración.
- Los encuestados que pertenecen al último nivel (45 a más), en su mayoría se dedica a la ganadería y la agricultura y otra parte más baja al comercio y la administración.

<b>RANGO DE EDAD</b>	<b>ESTUDIO</b>	<b>COMERCIO</b>	<b>AGRICULTURA</b>	<b>GANADERÍA</b>	<b>ADMINISTRACIÓN</b>	<b>OTROS</b>
12 - 16 años	30	16	10	3	0	3
17 - 25 años	89	17	24	3	2	6
26 - 35 años	4	16	13	8	12	5
36 - 45 años	1	13	18	21	9	4
45 a más	1	12	22	24	9	1
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>74</b>	<b>87</b>	<b>59</b>	<b>32</b>	<b>19</b>

Tabla 10: Distribución de las Actividades Realizadas

Fuente: Propia

**Distribución de la Población Según Edad y Actividades Realizadas**

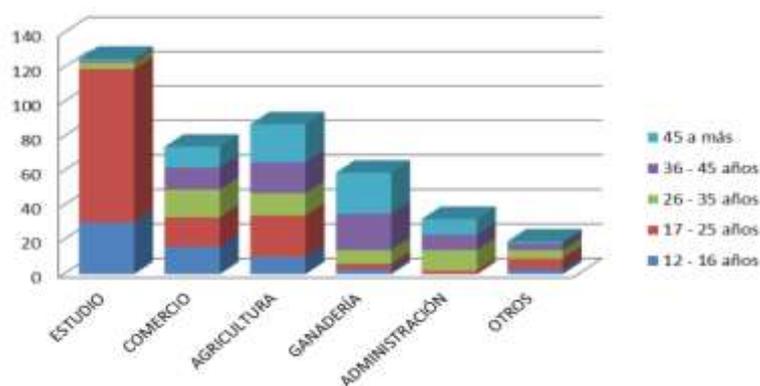


Figura 23: Distribución de la Población según su Edad y sus Actividades Realizadas

Fuente: Propia

Finalmente, podemos deducir con facilidad de que los encuestados no solo se dedican a una sola actividad y que son capaces de distribuir su tiempo para desarrollarse en las actividades que realizan.

#### 4.2.1 Verificación del Uso de los Servicios de Telecomunicaciones Existentes

Tomaremos los datos recolectados con respecto a los Servicios de Telecomunicaciones Existentes, tanto de Internet como de Telefonía Móvil, para tener una referencia del uso que le dan y del conocimiento de los mismos.

La Tabla 11 nos muestra en qué porcentaje la población hace uso o no del Servicio de Internet y en la Figura 24 podemos observar que la mayoría de los encuestados hace uso del servicio de internet; por lo cual, podemos deducir que es una herramienta bastante útil para la localidad.

<b>USO DE INTERNET</b>			
<b>SI</b>	<b>%</b>	<b>NO</b>	<b>%</b>
<b>178</b>	<b>89.00</b>	<b>22</b>	<b>11.00</b>

Tabla 11: Indicador del Uso del Servicio de Internet

Fuente: Propia

### Distribución de la Población Según Uso de Internet



Figura 24: Distribución de la Población según su Uso de Internet

Fuente: Propia

En la Tabla 12 observamos los lugares donde con mayor frecuencia se realiza el Uso del Servicio de Internet, basado en el rango de edades que se ha tomado y según la Figura 25, observamos que los encuestados suelen hacer uso del Servicio de Internet, en su mayoría, mediante el alquiler de una cabina y por un menor margen en casa. Del mismo modo los 2 primeros niveles de edad (12 – 16 y 17 – 25) hacen uso del mismo dentro de sus centros de estudios, mientras las personas mayores a 25 años suelen hacerlo en sus centros laborales.

RANGO DE EDAD	CASA	CABINA	CENTRO DE ESTUDIOS	TRABAJO
12 - 16 años	11	17	11	0
17 - 25 años	22	62	21	3
26 - 35 años	18	3	2	19
36 - 45 años	16	0	0	13
45 a más	13	0	0	15
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>82</b>	<b>34</b>	<b>50</b>

Tabla 12: Lugares más Frecuentes de Uso del Servicio de Internet

Fuente: Propia



Figura 25: Distribución de la Población según su Edad y el Lugar más Frecuente del Uso de Internet

Fuente: Propia

Podemos concluir de esta forma, que el Servicio de Internet es una herramienta muy utilizada en la localidad para distintas actividades y con distintos fines; ya sean, académicos, laborales, de comunicación, ocio, etc.

En la Tabla 13 vemos el porcentaje de la población que hace uso o no de los Servicios de un Teléfono Móvil y en la Figura 26, podemos observar que la gran mayoría de los encuestados hace uso de un teléfono móvil; por lo cual, podemos deducir de que es una herramienta bastante utilizada en la localidad.

<b>USO DE TELÉFONO MÓVIL</b>			
<b>SI</b>	<b>%</b>	<b>NO</b>	<b>%</b>
<b>185</b>	<b>92.50</b>	<b>15</b>	<b>7.50</b>

Tabla 13: Indicador del Uso del Servicio de Telefonía Móvil

Fuente: Propia

**Distribución de la Población Según Uso de Teléfono Móvil**



Figura 26: Distribución de la Población según Uso de Telefonía Móvil

Fuente: Propia

La Tabla 14 nos muestra qué Operadores de Servicio Móvil son los más usados en la localidad según los encuestados que hacen Uso de un Teléfono Móvil y en la Figura 27 podemos observar que la gran mayoría de los encuestados que hacen Uso del Servicio Móvil tiene preferencia por usar a los Operadores Móviles Movistar y Claro.

OPERADOR DE SERVICIO MÓVIL							
CLARO	%	MOVISTAR	%	ENTEL	%	BITEL	%
66	33	100	50	10	5	24	12

Tabla 14: Indicador del Uso del Operador de Servicio Móvil  
Fuente: Propia



Figura 27: Distribución de la Población según Operador de Telefonía Móvil  
Fuente: Propia

En la Tabla 15 mostramos qué Plan de Servicio Móvil es el más solicitado en la localidad y cómo podemos verificar en la Figura 28, la mayoría de los encuestados hace mayor uso del servicio Prepago dejando así de lado el servicio Postpago, evitando así que el operador les pueda facturar el servicio utilizado.

PLAN DE SERVICIO MÓVIL			
PREPAGO	%	POSTPAGO	%
142	71.00	58	29.00

Tabla 15: Indicador del Plan de Servicio Móvil Utilizado  
Fuente: Propia

**Distribución de la Población Según Plan de Servicio**

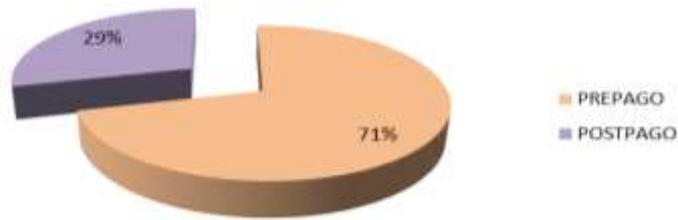


Figura 28: Distribución de la Población según su Plan de Servicio Móvil  
Fuente: Propia

Con la Tabla 16 mostramos qué tan informada se encuentra la población sobre el tipo de Equipo Móvil que utiliza, basándonos en el Tipo de Plataforma del mismo y en la Figura 29, observamos que poco más del 50% de los encuestados tiene noción de que tipo de Plataforma es su Equipo Móvil; así mismo, dentro de esa mayoría la Plataforma más usada es Android.

PLATAFORMA DE EQUIPO MÓVIL							
IPHONE	%	ANDROID	%	WINDOWS PHONE	%	NO SABE	%
26	13	56	28	34	17	84	42

Tabla 16: Indicador de la Plataforma del Equipo Móvil Utilizado  
Fuente: Propia

**Distribución de la Población Según Plataforma de Equipo Móvil**

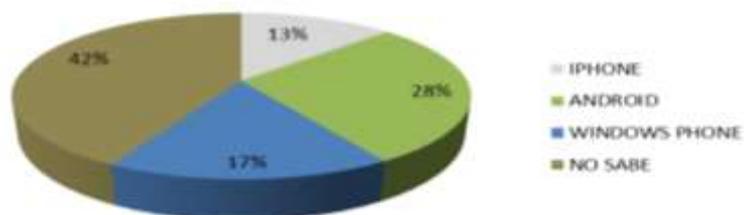


Figura 29: Distribución de la Población según la Plataforma de su Equipo Móvil  
Fuente: Propia

#### 4.2.2 Medición del Nivel de Calificación de los Servicios de Telecomunicaciones Existentes

Dentro de los datos recolectados ahora mostraremos cómo califica la población los Servicios de Telecomunicaciones Existentes en su localidad.

La Tabla 17 nos muestra cómo la población califica el Servicio de Internet brindado en su localidad; donde, la Figura 30 nos grafica claramente que más del 50% de los encuestados se encuentra disconforme con el Servicio de Internet; así como, un gran sector de lo que resta se divide entre un servicio a medias y un pésimo servicio.

RANGO DE EDAD	CALIFICACIÓN DEL SERVICIO DE INTERNET									
	MUY BUENO	%	BUENO	%	REGULAR	%	DEFICIENTE	%	MUY DEFICIENTE	%
12 - 16 años	1	3.33	2	6.67	3	10.00	16	53.33	8	26.67
17 - 25 años	2	2.15	7	7.53	26	27.96	40	43.01	18	19.35
26 - 35 años	0	0.00	0	0.00	5	20.00	18	72.00	2	8.00
36 - 45 años	0	0.00	0	0.00	1	3.85	16	61.54	9	34.62
45 a más	0	0.00	0	0.00	2	7.69	23	88.46	1	3.85
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>1.50</b>	<b>9</b>	<b>4.50</b>	<b>37</b>	<b>18.50</b>	<b>113</b>	<b>56.50</b>	<b>38</b>	<b>19.00</b>

Tabla 17: Indicador de la Calificación del Servicio de Internet

Fuente: Propia



Figura 30: Distribución de la Población según Calificación del Servicio de Internet

Fuente: Propia

En tal sentido, la Figura 31 nos muestra que los encuestados suelen calificar al Servicio de Internet brindado en su localidad de manera deficiente en la mayoría de sus niveles de edad.

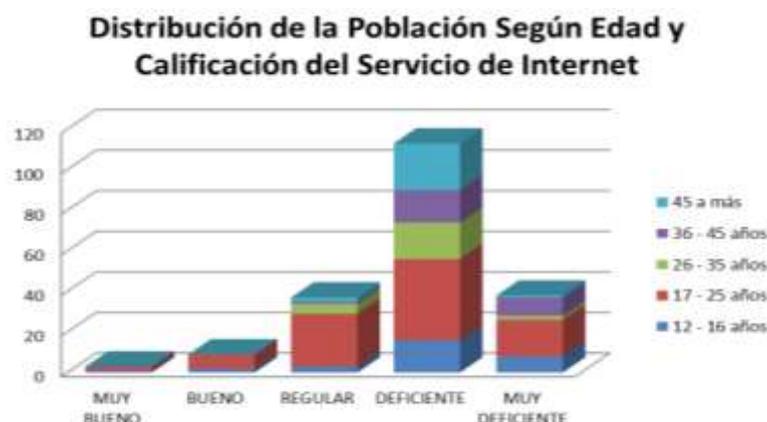


Figura 31: Distribución de la Población según Edad y Calificación del Servicio de Internet

Fuente: Propia

La Tabla 18 nos muestra cómo la población califica el Servicio de Telefonía Móvil que se brinda en su localidad, haciendo referencia que el Operador más frecuente es Movistar y en la Figura 32 podemos observar que casi el 50% de los encuestados considera que cuenta con un buen servicio y solo muy pocos consideran el servicio en pésimas condiciones.

RANGO DE EDAD	CALIFICACIÓN DEL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL									
	MUY BUENO	%	BUENO	%	REGULAR	%	DEFICIENTE	%	MUY DEFICIENTE	%
12 - 16 años	5	16.67	18	60.00	7	23.33	0	0.00	0	0.00
17 - 25 años	14	15.05	46	49.46	32	34.41	1	1.08	0	0.00
26 - 35 años	3	12.00	9	36.00	12	48.00	1	4.00	0	0.00
36 - 45 años	4	15.38	11	42.31	11	42.31	0	0.00	0	0.00
45 a más	6	23.08	6	23.08	11	42.31	1	3.85	2	7.69
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>16.00</b>	<b>90</b>	<b>45.00</b>	<b>73</b>	<b>36.50</b>	<b>3</b>	<b>1.50</b>	<b>2</b>	<b>1.00</b>

Tabla 18: Indicador de la Calificación del Servicio de Telefonía Móvil

Fuente: Propia

**Distribución de la Población Según Calificación del Servicio del Operador Móvil**

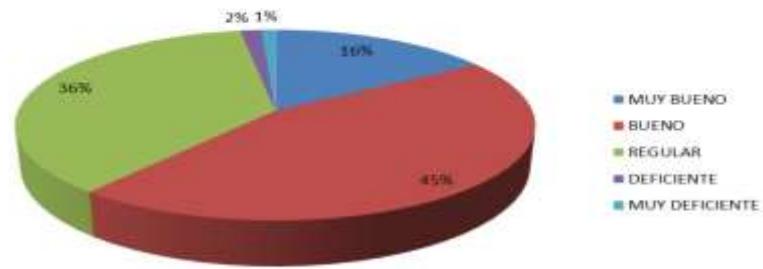


Figura 32: Distribución de la Población según Calificación del Servicio del Operador Móvil

Fuente: Propia

Así mismo, en la Figura 33 podemos observar que los encuestados suelen calificar al Servicio de su Operador Móvil como bueno en todos sus niveles de edad

**Distribución de la Población Según Calificación del Servicio del Operador Móvil**

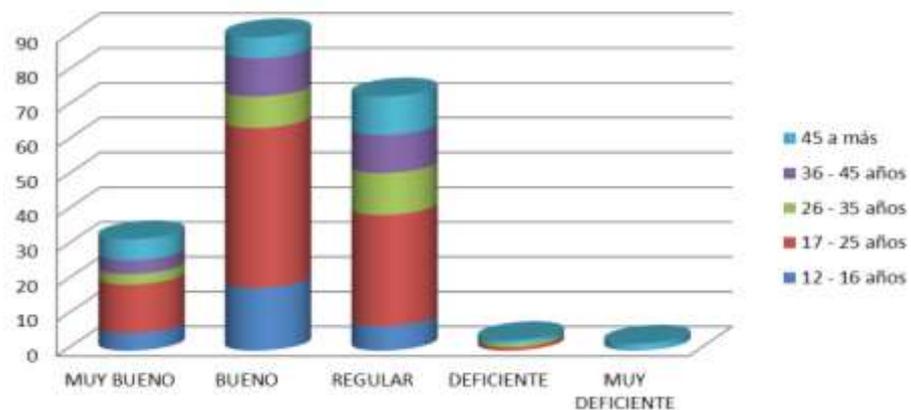


Figura 33: Distribución de la Población según Edad y Calificación del Servicio del Operador Móvil

Fuente: Propia

#### 4.2.3 Planteamiento de los Principales Problemas en los Servicios de Telecomunicaciones Existentes

En los datos recolectados, también sugerimos a la población que nos indiquen según su uso cotidiano y criterio, cuáles son los problemas más frecuentes que encontraban en los Servicios Brindados.

En la Tabla 19 vemos los factores más determinantes que considera la población que más inciden en el Servicio de Internet. En la Figura 34, observamos que los encuestados consideran, casi en la mayoría de sus niveles de edad, que la Mayor Deficiencia del Servicio de Internet es la Baja Velocidad de navegación que presenta, pero; sin embargo, también influyen la Estabilidad de la Red de Servicio como su Alto Costo de Servicio.

FACTORES INCIDENTES EN EL SERVICIO DE INTERNET						
RANGO DE EDAD	MUY LENTO	%	INESTABLE	%	MUY COSTOSO	%
12 - 16 años	27	90.00	17	56.67	30	100.00
17 - 25 años	80	86.02	71	76.34	68	73.12
26 - 35 años	25	100.00	23	92.00	19	76.00
36 - 45 años	25	96.15	24	92.31	22	84.62
45 a más	26	100.00	23	88.46	24	92.31
<b>TOTAL</b>	<b>183</b>	<b>91.50</b>	<b>158</b>	<b>79.00</b>	<b>163</b>	<b>81.50</b>

Tabla 19: Indicador de los Factores Incidentes en el Servicio de Internet

Fuente: Propia

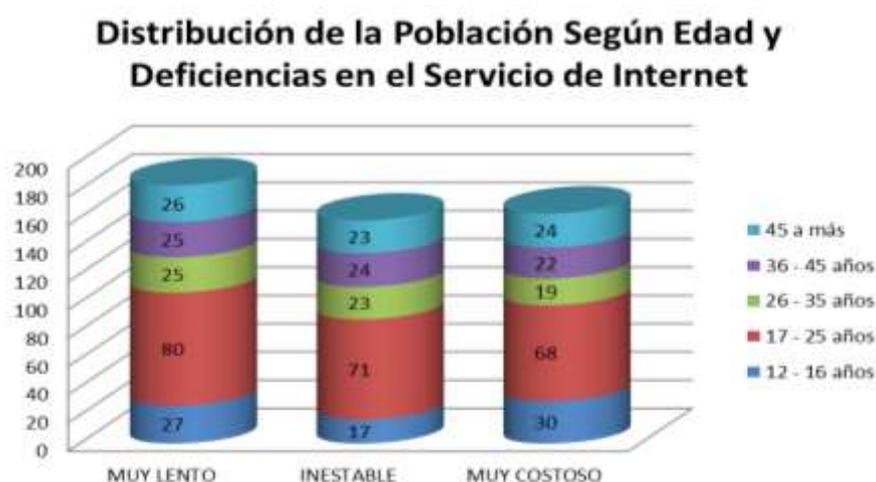


Figura 34: Distribución de la Población según Edad y Deficiencias en el Servicio de Internet

Fuente: Propia

Es así, que en la Figura 35 verificamos que más del 75% de los encuestados consideran estos 3 factores como los más Influyentes en las Deficiencias del Servicio de Internet.

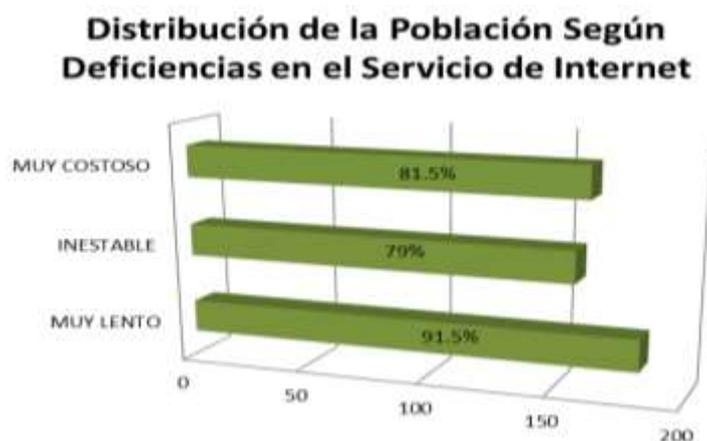


Figura 35: Distribución de la Población según Deficiencias en el Servicio de Internet

Fuente: Propia

La Tabla 20 nos muestra los factores más determinantes que considera la población y que más inciden en el Servicio de Telefonía Móvil. En la Figura 36, observamos que los encuestados consideran, casi en la mayoría de sus niveles de edad, que la Mayor Deficiencia del Servicio de Telefonía Móvil es la Poca Cobertura que presenta, pero; sin embargo, también influyen la Poca Conectividad que brinda el Operador como su Alto Costo de Servicio.

<b>FACTORES INCIDENTES EN EL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL</b>						
<b>RANGO DE EDAD</b>	<b>POCA CONECTIVIDAD</b>	<b>%</b>	<b>POCA COBERTURA</b>	<b>%</b>	<b>MUY COSTOSO</b>	<b>%</b>
12 - 16 años	23	76.67	25	83.33	19	63.33
17 - 25 años	66	70.97	78	83.87	69	74.19
26 - 35 años	21	84.00	19	76.00	15	60.00
36 - 45 años	24	92.31	22	84.62	23	88.46
45 a más	23	88.46	21	80.77	24	92.31
<b>TOTAL</b>	<b>157</b>	<b>78.50</b>	<b>165</b>	<b>82.50</b>	<b>150</b>	<b>75.00</b>

Tabla 20: Indicador de los Factores Incidentes en el Servicio de Telefonía Móvil

Fuente: Propia

**Distribución de la Población Según Edad y Deficiencias del Servicio de Telefonía Móvil**

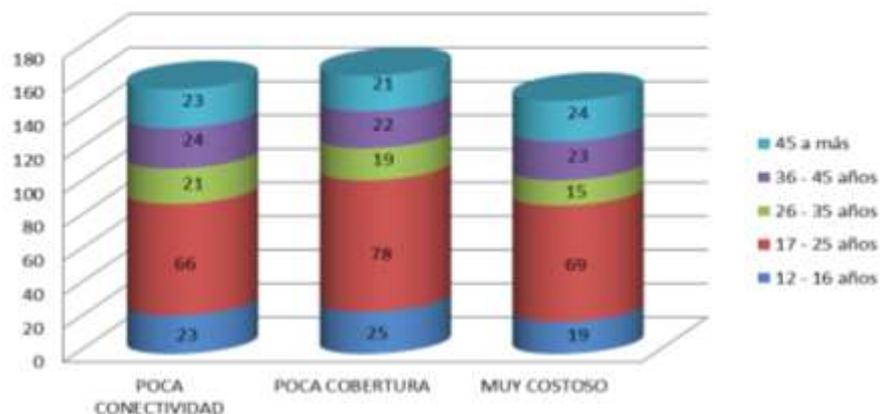


Figura 36: Distribución de la Población según Edad y Deficiencias en el Servicio de Telefonía Móvil

Fuente: Propia

Así podemos verificar en la Figura 37 que más del 75% de los encuestados consideran estos 3 factores más Influyentes en las Deficiencias del Servicio de Telefonía Móvil.

**Distribución de la Población Según Deficiencias del Servicio de Telefonía Móvil**

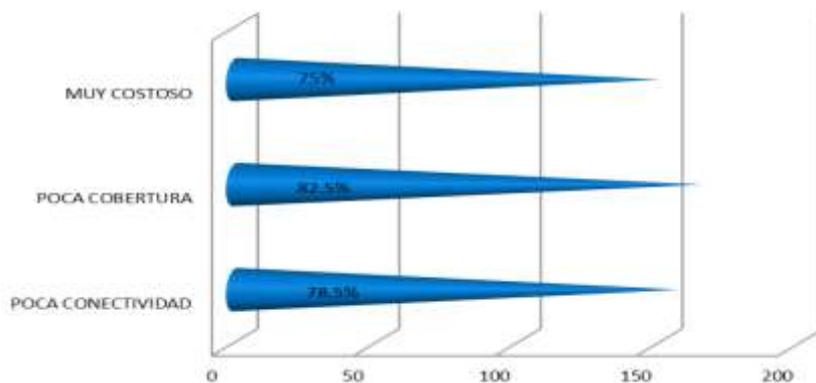


Figura 37: Distribución de la Población según Deficiencias en el Servicio de Telefonía Móvil

Fuente: Propia

#### 4.2.4 Planteamiento de las Posibles Soluciones en los Servicios de Telecomunicaciones Existentes

Finalmente, así como sugerimos a los encuestados que nos indiquen cuáles consideraban que eran los problemas más frecuentes, también les solicitamos que sugieran cuáles pensaban que podían ser las posibles mejoras a los Servicios Brindados.

En la **Tabla 21** vemos los factores que considera la población presentarían Mejoras en el Servicio de Internet y en la **Figura 38** podemos observar que los encuestados, casi en la mayoría de sus niveles de edad, consideran que la Mejora más adecuada aplicada al Servicio de Internet es Disminuir los Costos del Servicio, pero también incluyen una Mayor Estabilidad de la Red como una Mayor Velocidad de navegación. Como nos damos cuenta todo en oposición a las deficiencias planteadas.

<b>MEJORAS PROPUESTAS PARA EL SERVICIO DE INTERNET</b>						
<b>RANGO DE EDAD</b>	<b>MAYOR VELOCIDAD</b>	<b>%</b>	<b>ESTABLE</b>	<b>%</b>	<b>MENOR COSTO</b>	<b>%</b>
12 - 16 años	24	80.00	26	86.67	30	100.00
17 - 25 años	84	90.32	80	86.02	88	94.62
26 - 35 años	22	88.00	23	92.00	24	96.00
36 - 45 años	26	100.00	24	92.31	24	92.31
45 a más	26	100.00	24	92.31	25	96.15
<b>TOTAL</b>	<b>182</b>	<b>91.00</b>	<b>177</b>	<b>88.50</b>	<b>191</b>	<b>95.50</b>

Tabla 21: Indicador de las Mejoras Propuestas para el Servicio de Internet

Fuente: Propia

### Distribución de la Población Según Edad y Mejoras en el Servicio de Internet

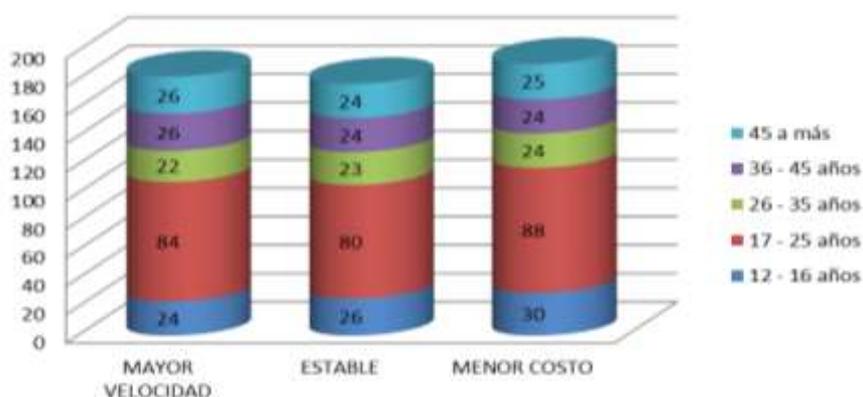


Figura 38: Distribución de la Población según Edad y Mejoras Propuestas para el Servicio de Internet

Fuente: Propia

Así, en la Figura 39 observamos que más del 85% de los encuestados consideran estos 3 factores como las Mejoras más Inmediatas al Servicio de Internet.

### Distribución de la Población Según Mejoras en el Servicio de Internet

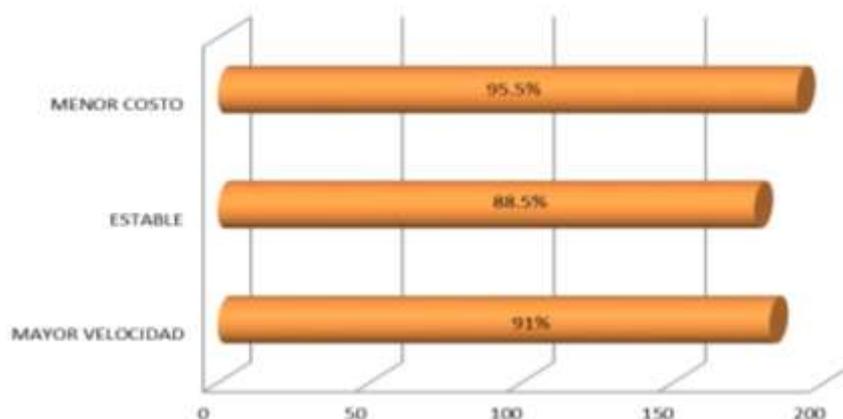


Figura 39: Distribución de la Población según Mejoras Propuestas en el Servicio de Internet

Fuente: Propia

La Tabla 22 nos muestra los factores que considera la población presentarían Mejoras en el Servicio de Telefonía Móvil y en la Figura 40 observamos que los encuestados consideran que la Mejora más adecuada aplicada al Servicio de

Telefonía Móvil es Aumentar la Radio Cobertura del Servicio, pero también incluyen una Mayor Conectividad de la Red como un Menor Costo del Servicio.

**MEJORAS PROPUESTAS PARA EL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL**

<b>MAYOR CONECTIVIDAD</b>	<b>%</b>	<b>MAYOR COBERTURA</b>	<b>%</b>	<b>MENOR COSTO</b>	<b>%</b>	<b>MÁS PROMOCIONES</b>	<b>%</b>	<b>OFERTA DE EQUIPOS</b>	<b>%</b>	<b>ATENCIÓN AL CLIENTE</b>	<b>%</b>
25	83.33	27	90.00	22	73.33	20	66.67	18	60.00	15	50.00
73	78.49	82	88.17	75	80.65	73	78.49	42	45.16	44	47.31
22	88.00	24	96.00	18	72.00	12	48.00	7	28.00	9	36.00
25	96.15	23	88.46	24	92.31	11	42.31	6	23.08	9	34.62
24	92.31	22	84.62	25	96.15	14	53.85	15	57.69	13	50.00
<b>169</b>	<b>84.50</b>	<b>178</b>	<b>89.00</b>	<b>164</b>	<b>82.00</b>	<b>130</b>	<b>65.00</b>	<b>88</b>	<b>44.00</b>	<b>90</b>	<b>45.00</b>

Tabla 22: Indicador de las Mejoras Propuestas para el Servicio de Telefonía Móvil

Fuente: Propia

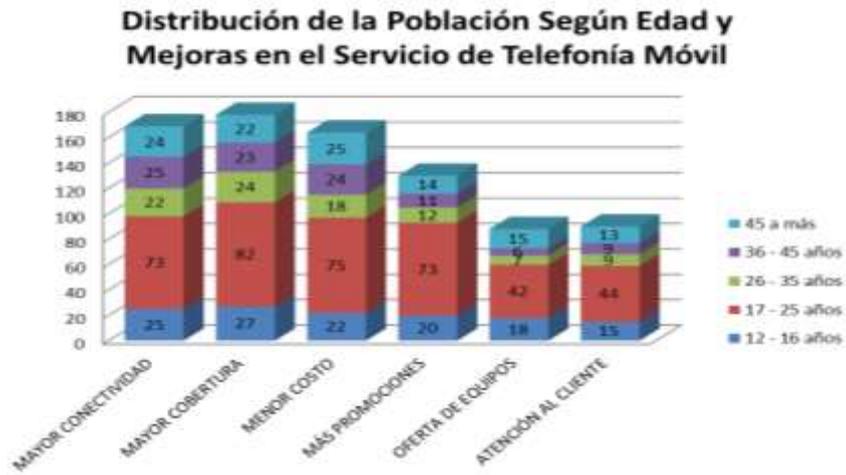


Figura 40: Distribución de la Población según Edad y Mejoras Propuestas para el Servicio de Telefonía

Fuente: Propia

Como podemos verificar en la Figura 41, se observa que más del 80% de los encuestados consideran estos 3 factores como las Mejoras más Inmediatas al Servicio de Telefonía Móvil; sin embargo, en un porcentaje más bajo, consideran que también se debería considerar Mayor Promociones de Servicios, Mayor Oferta de Equipos y una Mejor Atención al Cliente.

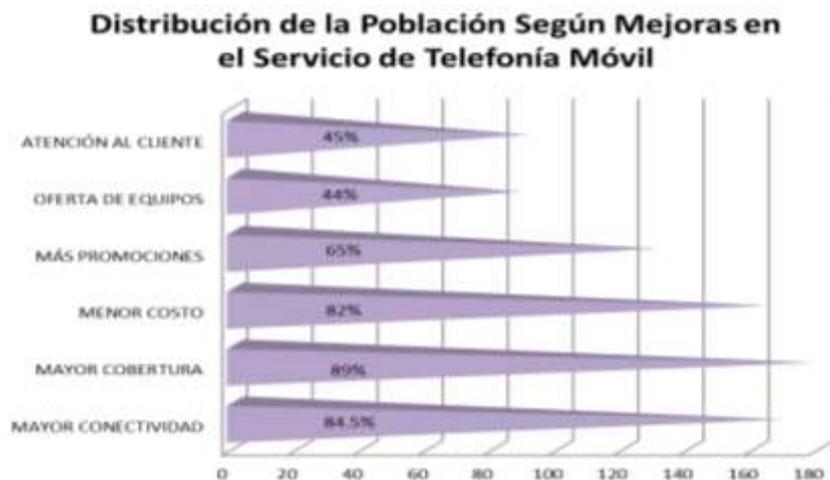


Figura 41: Distribución de la Población según Mejoras Propuestas en el Servicio de Telefonía Móvil

Fuente: Propia

#### 4.3. Proyección a una Alta Demanda de Usuarios

El acceso a los servicios de telecomunicaciones a Internet y uso productivo de las TIC's, permitirá a los pobladores potenciar sus actividades sociales y familiares, identificar nuevas oportunidades de negocio y/o adquirir conocimientos para mejorar los negocios que ya tengan en marcha.

##### 4.3.1 Aspectos Requeridos para el Desarrollo del Proyecto

FITEL, es un fondo destinado a la provisión de acceso universal, entendiéndose como tal al acceso en el territorio nacional a un conjunto de servicios de telecomunicaciones esenciales, capaces de transmitir voz y datos.

En base a los requerimientos del FITEL, se toma en consideración los siguientes puntos para el desarrollo del proyecto:

- Reducir la brecha en el acceso a los servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y en lugares considerados de preferente interés social.
- Promover el desarrollo social y económico de áreas rurales: acceso a servicios y capacitación en uso de TIC.
- Incentivar participación del sector privado en la prestación de los servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y en lugares de preferente interés social.

# **CAPÍTULO V: ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE INGENIERÍA PROPUESTO PARA LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO**

## **5.1. Dimensionamiento**

En el presente capítulo se llevará a cabo el proceso de determinar la dimensión y las características que presentará nuestra red; el cual, también muestra la topología, cálculos de enlace, distribución de equipos y configuraciones necesarias para poner en operación la red; además de una sección de pruebas que se realizaron.

En el comienzo de una red es fundamental el conocimiento de los puntos (lugares donde se ubican los equipos de comunicación) de servicio; así como, la capacidad necesaria de cada una de ellos, y en función de la prioridad y características de disponibilidad del servicio a proporcionar se tendrá la topología que mejor se adapte a los requerimientos.

Estos aspectos tienen influencia principalmente sobre la parte económica. Una elección adecuada de estos criterios significa un bajo costo de la red, además de facilitar su futura implementación.

### **5.1.1 Determinación del ancho de banda requerido**

El tipo de tráfico que se enviará por cada uno de los enlaces de la red dependerá del tipo de servicio que el cliente solicite, en su mayoría será datos (internet), pudiéndose enviar también voz, video y cualquier tipo de información que se necesita en la red; siempre y cuando, se asegure siempre la calidad del servicio que se brinda.

El ancho de banda necesario para la transmisión de información se puede observar en los requerimientos de las bases de Fitel (Proyecto Instalación de Banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social de la Región Cajamarca), como se puede observar en la Tabla 23:

<b>Velocidad de descarga</b>	<b>Velocidad mínima garantizada (%)</b>	<b>Tarifa tope Mensual (en Nuevos Soles incluido todos los impuestos de ley)</b>
2 Mbps	40%	97.59
4 Mbps	40%	142.06

Tabla 23: Tarifas Tope de Acceso a Internet para las Instituciones Abonadas Obligatorias

Fuente: FITEL

Donde las *Especificaciones Técnicas de la Red de Acceso del Proyecto Cajamarca*, nos dice: “**EL CONTRATADO** debe tener en cuenta que las **INSTITUCIONES ABONADAS OBLIGATORIAS** contratarán como mínimo una conexión de 2048 Kbps de bajada, 512 Kbps de subida y cuarenta por ciento (40%) de velocidad garantizada. La relación entre la velocidad de bajada y de subida es de 4 a 1, relación que también es aplicable para la velocidad de descarga o de bajada de 4 Mbps.” [Ver Anexo IV]

Al inicio, basados en estas especificaciones técnicas por parte del FITEL, para poder brindar y sostener una gran estabilidad de nuestro sistema se estará brindando el servicio con una velocidad de descarga de 2 Mbps con intención y visión a mejorar dicha velocidad conforme aumente la demanda y tráfico de usuarios y acoplándonos al tendido de la Red de Fibra Óptica.

A continuación, mostraremos la cantidad de entidades, en las siguientes tablas, (estimado en nuestra visita) que se encuentran en los distritos de San Ignacio en los 4 sectores de mayor importancia para el desarrollo del proyecto, los cuales son: Sector Educación (Tabla 24), Sector Gobierno (Tabla 25), Sector Salud (Tabla 26) y Sector Comercio (Tabla 27).

DISTRITO	ENTIDADES EDUCATIVAS		TOTAL DE ENTIDADES	ANCHO DE BANDA (Mbps)
	Colegio	Instituto y/o Universidad		
San Ignacio	18	3	21	42
Chirinos	8	1	9	18
Huarango	22	0	22	44
La Coipa	20	0	20	40
Namballe	3	0	3	6
San José de Lourdes	15	0	15	30

Tabla 24: Indicadores del Sector Educación

Fuente: Propia

DISTRITO	CENTROS				TOTAL DE ENTIDADES	ANCHO DE BANDA (Mbps)
	Comisaría	Municipalidad	Entidad Financiera	Gobierno Provincial		
San Ignacio	2	1	1	1	5	10
Chirinos	1	1	0	0	2	4
Huarango	1	1	0	0	2	4
La Coipa	1	1	0	0	2	4
Namballe	1	1	0	0	2	4
San José de Lourdes	1	1	0	0	2	4

Tabla 25: Indicadores del Sector Gobierno

Fuente: Propia

DISTRITO	CENTROS		TOTAL DE ENTIDADES	ANCHO DE BANDA (Mbps)
	Centro de Salud	Puesto de Salud		
San Ignacio	2	15	17	34
Chirinos	3	5	8	16
Huarango	7	6	13	26
La Coipa	2	15	17	34
Namballe	1	5	6	12
San José de Lourdes	5	9	14	28

Tabla 26: Indicadores del Sector Salud

Fuente: Propia

DISTRITO	CENTROS			TOTAL DE ENTIDADES	ANCHO DE BANDA (Mbps)
	Cooperativas	Asociaciones	Entidades Turísticas		
San Ignacio	5	7	2	14	28
Chirinos	1	0	0	1	2
Huarango	0	0	0	0	0
La Coipa	0	2	0	2	4
Namballe	0	0	1	1	2
San José de Lourdes	0	0	0	0	0

Tabla 27: Indicadores del Sector Comercio

Fuente: Propia

Finalmente, para ver el dimensionamiento estimado por cada distrito y total y poder obtener un resultado final que nos indique cuanto se requiere para la transmisión desde el punto de inicio para poder cubrir la demanda de datos (Internet), se armó la Tabla 28, mostrada a continuación:

DISTRITO	TOTAL DE ENTIDADES	ANCHO DE BANDA (Mbps)
San Ignacio	57	114
Chirinos	20	40
Huarango	37	74
La Coipa	41	82
Namballe	12	24
San José de Lourdes	31	62
<b>TOTAL</b>	<b>198</b>	<b>396</b>

Tabla 28: Total de Indicadores en la Provincia de San Ignacio

Fuente: Propia

### 5.1.2 Determinación de Nodos Principales

Lo que se trata es dar servicio de Internet a los distritos; por lo tanto, éstos contarán con un desplazamiento de Red de Telecomunicaciones (Radio Enlace) para brindar los servicios de datos.

Para la configuración de la Red se toman como referencia los 6 Municipios de la provincia de San Ignacio, tal como se muestra en la Figura 42; ya que, debido a sus ubicaciones en el Departamento de Cajamarca permiten realizar los cálculos de los enlaces utilizando datos conocidos de los mismos (latitud, longitud).



Figura 42: Ubicación de los Distritos de la Provincia de San Ignacio  
Fuente: Propia

Los valores obtenidos del diseño permitirán a su vez ser aplicados a lugares que se encuentren geográficamente cerca de los municipios mencionados. Las coordenadas de los 6 distritos se muestran en la Tabla 29:

DISTRITO	GRADOS Y MINUTOS		GRADOS	
	LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
CHIRINOS	05°18'12"	78°53'53"	-5.303361°	-78.897966°
HUARANGO	05°16'14"	78°46'29"	-5.270553°	-78.774682°
LA COIPA	05°23'33"	78°54'20"	-5.392491°	-78.905546°
NAMBALLE	05°00'29"	79°04'59"	-5.008029°	-79.083014°
SAN IGNACIO	05°08'55"	78°59'51"	-5.148221°	-78.997743°
SAN JOSE DE LOURDES	05°06'11"	78°54'49"	-5.103059°	-78.913618°

Tabla 29: Latitud y Longitud de los Distritos  
Fuente: Propia

A continuación, en la Figura 43, mostramos un diagrama donde se ubican los puntos que van a simbolizar y/o representar a los Nodos Principales donde se puede tener los enlaces entre punto a punto y/o punto a multipunto.

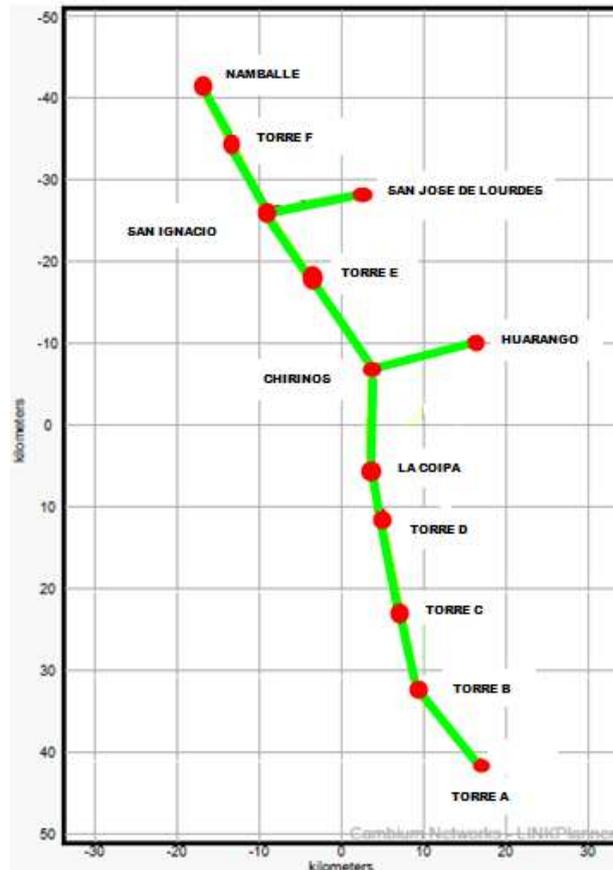


Figura 43: Ubicación de los Nodos Principales

Fuente: Propia

Como se muestra, se está partiendo desde el Punto A ubicado en la Ciudad de Jaén pasando por puntos medios, denominados Punto B, Punto C, Punto D (estos 3 para ingresar a La Coipa) , Punto E (para ingresar a San Ignacio) y Punto F (Para ingresar a Namballe), para finalmente entrar a los Distritos.

### 5.1.3 Proyección de los Enlaces entre los Nodos Principales

Para los Nodos Principales se va a realizar la instalación y operación de nuevas torres ubicados en los puntos señalados.

Además, para las proyecciones de los puntos entre los Nodos se usa un programa para enlaces, llamado **Radio Mobile**. Por el cual, analizaremos nuestros enlaces y la línea de vista entre los nodos, desde la Figura 44 hasta la Figura 54, como se muestra a continuación:

- Desde Punto A en Jaén (Torre A) hasta el Punto B (Torre B)



Figura 44: Enlace entre Torre A y Torre B

Fuente: Radio Mobile

- Desde Punto B (Torre B) hasta el Punto C (Torre C)



Figura 45: Enlace entre Torre B y Torre C

Fuente: Radio Mobile

- Desde Punto C (Torre C) hasta el Punto D (Torre D)

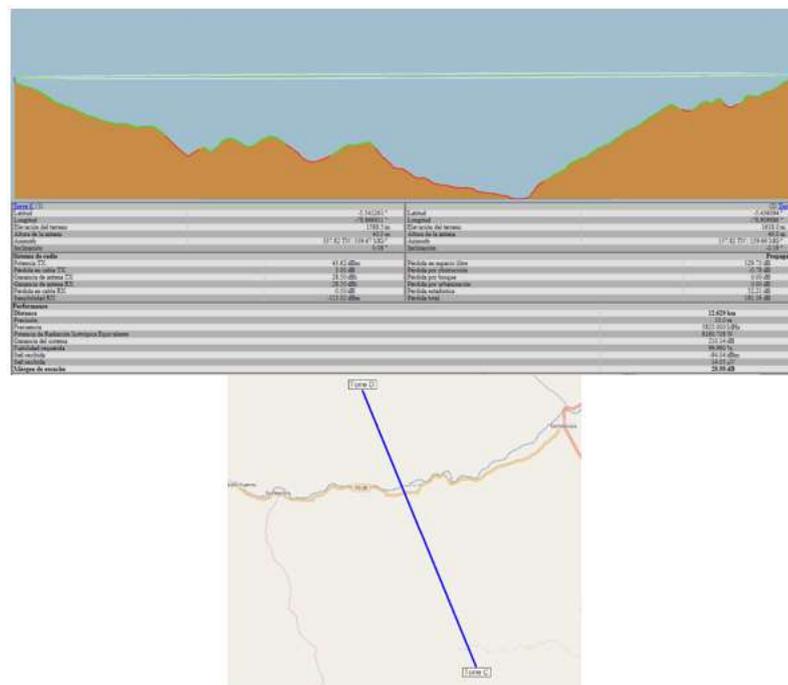


Figura 46: Enlace entre Torre C y Torre D

Fuente: Radio Mobile



- Desde Chirinos (Torre Chirinos) hasta Huarango (Torre Huarango)

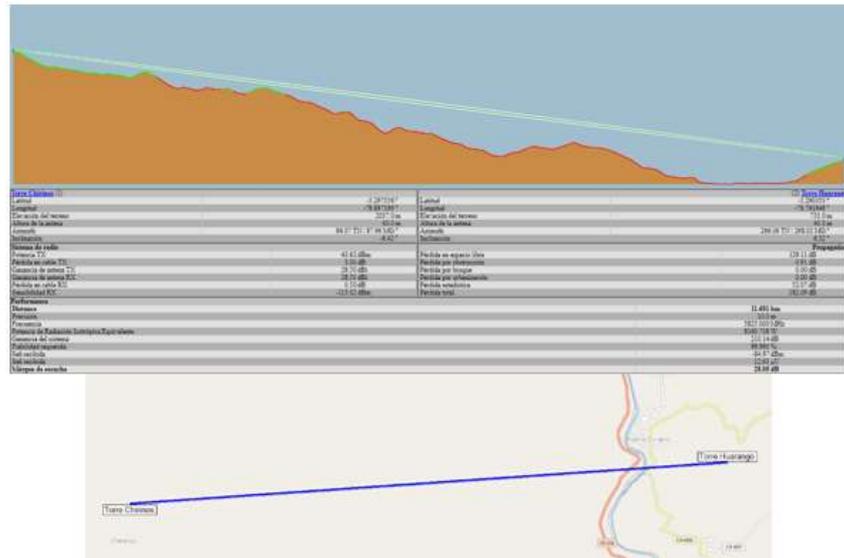


Figura 49: Enlace entre Torre Chirinos y Torre Huarango

Fuente: Radio Mobile

- Desde Chirinos (Torre Chirinos) hasta el Punto E (Torre E)



Figura 50: Enlace entre Torre Chirinos y Torre E

Fuente: Radio Mobile

- Desde el Punto E (Torre E) hasta San Ignacio (Torre San Ignacio)

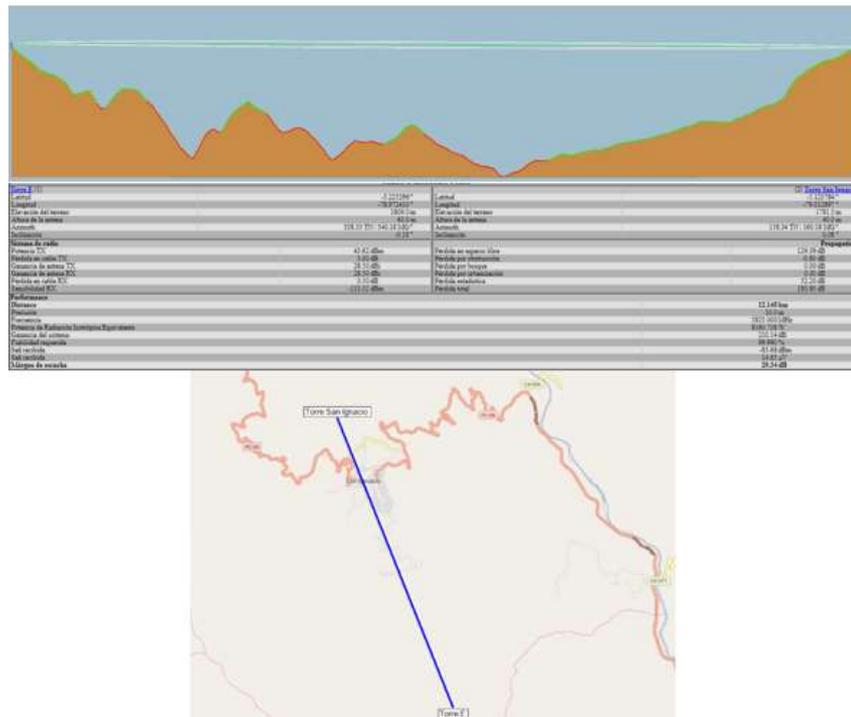


Figura 51: Enlace entre Torre E y Torre San Ignacio

Fuente: Radio Mobile

- Desde San Ignacio (Torre San Ignacio) hasta San José de Lourdes (Torre San José de Lourdes)

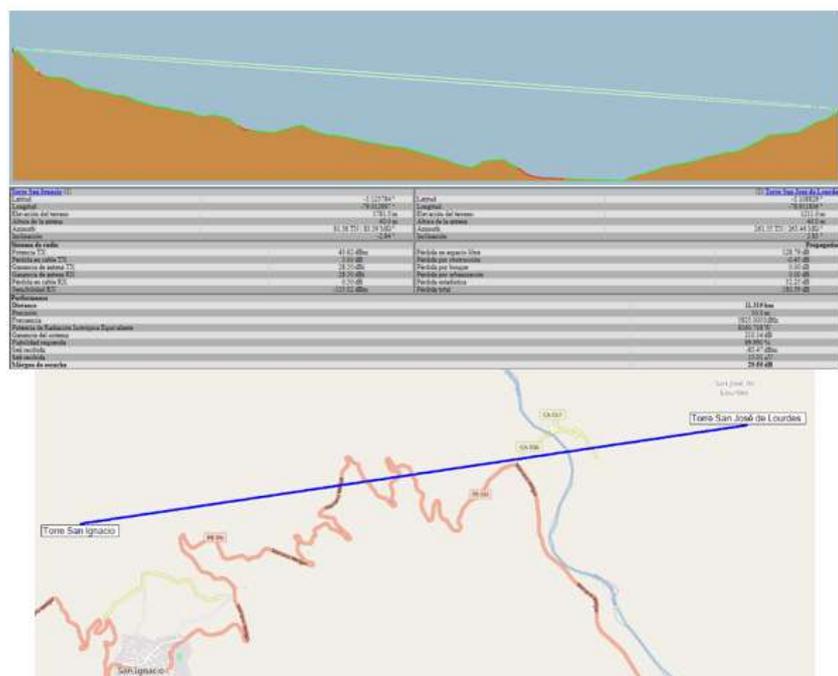


Figura 52: Enlace entre Torre San Ignacio y Torre San José de Lourdes

Fuente: Radio Mobile

- Desde San Ignacio (Torre San Ignacio) hasta el Punto F (Torre F)

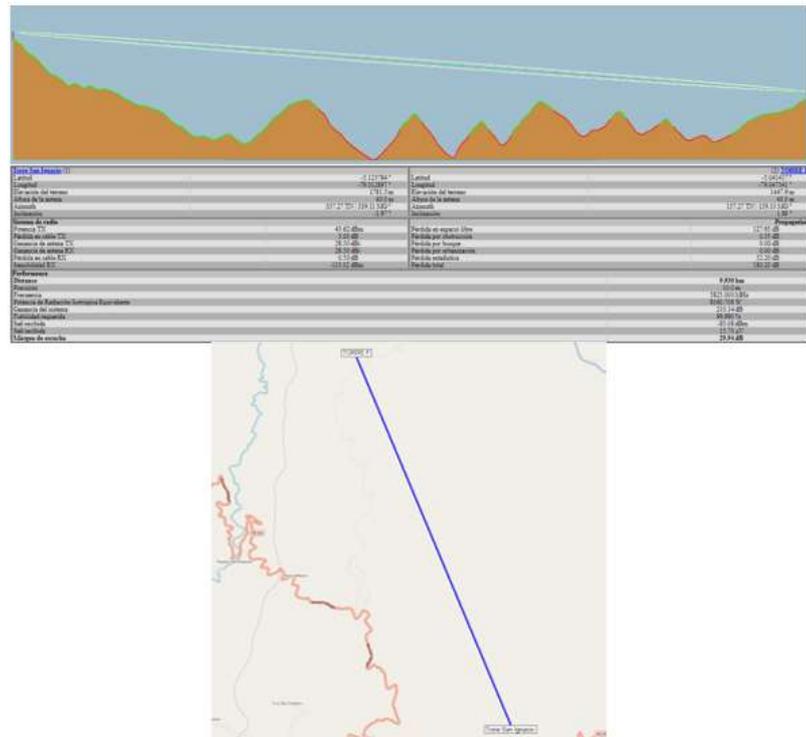


Figura 53: Enlace entre Torre San Ignacio y Torre F  
Fuente: Radio Mobile

- Desde el Punto F (Torre F) hasta Namballe (Torre Namballe)

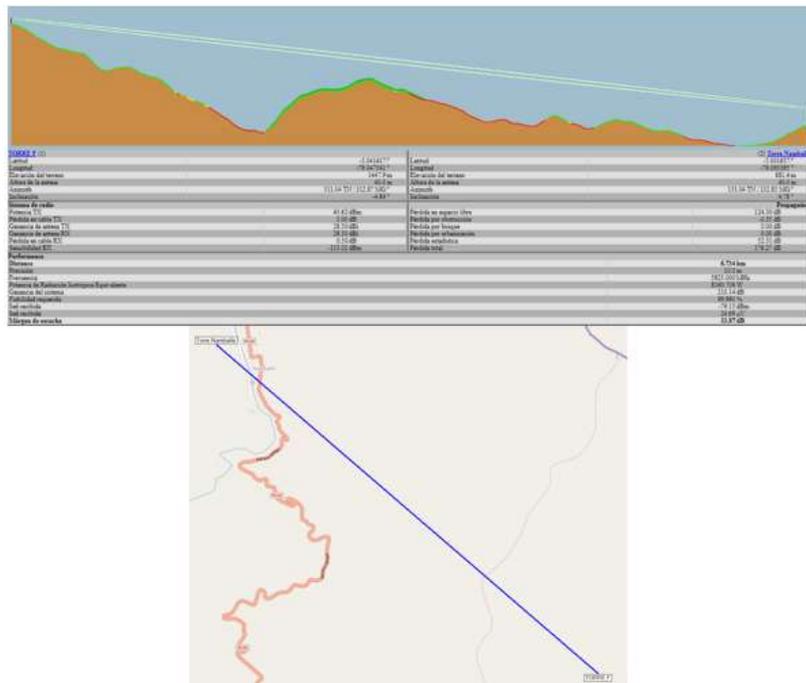


Figura 54: Enlace entre Torre F y Torre Namballe  
Fuente: Radio Mobile

Como hemos podido observar en nuestras figuras mostradas, las líneas de vista entre nuestros puntos de enlace son totalmente limpias; lo cual, nos garantiza que se tendrá una buena comunicación entre los Nodos Principales.

## 5.2. Equipamiento

Una vez definidos los nodos principales y haber determinado el Ancho de Banda requerido; continuamos con el diseño y equipamiento de la red para la provincia de San Ignacio - Cajamarca y las consideraciones que involucra a los equipos de la red de acceso y la red de transporte; así como también, se evaluará la infraestructura del proyecto; así como, las especificaciones técnicas que tendrá el mismo.

### 5.2.1 Selección de la Tecnología

Las medidas a tomar ante el incremento de la demanda de tráfico en datos y debido a la zona que es relieve montañoso se toma como solución la instalación de enlaces microondas, como se muestra en la Figura 55, del tipo punto a punto (PTP) y enlaces punto a multipunto (PMTP) en la última milla.

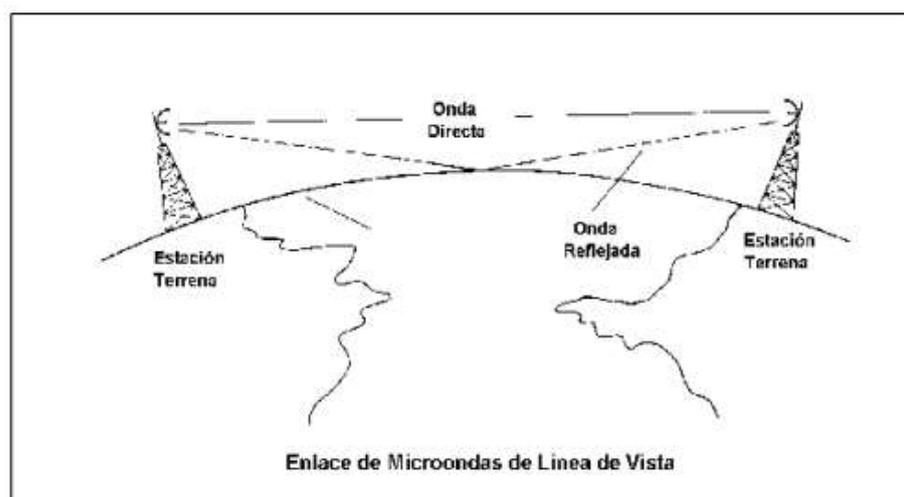


Figura 55: Enlace Microondas

Fuente: Radiocomunicaciones

### 5.2.2 Selección del Proveedor

Actualmente existe una gran variedad de empresas dedicadas a brindar solución de sistemas inalámbricos en Banda Ancha; por lo cual, se han tomado en cuenta 2 fabricantes a nivel internacional por su prestigio y reconocimiento, tales como: RADWIN y Cambium Networks, que cumplen con los requerimientos para el transporte del ancho de banda que se requiere. Así mostramos sus principales características en la Tabla 30:

	RADWIN	Cambium Networks
<b>Fabricante</b>		
<b>Modelo</b>	2000 D+ 5000 JET	PTP 650
<b>Capacidad</b>	up to 750 Mbps	up to 450 Mbps
<b>Modulación</b>	QAM 256	256 QAM, Fast Adaptive Modulation
<b>Frecuencia</b>	4.9 – 6.0 GHz	4.9 – 6.05 GHz
<b>Alcance</b>	40 Km	250 Km

Tabla 30: Comparación entre RADWIN y Cambium Networks

Fuente: Propia

Se puede observar claramente que el equipo con mayor capacidad es el perteneciente a los equipos RADWIN, también es un equipo robusto y su alcance es hasta 40 km.

Mostramos a continuación, las ventajas de usar equipos RADWIND:

- Ethernet y TDM nativo en el mismo enlace.
- Aumento de capacidad por Licencias del tipo “pague a medida que crece”.
- Mitigación de interferencia excepcional.
- Sincronización TDD entre radios colocados en un sitio central que permite ahorrar espacio en torre.
- Funcionamiento comprobado en entornos sin línea de vista.
- Característica de multibanda que mejora la flexibilidad de planificación de radio.
- Instalación y mantenimiento sumamente sencillos.

### 5.2.3 Equipos de Transporte

El Director de Ingeniería de Redes de Revol Wireless (USA), Jim Makepeace, describe lo siguiente: *“La solución RADWIN 2000 es lo suficientemente robusta y durable para soportar las condiciones exteriores más difíciles, y es muy fácil de instalar y mantener”* (RADWIN, 2011).

Bajo este sustento se opta por el Modelo RADWIN 2000 D+, el cual brinda soluciones de banda ancha con y sin licencia en sub-frecuencias de 6 GHz y funcionan a largo alcance. Son equipos compactos y robustos, que proporcionan Ethernet y TDM nativo (hasta 16 E1/T1), facilitando la perfecta migración de TDM a redes completamente IP e incorporan tecnologías de vanguardia tales como MIMO y OFDM. Las capacidades especiales de la interfaz de aire aseguran un rendimiento óptimo y alta eficiencia espectral en entornos de radio densos y condiciones multitrayecto rutas. Pueden ser implementadas en topologías punto-a-punto y múltiples punto-a-punto y proporcionan sincronización TDD intra-sitio e inter-sitio para maximizar la capacidad de la red. *[Ver Anexo V]*

La serie D+ RADWIN 2000 proporciona hasta 750 Mbps de rendimiento Ethernet, lo que es ideal para las aplicaciones de backbone IP. Proporciona eficiencia de alto espectro

empleando el esquema de modulación QAM 256. Ofrece alto rendimiento incluso en espectros altamente congestionados, utilizando las técnicas mejoradas de mitigación de interferencia de RADWIN y D-CBS (Selección dinámica de ancho de banda de canal). D-CBS es una característica especial que selecciona el mayor ancho de banda de canal (hasta 80 MHz), sin embargo, con la mínima interferencia para maximizar el rendimiento del enlace. En la **Tabla 56** mostramos el rendimiento de la RADWIN 2000 D+:



Figura 56: Rendimiento de la RADWIN 2000 D+

Fuente: Portafolio RADWIN 2000

Los radios RADWIN 2000 D+ proporcionan 350 Mbps a 40 MHz y son compatibles con anchos de banda de canal de 20 MHz y 10 MHz. Las soluciones se basan en el diseño de sistemas para operar comercialmente en entornos nLOS/NLOS y superponerse a condiciones severas de múltiples rutas. A continuación, mostramos el Ancho de Banda requerido por Distrito y en cada Nodo en la Tabla 31 y la Figura 57:

DISTRITO	ANCHO DE BANDA (Mbps)
San Ignacio	114
Chirinos	40
Huarango	74
La Coipa	82
Namballe	24
San José de Lourdes	62
<b>TOTAL</b>	<b>396</b>

Tabla 31: Ancho de Banda Requerido por Distrito  
Fuente: Propia

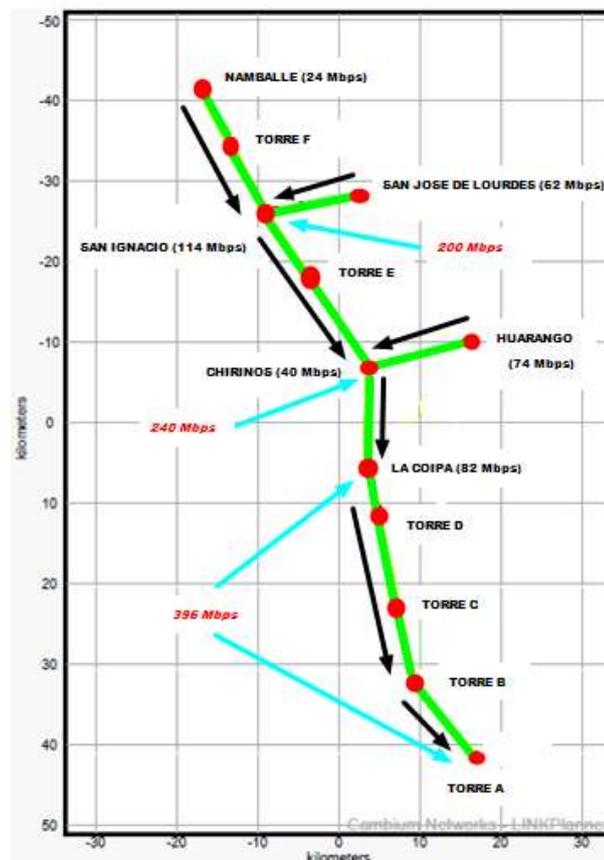


Figura 57: Ancho de Banda Requerido en Cada Nodo  
Fuente: Propia

#### 5.2.4 Equipos de Acceso

“RADWIN 5000 HPMP es ideal para operadores y para proveedores de servicios de Internet (ISP) que suministran a empresas una conectividad de última milla, así como para redes

gubernamentales y empresariales que proveen alta capacidad para aplicaciones esenciales” (RADWIN, 2011).

En base a esta definición, la solución punto a multipunto de los equipos RADWIN 5000 HPMP es la opción ideal de conectividad de última milla y para aplicaciones de vanguardia que requieren asegurar la disponibilidad de ancho de banda por abonado. [Ver Anexo VI]

Este producto nos presenta ventajas muy importantes en su aplicación, las cuales se mencionan a continuación:

- ***Estaciones base con capacidad del más alto nivel para brindar al usuario una experiencia óptima***; ya que admite hasta 200 Mbps por sector y provee alta capacidad a través de una unidad de radio única. Este producto junto con unidades de alta velocidad (HSU) de gran capacidad, posibilita una capacidad de servicio hasta de 50 Mbps por abonado.
- ***Mayor eficiencia espectral para un retorno de inversión más rápido***; porque provee una eficiencia espectral del más alto nivel disponible (5bps/Hz) en el ámbito de bandas inferiores a 6 GHz de punto a multipunto, para un mayor rendimiento en ancho de banda de canal más estrecho.
- ***Acuerdo de nivel de servicio garantizado para aplicaciones exigentes***; debido a que asegura de manera exclusiva una disponibilidad de ancho de banda por usuario final para un Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA) garantizado. La capacidad del abonado no se ve afectada por la fluctuación de la cantidad de transmisión de otros abonados, causada por interferencias o por otros motivos.
- ***Excelente rendimiento en condiciones adversas***; es que incorpora técnicas avanzadas de mitigación de interferencias, que aseguran un funcionamiento de primer orden en condiciones adversas, en bandas licenciadas o no licenciadas. Esta solución combinada con OFDM, MIMO 2x2

y diversidad de antenas, asegura un sólido rendimiento en instalaciones sin línea de vista (nLOS/NLOS).

- **Capacidades de multibanda, todo en una sola unidad;** incluyendo unidades de estación base y de abonado, admiten una amplia gama de bandas de frecuencia en la misma unidad (4,9 a 6 GHz o 3,3 a 3,8 GHz), para una planificación de radio flexible.
- **Unidades de abonado de impacto visual bajo;** por lo que ofrece una variedad de unidades de alta velocidad (HSU), algunas de las cuales aseguran un impacto visual bajo, debido al formato reducido de la antena MIMO integrada. Dichas unidades de alta velocidad, con conectores incorporados, mantienen la flexibilidad requerida para, llegado el caso, utilizar una antena externa.
- **Sincronización de TDD, que posibilita despliegues densos con un rendimiento máximo;** lo que posibilita la sincronización del TDD de todos los sectores implantados dentro de un sitio y entre estaciones base situadas en lugares diferentes. La sincronización evita la interferencia mutua entre unidades de radio muy cercanas y ahorra espectro y espacio de la torre.
- **Coexistir con el punto a punto de RADWIN;** porque crean una solución sincronizada de TDD complementaria para instalaciones de última milla y backhaul, en ambos casos utilizando el Sistema de gestión de redes (RNMS) de RADWIN.

En la Figura 58 podemos observar la distribución que lleva un enlace PMPT:

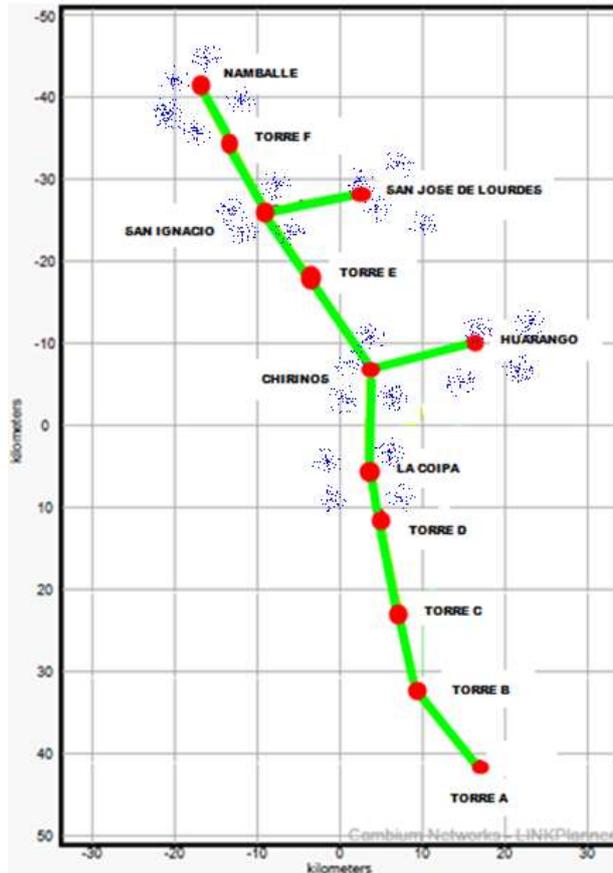


Figura 58: Distribución PMTP en los nodos principales  
 Fuente: Propia

### 5.2.5 Interconexión de Equipos

Uno de los objetivos estratégicos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es la Inclusión Digital, a través de la cual los ciudadanos de sectores menos favorecidos podrán acceder a servicios de telemedicina, teleeducación, telecapacitación y teleseguridad, entre otros; lo que permitirá mejorar su calidad de vida de manera significativa, otorgándoles mayores oportunidades de desarrollo (MTC, s.f.).

Los equipos se encontrarán ubicados en los nodos principales conformando un esquema de cadena para llegar a cada localidad gracias a la funcionalidad de los equipos de transporte y a la agregación provista por los equipos de acceso, como se muestra en la Figura 59:

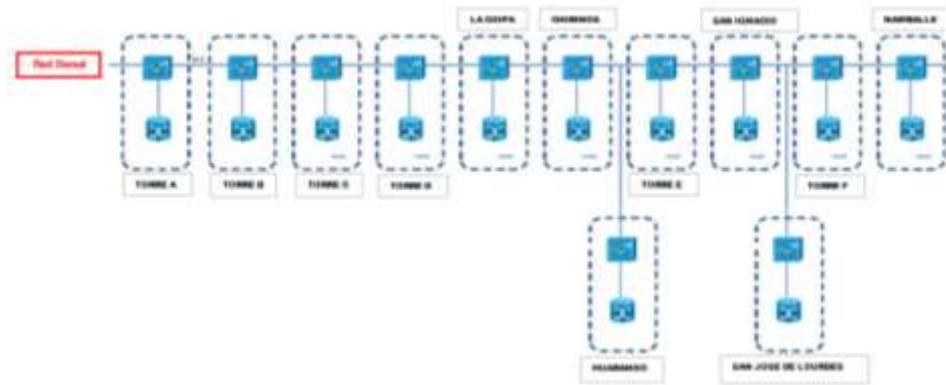


Figura 59: Topología de los Enlaces en los Nodos Principales

Fuente: Propia

La conexión entre los nodos principales se realizará por intermedio de enlaces Microondas Punto a Punto (PTP), mientras que en las localidades beneficiarias se dará mediante última milla Punto – Multipunto (PMTP), tal como se muestra en la Figura 60.

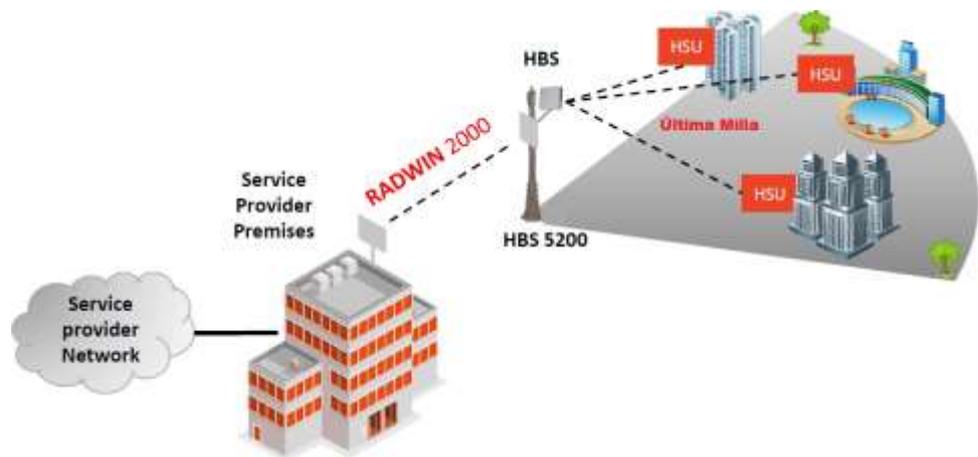


Figura 60: Topología Total de la Red

Fuente: RADWIN

Finalmente, como observamos en la Figura 61, Se garantiza el funcionamiento de la Red del Sistema planteado sin ningún inconveniente en el dimensionamiento del mismo y los equipos a usar.

RADWIN 2000		RADWIN 5000 HPMP	WinLink 1000
<b>Product</b>	Band	5.8 GHz FCC/IC Integrated   5.725-5.850 GHz	
	Series	RADWIN 2000 Om	
	Channel Bandwidth	80 MHz   / / Auto   1	
	Tx Power	23 dBm [-8 - 23]	
	Antenna Type	Dish   +3 dB	
<b>Radio</b>	Antenna Gain	Site A: 22	Site B: 23 dB
	Cable Loss	Site A: 0	Site B: 0 dB
	ERP	49 dBm / 79.4 Watt	
	Fade Margin	9 dB	
	Rate	510 Mbit/s (2 + 64-QAM 0.75)   Adaptive <input checked="" type="checkbox"/>	
	Expected RSS / Fade Margin	-59 dBm	
<b>Range</b>	Min	0.2 Km / 0.1 Miles	
	Max	19.4 Km / 12.1 Miles	
	Required/Climate	10 Km	Coordinates   Geol (C=0.25)   1
<b>Services</b>	Type	Ethernet Only	
	Ethernet Throughput	475 Mbit/s (237.5 Mbit/s Full Duplex)	
<b>Installation</b>	Antenna height for LOS	9 Meter / 30 Feet	
		7 Meter / 23 Feet (0.6 Fermat)	
		2 Meter / 7 Feet (Bore-sight clearance)	
<input type="button" value="Calculate"/> <input type="button" value="Help"/>			

Figura 61: Cálculo del Enlace Total de la Red

Fuente: RADWIN

## CAPÍTULO VI: ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

### 6.1. Costos de inversión (CAPEX)

Los costos de inversión, también llamado CAPEX, se refieren a los costos necesarios para la ejecución de un Proyecto [Ver Anexo VII].

De manera típica, éstos incluyen los costos de implementación, costos de supervisión y costos de equipamiento. Están definidos de la siguiente manera:

- **Costos de implementación:** incluye los costos de alquiler de espacio en torre, los posibles gastos por adaptaciones del espacio alquilado y la tramitación de permisos y licencias para desarrollar el Proyecto.
- **Costos de supervisión:** se refieren a los costos de supervisar el avance de la ejecución de las inversiones según lo estipulado en el expediente técnico.
- **Costos de equipamiento:** se consideran los costos de equipos necesarios para el funcionamiento y operación de la infraestructura en el tiempo considerado de evaluación. Se deberán incluir los costos de reposición de los equipos de manera consistente con su vida útil. (MEF, 2014, p. 13)

En un inicio, se construyó el Presupuesto de Implementación de Torre y Compra de Terreno, los cuales fueron consultados a las empresas involucradas en la implementación de torres y venta de terrenos, el cual se muestra en la Tabla 32.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO PARCIAL (S/.)
1,01	Terreno para Torre A: en Jaén	1	5.000,00	5.000,00
1,02	Terreno para Torre B: en el Punto B	1	5.000,00	5.000,00
1,03	Terreno para Torre C: en el Punto C	1	5.000,00	5.000,00
1,04	Terreno para Torre D: en el Punto D	1	5.000,00	5.000,00
1,05	Terreno para Torre La Coipa: en el Distrito de La Coipa	1	5.000,00	5.000,00
1,06	Terreno para Torre Chirinos: en el Distrito de Chirinos	1	5.000,00	5.000,00

1,07	Terreno para Torre Huarango: en el Distrito de Huarango	1	5.000,00	5.000,00
1,08	Terreno para Torre E: en el Punto E	1	5.000,00	5.000,00
1,09	Terreno para Torre San Ignacio: en el Distrito de San Ignacio	1	5.000,00	5.000,00
1,10	Terreno para Torre San José de Lourdes: en el Distrito de San José de Lourdes	1	5.000,00	5.000,00
1,11	Terreno para Torre F: en el Punto F	1	5.000,00	5.000,00
1,12	Terreno para Torre Namballe: en el Distrito de Namballe	1	5.000,00	5.000,00
1,13	Equipos de Energía Solar	5	1.550,00	7.750,00
			<b>TOTAL</b>	<b>67.750,00</b>

Tabla 32: Presupuesto para Implementación de Torre y Compra de Terreno

Fuente: Propia

Luego, se procedió a construir el Presupuesto de Instalación e Implementación de Sistema en Banda Ancha en el cual están incluidos los costos de Instalación de Equipos y los Gastos por Traslado, mostrado en la Tabla 33. Para el desarrollo de estos presupuestos se hizo la consulta con empresas que brindan estos tipos de servicios a los operadores.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO PARCIAL (S/.)
<b>2,1 Instalación de Equipos</b>				
2.1.1	Instalación de enlace MW (NE y FE)	25	150,00	3.750,00
2.1.2	Paquete de Internet	1	3.500,00	3.500,00
<b>2,2 Traslado</b>				
2.2.1	Transporte de material - Zona Norte, Centro o Sur	600	10,00	6.000,00
2.2.2	Movilidad y Transporte a los AP	15	250,00	3.750,00
2.2.3	Alimentación y Hospedaje (4 personas *15 días)	60	60,00	3.600,00
			<b>TOTAL</b>	<b>20.600,00</b>

Tabla 33: Presupuesto de Instalación e Implementación de Sistema en Banda Ancha

Fuente: Propia

Finalmente, se solicitó el Presupuesto de Insumos Técnicos para la Implementación del Sistema, donde se encuentra la lista de Equipos a utilizar por cada Etapa de Implementación. Se requirió hacer una consulta de precios de los equipos a utilizar a la empresa RADWIN, tal y como se muestra en la Tabla 34.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO PARCIAL (S/.)
<b>3,1 Etapa I: Transmisión entre Nodos</b>				
3.1.1	ODU PTP	22	5.715,60	125.743,20
3.1.2	Poe ODU	22	277,20	6.098,40
3.1.3	IDU-H/HP	12	1.907,00	22.884,00
3.1.4	GPS	12	3.121,80	37.461,60
3.1.5	iDU-H AC Power Adaptor	12	729,30	8.751,60
3.1.6	IDU-C	12	2.838,00	34.056,00
3.1.7	AC POWER ADPATOR( IDU C-E)	24	191,40	4.593,60
3.1.8	IDU-e	12	2.253,90	27.046,80
3.1.9	ODU to IDU Cable	24	350,00	8.400,00
3.1.10	RACK para Equipos	12	300,00	3.600,00
3.1.11	Tablero de Distribución	12	200,00	2.400,00
3.1.12	Sistema de Puesta a Tierra	12	980,00	11.760,00
<b>3,2 Etapa II: Última Milla</b>				
3.2.1	ODU PTMP (HBS)	9	20.618,40	185.565,60
3.2.2	ODU PTMP (HSU-510)	198	1.214,40	240.451,20
3.2.3	POE (HSU-510)	198	277,20	54.885,60
3.2.4	ODU to IDU Cable (Ethernet Cat. 6)	20	716,10	14.322,00
			<b>TOTAL</b>	<b>788.019,60</b>

Tabla 34: Presupuesto Insumos Técnicos para Implementación del Sistema  
Fuente: Propia

La suma de estos 3 presupuestos, sumando además los costos de operación (contabilizado en el año 0), nos va a brindar el Costo de Inversión del Proyecto, así como podemos observar en la **Tabla 35**.

ITEM	DESCRIPCIÓN	SUB TOTAL (S/.)
1	Implementación de Torre y Compra de Terreno	67,450.00
2	Instalación e Implementación de Sistema en Banda Ancha	20,600.00
3	Insumos Técnicos para la Implementación del Sistema	788,019.60
4	Costo de Operación	5.681,32
<b>TOTAL</b>		<b>881.750.92</b>

Tabla 35: CAPEX – Costo de Inversión

Fuente: Propia

## 6.2. Costos de Operación y Mantenimiento (OPEX)

Estos costos corresponden a aquellos generados en la etapa de explotación de la infraestructura y la prestación del servicio público, así se muestra en la Tabla 36. Su naturaleza varía de acuerdo a cada Proyecto y su estimación está basada en la tecnología y costos de construcción y de equipamiento. Generalmente se dividen en Costos de Operación y Costos de Mantenimiento y se definen de la siguiente manera: *[Ver Anexo VIII]*

- **Costos de Operación:** son aquellos costos necesarios para operar la infraestructura y proveer el servicio público, estos deben incluir el personal, los insumos necesarios, y todos aquellos egresos en los que incurra mientras se encuentra prestando el servicio.
- **Costos de Mantenimiento:** se refieren a los costos rutinarios y costos periódicos necesarios para mantener los activos del PPR, operando en su especificación original. (MEF, 2014, p. 13)

ITEM	DESCRIPCIÓN	SUB TOTAL MENSUAL (S/.)	SUB TOTAL ANUAL (S/.)	SUB TOTAL 1° AÑO (S/.)	SUB TOTAL 5° AÑO (S/.)
04.01.00	Costos de Operación, Mantenimiento	5.681,32	68.175,84	68.175,84	68.175,84
04.02.00	Reposición de equipos *	275.035,20			275.035,20
04.03.00	Costos Adicionales **	343.999,86		343.999,86	343.999,86
<b>TOTAL</b>		<b>309.435,06</b>	<b>68.175,84</b>	<b>412.175,70</b>	<b>687.210,90</b>

\* costo total de los equipos a reponer cada 5 años

\*\* gastos utilizados de manera anual en relación a la inversión

Tabla 36: OPEX – Costos de Operación y Mantenimiento

Fuente: Propia

### 6.3. Flujo de Caja

Un flujo de caja se estructura en varias columnas que representan los momentos en que se generan los costos y beneficios de un proyecto. Cada momento refleja dos cosas los movimientos de caja ocurridos durante un período, generalmente de un año, y los desembolsos que deben estar realizados para que los eventos del período siguiente puedan ocurrir. (Sapag. N, 2007, p. 214)

Basado en los datos del INEI, se realizó una proyección de la demanda poblacional en la Provincia de San Ignacio, como se muestra en la Tabla 37.

Cantidad de Pobladores (comprendido entre 10 a 60 años)						
AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Población	151,803	153,078	154,352	155,627	156,902	158,177
AÑO		2023	2024	2025	2026	2027
Población		159,452	160,726	162,001	163,276	164,551

Tabla 37: Proyección de la Demanda Poblacional

Fuente: Propia

Luego de haber obtenido estos datos, procedemos a realizar una proyección de la oferta del servicio (Tabla 38). Para eso tomamos como referencia que se brindará servicio, en un inicio, a 100 usuarios por distrito tomando en total 600 usuarios para la Provincia. Tras un

análisis estadístico, observamos que la población sufre un aumento en promedio de 0.82% anual; por lo cual, el servicio brindado contará con un aumento de usuarios en un 5% anual luego del primer año de operación. El costo del servicio por usuario es de S/. 97.59.

<b>Cantidad de pobladores que el servicio puede atender con la capacidad instalada del proyecto</b>					
<b>N°</b>	<b>AÑO</b>	<b>DEMANDA DE USUARIOS</b>	<b>TOTAL DE USUARIOS</b>	<b>COSTO MENSUAL (Soles)</b>	<b>COSTO ANUAL (Soles)</b>
0	2017	100	600	58,554.00	702,648.00
1	2018	100	600	58,554.00	702,648.00
2	2019	105	630	61,481.70	737,780.40
3	2020	110	660	64,409.40	772,912.80
4	2021	115	690	67,337.10	808,045.20
5	2022	120	720	70,264.80	843,177.60
6	2023	125	750	73,192.50	878,310.00
7	2024	130	780	76,120.20	913,442.40
8	2025	135	810	79,047.90	948,574.80
9	2026	140	840	81,975.60	983,707.20
10	2027	145	870	84,903.30	1,018,839.60

Tabla 38: Proyección de la Oferta del Servicio

Fuente: Propia

Teniendo los ingresos que se generarían, según la proyección de la oferta del servicio, podemos armar nuestro flujo de caja (*Tabla 39*).

Finalmente, utilizamos los 2 criterios de evaluación de proyectos para medir su rentabilidad (Tabla 40):

- **“VAN.-** Valor Actual Neto, que mide la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión (...)
- **TIR.-** Tasa Interna de Retorno, que mide la rentabilidad como porcentaje (...)” (Sapag. N, 2007, pp. 253 - 254).

<b>AÑO</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Ingresos		702.648,00	737.780,40	772.912,80	808.045,20	843.177,60	878.310,00	913.442,40	948.574,80	983.707,20	1.018.839,60
Costo de Operación, mantenimiento y reposición		412.175,70	412.175,70	412.175,70	412.175,70	687.210,90	412.175,70	412.175,70	412.175,70	412.175,70	687.210,90
Utilidad		290.472,30	325.604,70	360.737,10	395.869,50	155.966,70	466.134,30	501.266,70	536.399,10	571.531,50	331.628,70
Inversión	882.050,92										
<b>TOTAL</b>	<b>-882.050,92</b>	<b>290.472,30</b>	<b>325.604,70</b>	<b>360.737,10</b>	<b>395.869,50</b>	<b>155.966,70</b>	<b>466.134,30</b>	<b>501.266,70</b>	<b>536.399,10</b>	<b>571.531,50</b>	<b>331.628,70</b>

Tabla 39: Flujo de Caja del Proyecto

Fuente: Propia

<b>RENTABILIDAD</b>	
<b>VAN</b>	<b>3.053.559,69</b>
<b>TIR</b>	<b>37%</b>

Tabla 40: VAN y TIR del Proyecto

Fuente: Propia

#### 6.4. Análisis de Sensibilidad

Los criterios de evaluación hallados anteriormente miden sólo uno de los tantos escenarios futuros posibles.

Como señala Patricio del Sol, un buen proyecto siempre es vulnerable a la reacción que tendrán los competidores que intentarán imitar u ofrecer sustitutos al producto exitoso, los proveedores que tratarán de participar en este éxito subiendo los precios de los insumos e, incluso, los propios trabajadores que presionarán por mejoras salariales ante los positivos resultados del negocio. La posibilidad de estas reacciones debe preverse mediante el análisis de sensibilización de la rentabilidad a cambios, dentro de rangos probables, en los supuestos que determinaron las estructuras de costos y beneficios. (Sapag. N, 2007, p. 287)

Para llevar a cabo nuestro Análisis de Sensibilidad, incrementamos en 10% y 20% nuestra inversión y beneficios, por separado, y hallamos los nuevos VAN y TIR, tal como se muestra en la Tabla 41:

<b>SENSIBILIZACIÓN DE LA RENTABILIDAD</b>					
Indicadores	Regular	Inversión 10%	Inversión 20%	Beneficios -10%	Beneficios -20%
<b>VAN</b>	<b>3.053.559,69</b>	<b>2.965.354,60</b>	<b>2.877.149,51</b>	<b>2.586.376,95</b>	<b>2.119.194,21</b>
<b>TIR</b>	<b>37%</b>	<b>34%</b>	<b>31%</b>	<b>32%</b>	<b>27%</b>

Tabla 41: Análisis de Sensibilidad del Proyecto

Fuente: Propia

#### 6.5. Estructura de Financiamiento

##### 6.5.1 Gobierno Regional

El Gobierno Regional de Cajamarca destina una cantidad anual de presupuesto a cada gobierno local. El presupuesto institucional anual de la Provincia de San Ignacio asciende al promedio de S/.50'090,636.00.

El gobierno regional implementará 24 proyectos de inversión a partir del 2017. Por ejemplo, "Instalación del servicio educativo escolarizado del nivel inicial en las localidades de

Nuevo Oriente, Nuevo Solitor, Alfonso Ugarte y Calabazo en el distrito de San Ignacio, provincia de San Ignacio, Cajamarca”, donde invertirá en promedio S/. 4'536,744.00. Junto con este y más proyectos que presente el Gobierno Local, y que serán financiados por el Gobierno Regional podrían surgir posibilidades para proyectos como el de la presente tesis

#### 6.5.2 FITEL

El Fondo de Inversión en Telecomunicaciones tiene como objetivo y misión promover el acceso y uso de los servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y lugares de preferente interés social, contribuyendo al desarrollo socioeconómico del país. Para tal fin se proponen, articulan y difunden políticas; se planifican, formulan, cofinancian y supervisan proyectos de telecomunicaciones en su ámbito de intervención.

## CONCLUSIONES

1. Se ha comprobado la factibilidad y rentabilidad del proyecto propuesto demostrando una solución de tecnología y arquitectura especialmente seleccionada para adecuarse a la situación de la Provincia de San Ignacio, Cajamarca y, de este modo, poder satisfacer la demanda básica de los servicios de telecomunicaciones.
2. La tecnología inalámbrica del proveedor seleccionado se adapta satisfactoriamente a la red de tipo punto a punto y punto a multipunto de los radioenlaces de los equipos escogidos. Los resultados de las pruebas de línea de vista simuladas muestran que los nodos nos brindarán una conexión estable y robusta.
3. La solución del proyecto propuesto se muestra como una alternativa de comunicaciones realizable también en otras localidades rurales de cualquier otra parte del Perú. Si bien resulta rentable la inversión en este tipo de proyectos, y esto promueve el desarrollo de los servicios de comunicaciones como el internet; por lo que; la zona beneficiada mejorará progresivamente su situación económica y social.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Se sugiere que, en paralelo a la ejecución de este proyecto propuesto, se fomente la realización de un plan de capacitación y sensibilización a la población de la Provincia de San Ignacio sobre el uso de los recursos del servicio internet. Así mismo, se podrá inducir el interés y el aprovechamiento de las herramientas de las tecnologías de la información.
- 2.** Finalmente, este proyecto se ejecutará con la finalidad de esperar la extensión de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica hasta llegar a la Provincia de San Ignacio y otras localidades rurales para converger con dicha tecnología.

## Lista de Referencias

- Albentia systems (s.f.). *Modulación OFDM*. Recuperado en Julio del 2017, de: <https://albentia.wordpress.com/2013/09/05/modulacion-ofdm-wimax-madrid/>
- Araujo, G.; Camacho, L.; Chávez, D.; Córdova, C.; Espinoza, D.; Honda, R.;... Vera, J. (2008). *Redes Inalámbricas para Zonas Rurales*. (Contexto rural en los países en desarrollo). Recuperado en Julio del 2017, de: [http://www.academia.edu/2065737/Redes\\_Inalambricas\\_para\\_Zonas\\_Rurales](http://www.academia.edu/2065737/Redes_Inalambricas_para_Zonas_Rurales)
- Broadband for America (2016). *¿Qué es banda ancha?*. Recuperado en Mayo del 2017, de: <http://www.broadbandforamerica.com/es/%C2%BFqu%C3%A9-es-banda-ancha>
- Castillo, J. (2008) *Diseño de una Red Inalámbrica de Banda Ancha para un Entorno Rural* Tesis de pregrado. Universidad de Málaga, España Recuperado en Junio del 2017, de: [http://webpersonal.uma.es/~ECASILARI/Docencia/Memorias\\_Presentaciones\\_PFC/44%20PFC%20Juan%20Castillo.pdf](http://webpersonal.uma.es/~ECASILARI/Docencia/Memorias_Presentaciones_PFC/44%20PFC%20Juan%20Castillo.pdf)
- Castillo, J. (2008) *Diseño de una Red Inalámbrica de Banda Ancha para un Entorno Rural* Tesis de pregrado. Universidad de Málaga, España Recuperado en Mayo del 2017, de: [http://webpersonal.uma.es/~ECASILARI/Docencia/Memorias\\_Presentaciones\\_PFC/44%20PFC%20Juan%20Castillo.pdf](http://webpersonal.uma.es/~ECASILARI/Docencia/Memorias_Presentaciones_PFC/44%20PFC%20Juan%20Castillo.pdf)
- CCM (s.f.) *WiMAX - 802.16 - Interoperabilidad mundial para acceso por micro*. (Los objetivos de Wimax) Recuperado en Mayo del 2017, de: <http://es.ccm.net/contents/795-wimax-802-16-interoperabilidad-mundial-para-acceso-por-micro>
- CCM (s.f.) *WiMAX - 802.16 - Interoperabilidad mundial para acceso por micro*. (Wimax fijo y Wimax Portátil). Recuperado en Junio del 2017. Disponible en <http://es.ccm.net/contents/795-wimax-802-16-interoperabilidad-mundial-para-acceso-por-micro>
- Cisneros, D. (2013). *Diseño de una solución de comunicaciones para la localidad de Nuevo Loreto usando arquitectura punto-multipunto mediante transporte satelital y acceso inalámbrico*. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Ecured. (s.f.). *WiMAX*. (Características de Wimax) Recuperado en Mayo del 2017, de: <https://www.ecured.cu/WiMAX>

- Ecured. (s.f.). WiMAX. (Wimax fijo IEEE 802.16-2004). Consultado en Junio, 2017. Disponible en <https://www.ecured.cu/WiMAX>
- Ferrero F. y De la Cuesta, G. (2007). *Libro Blanco de Buenas Prácticas para el Despliegue de Redes Inalámbricas de Banda Ancha en Municipios de Andalucía*. Recuperado en Mayo del 2017, de: [http://www.sandetel.es/Libro\\_Blanco\\_Redес\\_Inalambricas\\_Municipales.pdf](http://www.sandetel.es/Libro_Blanco_Redес_Inalambricas_Municipales.pdf)
- FITEL (s.f.). *FITEL busca suscribir acuerdos con gobiernos regionales para financiar Servicios de Telecomunicaciones*. Recuperado en Agosto del 2017, de: <http://www.fitel.gob.pe/noticia-fitel-busca-suscribir-acuerdos-con-gobiernos-regionales-para-financiar-servicios-telecomunicaciones.html>
- FITEL (s.f.). *Proyecto FITEL 8*. Recuperado en Julio del 2017, de: <http://www.fitel.gob.pe/pg/proyecto-fitel-8.php>
- Gobierno Regional de Cajamarca GRCAJ. (2010). *Plan de Desarrollo Regional Concertado - Cajamarca 2021*. Recuperado en Julio del 2017, de: <http://www.unsa.edu.ar/coopetecnica/CoopePagAntigua/Jornada%20Naveiro/Materiales%20Desarrollo%20territorial/Materiales%203/10.%20Plan%20Desarrollo%20Regional%20Concertado%20Cajamarca%202021.pdf>
- International Telecommunication Union ITU (2013). *Banda Ancha*. Suiza: FMTP. Recuperado en Mayo del 2017, de: <http://www.itu.int/en/wtpf-13/Documents/backgrounder-wtpf-13-broadband-es.pdf>
- ITU - International Telecommunication Union (2013). *Banda Ancha*. Suiza: FMPT. Recuperado en Mayo del 2017, de: <http://www.itu.int/en/wtpf-13/Documents/backgrounder-wtpf-13-broadband-es.pdf>
- Jordán, V.; Galperin, H. y Peres, W. (2010). *Acelerando la revolución digital: Banda Ancha para América Latina y el Caribe*. Recuperado en Mayo del 2017, de: <http://archivo.cepal.org/pdfs/ebooks/LCR2167.pdf>
- Luque, J. y Clavijo, S. (1995) *Modulación de Señales Digitales*. (Modulación MPSK). Recuperado en Julio del 2017, de: <http://www.dte.us.es/personal/sivianes/tcomu/Libros%20y%20Apuntes/1995%20Modulacion%20digital.pdf>
- Luque, J. y Clavijo, S. (1995) *Modulación de Señales Digitales*. (Modulación QAM). Recuperado en Julio del 2017, de: <http://www.dte.us.es/personal/sivianes/tcomu/Libros%20y%20Apuntes/1995%20Modulacion%20digital.pdf>

- MEF - Ministerio de Economía y Finanzas. (2014, Agosto). *Metodología para la Aplicación del Análisis Cuantitativo en la Elección de la Modalidad de Ejecución de Proyectos de Inversión Cofinanciados*. (Costo de Inversión (INV)). Recuperado en Agosto del 2017, de: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/Anexo\\_RM249\\_2014EF15\\_2.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/Anexo_RM249_2014EF15_2.pdf)
- MEF - Ministerio de Economía y Finanzas. (2014, Agosto). *Metodología para la Aplicación del Análisis Cuantitativo en la Elección de la Modalidad de Ejecución de Proyectos de Inversión Cofinanciados*. (Costo de Operación y Mantenimiento o Costo de Explotación (CE)). Recuperado en Agosto del 2017, de: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/Anexo\\_RM249\\_2014EF15\\_2.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/Anexo_RM249_2014EF15_2.pdf)
- MPSI (s.f.). *Desarrollo Rural Agroecológico con Pequeños Productores de Café San Ignacio – Cajamarca*. Recuperado en Julio del 2017, de: <http://joseordinolaboyer.files.wordpress.com/2011/05/9-experiencia-cafe-san-ignacio-final-1.pdf>
- MPSI (s.f.). *San Ignacio en Cifras*. Recuperado en Julio del 2017, de: [http://www.munisanignacio.gob.pe/index.php?option=com\\_content&view=article&id=58&Itemid=10](http://www.munisanignacio.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=10)
- MPSI (s.f.). *San Ignacio*. San Ignacio – Cajamarca: Municipalidad Provincial de San Ignacio. Recuperado en Julio del 2017, de: <http://www.munisanignacio.gob.pe/>
- MTC - Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2017). *Plan Nacional para el Desarrollo de la Banda Ancha en el Perú*. Lima: Gobierno del Perú. Recuperado en Mayo del 2017, de: [https://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto\\_banda\\_ancha/Plan%20Banda%20Ancha%20vf.pdf](https://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/Plan%20Banda%20Ancha%20vf.pdf)
- MTC - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (s.f.). *Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica*. Lima: Gobierno del Perú. Recuperado en Agosto del 2017, de: [http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/proyectos/red\\_dorsal.html](http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/proyectos/red_dorsal.html)
- MTM Telecom (s.f.). *Enlaces Inalámbricos Punto a Punto y Punto Multipunto*. (Enlaces punto a punto (PTP)). Recuperado en Junio del 2017, de: <http://www.mtm-telecom.com/index.php/2012-07-04-19-05-27/enlaces-inalambricos-punto-a-punto-y-punto-multipunto.html>
- OSIPTEL (2017). *Cobertura Móvil*. Lima: Osiptel. Recuperado en Mayo del 2017, de: <http://www.osiptel.gob.pe/cobeturamovil/OsiptelMovil/frmMovil.aspx>

- Radio Comunicaciones (2016). *Radio enlace - ¿Qué es un radioenlace?*. Recuperado en Junio del 2017, de: <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/radio-enlace-que-es-un-radioenlace/>
- RADWIN (2011, abril). *RADWIN 5000 HPMP Punto a Multipunto de Alta Capacidad*. Consultado en Agosto del 2017, de: [http://www.radwin.com/contentManagement/uploadedFiles/fileGallery/Brochures/RADWIN5000\\_Product\\_Brochure\\_-\\_Spanish.pdf](http://www.radwin.com/contentManagement/uploadedFiles/fileGallery/Brochures/RADWIN5000_Product_Brochure_-_Spanish.pdf)
- RADWIN (2011, Julio). *Portafolio RADWIN 2000 Soluciones Punto a Punto Carrier Class*. Recuperado en Agosto del 2017, de: [http://www.radwin.com/contentManagement/uploadedFiles/Brochures/RW2000\\_ES.pdf](http://www.radwin.com/contentManagement/uploadedFiles/Brochures/RW2000_ES.pdf)
- Redes Wimax (s.f.). *Acceso al medio*. (TDD). Recuperado en Junio del 2017, de: <http://redeswimax.jimdo.com/wimax/acceso-al-medio/acceso-bidireccional/>
- Sapag, N. (2007). *Proyectos de Inversión: Formulación y Evaluación*. (Cálculo y análisis de la viabilidad económica). Juárez, México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Sapag, N. (2007). *Proyectos de Inversión: Formulación y Evaluación*. (Cómo construir los flujos de caja del proyecto). Juárez, México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Taylor, D. (2015). *La banda ancha en las zonas rurales transformará la atención médica en Estados Unidos*. USA: UIT News. Recuperado en Mayo del 2017, de: <https://itunews.itu.int/es/3874-La-banda-ancha-en-las-zonas-rurales-transformara-la-atencion-medica-en-Estados-Unidos.note.aspx>
- Technopedia (s.f.). Non-Line Of Sight (NLOS). Consultado en Junio, 2017. Disponible en <https://www.techopedia.com/definition/5077/non-line-of-sight-nlos>
- Tola, J.; Vera, E. y Cárdenas, R. (2001). *Diseño de un Sistema PCS para la Ciudad de Guayaquil* Tesis de pregrado. Escuela superior Técnica del Litoral, Ecuador Recuperado en Junio del 2017, de: [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6000/3/TOPICO\\_PCS\\_CDMA\\_1.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6000/3/TOPICO_PCS_CDMA_1.pdf)
- UCP (s.f.). *Enlaces Punto Multipunto*. Recuperado en Junio del 2017, de: [http://ribuc.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10785/1360/PROYECTO\\_JORGE.pdf?sequence=3](http://ribuc.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10785/1360/PROYECTO_JORGE.pdf?sequence=3)
- UDABOL – Universidad de Aquino Bolivia – Facultad de Ciencia y Tecnología (2015). *TDD y FDD*. (TDD). Recuperado en Junio del 2017, de:

[https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjO192ulr\\_WAhUISSYKHStgAgwQFghBMAY&url=https%3A%2F%2Fingetelecom.files.wordpress.com%2F2007%2F08%2Fddd-y-tdt.docx&usg=AFQjCNEHHbuYh\\_uHHcrXWnGAvyHGDrNuJw](https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjO192ulr_WAhUISSYKHStgAgwQFghBMAY&url=https%3A%2F%2Fingetelecom.files.wordpress.com%2F2007%2F08%2Fddd-y-tdt.docx&usg=AFQjCNEHHbuYh_uHHcrXWnGAvyHGDrNuJw)

WNI México Wireless Solutions (s.f.). *Conceptos sobre Línea de Vista*. Recuperado en Junio del 2017, de: [http://www.wni.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=50:los&catid=31:general&Itemid=79](http://www.wni.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=50:los&catid=31:general&Itemid=79)

# ANEXO I: LEY DE PROMOCIÓN DE LA BANDA ANCHA Y CONSTRUCCIÓN DE LA RED DORSAL NACIONAL DE FIBRA ÓPTICA

470882

 NORMAS LEGALES

El Peruano  
Lima, viernes 20 de julio de 2012

## PODER LEGISLATIVO

### CONGRESO DE LA REPUBLICA

#### LEY Nº 29904

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

El Congreso de la República;  
Ha dado la Ley siguiente:

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;

Ha dado la Ley siguiente:

### LEY DE PROMOCIÓN DE LA BANDA ANCHA Y CONSTRUCCIÓN DE LA RED DORSAL NACIONAL DE FIBRA ÓPTICA

#### TÍTULO I

##### DISPOSICIONES GENERALES

##### Artículo 1. Objeto de la Ley

El propósito de la Ley es impulsar el desarrollo, utilización y masificación de la Banda Ancha en todo el territorio nacional, tanto en la oferta como en la demanda por este servicio, promoviendo el despliegue de infraestructura, servicios, contenidos, aplicaciones y habilidades digitales, como medio que favorece y facilita la inclusión social, el desarrollo socioeconómico, la competitividad, la seguridad del país y la transformación organizacional hacia una sociedad de la información y el conocimiento.

##### Artículo 2. Promoción de la Banda Ancha

El Estado promueve la Banda Ancha y su aprovechamiento por parte de toda persona, como medio que coadyuva al efectivo ejercicio de sus derechos a la educación, salud y trabajo, y a sus libertades de información, expresión, opinión, empresa y comercio, reconocidos constitucionalmente.

##### Artículo 3. Declaración de necesidad pública e interés nacional

Decláranse de necesidad pública e interés nacional:

- i) La construcción de una Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica que integre a todas las capitales de las provincias del país y el despliegue de redes de alta capacidad que integren a todos los distritos, a fin de hacer posible la conectividad de Banda Ancha fija y/o móvil y su masificación en todo el territorio nacional, en condiciones de competencia.
- ii) El acceso y uso de la infraestructura asociada a la prestación de servicios públicos de energía eléctrica e hidrocarburos, incluida la ubicación, así como el uso del derecho de vía de la Red Vial Nacional, con la finalidad de facilitar el despliegue de redes de telecomunicaciones necesarias para la provisión de Banda Ancha fija o móvil.

##### Artículo 4. Definición de Banda Ancha

Para efectos de la presente Ley, entiéndese por Banda Ancha a la conectividad de transmisión de datos principalmente a Internet, en forma permanente y de alta velocidad, que le permite al usuario estar siempre en línea, a velocidades apropiadas para la obtención y emisión interactiva de información multimedia, y para el acceso y

utilización adecuada de diversos servicios y aplicaciones de voz, datos y contenidos audiovisuales.

##### Artículo 5. Velocidad mínima para el acceso a Internet de Banda Ancha

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones determina y actualiza periódicamente la velocidad mínima para que una conexión sea considerada como acceso a Internet de Banda Ancha, que será aplicable con independencia de la ubicación geográfica de los usuarios.

El Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones – OSIPTEL determina y actualiza periódicamente otras características técnicas de las conexiones a Internet de Banda Ancha.

##### Artículo 6. Libertad de uso de aplicaciones o protocolos de Banda Ancha

Los proveedores de acceso a Internet respetarán la neutralidad de red por la cual no pueden de manera arbitraria bloquear, interferir, discriminar ni restringir el derecho de cualquier usuario a utilizar una aplicación o protocolo, independientemente de su origen, destino, naturaleza o propiedad.

El Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones – OSIPTEL determina las conductas que no serán consideradas arbitrarias, relativas a la neutralidad de red.

#### TÍTULO II

##### DE LA INFRAESTRUCTURA ESENCIAL DE BANDA ANCHA

##### Capítulo I

##### De la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica

##### Artículo 7. Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica

- 7.1 Es política de Estado, en razón de su alto interés público, que el país cuente con una Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica que facilite el acceso de la población a la Banda Ancha y que promueva la competencia en la prestación de este servicio.
- 7.2 La Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica es una red de transporte de alta velocidad, disponibilidad y confiabilidad, que estará diseñada en base al tendido de fibra óptica, con esquemas de redundancia y puntos de presencia en las capitales de provincia, para posibilitar el desarrollo de la Banda Ancha a nivel nacional.
- 7.3 El Ministerio de Transportes y Comunicaciones es la entidad responsable de realizar todas las acciones necesarias para la implementación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica. En ese marco, definirá las condiciones técnicas, económicas y legales de su diseño, construcción, concesión, operación, financiamiento, entre otras acciones que resulten necesarias. El Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones – OSIPTEL emite opinión en materias relativas a sus facultades como organismo regulador y agencia de competencia.
- 7.4 Facúltase al Fondo de Inversión en Telecomunicaciones – FITEL, a elaborar y financiar proyectos para el despliegue de redes de alta capacidad que integren y brinden conectividad de Banda Ancha a nivel distrital. Los gobiernos regionales podrán participar en el financiamiento de estos proyectos, cuando las localidades beneficiarias formen parte de sus respectivas jurisdicciones.

##### Artículo 8. Rol del Estado en la implementación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica

El Estado promoverá la inversión e implementación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica y podrá entregarla en concesión, manteniendo su titularidad, con la finalidad de garantizar el desarrollo económico y la inclusión social.

Para este fin la Agencia de Promoción de la Inversión Privada – PROINVERSIÓN conducirá el proceso de concesión.

El Estado intervendrá de manera subsidiaria en zonas donde no participa la inversión privada.

**Artículo 9. Conformación, operación y gestión de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica**

- 9.1 La Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica se implementa de manera progresiva conforme al diseño que defina el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- 9.2 La operación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica será objeto de concesión a uno o más operadores neutros, que son empresas concesionarias de servicios públicos de telecomunicaciones que proporcionan servicios portadores a otros operadores y no tienen usuarios finales. La selección de los operadores neutros se realiza mediante licitación pública.
- 9.3 El concesionario o los concesionarios de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica no pueden desarrollar prácticas que tengan efectos anticompetitivos, discriminatorios o que perjudiquen a los usuarios de sus servicios portadores. El Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones – OSIPTEL sanciona cualquier incumplimiento a estas obligaciones, conforme al marco normativo aplicable.
- 9.4 Las tarifas de los servicios de telecomunicaciones que se presten mediante la operación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, en la medida de lo posible, serán iguales a nivel nacional, con independencia de la ubicación geográfica del usuario. Los contratos de concesión que suscriba el Estado para su operación pueden establecer criterios tarifarios específicos.

**Artículo 10. Equipamiento**

La Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica debe ser implementada preferentemente con equipamiento que soporte el protocolo IP y aplicaciones multimedia que utilicen tecnologías aplicables a banda ancha.

**Capítulo II**

**Del uso eficiente de la infraestructura desplegada y de los recursos públicos**

**Artículo 11. Aprovechamiento de la infraestructura del Estado para la implementación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica**

La Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica se soportará, en tanto sea viable, en la infraestructura de titularidad del Estado en redes de energía eléctrica, redes de hidrocarburos, redes viales y ferrocarriles.

**Artículo 12. Obligación de instalar fibra óptica y/o ductos y cámaras en los nuevos proyectos de infraestructura**

- 12.1 Los nuevos proyectos de infraestructura para brindar servicios de energía eléctrica, hidrocarburos y transportes por carretera y ferrocarriles deben incorporar la instalación de fibra óptica y/o ductos y cámaras, sujetos a los siguientes términos y condiciones:
  - a. Tratándose de los servicios de energía eléctrica, se instalará fibra óptica en las redes del Sistema Garantizado de Transmisión y del Sistema Complementario de Transmisión.
  - b. En el caso de los servicios de hidrocarburos, se instalará fibra óptica en las redes de transporte.
  - c. Tratándose de la infraestructura de transporte

por carreteras, se instalarán ductos y cámaras en todas las nuevas carreteras a construirse, lo que incluye las obras de mejoramiento y ampliación de las carreteras que conforman los ejes longitudinales y transversales de la Red Vial Nacional.

- d. Tratándose de la infraestructura ferroviaria, se instalará fibra óptica en todas las nuevas vías férreas a construirse, lo que incluye las obras de mejoramiento y ampliación de las vías férreas nacionales.
- 12.2 Excepcionalmente, previa opinión favorable de la Comisión Multisectorial Permanente del Poder Ejecutivo, creada por el Decreto Supremo 034-2010-MTC, determinados proyectos de infraestructura estarán exonerados del cumplimiento de esta obligación, si resultaran innecesarios e incongruentes con la política de Estado señalada en el artículo 7 de la presente Ley.
  - 12.3 El Ministerio de Energía y Minas y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que actúan como concedentes de los servicios de energía eléctrica, hidrocarburos y transportes por carretera y ferrocarriles, respectivamente, establecen dentro de sus respectivas regulaciones, los mecanismos para el reconocimiento de los costos incrementales en los que incurran sus concesionarios a efectos de dar cumplimiento a lo dispuesto en el presente artículo.
  - 12.4 La fibra óptica y/o los ductos y cámaras que se instalen en virtud del presente artículo son de titularidad del Estado. Se exceptúa de esta disposición los hilos de fibra óptica requeridos para las comunicaciones privadas de los concesionarios de energía eléctrica, hidrocarburos o ferrocarriles, cuyo número será determinado por los ministerios sectoriales respectivos.
  - 12.5 La fibra óptica y/o los ductos y cámaras que se instalen en virtud del presente artículo, serán utilizados por la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica.
  - 12.6 De existir fibra óptica y/o ductos y cámaras adicionales a los requeridos por la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, estos serán otorgados en concesión a los operadores de servicios públicos de telecomunicaciones, observando los principios de publicidad y fomento de la competencia, y la necesidad de garantizar la operación sostenible en el menor plazo de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica.
  - 12.7 El Ministerio de Economía y Finanzas, en coordinación con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, efectúa las adecuaciones necesarias a la metodología de evaluación de proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública – SNIP a fin de viabilizar el cumplimiento del presente artículo, que permita que el Estado pueda beneficiarse de las eficiencias que genera la ejecución conjunta de estos proyectos.

**Artículo 13. Acceso y uso de la infraestructura de servicios públicos de energía eléctrica e hidrocarburos**

- 13.1 Los concesionarios de servicios públicos de energía eléctrica e hidrocarburos proveerán el acceso y uso de su infraestructura a los concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones para el despliegue de redes de telecomunicaciones necesarias para la provisión de Banda Ancha. Este acceso y uso podrá ser denegado cuando existan limitaciones técnicas que pongan en riesgo la continuidad en la prestación de los servicios u otras restricciones a ser definidas en el reglamento de la presente Ley.

- 13.2 Las empresas de energía eléctrica bajo el ámbito del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado – FONAFE facilitarán el acceso y uso de su infraestructura, observando el siguiente orden de prelación:
- La ejecución de proyectos de telecomunicaciones promovidos por el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones – FITEL, así como los efectuados por los concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones para el cumplimiento de sus obligaciones específicas con el Estado.
  - La ejecución de proyectos de telecomunicaciones a cargo de los concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones.
- 13.3 Para efectos de este artículo, entiéndese por infraestructura a todo poste, ducto, conducto, cámara, torre, derechos de vía, e hilos de fibra óptica no usados, asociados a la prestación de servicios públicos de energía eléctrica e hidrocarburos. El reglamento podrá considerar definiciones adicionales para conceptos no contemplados en la presente Ley.
- 13.4 El acceso y uso de la infraestructura de los concesionarios de los servicios públicos de energía eléctrica e hidrocarburos, según lo dispuesto en el presente artículo, se sujeta a las siguientes condiciones:
- Los concesionarios de servicios públicos de energía eléctrica e hidrocarburos seleccionarán a la(s) persona(s) natural(es) o jurídica(s) que tendrá(n) a su cargo la adecuación de su infraestructura, de ser necesario, el despliegue de nueva fibra óptica, así como su mantenimiento.
  - El acceso y uso de la infraestructura de los concesionarios de servicios públicos de energía eléctrica e hidrocarburos se realizará a cambio de una contraprestación inicial que considere la recuperación de las inversiones en las que incurra el concesionario para prestar el acceso y uso a su infraestructura, así como contraprestaciones periódicas que remuneren la operación y mantenimiento, incluido un margen de utilidad razonable. La metodología para la determinación de las referidas contraprestaciones será establecida en el reglamento de la presente Ley.
  - De producirse alguna afectación a los servicios de energía eléctrica o de hidrocarburos por causa imputable al concesionario de servicios públicos de telecomunicaciones, este asumirá las responsabilidades legales que resulten aplicables.
  - Los concesionarios de servicios públicos de energía eléctrica e hidrocarburos no podrán efectuar prácticas discriminatorias o celebrar acuerdos exclusivos con empresas de telecomunicaciones, que constituyan conductas anticompetitivas, de conformidad con el Decreto Legislativo 1034, Ley de Represión de Conductas Anticompetitivas.
- El uso del derecho de vía será gratuito y si dentro de los primeros cinco años de otorgada la autorización respectiva se requiriese realizar obras de construcción, ampliación o mejoramiento de carreteras el costo de las obras civiles de remoción y reubicación de las redes de telecomunicaciones instaladas deberá ser incluido como parte del proyecto vial.
  - El único título habilitante requerido para el uso del derecho de vía de la Red Vial Nacional para efectuar obras de construcción, instalación, reconstrucción, mejoramiento, conservación de los dispositivos o elementos de red de comunicaciones es el otorgado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, inclusive si la referida Red Vial Nacional atraviesa jurisdicciones de los gobiernos regionales o de los gobiernos locales.
  - Las solicitudes de uso del derecho de vía para el despliegue de redes de telecomunicaciones para la provisión de Banda Ancha se sujetarán a un procedimiento cuyo plazo para atención es de treinta días hábiles, contado a partir de la presentación de la solicitud. Tratándose de carreteras concesionadas, el concesionario de infraestructura de la Red Vial Nacional y el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público – OSITRAN emitirán opinión en un plazo máximo de siete días hábiles. Vencido dicho plazo, sin existir pronunciamiento expreso se entenderá que su opinión es favorable.
  - Las solicitudes únicamente podrán ser denegadas cuando el despliegue de las redes de telecomunicaciones constituya un obstáculo o peligro para la seguridad de la vía o de los usuarios o generen alguna restricción técnica que impida el cumplimiento de los compromisos contractuales a cargo de los concesionarios viales, según la evaluación realizada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
  - Otorgada la autorización para el uso del derecho de vía, los concesionarios de infraestructura de la Red Vial Nacional, facilitarán el acceso al derecho de vía para el tendido y mantenimiento de las redes de telecomunicaciones a ser desplegadas.

#### **Artículo 15. Obligaciones de los concesionarios en la instalación y desarrollo de infraestructura**

En la instalación y despliegue de infraestructura necesaria para la Banda Ancha, los concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones asumirán las siguientes obligaciones específicas:

- Adoptar las acciones necesarias a fin de garantizar que no se afecte la prestación de otros servicios, ni se generen daños a la infraestructura de uso público ni a la de terceros.
- Asumir la responsabilidad por los daños y perjuicios que se ocasionen como consecuencia de la instalación y operación de infraestructura necesaria para la expansión de la Banda Ancha.

#### **Artículo 16. Entrega y publicidad de información**

- 16.1 Las empresas concesionarias de energía eléctrica e hidrocarburos remitirán semestralmente al Ministerio de Energía y Minas información georeferenciada sobre el tendido de fibra óptica realizado a nivel nacional, el uso actual y el proyectado, y de ser el caso, las empresas de telecomunicaciones y los tramos respecto de los cuales hubieran celebrado contratos para la utilización de su infraestructura.
- 16.2 Corresponderá al Ministerio de Energía y Minas informar al Ministerio de Transportes y Comunicaciones y al Organismo Supervisor

#### **Artículo 14. Uso del derecho de vía para el despliegue de redes de telecomunicaciones para la provisión de Banda Ancha a nivel nacional**

Las autorizaciones que otorgue el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para el uso del derecho de vía de la Red Vial Nacional, destinadas al despliegue de redes de telecomunicaciones necesarias para la provisión de Banda Ancha, se sujetarán a las siguientes consideraciones:

de Inversión Privada en Telecomunicaciones – OSIPTEL, sobre el cumplimiento de esta obligación por parte de los concesionarios de energía eléctrica y de hidrocarburos.

- 16.3 Provias Nacional habilitará un registro que será actualizado semestralmente con información sobre los derechos de vía fijados, las autorizaciones otorgadas para el uso de derechos de vía y las obras de mejoramiento y ampliación que podrían ser realizadas en determinados tramos.
- 16.4 El Ministerio de Transportes y Comunicaciones deberá tener información georeferenciada y actualizada sobre las carreteras habilitadas con ductos y cámaras.

### **Capítulo III**

#### **De la Red Nacional del Estado Peruano**

##### **Artículo 17. La Red Nacional del Estado Peruano (REDNACE)**

El Estado contará con una Red Nacional, que será una red de acceso que se utilizará para el desarrollo de la Sociedad de la Información y el Conocimiento, priorizando la educación, salud, defensa nacional, seguridad, cultura, investigación y desarrollo e innovación para cumplir con las políticas y lograr los objetivos nacionales, quedando prohibido su uso comercial.

##### **Artículo 18. Reserva de capacidad de la Red Nacional del Estado Peruano**

Un porcentaje de la capacidad de telecomunicaciones de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, estará reservado para la implementación de la Red Nacional del Estado (REDNACE), que atenderá las demandas de conectividad de Banda Ancha de todas las entidades de la administración pública a que se refieren los numerales 1 al 7 del artículo I de la Ley 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General. Este porcentaje será determinado y actualizado periódicamente mediante resolución suprema.

##### **Artículo 19. Operación de la Red Nacional del Estado Peruano**

- 19.1 La conectividad de la Red Nacional del Estado será contratada, por concurso público, cautelando la libre competencia, a uno o más concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones, que se encargarán de proveer a las entidades de la administración pública, en ámbitos regionales, el acceso de Banda Ancha y servicios de telecomunicaciones complementarios, contratando los servicios portadores del operador de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica.
- 19.2 Mediante decreto supremo refrendado por el Ministro de Transportes y Comunicaciones y el Ministro de Economía y Finanzas se establecerá el mecanismo para la contratación pública y la forma de pago del servicio de conectividad de Banda Ancha y servicios de telecomunicaciones complementarios a que hace referencia el presente artículo.
- 19.3 Las condiciones técnicas, económicas y legales de la contratación del operador de la Red Nacional del Estado serán determinadas por la Secretaría Técnica del FITEL, incluyendo el pago que corresponda al operador de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica por el uso de la reserva de capacidad de telecomunicaciones respectiva.

##### **Artículo 20. Gestión de información sobre la demanda del Estado de conectividad de Banda Ancha**

Las entidades de la administración pública a que se refieren los numerales 1 al 7 del artículo I de la Ley

27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, comunicarán a la Secretaría Técnica del Fondo de Inversión en Telecomunicaciones – FITEL, bajo responsabilidad de sus titulares, sus respectivas demandas de conectividad de Banda Ancha, conforme a los plazos y requisitos que se establezcan en el reglamento.

##### **Artículo 21. Eficiencia en la contratación de la conectividad de Banda Ancha**

En tanto la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica no se encuentre operativa, la Secretaría Técnica del Fondo de Inversión en Telecomunicaciones – FITEL se encargará de contratar la conectividad de Banda Ancha y servicios de telecomunicaciones complementarios, a favor y a cuenta de las entidades de la administración pública que así se lo soliciten. Mediante decreto supremo refrendado por el Ministro de Transportes y Comunicaciones y el Ministro de Economía y Finanzas, se establecerá el mecanismo para la contratación pública y la forma de pago del servicio de conectividad de Banda Ancha y servicios de telecomunicaciones complementarios a que hace referencia el presente artículo.

### **TÍTULO III**

#### **DE LA GENERACIÓN DE CONTENIDOS, APLICACIONES Y FORMACIÓN DE CAPACIDADES**

##### **Artículo 22. Contenidos y aplicaciones de Gobierno Electrónico**

- 22.1 El Estado, a través de sus entidades de los niveles de gobierno nacional, regional y local tendrá a su cargo la generación de contenidos y aplicaciones de Gobierno Electrónico que acerquen al ciudadano con el Estado, de acuerdo a los objetivos de cada entidad, las cuales estarán alineadas a la Estrategia Nacional de Gobierno Electrónico.
- 22.2 Las aplicaciones y contenidos de Gobierno Electrónico serán elaborados de manera progresiva considerando factores tales como la diversidad de lenguas que se hablan en el país, o su uso por personas con discapacidad, entre otros que permitan su efectivo aprovechamiento por todas las personas.

##### **Artículo 23. Alfabetización digital**

El Estado incluirá dentro de sus políticas de educación la formación de capacidades necesarias para el aprovechamiento de los beneficios asociados a la Banda Ancha.

##### **Artículo 24. Acceso en espacios públicos e instituciones estatales**

- 24.1 Las entidades del Estado deberán implementar centros de acceso público con conexiones de Banda Ancha para que la población acceda a contenidos y aplicaciones de Gobierno Electrónico y como espacios de formación de capacidades para el aprovechamiento de la Banda Ancha. Este acceso se llevará a cabo en espacios públicos o locales institucionales, de forma gratuita, según los alcances previstos en el reglamento de la presente Ley.
- 24.2 Las entidades del Estado incluirán en sus presupuestos anuales los recursos para cumplir con lo dispuesto en el presente artículo, siguiendo los lineamientos que emita el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en materia de conectividad.

##### **Artículo 25. Fortalecimiento de ciencia, tecnología e innovación**

Incorpóranse a todas las universidades públicas e institutos de investigación a la Red Nacional del Estado (REDNACE) formando la Red Nacional de Investigación y Educación (RNIE), para integrarse a las redes regionales

de investigación y educación del mundo, con la finalidad de acelerar los procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

#### TÍTULO IV DE LOS ORGANISMOS COMPETENTES PARA LA PROMOCIÓN DE LA BANDA ANCHA

##### **Artículo 26. Políticas públicas en Banda Ancha y Gobierno Electrónico**

- 26.1 La formulación de políticas públicas en Banda Ancha está a cargo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través del Viceministerio de Comunicaciones.
- 26.2 La formulación de políticas públicas en Gobierno Electrónico está a cargo de la Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática (ONGEI) de la Presidencia del Consejo de Ministros.

##### **Artículo 27. Plan Nacional de Gobierno Electrónico**

La Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática (ONGEI) de la Presidencia del Consejo de Ministros, en coordinación con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el Ministerio de Economía y Finanzas, y el Sistema Nacional de Informática elaborará el Plan Nacional de Gobierno Electrónico con metas concretas e indicadores de obligatorio cumplimiento por parte de las entidades estatales. La implementación de este Plan deberá ser considerada en las leyes anuales de presupuesto de cada entidad.

##### **Artículo 28. Indicadores de desarrollo de la Banda Ancha y Gobierno Electrónico**

- 28.1 El Ministerio de Transportes y Comunicaciones elaborará y revisará periódicamente los indicadores de desarrollo de la Banda Ancha.
- 28.2 La Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática (ONGEI) de la Presidencia del Consejo de Ministros, elaborará y revisará periódicamente los indicadores de desarrollo del Gobierno Electrónico.
- 28.3 Ambas entidades mantendrán un registro público y actualizado de la evolución de los respectivos indicadores.

##### **Artículo 29. Monitoreo de la RNIE y mejora de infraestructura de las universidades**

Asignase al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC como funciones adicionales la implementación del monitoreo y seguimiento de la Red Nacional de Investigación y Educación (RNIE). El CONCYTEC informará a las universidades los indicadores y aspectos técnicos que deberán desarrollar para mejorar su infraestructura con el objetivo de impulsar en su interior la I+D+I.

#### TÍTULO V

#### RÉGIMEN DE INFRACCIONES Y SANCIONES

##### **Artículo 30. Tipificación de infracciones**

- 30.1 Serán consideradas infracciones muy graves:
  - a. La negativa injustificada a facilitar el acceso y uso de la infraestructura a que se refiere el artículo 13.
  - b. El acceso no autorizado a la infraestructura de los servicios de energía eléctrica o hidrocarburos para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.
- 30.2 Constituyen infracciones graves:
  - a. Negarse a proporcionar o proporcionar información incompleta referida al tendido

de fibra óptica realizado a nivel nacional, el uso actual y el proyectado, así como toda aquella información necesaria para el despliegue de redes de telecomunicaciones para la provisión de Banda Ancha.

- b. Incumplir con las disposiciones que se emitan sobre la contraprestación a ser aplicada.

- 30.3 El reglamento de la presente Ley podrá contemplar otros supuestos de infracciones muy graves, graves y leves, los criterios para la determinación de la infracción y la graduación de las multas.

##### **Artículo 31. Sanciones**

Las sanciones administrativas derivadas del incumplimiento de la presente Ley y su reglamento son las siguientes:

- a. La multa.
- b. La suspensión del derecho al uso y acceso a la infraestructura.
- c. El decomiso de bienes.

##### **Artículo 32. Supervisión**

El Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones – OSIPTEL es el encargado de velar por el cumplimiento de los artículos 13 y 15 de la presente norma, para lo cual podrá dictar las disposiciones específicas que sean necesarias. Asimismo, OSIPTEL está facultado para imponer las sanciones correspondientes a las infracciones referidas en el artículo 30.

#### DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

**PRIMERA.** Modifícanse los artículos 2 y 3 de la Ley 28900, Ley que otorga al Fondo de Inversión en Telecomunicaciones – FITEL la calidad de persona jurídica de derecho público, adscrita al sector Transportes y Comunicaciones, con los siguientes textos:

##### **\*Artículo 2°.- Destino de los recursos**

El FITEL financiará, exclusivamente, servicios de telecomunicaciones en áreas rurales o en lugares considerados de preferente interés social, así como la infraestructura de comunicaciones necesaria para garantizar el acceso a tales servicios, de ser el caso. El FITEL podrá financiar también redes de transporte de telecomunicaciones.

##### **Artículo 3°.- Recursos del FITEL**

Son recursos del FITEL:

1. Los aportes efectuados por los operadores de servicios portadores en general, de servicios finales públicos, del servicio público de distribución de radiodifusión por cable y del servicio público de valor añadido de conmutación de datos por paquetes (acceso a Internet), a que se refiere el artículo 12 del Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones, aprobado mediante Decreto Supremo 013-93-TCC.
2. Un porcentaje del canon recaudado por el uso del espectro radioeléctrico de servicios públicos de telecomunicaciones al que se refiere el artículo 60 del Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones, aprobado mediante Decreto Supremo 013-93-TCC, porcentaje que será determinado mediante decreto supremo.
3. Los recursos que transfiera el Tesoro Público.
4. Los ingresos financieros generados por los recursos del FITEL.
5. Los aportes, asignaciones, donaciones o transferencias por cualquier título, provenientes de personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras.



6. Otros que se establezcan mediante decreto supremo.
7. Recursos de fuente contractual que el Estado obtenga como resultado de los términos y condiciones que sean pactados en los contratos de concesión de servicios públicos de telecomunicaciones. Estos recursos son distintos a los que se derivan de conceptos previstos en la Ley General de Telecomunicaciones, y serán destinados exclusivamente al financiamiento de redes de transporte de telecomunicaciones.”

**SEGUNDA.** Modifícase el artículo 12 del Texto Único Ordenado de la Ley General de Telecomunicaciones, aprobado por Decreto Supremo 013-93-TCC, con el siguiente texto:

“**Artículo 12.-** Los operadores de servicios portadores en general, de servicios finales públicos, del servicio público de distribución de radiodifusión por cable y del servicio público de valor añadido de conmutación de datos por paquetes (acceso a Internet), destinarán un porcentaje del monto total de su facturación anual, a un Fondo de Inversión de Telecomunicaciones que servirá exclusivamente para el financiamiento de servicios de telecomunicaciones en áreas rurales o en lugares de preferente interés social. El referido Fondo podrá financiar también redes de transporte de telecomunicaciones.

El porcentaje sobre la facturación a que se hace referencia, será específicamente señalado por el reglamento de esta Ley.”

**TERCERA.** El otorgamiento de autorizaciones por parte de los gobiernos regionales y los gobiernos locales para instalar infraestructura y redes de telecomunicaciones necesarias para la Banda Ancha, se sujeta a un procedimiento simplificado uniforme que será previsto en el Texto Único de Procedimientos Administrativos de las mencionadas entidades, el cual será establecido en el reglamento de la presente Ley.

**CUARTA.** En un plazo que no excederá de sesenta días hábiles, contado desde la vigencia de la presente Ley, se aprobará su reglamento que será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros, el Ministro de Transportes y Comunicaciones y el Ministro de Energía y Minas.

**QUINTA.** El Ministerio de Transportes y Comunicaciones adecuará la normativa vigente referida al otorgamiento del derecho de vía a lo dispuesto en la presente Ley, en un plazo no mayor de cuarenta y cinco días calendario.

**SEXTA.** En un plazo que no excederá de seis meses contado desde la vigencia de la presente Ley, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones determinará la velocidad mínima para que una conexión sea considerada como Banda Ancha, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 4.

**SÉTIMA.** En un plazo que no excederá de seis meses contado desde la vigencia de la presente Ley, el Ministerio de Economía y Finanzas en coordinación con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, efectuará las adecuaciones necesarias a la metodología de evaluación de proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública – SNIP, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 12.7.

**OCTAVA.** En el plazo de seis meses contado desde la entrada en vigencia de la presente Ley se aprobará su reglamento, que deberá ser propuesto por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el Ministerio de Energía y Minas, el Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones – OSIPTEL, y el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – OSINERGMIN.

**NOVENA.** Excepcionalmente por circunstancias técnicas y/o económicas, el Estado se reserva el derecho de participar en el desarrollo de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, en otras zonas distintas a las previstas en el artículo 8 .

Comuníquese al señor Presidente Constitucional de la República para su promulgación.

En Lima, a los veintiocho días del mes de junio de dos mil doce.

DANIEL ABUGATTÁS MAJLUF  
Presidente del Congreso de la República

MANUEL ARTURO MERINO DE LAMA  
Primer Vicepresidente del  
Congreso de la República

AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE  
LA REPÚBLICA

POR TANTO:

Mando se publique y cumpla.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los diecinueve días del mes de julio del año dos mil doce.

OLLANTA HUMALA TASSO  
Presidente Constitucional de la República

ÓSCAR VALDÉS DANCUART  
Presidente del Consejo de Ministros

817111-1

### LEY N° 29905

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

El Congreso de la República  
Ha dado la Ley siguiente:

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;

Ha dado la Ley siguiente:

### LEY QUE ESTABLECE NUEVOS PLAZOS PARA EL EJERCICIO DEL DERECHO DE ADQUISICIÓN PREFERENTE DE ACCIONES DEL ESTADO EN EMPRESAS AGRARIAS AZUCARERAS COMPRENDIDAS EN EL LITERAL ii) DEL ARTÍCULO 4 DEL DECRETO SUPREMO N° 037-2012-EF

**Artículo único.** Nuevos plazos para ejercer el derecho de adquisición preferente por parte de los trabajadores y para actualizar el Cronograma de Pagos

En el caso que en las empresas agrarias azucareras comprendidas en el supuesto contemplado en el literal ii) del Artículo 4° del Decreto Supremo N° 037-2012-EF, decreto que aprueba las disposiciones reglamentarias que regulan el ejercicio del derecho de adquisición preferente de los trabajadores de las empresas agrarias azucareras a que se refiere la Ley N° 29822, no se hubiesen podido transferir las acciones del Estado a sus trabajadores, en ejercicio de su derecho de adquisición preferente establecido en el artículo 3° de la Ley N° 29678, modificado por el artículo 1° de la Ley N° 29822, por no haber aprobado sus estados financieros auditados, se deberá:

## ANEXO II: PROVISIÓN DE SERVICIO DE DATOS Y VOZ EN BANDA ANCHA PARA LOCALIDADES RURALES DEL PERÚ

### PROYECTO FITEL 8

---

#### PROVISIÓN DE SERVICIO DE DATOS Y VOZ EN BANDA ANCHA PARA LOCALIDADES RURALES DEL PERÚ - BANDA ANCHA PARA LOCALIDADES AISLADAS - BAS

##### DESCRIPCIÓN GENERAL

Consiste en la provisión del servicio de banda ancha para dar los servicios de telefonía de abonados, telefonía pública e Internet. El presente beneficia aproximadamente a 1,66 millones de habitantes de 3,852 localidades rurales aisladas.

El proyecto ha sido diseñado con un enfoque de convergencia tecnológica para dar múltiples servicios sobre una plataforma de Banda Ancha Satelital. Se ofertarán los servicios de:

- Acceso a Internet en 1,019 localidades.
- Teléfonos públicos en 3,010 localidades.
- Telefonía residencial en 497 localidades.
- Capacitación a los emprendedores locales e inducción de demanda a través de sensibilización y difusión dirigida a la población beneficiaria.

##### FINANCIAMIENTO Y SUBSIDIO DEL ESTADO PERUANO

El subsidio máximo estimado es de S/. 139 millones, el cual sería cubierto con fondos del FITEL. La empresa que gane será la que solicite el menor subsidio.



## OBJETIVOS

### OBJETIVO CENTRAL

**"Adecuado acceso a los servicios de telecomunicaciones y a la información necesaria para el desarrollo económico y social del sector rural y de preferente interés social"**

El acceso a los servicios de telecomunicaciones a Internet y uso productivo de las TICs, permitirá a los pobladores de las zonas rurales potenciar sus actividades sociales y familiares, identificar nuevas oportunidades de negocio y/o adquirir conocimientos para mejorar los negocios que ya tengan en marcha.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medio de Primer Nivel: Adecuada oferta de servicios de telecomunicaciones en áreas rurales
  - Suficientes condiciones de sostenibilidad de proyectos privados
  - Costos de inversión (CAPEX) y operación (OPEX) razonables para implementar las TICs.
- Tarifas razonables y disminución de otros costos para la población en el uso de las telecomunicaciones. Adecuado nivel de uso de los servicios de telecomunicaciones.
  - Extensión a localidades aledañas utilizando Wireless
  - Servicios de valor añadido
- Emprendedores con mayores conocimientos en gestión de servicios de acceso a Internet.
- Expertos locales en el uso de las TICs y materiales apropiados que faciliten el aprendizaje.
- Conocimiento del funcionamiento y óptima utilización de los servicios en telecomunicaciones.

### ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO

- Asignación de subsidio por concurso por mínimo subsidio.
- Inversiones, instalación, operación y mantenimiento de los servicios de telecomunicaciones a cargo del operador.
- Telefonía Pública, a cargo de un emprendedor local o Comité Local de Internet.
- Telefonía de abonados, a cargo del operador.
- Acceso a Internet: Capacitación a cargo del operador de telecomunicaciones.
  - A cargo de un Comité Local de Internet,
  - Emprendedor local,
  - Operador de telecomunicaciones.

## SERVICIO DE BANDA ANCHA RURAL PARA LOCALIDADES AISLADAS

- Objetivo: Proveer de servicio de Banda Ancha a nivel nacional para localidades aisladas.
- Inversión: S/. 80 millones.
- Subsidio Máximo: S/. 139 millones.
- Servicios Ofertados: Acceso a Internet, telefonía de abonados, telefonía pública.
- Localidades beneficiadas: 3,852
- Población beneficiada: 1.5 millones



## LINEAMIENTOS DE POLÍTICAS DEL SECTOR

El presente proyecto se enmarca dentro de la política del sector definida por el MTC y a su vez responde a los requerimientos de otros sectores que requieren de infraestructura y servicios de comunicaciones para cubrir y/o extender su área de influencia a las localidades rurales y de preferente interés social.

El MTC ha elaborado los “Lineamientos de Políticas para promover un mayor acceso a los Servicios de Telecomunicaciones en áreas rurales y de preferente interés social” (D.S. N° 049-2003-MTC) donde se establecen los lineamientos de políticas técnicas y de desarrollo humano.

Entre las primeras se tienen aquellos encaminados a facilitar las concesiones, el uso compartido de las infraestructuras existentes, la administración de los recursos escasos y de señalización, así como las facilidades para la interconexión, reducción de tasas y canon y la promoción de pequeñas redes y empresas de comunicaciones.

Entre las políticas de desarrollo humano se tienen el fomento con equidad del uso de las TICs en el sector rural y de preferente interés social de manera tal que los pobladores rurales gocen de sus beneficios; el desarrollo de las telecomunicaciones como impulsor y soporte del proceso de descentralización, de manera tal que los gobiernos locales y regionales tengan acceso a los sistemas de información sectoriales y comunitarios para lo cual es clave el acceso a Internet.

## CONCLUSIONES

El MTC ha elaborado su Plan Estratégico Institucional 2007-2009 donde se fija como objetivos estratégicos:

- El desarrollo sostenible de los servicios de telecomunicaciones y el acceso universal de los mismos como vehículo de progreso e integración a fin de mejorar la calidad de vida de las personas.
- Reducción de la brecha digital en el acceso a las tecnologías de la información.
- Perfeccionar la normativa de los servicios de comunicaciones.

El proyecto se enmarca también dentro del Plan de Desarrollo de la Sociedad de la Información en el Perú (Agenda Digital Peruana) , que fija los siguientes objetivos:

1. Disponer de infraestructura de telecomunicaciones adecuada para el desarrollo de la sociedad de la información.
2. Promover el desarrollo de capacidades que permitan el acceso a la Sociedad de la Información.
3. Desarrollar el sector social del Perú garantizando el acceso a servicios sociales de calidad, promoviendo nuevas formas de trabajo digno, incentivando la investigación científica e innovación tecnológica, así como asegurando la inclusión social y el ejercicio pleno de la ciudadanía.
4. Realizar acciones de apoyo a los sectores de la producción y de servicios en el desarrollo y aplicaciones de las TICs.

Acercar la administración del estado y sus procesos a la ciudadanía y a las empresas en general, proveyendo servicios de calidad, accesibles, seguros, transparentes y oportunos, a través del uso intensivo.

## ANEXO III: ENCUESTA INFORMATIVA SOBRE LA SITUACIÓN DE LOS SERVICIOS BRINDADOS EN LA LOCALIDAD

### Encuesta Informativa sobre la Situación de los Servicios Brindados en la Localidad

*Marque su respuesta con un aspa (X) dentro de los cuadros, según su criterio.*

**1. ¿Cuál es su edad actual?**

- Entre 12 y 16 años
- Entre 17 y 25 años
- Entre 26 y 35 años
- Entre 36 y 45 años
- Más de 45 años

**2. ¿Cuál es su género?**

- Femenino
- Masculino

**3. ¿A qué se dedica en la actualidad? (Marque más de una respuesta)**

- Estudio
- Comercio
- Agricultura
- Ganadería
- Minería
- Administración
- Turismo
- Desempleado
- Otros

**4. ¿Usas el servicio de Internet?**

- Sí
- No

**5. ¿Dónde usas normalmente el servicio de Internet?**

- En casa
- En una cabina
- En el Centro de Estudios
- En el trabajo
- Otros

**6. ¿Tiene teléfono móvil?**

- Sí
- No

**7. ¿Cuál es su operador móvil?**

- Claro
- Movistar
- Entel
- Bitel

**8. ¿Con qué plan cuenta?**

- Postpago
- Prepago

**9. ¿Cuál es la plataforma de su teléfono móvil?**

- Iphone
- Android
- Windows Phone
- No sabe

**10. ¿Cómo calificas el servicio de Internet que utilizas?**

- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Deficiente
- Muy deficiente

**11. ¿Qué opinión tiene del servicio de su operador de telefonía móvil?**

- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala
- Muy mala

**12. Describa las deficiencias del servicio de Internet que utiliza.**

---

---

---

---

---

---

---

---

**13. Describa las deficiencias del servicio de su operador de telefonía móvil.**

---

---

---

---

---

---

---

---

**14. ¿Qué te gustaría que mejore y se brinde en el servicio de Internet?**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**15. ¿Qué te gustaría que mejore y se brinde en el servicio de telefonía móvil?**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# ANEXO IV: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA RED DE ACCESO DEL PROYECTO CAJAMARCA

## ANEXO N° 8-B DE LAS BASES

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA RED DE ACCESO (Referencias Numerales 1.3.42 y 1.3.95 de las BASES)

#### 1. INTRODUCCIÓN

La Secretaria Técnica del FITEL elaboró el PROYECTO CAJAMARCA; el CONTRATADO implementará el PROYECTO ADJUDICADO, utilizando el FINANCIAMIENTO DE LA RED DE ACCESO otorgado por el FITEL.

El objetivo es brindar acceso a Internet y acceso a Intranet en setecientos treinta y cinco (735) localidades del PROYECTO CAJAMARCA, a través de la implementación de una red terrestre de banda ancha.

#### 2. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

##### 2.1 Localidades Beneficiarias

El listado de LOCALIDADES BENEFICIARIAS e INSTITUCIONES ABONADAS OBLIGATORIAS del PROYECTO CAJAMARCA está en el Apéndice N° 1 del presente Anexo.

##### 2.2 Servicios

2.2.1 El CONTRATADO debe atender la demanda de acceso a Internet y de acceso a Intranet de personas naturales o jurídicas, públicas o privadas en las LOCALIDADES BENEFICIARIAS.

2.2.2 El CONTRATADO se obliga a prestar acceso a Internet y acceso a Intranet, en las condiciones indicadas en el numeral 2.3, así como a implementar el programa de CONSTRUCCIÓN DE CAPACIDADES en el número de LOCALIDADES BENEFICIARIAS e INSTITUCIONES ABONADAS OBLIGATORIAS contenidos en su PROPUESTA TÉCNICA y OFERTA ECONÓMICA, la cual no debe ser menor de:

- Cuatrocientos noventa y cinco (495) establecimientos de salud.
- Noventa y un (91) dependencias policiales.
- Ochocientos cuarenta y seis (846) locales escolares de gestión estatal.

2.2.3 De la prestación de los servicios

2.2.3.1 El CONTRATADO se obliga a suscribir los contratos que correspondan con los CONTRATANTES de los servicios.

2.2.3.2 El CONTRATANTE es responsable del mantenimiento y operación de sus equipos terminales (computadoras personales, laptops, tablets, Smartphones).

2.2.3.3 El CONTRATADO debe entregar gratuitamente e instalar un MÓDULO DE ACCESO a cada INSTITUCIÓN ABONADA OBLIGATORIA.



Página 1



Las características del MÓDULO DE ACCESO están contenidas en el Apéndice N° 8 del presente Anexo.

## 2.3 Tarifas

### 2.3.1 Acceso a Internet

- 2.3.1.1 La instalación del acceso a Internet es libre de pago para las INSTITUCIONES ABONADAS OBLIGATORIAS y otros CONTRATANTES de las LOCALIDADES BENEFICIARIAS, siempre que en conjunto no superen cinco mil quinientos cincuenta (5 550) CPE.

Cuando se hayan instalado por lo menos el noventa por ciento (90%) de los CPEs indicados en el párrafo anterior, el CONTRATADO propondrá los costos de instalación para CONTRATANTES adicionales a este número de CPE y FITEL realizará la evaluación de costos de su propuesta. El CONTRATADO debe tener en cuenta que este pago es por única vez y comprenderá la instalación, activación y cualquier otro concepto necesario para iniciar el uso del servicio. En adelante, el monto de dicho pago será revisado cada dos (02) años por el FITEL.

- 2.3.1.2 El CONTRATADO facturará el acceso a Internet mensualmente, independientemente del tiempo de conexión y del volumen de información transmitida. El monto del pago mensual para las INSTITUCIONES ABONADAS OBLIGATORIAS se muestra en la Tabla 1, está expresado en Nuevos Soles e incluye todos los impuestos de ley. Estas tarifas tope se rigen por lo dispuesto en la Resolución de Consejo Directivo N° 004 2015-CD/OSIPTTEL o la norma que la modifique o sustituya.

**Tabla 1 – Tarifas tope de acceso a Internet para las INSTITUCIONES ABONADAS OBLIGATORIAS**

Velocidad de descarga	Velocidad mínima garantizada (%)	Tarifa tope Mensual (en Nuevos Soles incluido todos los impuestos de ley)
2 Mbps	40%	97,59
4 Mbps	40%	142,06

El CONTRATADO debe tener en cuenta que las INSTITUCIONES ABONADAS OBLIGATORIAS contratarán como mínimo una conexión de 2048 kbps de bajada, 512 kbps de subida y cuarenta por ciento (40%) de velocidad garantizada. La relación entre la velocidad de bajada y de subida es de 4 a 1, relación que también es aplicable para la velocidad de descarga o de bajada de 4 Mbps.

Tratándose de características técnicas distintas a las señaladas en la Tabla 1 precedente, el CONTRATADO deberá seguir el procedimiento fijado por OSIPTTEL para determinar las tarifas de acceso a Internet aplicable a INSTITUCIONES ABONADAS OBLIGATORIAS u otras instituciones públicas.(incluida la Red Nacional del Estado-REDNACE).

- 2.3.1.3 El CONTRATADO debe ofertar como mínimo las velocidades indicadas en el numeral 2.3.1.2 precedente en cada una de las instituciones públicas ubicadas en las LOCALIDADES BENEFICIARIAS con acceso a Internet, bajo las condiciones indicadas en el presente Anexo.

Para las entidades públicas que conforman la REDNACE, el CONTRATADO deberá proveer la interconexión de estas entidades dentro de la misma región. En caso las



Página 2



entidades estén en regiones diferentes, el CONTRATADO facilitará esta interconexión.

2.3.1.4 Las tarifas de acceso a Internet para PERSONAS serán determinadas por el CONTRATADO y están sujetas al régimen tarifario supervisado, de acuerdo con lo dispuesto en el segundo párrafo del artículo 2º de la Resolución del Consejo Directivo N° 004-2015-CD/OSIPTEL publicada el 11 de enero de 2015 o la norma que la modifique o sustituya.

Adicionalmente, el CONTRATADO debe tener en cuenta lo dispuesto en el numeral 9.1.1 de las BASES, en lo que respecta a Factores de Competencia.

### 2.3.2 Acceso a Intranet

2.3.2.1 La instalación del acceso a Intranet para las INSTITUCIONES ABONADAS OBLIGATORIAS será libre de pago.

2.3.2.2 El monto del pago por instalación para CONTRATANTES adicionales se establecerá de acuerdo con lo indicado en el segundo párrafo del numeral 2.3.1.1. precedente.

2.3.2.3 En caso el CONTRATANTE no tuviera contratado el acceso a Internet, el costo de la instalación será libre de pago, siempre que en su conjunto no supere el número de CPE señalados en el numeral 2.3.1.1 precedente.

En este caso, el CONTRATADO facturará el acceso a Intranet mensualmente al CONTRATANTE, a mes vencido, independientemente del tiempo de conexión y del volumen de información transmitida. El monto del pago mensual se muestra en la Tabla 2, está expresado en Nuevos Soles e incluyen todos los impuestos de ley.

**Tabla 2 – Tarifas de acceso a Intranet**

Tipo de conexión	Velocidad de transmisión	Tarifa tope mensual (S/.) (incluye impuestos de ley)
1	1 Mbps	22,00
2	2 Mbps	36,00
3	4 Mbps	64,00

El acceso a Intranet consiste en brindar al CONTRATANTE una conexión al servidor, conforme a lo indicado en el numeral 3.6 del presente Anexo. Las tarifas tope mensuales mostradas son válidas para CONTRATANTES que soliciten el acceso a Intranet. El FITEL revisará las tarifas cada dos (02) años, contados desde el inicio del PERIODO DE OPERACIÓN, también podrá hacerlo en la oportunidad que lo solicite el CONTRATADO debiendo acreditar su pedido. Es facultad de FITEL aceptar o rechazar dicho pedido.

El CONTRATADO debe garantizar el cuarenta por ciento (40%) de la velocidad de transmisión señalada en la Tabla precedente y considerar que la relación entre la velocidad de transmisión de subida respecto de la velocidad de transmisión de bajada es de 1:1.

2.3.2.4 El CONTRATADO debe ofertar como mínimo las velocidades indicadas en el numeral precedente en cada una de las LOCALIDADES BENEFICIARIAS con acceso a Intranet, bajo las condiciones indicadas en el presente Anexo.

El CONTRATADO puede proponer tarifas para velocidades de transmisión



Página 3



diferentes a las mencionadas y se obliga a acreditar su propuesta ante el FITEL, quien se reserva el derecho de evaluarla y aprobarla.

### 2.3.3 Del acceso a Internet y acceso a Intranet

2.3.3.1 En caso el CONTRATANTE contrate el acceso a Internet, el CONTRATADO deberá también proporcionar al CONTRATANTE el acceso a Intranet en las mismas características técnicas que el acceso a Internet contratado, sin costo adicional para el CONTRATANTE.

2.3.3.2 En caso el CONTRATANTE tuviera contratado el acceso a Internet y requiere características técnicas diferentes para su acceso a Intranet, el CONTRATANTE tendrá que celebrar un nuevo contrato con el CONTRATADO y deberá realizar el pago mensual correspondiente al acceso a Intranet contratado.

### 2.4 Plazo

2.4.1 El tiempo máximo de despliegue de la infraestructura, equipamiento y demás elementos de la RED DE ACCESO corresponderá a la ETAPA DE INSTALACIÓN.

### 2.5 Otras consideraciones

2.5.1 El CONTRATADO presentará al FITEL el CRONOGRAMA DEFINITIVO DE ACTIVIDADES DE LA RED DE ACCESO que forma parte del CONTRATO DE FINANCIAMIENTO, en formato impreso y en formato electrónico (elaborado en software de gestión de proyectos coordinado con FITEL), en el plazo de cuarenta y cinco (45) DÍAS, contado desde la FECHA DE CIERRE y reemplaza al Cronograma Preliminar de Implementación de la RED DE ACCESO, presentado en el CONCURSO como parte de la PROPUESTA TECNICA, y de ser el caso, contempla el efecto de adelanto de la ETAPA DE INSTALACIÓN ofertado durante el CONCURSO por el CONTRATADO. FITEL deberá aprobar el CRONOGRAMA DEFINITIVO DE ACTIVIDADES DE LA RED DE ACCESO, pudiendo observarla como máximo dentro de los diez (10) DIAS de recibido el documento.

El CRONOGRAMA DEFINITIVO DE ACTIVIDADES DE LA RED DE ACCESO contará como mínimo la siguiente información:

- Fecha de inicio y finalización de las actividades correspondientes a la ETAPA DE INSTALACIÓN, SENSIBILIZACIÓN Y DIFUSIÓN, ELABORACIÓN DE CONTENIDOS y CAPACITACIÓN.
- Detalle semanal de instalaciones y pruebas de puesta en servicio de los equipos terminales en las INSTITUCIONES ABONADAS OBLIGATORIAS programadas por distrito para la RED DE ACCESO.
- 
- Hitos de todos los plazos contemplados en las presentes especificaciones, así como los contemplados en el CONTRATO DE FINANCIAMIENTO, para el cumplimiento de todas las actividades relacionadas al PERIODO DE INVERSIÓN DE LA RED DE ACCESO.
- Datos del personal responsable para cada actividad o entregable, así como las funciones que tiene a su cargo. En lo que respecta al personal en campo, detallar la cantidad y distribución de los recursos para el cumplimiento de las instalaciones consideradas en el CRONOGRAMA DEFINITIVO DE ACTIVIDADES DE LA RED DE ACCESO.

2.5.2 Al final de la ETAPA DE INSTALACION, la RED DE ACCESO debe estar totalmente

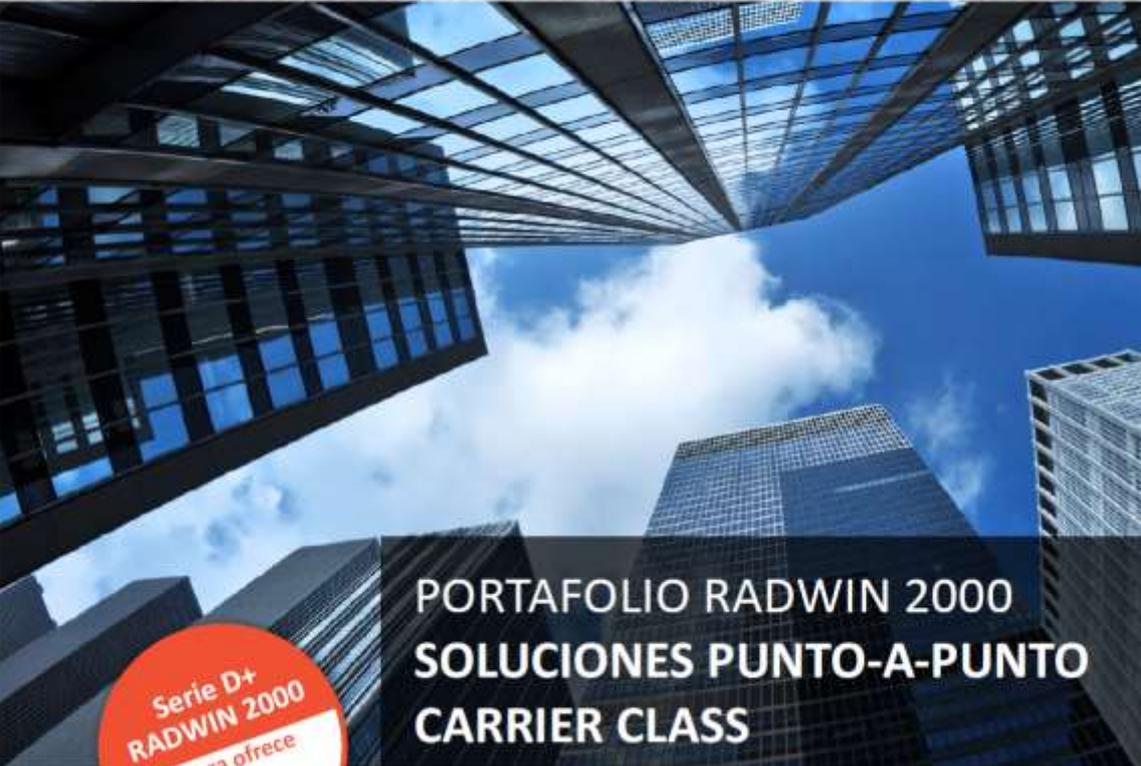


Página 4



## ANEXO V: PORTAFOLIO RADWIN 2000: SOLUCIONES PUNTO - A - PUNTO

Portafolio **RADWIN 2000**



**PORTAFOLIO RADWIN 2000  
SOLUCIONES PUNTO-A-PUNTO  
CARRIER CLASS**

**Serie D+  
RADWIN 2000  
Ahora ofrece  
hasta  
750 Mbps**

El portafolio RADWIN 2000 punto-a-punto en sub-6 GHz suministra de 10 a 750 Mbps, ideal para operadores y mercados verticales que requieren alta capacidad de conectividad y acceso.

**RADWIN** 1

## PORTAFOLIO RADWIN 2000 SOLUCIONES PUNTO-A-PUNTO CARRIER CLASS

El portafolio RADWIN 2000 ofrece soluciones de banda ancha con y sin licencia en sub-6 GHz, que entregan alto rendimiento de hasta 750 Mbps y funcionan a largo alcance. Las bandas compatibles incluyen: 2,3-2,4 GHz, 3,3-3,8/3,65 GHz, 4,4-6,0 GHz y 5,7-6,4 GHz. Compactos y robustos, los productos RADWIN 2000 proporcionan Ethernet y TDM nativo (hasta 16 E1/T1), facilitando la perfecta migración de TDM a redes completamente IP.

Las radios RADWIN 2000 incorporan tecnologías de vanguardia tales como MIMO, OFDM y esquemas de alta modulación, incluyendo QAM 256. Las capacidades especiales de la interfaz de aire aseguran un rendimiento óptimo y alta eficiencia espectral en entornos de radio densos y condiciones multitrayecto rutas. Las radios RADWIN 2000 también son compatibles con QoS y características de red avanzadas tales como VLAN y Q-in-Q.

Las radios RADWIN 2000 pueden ser implementadas en topologías punto-a-punto y múltiples punto-a-punto y proporcionan sincronización TDD intra-sitio e inter-sitio para maximizar la capacidad de la red. Estas radios tienen incorporada redundancia 1+1 y funcionalidad de protección de anillo para maximizar la disponibilidad del servicio.

Los productos RADWIN 2000 cumplen con los estándares y regulaciones de todo el mundo y son implementados a nivel global por los principales operadores, proveedores de servicios, redes públicas y redes privadas que requieren conectividad de alta capacidad.



#### Características destacadas del portafolio RADWIN 2000

##### Alta capacidad y largo alcance

- » Rendimiento agregado neto entre 10 y 750 Mbps
- » Modalidad Pay as you grow
- » Largo alcance: hasta 120 km (75 millas)
- » TDM Nativo (hasta 16 E1/T1) + Ethernet

##### Operación robusta

- » Carrier Class, funciona en condiciones difíciles
- » Rendimiento sin igual en entornos de radiofrecuencia densa
- » Funcionamiento comprobado en campo en nLOS/NLOS
- » Sincronización inter/intra sitio TDD para maximizar la capacidad de la red
- » Protección del servicio Ethernet por medio de topologías 1+1 y en anillo

##### Fácil de instalar y mantener

- » La radio multibanda cuenta con múltiples bandas de frecuencia en una sola plataforma
- » Capacidades QoS y VLAN

Serie D+ RW 2000: hasta 750 Mbps

Serie C RW 2000: hasta 200 Mbps + 16 E1/T1

Serie B RW 2000: hasta 50 Mbps +8 E1/T1, actualizable a 200 Mbps

Serie A RW 2000: 10/25/50 Mbps + 2 8 E1/T1, actualizable hasta 100 Mbps

Serie RW 2000i All Indoor: hasta 750 Mbps

## RADIOS DE ALTA CAPACIDAD PARA BACKBONE IP Y TDM

### Serie D+ RADWIN 2000

La serie D+ RADWIN 2000 proporciona hasta 750 Mbps de rendimiento Ethernet, lo que es ideal para las aplicaciones de backbone IP. La serie D+ RADWIN 2000 proporciona eficiencia de alto espectro empleando el esquema de modulación QAM 256.

La serie de radios D+ RADWIN 2000 ofrece alto rendimiento incluso en espectros altamente congestionados, utilizando las técnicas mejoradas de mitigación de interferencia de RADWIN y D-CBS (Selección dinámica de ancho de banda de canal). D-CBS es una característica especial que selecciona el mayor ancho de banda de canal (hasta 80 MHz), sin embargo, con la mínima interferencia para maximizar el rendimiento del enlace.

Los radios RADWIN 2000 D+ proporcionan 350 Mbps a 40 MHz y son compatibles con anchos de banda de canal de 20 MHz y 10 MHz. Las soluciones se basan en la extensa experiencia de RADWIN en el diseño de sistemas para operar comercialmente en entornos nLOS/NLOS y sobreponerse a condiciones severas de múltiples rutas.

### Serie C RADWIN 2000

Proporciona hasta 200 Mbps de rendimiento neto agregado y hasta 16 E1/T1. Esta unidad de radio es ideal para operadores que necesitan una solución carrier class para backbone IP y TDM, con QoS garantizado. Entregar IP y TDM sobre el mismo enlace permite la migración perfecta de las redes TDM hacia redes completamente IP.

### Serie B RADWIN 2000

Proporciona hasta 50 Mbps de rendimiento neto agregado y 8 E1/T1. Este radio es actualizable hasta 100 y 200 Mbps por medio de una clave de software. La unidad de radio está disponible con una antena externa de 23 dbi o con una antena de factor de forma pequeño y conectores incorporados para una antena externa opcional. Esta configuración especial asegura una mayor flexibilidad para la instalación, a la vez que reduce la carga de inventarios. La unidad de radio es ideal para aplicaciones, carrier class, de acceso y backbone IP/TDM que requieren alta disponibilidad y QoS garantizado.

Los radios RADWIN PtP operan en modos simétricos y asimétricos: Las capacidades de subida y bajada de las series B y C de RADWIN 2000 se asignan dinámicamente con base en la carga de tráfico y las condiciones de la interfaz de aire, mientras que en el RADWIN 2000 D+ se puede configurar la tasa entre la capacidad de subida y bajada.

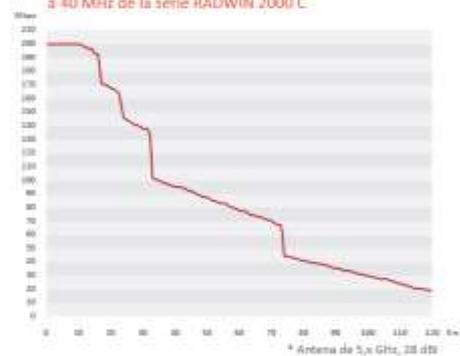
Extremadamente simples de instalar y mantener, las soluciones de RADWIN operan perfectamente en los entornos más desafiantes, incluyendo escenarios sin línea de vista, entornos urbanos densos y temperaturas extremas.

Los radios RADWIN son la elección correcta para los operadores que desean romper la barrera de la capacidad y satisfacer la rápidamente creciente demanda de ancho de banda.

Rendimiento total de ancho de banda a 80 MHz de la serie D+ RADWIN 2000



Rendimiento total de ancho de banda a 40 MHz de la serie RADWIN 2000 C



Rendimiento total de ancho de banda a 20 MHz de la serie RADWIN 2000 B



#### Características destacadas de la serie D+ RADWIN 2000

- Rendimiento de Ethernet hasta 750 Mbps
- Alcance hasta 120 km (75 millas)
- Maximización de la capacidad del enlace D-CBS en espectros congestionados
- Capacidad asimétrica configurable
- Selección automática entre los modos MIMO y Diversidad para desempeño NLOS óptimo

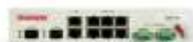
#### Características destacadas de las series C y B de RADWIN 2000

- » Rendimiento agregado neto entre 50 y 200 Mbps
- » Modalidad Pay as you grow
- » TDM Nativo (hasta 16 E1/T1) + Ethernet
- » Largo alcance: hasta 120 km (75 millas)
- » Capacidad asimétrica fija o dinámica
- » Protección del servicio Ethernet por medio de topologías 1+1 y en anillo

ODU con antena integrada



IDU-H



Unidad de agregación de Ethernet para 6 ODU

IDU-E



Unidad para Interiores Ethernet + 2 E1/T1

IDU-C



Unidad para Interiores Ethernet + 4, 8, 16 E1/T1

*"La solución RADWIN 2000 es lo suficientemente robusta y durable para soportar las condiciones exteriores más difíciles, y es muy fácil de instalar y mantener".*

Jim Makepeace  
Director de Ingeniería de Redes  
**Revol Wireless**  
EE. UU.

*"Los enlaces de RADWIN han excedido nuestras expectativas en cuanto a capacidad, seguridad y robustez.*

*El ancho de banda proporcionado por la red inalámbrica ha sido fenomenal y podemos transferir en segundos cantidades masivas de archivos de datos e imágenes de rayos X".*

Dr. I Hansrod  
Director Médico  
**Centro Radiológico Jackpersad**  
Sudáfrica

**WIN**

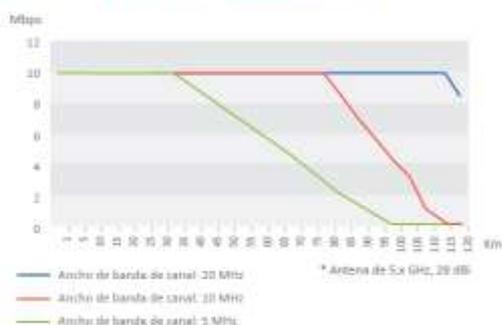
## SERIE A RADWIN 2000 PARA ACCESO IP Y TDM

Los radios de la serie A RADWIN 2000 están disponibles en tres modelos:

- Proporcionan rendimiento neto Ethernet de 50 Mbps y 8 E1/T1
- Proporcionan rendimiento neto Ethernet de 25 Mbps y 4 E1/T1
- Proporcionan rendimiento neto Ethernet de 10 Mbps y 2 E1/T1

La capacidad de internet se puede actualizar fácilmente hasta 100 Mbps por medio de una clave de software. Esto asegura una baja inversión inicial, mientras garantiza la capacidad de expansión futura. La serie A RADWIN 2000 está disponible con antena integrada de 17 dBi o 23 dBi, o en unidades con conectores.

Serie A RADWIN 2000 de 10 Mbps: rendimiento total



Los radios de la serie A RADWIN son ideales para aplicaciones de acceso de operadores que requieren SLA y para redes privadas que buscan soluciones carrier class. Al incorporar las características avanzadas de RADWIN 2000, los radios de la serie A RADWIN 2000 permiten la utilización óptima del espectro mediante el uso de tecnologías MIMO y OFDM, combinadas con la experiencia comprobada de RADWIN en técnicas de mitigación de interferencia, críticas para la operación en ambientes urbanos densos.

Construidos en unidades con factor de forma extremadamente pequeñas, los radios de la serie A RADWIN 2000 son ideales para implementaciones en las que se requieren equipos tamaño reducido.

Serie A RADWIN 2000 de 25 Mbps: rendimiento total



## Radio RADWIN 2000i All Indoor

La radio All Indoor RADWIN 2000i, diseñado para operadores, redes de empresas públicas y redes industriales, proporciona capacidad extremadamente alta y alcance ampliado para conectividad y backbone IP.

Eliminando la necesidad de costosas líneas dedicadas, RADWIN 2000i ofrece backbone inalámbrico de fácil instalación y alta seguridad que aumenta la capacidad y mejora la gestionabilidad.

### Características destacadas de la serie RADWIN 2000i:

- Rendimiento neto Ethernet hasta de 750 Mbps
- Largo alcance: hasta 120 km (75 millas)
- Radio multibanda: desde 4,9 GHz hasta 6 GHz
- Capacidad asimétrica y simétrica configurable
- Tecnologías OFDM y MIMO avanzadas
- Receptor GPS incorporado para sincronización del radio
- Selección dinámica de ancho de banda de canal (D-CBS)



## Especificaciones de RADWIN 2000

### Configuración

Arquitectura	ODU: Unidad para exteriores con antena integrada, antena incorporada o unidad con conexiones para antena externa IDU: Unidad para interiores o dispositivo PoE
--------------	---

### Unidades para exteriores (ODU)

	Serie D+	Serie C <sup>1</sup>	Serie B	Serie A
--	----------	----------------------	---------	---------

### Máximo rendimiento:

Ethernet	750 Mbps	300 Mbps	50 Mbps actualizable a 200 Mbps	10 Mbps, 25 Mbps, 50 Mbps, actualizable a 100 Mbps
Troncales TDM E1/T1		16	8	2 4 8

### Radio

Alcance	Hasta 120 km (75 millas)		Hasta 120 km (75 millas)	
	4,9-6,090 GHz	2,297-2,482 GHz 3,300-3,800 / 3,65 GHz 4,390-5,010 GHz 4,900-6,060 GHz 5,890-6,410 GHz	2,297-2,482 GHz 4,900-6,060 GHz 5,890-6,410 GHz	2,297-2,482 GHz 4,890-5,960 GHz
Ancho de banda de canal	10/20/40/80 MHz	5/10/20/40 MHz	5/10/20/40 MHz	5/10/20 MHz
Potencia máxima de transmisión	25 dBm @ 1,3-3,8 GHz, 4,9-6,4 GHz, 26 dBm @ 2,3-2,5 GHz			
Modulación y codificación adaptativa	10 niveles: BPSK a 256QAM	8 niveles: BPSK a 64QAM		
Esquema de acceso de radio	MIMO 2x2 - OFDM			
Tecnología dúplex	TDD			
TDD asimétrico	Configurable adaptativamente			
Selección dinámica de ancho de banda de canal	20/40/80 MHz o 20/40 MHz			
DFS/ACS	Compatible			
Diversidad	Compatible con polarización y diversidad espacial			
Voto de espectro	Analizador de espectro incorporado			
Sincronización TDD	Intra-sitio e inter-sitio usando GPS			
Cifrado, seguridad EE. UU.	AES128, FIPS197			
Máxima tasa de información	Compatible			
Protección de servicio	Compatibilidad incorporada: 1+1 y topología de anillo			
QoS	Compatible con 4 niveles, prioridad estricta, TTI	Compatible con 4 niveles		
Tamaño máximo de trama	2048 bytes			
Latencia	< 3 ms			

### Administración

Administración de enlace	Aplicación Administrador RADWIN
Protocolo	SNMPv1, SNMPv3, Telnet y HTTP
Aplicación NMS	RADWIN NMS (KNMS)
Administración por web	Acceso web por navegador

### Dimensiones y peso

ODU integrado (ancho x alto x profundidad en cm)	30 x 30 x 10; 2,9 kg (6,4 lb)	Con antena de 23 dbi: 30 x 30 x 10; 2,9 kg (6,4 lb) Con antena de 17 dbi: 17 x 21 x 7; 1,2 kg (2,65 lb)
ODU con conectores (ancho x alto x profundidad en cm)	19,5 x 28,0 x 8,0; 2,4 kg (5,29 lb)	17 x 21 x 7; 1,2 kg (2,65 lb)

### Energía

Alimentación de energía	Unidad para interiores o dispositivo PoE
Consumo de energía	25 W (ODU + POE)
	22 W (ODU+ IDU); 12 W (ODU+ dispositivo PoE)

### Ambiente de operación

Temperatura de operación	-35°C a 60°C (-31°F a 140°F). Para -35°C (-67°F) por favor consultar al representante local de RADWIN
Humedad	100% condensación, IP67 (completamente protegido contra polvo e inmersión hasta 3 metros)
Golpes y vibraciones	EN 300 019-2-4 IEC 60068-2 Clase 4MS

<sup>1</sup> Capacidad de 250 Mbps disponible en 3,300-3,800/3,65 GHz y 4,900-5,150 GHz usando RADWIN 2000 C+. Para las especificaciones técnicas por favor contacte al representante local de RADWIN.

Regulaciones de radio	
FCC	47CFR Parte 15 Subparte C 47CFR Parte 15 Subparte E 47CFR Parte 90 Subparte Y 47CFR Parte 90 Subparte 2 UCBP
IC (Canadá)	RSS-210 RSS-113 RSS-192 RSS-197 UCBP
ETSI	EN 300 328, EN 301 883, EN 302 502, EN 302 326-2
WPC (India)	GSR-38
MII (China)	Regulación de banda 5,8 GHz
Seguridad	
FCC/IC (eTU/Vus)	UL 60950-1, UL 60950-22, CAN/CSA C22.2 60950-1, CAN/CSA C22.2 60950-22
ETSI	EN/IEC 60950-1, EN/IEC 60950-22
EMC	
FCC	47CFR Parte 15 Subparte B, Clase B
ETSI	EN 301 489-1, EN 301 489-4
CAN/CSA	CISPR 22 Clase B
AS/NZS	CISPR 22 Clase B

### Unidades para interiores (IDU)

Interfaz Ethernet							
Puertos	PaE	IDU-H		IDU-C	IDU-C EO	IDU-E	IDU-EO
		WAN	LAN				
	1 x 10/100/1000BaseT	4 x PaE-10/100/1000BaseT	2 x 10/100/1000BaseT 2 x SFP GBE	2 x 10/100BaseT 1 x SFP FE	2 x 10/100/1000BaseT 1 x SFP GBE	2 x 10/100BaseT	

Interfaz TDM	
Número de puertos E1/T1	Hasta 38
Trama	Sin trama (transparente)
Temporización	Temporización independiente por puerto, Tx y Rx
Cumplimiento normativo	ITU-T G.703, G.826
Latencia	Configurable: 5-20 ms (predeterminado: 8 ms)
Fluctuación y desviación	De acuerdo a ITU-T G.823, G.824
Protección de servicio	Espera activa mejorada (MFS) 1+1 (usando IDU-C)

Dimensiones y peso			
Dimensiones (anchura x altura x profundidad)	1U medio 19" de ancho, 22 x 5 x 21	44 x 5 x 21	22 x 4,5 x 18
Peso	1,5 kg (3,3 lb)	1,2 kg (2,65 lb)	0,45 kg (1,0 lb)

Energía	
Alimentación de energía	-20 a -60 V CC (alimentación doble en IDU-C); 100-240 V CA; 50/60 Hz; -45 a -55 V CC (alimentación de energía doblemente redundante para IDU-H)

Ambiente de operación	
Temperatura de operación	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
Humedad	90% sin condensación

Seguridad	
TUV	IEC/EN 60950-1, UL 60950-1, CAN/CSA-C22.2 No. 60590-1

EMC	
FCC	Clase B Parte 15 Subparte B
ETSI	EN 300 386, EN 301 489-1, EN 301 489-4
CAN/CSA	ICES 003 CISPR 22 Clase B
AS/NZS	CISPR22 Clase B

El nombre RADWIN es una marca registrada de RADWIN Ltd. Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso. © Todos los derechos reservados, enero de 2016

## ANEXO VI: RADWIN 5000 HPMP: PUNTO A MULTIPUNTO DE ALTA CAPACIDAD

RADWIN 5000 HPMP folleto del producto



### RADWIN 5000 HPMP PUNTO A MULTIPUNTO DE ALTA CAPACIDAD

#### ÚNASE A LA AUTOPISTA INALÁMBRICA RADWIN 5000 HPMP

La solución punto a multipunto RADWIN 5000 HPMP brinda hasta 200 Mbps por sector y es la opción ideal de conectividad de última milla para empresas, y para aplicaciones de vanguardia que requieren asegurar la disponibilidad de ancho de banda por abonado.

**RADWIN**

RADWIN 5000 HPMP es ideal para operadores y para proveedores de servicios de Internet (ISP) que suministran a empresas una conectividad de última milla, así como para redes gubernamentales y empresariales que proveen alta capacidad para aplicaciones esenciales.

### **Ventajas principales del producto**

#### **Estaciones base con capacidad del más alto nivel para brindar al usuario una experiencia óptima**

La estación base de RADWIN 5000 HPMP admite hasta 200 Mbps por sector y provee alta capacidad a través de una unidad de radio única. La solución RADWIN 5000 HPMP, junto con unidades de alta velocidad (HSU) de gran capacidad, posibilita una capacidad de servicio hasta de 50Mbps por abonado.

#### **Mayor eficiencia espectral para un retorno de inversión más rápido**

RADWIN 5000 HPMP provee una eficiencia espectral del más alto nivel disponible (5bps/Hz) en el ámbito de bandas inferiores a 6 GHz de punto a multipunto, para un mayor rendimiento en ancho de banda de canal más estrecho.

#### **Acuerdo de nivel de servicio garantizado para aplicaciones exigentes**

RADWIN 5000 HPMP asegura de manera exclusiva una disponibilidad de ancho de banda por usuario final para un Acuerdo de nivel de servicio (SLA) garantizado. La capacidad del abonado no se ve afectada por la fluctuación de la cantidad de transmisión de otros abonados, causada por interferencias o por otros motivos.

#### **Excelente rendimiento en condiciones adversas**

La solución RADWIN 5000 HPMP incorpora técnicas avanzadas de mitigación de interferencias, que aseguran un funcionamiento de primer orden en condiciones adversas, en bandas licenciadas o no licenciadas. La solución RADWIN 5000 HPMP, combinada con OFDM, MIMO 2x2 y diversidad de antenas, asegura un sólido rendimiento en instalaciones sin línea de vista (NLOS / NLOS).

#### **Capacidades de multibanda, todo en una sola unidad**

Los radios RADWIN 5000 HPMP, incluidas unidades de estación base y de abonado, admiten una amplia gama de bandas de frecuencia en la misma unidad (4,9 a 6 GHz o 3,3 a 3,8 GHz), para una planificación de radio flexible.

#### **Unidades de abonado de impacto visual bajo**

RADWIN 5000 HPMP ofrece una variedad de unidades de alta velocidad (HSU), algunas de las cuales aseguran un impacto visual bajo, debido al formato reducido de la antena MIMO integrada. Dichas unidades de alta velocidad, con conectores incorporados, mantienen la flexibilidad requerida para, llegado el caso, utilizar una antena externa.

#### **Sincronización de TDD, que posibilita despliegues densos con un rendimiento máximo**

La estación base de RADWIN 5000 posibilita la sincronización del TDD de todos los sectores implantados dentro de un sitio y entre estaciones base situadas en lugares diferentes. La sincronización evita la interferencia mutua entre unidades de radio muy cercanas y ahorra espectro y espacio de la torre.

#### **Coexistir con el punto a punto de RADWIN**

Las soluciones punto a punto de RADWIN y RADWIN HPMP 5000 crean una solución sincronizada de TDD complementaria para instalaciones de última milla y backhaul, en ambos casos utilizando el Sistema de gestión de redes (RNMS) de RADWIN.



#### Aspectos destacados de RADWIN 5000 HPMP

- » Hasta 200 Mbps por sector de estación base
- » Mecanismo único que garantiza un SLA por abonado
- » Variedad de unidades de abonado: 50, 20, 10 Mbps
- » Unidad de abonado de tecnología MIMO de formato reducido
- » OFDM MIMO 2x2 / Diversidad que posibilita el despliegue de nLOS
- » Latencia baja
- » Largo alcance: 40 km
- » Compatibilidad con bandas de multifrecuencias de 4,9 a 6,06 GHz en la misma unidad
- » Coexiste con soluciones punto a punto de RADWIN

#### APLICACIONES DE RADWIN 5000 HPMP

##### OPERADORES Y PROVEEDORES DE SERVICIOS (ISP)

La solución RADWIN 5000 HPMP es un excelente generador de ingresos para operadores y proveedores de servicios de Internet (ISP) interesados en brindar conectividad de última milla a empresas y ofrecer a usuarios finales un acceso a banda ancha de alta capacidad. Las operadoras pueden aprovechar las capacidades de alto nivel de RADWIN 5000 HPMP para sistemas de backhaul inalámbrico y de acceso a líneas fijas, como por ejemplo puntos de activación de Wi-Fi, estaciones base de telefonía celular y dispositivos DSLAM.

##### REDES GUBERNAMENTALES Y EMPRESARIALES

RADWIN 5000 HPMP ofrece una exclusiva infraestructura inalámbrica de banda ancha para redes gubernamentales y empresariales, para reducir drásticamente su coste de propiedad al implementar las siguientes aplicaciones:

- » Conectividad de vigilancia por vídeo de alta resolución
- » Conectividad entre centrales de gran alcance
- » Aplicaciones de banda ancha esenciales



## Componentes de RADWIN 5000 HPMP

Las unidades de estación base y de abonado de RADWIN 5000 HPMP cumplen con el código IP67 para un despliegue eficaz en condiciones adversas. Estas unidades, compatibles con bandas de multifrecuencias de 4,9 a 6,06 GHz o 3,3 a 3,8 GHz, se ajustan a una serie de reglamentaciones: ETSI, FCC, IC (Canadá), WPC (India) y MII (China). Todas las unidades de radio tienen bajo consumo de energía y se alimentan a través de un dispositivo de alimentación por Ethernet (PoE).



### HBS: estación base de alta capacidad

HBS es una unidad de radio de estación base OFDM/MIMO 2x2 al aire libre de alta capacidad, que cubre un sector único en el modo MIMO o dos sectores en el modo de diversidad. La unidad es liviana y compacta, e incluye conectores para una antena externa.

RADWIN 5000 HPMP suministra una variedad de unidades de abonado, que proveen 10, 20 y 50 Mbps. Hay tres tipos de modelos para aumentar al máximo la calidad de transmisión, así como para simplificar el proceso de instalación y reducir el esfuerzo operativo



### Unidad de alta velocidad (HSU) con antena MIMO compacta incorporada

Este modelo de HSU incluye una antena MIMO dual polarizada, de bajo impacto visual, que se acopla a la unidad de radio para facilitar la instalación junto a la estación base. La unidad de radio tiene conectores duales, para acoplar antenas externas de gran ganancia siempre que sea necesario. El modelo se ofrece en HSU510 y HSU520, que admiten respectivamente 10 y 20 Mbps.



### Unidad de alta velocidad (HSU) con antena MIMO incorporada de alta ganancia

Este modelo de HSU incluye una antena dual polarizada de gran ganancia, acoplada a la unidad de radio para proveer una calidad máxima en alcance medio y despliegues de alto nivel de capacidad. El modelo se ofrece en HSU520 y HSU550, que admiten respectivamente 20 y 50 Mbps.



### Unidad de alta velocidad (HSU) conectorizada para antenas externas

Este modelo de HSU incluye conectores duales para una antena externa de gran ganancia, que posibilita despliegues de gran capacidad de largo alcance. El modelo está disponible en HSU550, que admite 50 Mbps.

## Especificaciones del producto

### Configuración

	Estación base		Unidad de abonado		
	HBS- 5200		HSU-5550	HSU-5520	HSU-5510
Unidad de radio externa (ODU) conectorizada	Compatible		Compatible	No disponible	No disponible
ODU con antena integrada de gran ganancia: 23 dBi	No disponible		Compatible	Compatible	No disponible
ODU conectorizada con antena compacta (15 dBi)	No disponible		No disponible	Compatible	Compatible
Interfaz entre PoE y ODU	CAT-5e externa; Long. máxima de cable: 100 m @ 10/100BaseT, 75 m @ 1000BaseT				

### Radio

Capacidad total máx. neto	100 Mbps @20MHz 200 Mbps @40MHz <sup>1</sup>	50Mbps	20Mbps	10Mbps
Cantidad de unidades HSU por HBS	Hasta 16 HSU			
Rango	Hasta 40 km / 25 miles			
Bandas de frecuencia	Radio multibanda que admite de 4,900 a 6,06 GHz o multibanda de 3,300 a 3,800 GHz <sup>2</sup>			
Ancho de banda de canal	Configurable: 10 <sup>3</sup> , 20 , 40 <sup>3</sup> MHz			
Modulación	2x2 MIMO-OFDM (BPSK/QPSK/16QAM/64QAM)			
Modulación y codificación adaptativas	Compatible			
Asignación ancho de banda de sector	Configurable: simétrica o asimétrica <sup>3</sup>			
DFS (FCC y ETSI)	Compatible			
Latencia extremo a extremo	Típica: 4 mseg a 10 mseg			
Diversidad	Compatible <sup>3</sup> en HBS y HSU			
Visualizador de espectro	Compatible <sup>3</sup> en HBS y HSU			
Potencia máxima de transmisión	25 dBm típica en HBS y HSU			
Tecnología dúplex	TDD			
Sincronización de TDD	Sincronización Inter e Intrasito (compatible con punto a punto de RADWIN)			
Cifrado	AES 128			

### Interfaces

Interfaz Ethernet	HBS: 10/100BaseT, 1000BaseT HSU: 10/100BaseT
-------------------	---

### Interconexión de redes

Capa de subconvergencia	Capa 2
Calidad de servicio (QoS)	Compatible <sup>1</sup> Clasificación de paquetes en 4 colas conforme a los protocolos 802.1p y Diffserv
VLAN	Compatible <sup>1</sup> 802.1Q, 802.1P, QinQ

### Gestión

Aplicación de gestión de HBS y HSU	RADWIN Manager
Protocolo	SNMP and Telnet <sup>1</sup>
Aplicación NMS	RADWIN NMS (RNMS)

Nota<sup>1</sup> – La característica se proveerá hacia el tercer trimestre de 2011, mediante una actualización de software

Nota<sup>2</sup> – Producto dedicado con vencimiento en el tercer trimestre de 2011

**Mechanical**

<b>Dimensiones de unidad externa</b>	HBS conectorizada: 19,5 (a.) x 27,0 (al.) x 8 (pr.) cm HSU conectorizada: 19,5 (an.) x 27 (al.) x 8 (pr.) cm HSU compacta: 19,5 (an.) x 27 (al.) 9 (pr.) cm HSU antena ganancia alta: 37,1 (anc.) x 37,1 (alt.) x 11 (p) cm
<b>Peso de unidad externa</b>	CHBS conectorizada: 1,8 kg HSU conectorizada y compacta: 1,8 kg HSU antena ganancia alta: 3,5 kg

**Energía**

<b>Alimentación</b>	Corriente suministrada por interfaz de alimentación por interfaz PoE
<b>Consumo de energía</b>	HBS <25W, HSU< 20W

**Ambiental**

<b>Temperaturas de funcionamiento</b>	-35°C a 60°C
<b>Humedad</b>	condensación: 100%, IP67

**Reglamentación de radio**

<b>FCC</b>	FCC 47CFR, Parte 15, Subparte / C y Subparte E , FCC 47CFR, Parte 90, Subparte / V, FCC 47CFR, Parte 90 – Modo restringido <sup>2</sup>
<b>IC</b>	IC RSS-210, IC RSS-111, IC RSS 192, emisión <sup>2</sup>
<b>ETSI</b>	ETSI EN 302 502, ETSI EN 301 893, EN 302 326-2 V1.2.2 <sup>2</sup>
<b>WPC</b>	WPC GSR-38
<b>MII</b>	MII for 5.8 GHz

**Seguridad**

<b>FCC/IC (cTUVus)</b>	UL 60950-1, UL 60950-22, CAN/CSA C22.2 60950-1, CAN/CSA C22.2 60950-22
<b>ETSI</b>	EN/IEC 60950-1, EN/IEC 60950-22

**EMC**

<b>FCC</b>	47 CFR Clase B, Parte 15, Subparte B
<b>ETSI</b>	EN 300 386, EN 301 489-1, EN 301 489-4
<b>CAN/CSA-CEI/IEC</b>	CISPR 22-04 Clase B
<b>AS/NZS</b>	CISPR 22-2004 Clase B

Nota<sup>1</sup> – La característica se proveerá hacia el tercer trimestre de 2011, mediante una actualización de software

Nota<sup>2</sup> – Producto dedicado con vencimiento en el tercer trimestre de 2011

**Acerca de RADWIN**

RADWIN, que brinda lo mejor en soluciones de conectividad inalámbrica, está dedicada a proveer una línea de productos completa en el dominio de bandas inferiores a 6 GHz. RADWIN, reconocida como líder del mercado, suministra productos a precios competitivos que alcanzan niveles inigualados de fiabilidad, flexibilidad y facilidad de instalación. El éxito de los productos RADWIN, instalados en más de 130 países de todo el mundo, se basa en la entrega rápida de productos de conectividad inalámbricos de gran calidad, que aseguran un rendimiento inigualado de acceso de banda ancha, conectividad de backhaul, redes privadas y aplicaciones especializadas de movilidad de banda ancha.

**Oficina central**  
+972.3.766.2900  
sales@radwin.com  
[www.radwin.com](http://www.radwin.com)

El nombre RADWIN es una marca comercial registrada de RADWIN Ltd. Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso. © Todos los derechos reservados, abril de 2011 PB V1 03.11

**RADWIN**

## ANEXO VII: PRESUPUESTO GENERAL DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	UNIDADES	COSTO UNITARIO (SOLES)	COSTO PARCIAL (SOLES)	SUB TOTAL (SOLES)	TOTAL (SOLES)
<b>1</b>	<b>Implementación de Torre y Compra de Terreno</b>					<b>67.750,00</b>	<b>882.050,92</b>
1.01	Terreno para Torre A, en Isán	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.02	Terreno para Torre B, en el Punto B	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.03	Terreno para Torre C, en el Punto C	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.04	Terreno para Torre D, en el Punto D	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.05	Terreno para Torre La Cocha, en el Distrito de La Cocha	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.06	Terreno para Torre Chivinos, en el Distrito de Chivinos	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.07	Terreno para Torre Huarango, en el Distrito de Huarango	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.08	Terreno para Torre E, en el Punto E	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.09	Terreno para Torre San Ignacio, en el Distrito de San Ignacio	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.10	Terreno para Torre San José de Lourdes, en el Distrito de San José de Lourdes	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.11	Terreno para Torre F, en el Punto F	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.12	Terreno para Torre Namballe, en el Distrito de Namballe	----	1	5.000,00	5.000,00		
1.13	Equipos de Energía Solar	----	5	1.550,00	7.750,00		
<b>2</b>	<b>Instalación e Implementación de Sistema en Banda Ancha</b>					<b>20.600,00</b>	
<b>2.1</b>	<b>Instalación de Equipos</b>					<b>7.250,00</b>	
2.1.1	Instalación de enlace MW (NE y FE)	----	25	150,00	3.750,00		
2.1.2	Paquetes de Internet	----	1	3.500,00	3.500,00		
<b>2.2</b>	<b>Traslado</b>					<b>13.350,00</b>	
2.2.1	Transporte de material - Zona Norte, Centro o Sur	----	600	10,00	6.000,00		
2.2.2	Movilidad y <del>Transporte</del> a los AP	----	15	250,00	3.750,00		
2.2.3	Alimentación y Hospedaje (4 personas *15 días)	----	60	60,00	3.600,00		
<b>3</b>	<b>Insumos Técnicos para la Implementación del Sistema</b>					<b>788.019,60</b>	
<b>3.1</b>	<b>Etapo I: Transmisión entre Nodos</b>					<b>292.795,20</b>	
3.1.1	ODU PTP	RW-2050-0100	22	5.715,60	125.743,20		
3.1.2	Post ODU	RW-9921-1012	22	277,20	6.098,40		
3.1.3	IDU-H/HP	RW-7300-2006	12	1.907,00	22.884,00		
3.1.4	GPS	RW-9924-0070	12	3.121,00	37.452,00		
3.1.5	<del>IDU</del> H AC Power Adaptor	RW-9921-0072	12	729,20	8.751,60		
3.1.6	IDU-C	RW-7204-2000	12	2.838,00	34.056,00		
3.1.7	AC POWER ADPATOR (IDU C-E)	RW-9921-0082	24	181,40	4.353,60		
3.1.8	IDU-e	RW-7102-2000	12	2.283,90	27.406,80		
3.1.9	ODU to IDU Cable	A70040106	24	350,00	8.400,00		
3.1.10	RACK para Equipos	----	12	300,00	3.600,00		
3.1.11	Tablero de Distribución	----	12	200,00	2.400,00		
3.1.12	Sistema de Puerto a Tierra	----	12	980,00	11.760,00		
<b>3.2</b>	<b>Etapo II: Último Milla</b>					<b>495.224,40</b>	
3.2.1	ODU PTMP (H80)	RW-5800-0630-00	5	20.618,40	103.092,00		
3.2.2	ODU PTMP (H8U-520)	RW-5510-0450	136	1.234,40	167.857,60		
3.2.3	POE (H8U-520)	RW-9921-0012	136	277,20	37.699,20		
3.2.4	ODU to IDU Cable (Ethernet Cat. 6)	----	30	716,10	21.483,00		
<b>TOTAL DE INVERSIÓN</b>							<b>882.050,92</b>

## ANEXO VIII: PRESUPUESTO GENERAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPOSICIÓN DEL PROYECTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Modelo	Unidades	Cantidades	COSTO UNITARIO (SOLES)	COSTO PARCIAL (SOLES)	SUB TOTAL (SOLES)	TOTAL MENSUAL (SOLES)	TOTAL ANUAL 1er AÑO	TOTAL ANUAL 5to AÑO
<b>04.00.00</b>	<b>Costos de Operación, Mantenimiento</b>						5.681,32	5.681,32	68.175,84	68.175,84
04.00.01	Problemas de cableado del IDU al ODU (cambio de cableado de ser necesario)		EST	1	50,00	50,00				
04.00.02	Falla de Equipos de Comunicaciones (reconfiguración, cambio de equipos)		EST	1	50,00	50,00				
04.00.03	Pérdida de señal (reapuntamiento de antena, cambio de frecuencias, traslado de antena)		EST	1	87,00	87,00				
04.00.04	Problemas en las condiciones de operación de los equipos (diagnóstico, limpieza integral del equipo)		EST	1	72,00	72,00				
04.00.05	Pruebas de operatividad de los servicios		EST	1	50,00	50,00				
04.00.06	Pruebas para mejoramiento de los servicios		EST	1	50,00	50,00				
04.00.07	Movilización ( llegada a cliente y encontrar los servicios reestablecidos, false visita)		EST	1	50,00	50,00				
04.00.08	Mantenimiento preventivo del enlace MW		EST	1	120,00	120,00				
04.00.09	Mantenimiento correctivo del enlace MW		EST	1	120,00	120,00				
04.00.10	Energía de Equipos		KW	7	221,76	1.552,32				
04.00.11	RACK para Equipos		UND	12	50,00	600,00				
04.00.12	Tablero de Distribución		UND	12	90,00	1.080,00				
04.00.13	Sistemas de Puesta a Tierra		UND	12	150,00	1.800,00				
<b>04.01.00</b>	<b>Reposición de equipos</b>						275.035,20			
04.01.01	Adquisición de nuevos equipos		UND	1	275.035,20	275.035,20				275.035,20
<b>04.02.00</b>	<b>Costos Adicionales</b>						343.999,86			
04.02.01	Imprevistos (7%)		UND	1	61.743,56	61.743,56		543.999,86	343.999,86	343.999,86
04.02.02	Gastos administrativos (12%)		UND	1	105.846,11	105.846,11				
04.02.03	Gastos de Representación (10%)		UND	1	88.205,09	88.205,09				
04.02.04	Supervisión de Obra (10%)		UND	1	88.205,09	88.205,09				
	<b>TOTAL</b>							<b>349.681,18</b>	<b>412.175,70</b>	<b>687.210,90</b>